

修士論文

学習オブジェクトモデル拡張の研究

An Extension of Learning Object Model

熊本大学大学院 社会文化科学研究科 教授システム学専攻

065-G8106

豊永正人

指導： 中野裕司教授 入口紀男教授 鈴木克明教授

## 要旨

協働学習方式の教授設計で重要な要素に学習タスクの構造化、および学習進行途上の評価とフィードバックがある。どの種類の学習タスクを組み合わせるとよいか。どのような方略で授業を進めると学習目標を達成できるか。IT系の演習に学習者中心の活動を主体に授業を実践した。この実践の背景には学習者のIT系知識およびスキルの多様化がある。教材および学習行動へ問いを発することで自身の学習を認知できる性格の方略を組み合わせ一定の効果があった。一方、LMSをはじめとする仮想学習環境は学習を豊かにするけれど教授面に関連していくつかの疑問が挙がる。単に教材をデジタル化することが有意義な学習の起こることをかならずしも保証しない。最近出現した仮想学習環境はコンピュータシステムの持つ機能と、さまざまな学習のタスクの調和に対する要求を増している。学習のタスクは学習のタイプにより特徴づけられる。オブジェクトモデルを用いることによりインストラクショナルデザイナーは、学習のタスクに関する要素の性格とそれら要素のむすびつきをより正確に理解することができる、また既存の学習用資源を再利用するための手がかりを見つけることを助ける。我々は先に Koper らによる学習オブジェクトモデルに対して実践経験から得た知見にもとづき学習活動の要素を追加して拡張モデルを提案した。この論文では拡張学習オブジェクトモデルの着想をさらに詳しく述べ、拡張オブジェクトモデルの応用としてメタモデルから学習活動の具象モデルを導く応用の可能性を示唆する。それは、オブジェクトの間にマッピングを見つけ、すなわち学習目的、方略、およびフィードバックのためのパッケージを構成することを意味する。学習活動に型を導入することにより設計対象となる学習活動の構成要素を効率よく識別し、制作者に対して学習活動のタスク構造を明確に伝達することを期待できる。

To facilitate collaborative learning requires structure of learning tasks, monitoring, evaluating on-going outcomes, and feedbacks. We confirmed effects of learner-centered strategies , which consist of articulations, for IT courses of technology boot camp. Although virtual learning systems such as LMSs have enriched learning, some questions are raised with pedagogical perspectives. To transform teaching materials into a digital form does not mean the meaningful learning will occur. Emerging learning environment, for example virtual classrooms, increases the demand to harmonize system's features with various learning tasks which were characterized as learning types. Object model helps designers to understand associations of related elements and their properties with more precision, and help to find cues for re-use of existing designers' assets such as data packages or external materials appropriate for objectives. The purpose of this paper is to make designers work effectively and efficiently with a comprehensive understanding of common elements' properties observed within emerging contexts in which they work. Although it has not been long since research of learning object model began, researchers have proposed several models. We propose additional learning object model elements that extends preceding research of Koper et al to apply the extended object model to wider learning contexts such as collaborative learning. We present a strategy which associates the selection criteria and the model elements presented in extended model. Model selection criteria focuses on Role, Activity, and Environment. This paper proposes a method with object decomposition that uses existing pedagogical strategies in advance. It means that finding out mapping within objects consist of the instructional packages' composition for learning objectives, strategies, and feedbacks.

第一部 協働学習方式の実践研究 .....	6
1. はじめに .....	6
1. 1 実施概要.....	8
1. 2 協働学習の授業設計方針 .....	8
2. 研修の進め方に関するデザイン .....	9
2. 1 学習活動の性格 .....	9
2. 2 方略の配置.....	9
3. 結果.....	11
3. 1 学習成績.....	11
3. 2 授業アンケートおよびその結果.....	11
4. 考察.....	14
第二部 実践にもとづく学習オブジェクトモデル拡張 .....	15
5. 背景.....	15
5. 1 動機と目的.....	15
5. 2 研究範囲 .....	15
5. 3 背景 .....	15
6. 研究方法 .....	18
6.1 モデル創案の着想---学習オブジェクトメタモデルの定義.....	18
6. 2 学習コンテキストのモデル導出.....	19
7. 拡張結果 .....	20
7. 1 拡張したメタモデル.....	20
7.2 応用の可能性.....	23
8. 考察.....	28

8. 1 位置づけ .....	29
8. 2 先行研究のモデル要素からみた評価.....	30
9. おわりに .....	32
参考文献.....	32

## 第一部 協働学習方式の実践研究

### 1. はじめに

筆者は IT 系企業において新入社員に対する研修で、プログラミングおよび開発演習を担当してきた。学習者が主体的に学習活動に行動する形の協働学習方式を試み、一定の効果があつた。この第一部では協働学習方式取り入れた実践を概観する。

#### (1) 学習活動の捉え方

学校教育をはじめ、人間が集まって学習するときどのような活動をするか。種類を見分けている例が複数存在する。たとえば、初等・中等教育における一般教授法のテキストには、方法として直接教授方略 (direct instruction strategies), 間接教授方略 (Indirect instruction strategies), および 協働学習と協働プロセス (cooperative learning and collaborative process) [12] が提示されている。高等教育界においても「教えることから学ぶことへ」、「学習者中心の学習」[21] といったことばに代表される思潮が台頭した。そこには環境の変化があり、高等教育がマスの時代に移行したことが背景にある。インストラクショナルデザインの立場から教授方略をどのように捉えているか最近の例を Rothwell & Kazanas (2004) にみると、学習者に言語情報、認知的スキル、あらたな態度を獲得するための経験をするように組織立てて計画することである旨述べている。[31]

#### (2) 協働学習方式研究のあらまし

協働学習方式の教授設計で重要な要素に学習タスクの構造化、および学習進行途上の評価とフィードバックがある。どの種類の学習タスクを組み合わせるとよいか。どのような方略で授業を進めると学習目標を達成できるか。IT 系の演習に学習者中心の活動を主体に実践した。教材および学習行動へ問いを発することで自身の学習を認知できる性格の方略を組み合わせ一定の効果があつた。[3][4][5] 協働学習を採用することの背景には、学習者に自律的な行動をしてもらいたいという願いがある。

#### (3) 協働学習の授業設計の先行研究

授業の場を学習者主体の思考と発言を起こす意味で活性化して学習に深くかかわらせ学習目標を達成する。学習者が自身に問い答えることにより学習が起こる[1]との立場をとり、健全な相互依存、個々の学習責任をもたせ[2]、グループ編成[12]を具体的に検討し、タス

クを構造化して4)、成果物をはっきりと判断可能な産品として指示する[31]。教室現場に学習の活性化をうながすため活動中に参画状況を見守り必要に応じ全員発言ルール[11]等で介入する。Slavin(1998)によれば協働学習に関する技法の多くは、グループの成員に対して等しく学習活動へ貢献するように求める傾向がある。また、学習の進行ペースをグループに委ねるかどうかなどの条件複数を類型学 (Typology) と呼び、それらの条件がどうなっているかで学習技法を特徴づけ見分けている。[36]

一方、近年、教育工学を含む教育界に大きな影響をもつ学説に構成主義がある。Kirkley & Kirkley (2005) [24] は 実用向き原則(Savery & Duffy 1996)を抽出して提示している。これら7つの原則の前に3つの基礎原理があつて、理解が環境との相互作用から来る、認知の衝突や当惑が学習への刺激であること、知識の獲得が社会的交渉を通じて進化するといった基本的考え方を示している。Savery & Duffy による7つの原則はおおよそつぎのとおりである。

- (イ) 全学習活動をより広大な問題に投錨する
- (ロ) 正統的任務をデザインする
- (ハ) 任務と学習環境がつぎの条件を満たすようデザインする
- (ニ) 学習達成時点で学習者が要求された機能を果たす環境の持つ複雑さを反映している
- (ホ) 学習者にとって課題を自身のものであるとの認識を発達するよう課題をデザインする
- (ヘ) 学習者に思考することへ挑戦させ、思考を支援することができるように学習環境をデザインする
- (ト) 可能なる複数見解および可能な複数の文脈に対して考えを検証するよう促す
- (チ) 学んだ内容と学習のプロセスについて内省することに、機会を提供し、支援する

## 1. 1 実施概要

2006年度および2007年度の2回にわたり情報系企業の新入社員に対する導入教育における専門科目で授業を実践した。実践した科目の概要は以下のとおりである。（表1）

表1 実施対象科目と学習環境

項目	2006年度	2007年度
科目名	オブジェクト指向分析とUML	Javaプログラミング(1)基礎編および(2)オブジェクト指向編
学習前提	Javaプログラミング I、II 修了	問題分析ダイアグラム入門修了
科目目標	モデル要素をUMLで表現できること	引数渡しや継承を用いたJavaコードを記述できるようになること
時間数	18 (3日間連続集中授業)	各23 (科目あたり5日間連続集中授業)
後続科目	ソフトウェア開発実践演習	ソフトウェア開発実践演習
学習者・チーム	チームあたり5-6人、合計6チーム 新入社員、プログラミング経験有無多	グループあたり5人、合計4グループ 新入社員、プログラミング経験の有無は多様
教室環境	LAN、ポータルサイト、学習者用PC	LAN、ポータルサイト、学習者用PC
教材	市販テキスト、スライド集、演習問題集	市販テキスト、スライド集、演習問題集

## 1. 2 協働学習の授業設計方針

協働学習を用いるとき、授業の場を学習者主体の思考と発言を起こす意味で活性化して学習に深くかかわらせ学習目標を達成するように促す。学習者が自身に問い答えることにより学習が起こるとの立場をとり、健全な相互依存、個々の学習責任をもたせ、グループ編成を具体的に検討し、タスクを構造化して、成果物をはっきりと判断可能な産品として指示する。教室現場に学習の活性化をうながすため活動中に参画状況を見守り必要に応じ全員発言ルール<sup>6)</sup>等で介入する。

授業期間をセッションに分割し学習活動を組込む。セッション構成は表2のとおりである。



表2 セッション構成

配分	セッション	
6時間	1	知識習得の協働演習
3時間	2	中間発表
9時間	3	問題練習、筆記試験

## 2. 研修の進め方に関するデザイン

### 2.1 学習活動の性格

授業活動に埋めこむ学習タスクの性格を表2.1に示す。

表2.1 埋め込む学習タスクの性格

分類	説明	例
内省・発動	達成を判断して意思決定する活動・行為	まだ十分に理解していないことを認知して引き続き探求する。複数の解を持つ適度に難しい問題を与える。練習問題の解決状況を自分たちで判断する。
出力	学習者がアウトプットを出す活動・行為	わかったことを自らの言葉で表現する。例えば質問における発言、クラス内発表を途中に配置する。
探求	探索を起こす活動・行為	WWW検索を発動し、結果を意図と照合する。
予測・評価	予測と実際の差異に直面する活動・行為	学習プロセス途中、既知事項からの予測とその違いに驚く機会。級友の別解を聴く機会。解決プランをたて質疑応答させるなど

### 2.2 方略の配置

学習目標を達成する条件を保ちながら方略を選択して配置する。(表2.2参照)

表2.2 方略の配置

	セッション1 知識習得 協働演習	セッション2 クラス発表	セッション3 問題練習
内省・発動	●		●
出力		●	
探求	●		●
予測・評価	●		

#### 2.2.1 知識習得セッションの方略

セッション1で学習者に問いを発するよう仕向ける。あえて意味の衝突を生じ複数の意味への質問を引き起こす方略を使う。講義でなく主として問題演習に協働させる。知識習得目的の段階から教室内の行動方針と問題を記述した演習プリントを配り中心概念のみ講義し、後は学習者主体で活動させる。講師は質問に答え、巡回、観察、困難に遭遇したチームと学習者への支援やフィ

ードバックに努める。

### 2.2.2 問題練習とまとめセッションの方略

グループで解をレビュー、発表準備過程を通じさらに、いかに解決しているか方略へ認知を促進する。以上述べた協働学習セッションの方略に関する操作定義を表2. 3に、また学習者たちがどのように協同の目標へ活動するか、活動の型を表2. 4に示す。

表2. 3 操作定義

記号	学習活動の型	学生にさせる行動
No.1	知識吸収	術語の意味や概念、文法規則を調べ例題を分析する
No.2	相互教授	質問して回答するやりとりをとおして互いに教え、学び合う
No.3	探索	リソースを検索して適合した学習用資料を獲得する
No.4	問題練習	テキストの練習問題を解く
No.5	セルフアセスメントと意思決定	解決できた問題とそうでない問題を識別し、つぎのステップに何をするか意思決定
No.6	発表準備にともなうリフレクション	問題解決を振り返って、結果のデータを収集し、各フェーズの因果関係をまとめ発表用にスライドに表現する
No.7	発表	クラス内プレゼンテーションで、何を対象に、何をして、その結果、何を得たか話す

表2. 4 協調学習形態

活動		学習形態		
		個人	イントラグループ	インターグループ
学習者行為	1 知識吸収	個人		
	2 相互教授		グループ内	
	3 探索	個人		
	4 問題練習	個人	グループ内	
	5 セルフアセスメントと意思決定	個人	グループ内	
	6 発表準備にともなうリフレクション	個人		
	7 発表	個人		グループ間

### 3. 結果

#### 3. 1 学習成績

2006年度、科目修了試験スコアを別クラス2つのスコアと比較した。(図1参照) それら別クラスは知識習得に講義と学習者独立の問題練習をする方略を採用している。講義と独立演習による場合、協働演習と異なり学習の進捗の判断、セッション内の進行判断が講師主導になる点が顕著な相違である。協働演習を用いた場合、講義と独立演習を主体の場合と修了試験のスコアに有意差はなかった。しかし、相対度数分布で見ると学習達成の基準点を上回るスコアの占める割合が協働演習で85%、独立演習で70%であった。(図3. 1)

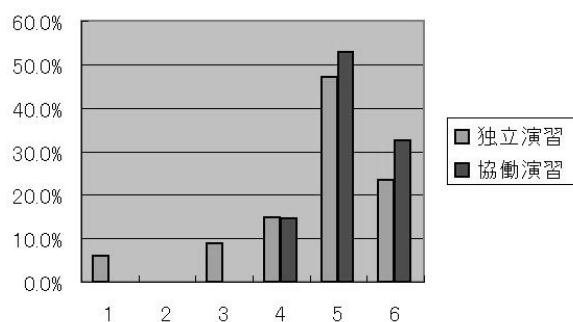


図3. 1 科目修了試験スコアの相対度数分布

#### 3. 2 授業アンケートおよびその結果

##### (1) 2006年度の結果にもとづく予想

授業評価のアンケートへ22件と人数で60%を超える回答が寄せられ反響は大きかった。

授業評価のアンケートスコアで有益度に関する項目の評価が学習者評価内における首位を占めた。学習者による記述や発言に自己学習の認知を観察した。

**例1** 質問する場合わからないことだけでなく何をどうわかっているか伝達せずには回答を得られない。

**例2** グループワークで演習問題に取り組み教え合いながら学習したので、個人的に勉強するよりも講座内容に対する理解は早かったと思う。

**例3** グループごとに進める形の授業だったため質問がしやすく、自分のわからないところをそのままにしてしまうということがなかった。

## (2) 2007 年度の結果および考察

2007 年度の実践に関する仮説は前回実施の授業評価結果に基づいている。以下、仮説とその導出方法を述べる。授業アンケートの自由記述回答内容を分析した結果、学習者の反応をつぎに示す4つに類別した。

- (a) 自己の学習行為の認知
- (b) グループワークの効能に関する記述
- (c) 方略への感想
- (d) 継続して学習する意思の表明

上記のうち(b)および(c)を方略への受容の表明と解釈して一つにまとめ、合計3つとした。さらに、今年度実施したセルフアセスメントの影響を判断するためカテゴリを1つ加え全体で4つとした。学習者回答の代表例およびアセスメント内容の特徴をもとにつぎの仮説を導いた。(1)自己の学習行為認知:協働により学習への関わりが促進すると学習者自身が捉えている。(2)今後への意欲:協働学習がJavaの学習を継続する意志を高める。(3)協働学習の方略:協働の学習方略を学習者が受け入れている。(4)セルフアセスメントの方略:セルフアセスメントがプログラミングの学習促進に影響する。つぎに、授業評価のアンケートを作成した。アンケートは質問紙で、回答は5段階評定法である。アンケート項目に仮説に対応した4つのカテゴリを設けた。先ずカテゴリごとに自由記述回答で得た代表的記述を用い質問項目を作成し、つぎに仮説の持つ意味に沿って質問項目を追加した。

授業最終日に授業評価のアンケートを実施した。アンケート件数は20件(回収率100%)である。アンケート項目および回答分析の結果を表3.1に示す。以下、各カテゴリにおける結果の概要を述べる。

表3. 1 アンケート分析結果

カテゴリ	質問項目	平均	SD
自己の学習行為認知	1 クラス内プレゼンテーションの準備をすることで、自分の学習について理解がどうなっているか気づくことができた	4.45	0.74
	2 グループで学習をすることにより、質問がしやすく、わからないことをそのままにすることがなかった	4.05	0.97
	3 グループで学習すると、わからないことをおしえてもらうとき、質問のしかたが上手になる	3.90	0.83
	4 自分自身の学習のことを学習途中で考えることができるようになった	3.70	0.84
今後への意欲	5 グループで学習したことにより、Javaプログラミングのことを自分でさらに勉強したいと思うようになった	4.25	0.89
	6 さらにJavaプログラミングを学びたい	4.15	0.65
協働学習の方略	7 グループで学習することは楽しかった	4.65	0.48
	8 クラス内プレゼンテーションで話しをすることにより、学習した内容がよく頭に残った	4.35	0.73
	9 学んだことをプレゼンテーションで話すことにより達成感を感じた	4.15	0.96
	10 質問の種類、たとえば「手順」を尋ねるといったことを知ったほうが学習がはかどると思う	3.95	1.16
	11 クイズを使って目標をはっきりさせると学習がしやすい	3.90	1.09
セルフアセスメントの方略	12 セルフアセスメントで自分の学習がどうなっているか調べると、まだできていないところの学習が促進される	4.15	0.91
	13 セルフアセスメントのためにチェックシートに自分自身でチェック項目を記述すると学習が促進される	3.50	1.02
	14 セルフアセスメントのためにチェックシートを使うことで学習の目標がはっきりした	3.40	1.16
	15 セルフアセスメントのためにチェックシートに詳細なチェック項目をあらかじめ入れてほしい	3.20	1.03
	16 セルフアセスメントのチェックシートを使ったことは学習達成に影響しなかった	3.00	1.05

### 3. 2. 1 自己の学習行為認知

4項目中2項目で平均値が4以上、残り2項目も平均値3.7以上と肯定的な評価を得た。とりわけクラス内プレゼンテーションの準備過程で自身の学習理解がどうなっているかに気づくことについて平均値4.45と著しい肯定的結果を得た。

### 3. 2. 2 今後への意欲

2項目とも平均値4.1以上と肯定的であった。

### 3. 2. 3 協働学習の方略

5項目中3項目で平均値が4.1以上と肯定的な結果を得た。協働学習の方略が学習者に受け入れていることを示唆している。特に、学習者自身話しをすることで学習した内容がよく記憶に残ることに平均値4.35と肯定的な結果を得た。

### 2. 2. 4 セルフアセスメントの方略

5項目中1項目のみ平均値が4.1以上であり、残りの4項目の平均値は3.5以下かつ標準偏差も1を超え評価のばらつきが大きかった。

## 4. 考察

協働学習により自己の学習行為を認知する面に、肯定的な反応を得た。結果をプレゼンテーションにまとめる作業が、学習成果を記憶に残す効果と学習行為の認知を促すことを示唆している。学習について理解がどうなっているか気づく、質問しやすく不明点をそのままにしないという項目への肯定的評価から学習者が自己の学習活動への関わりを増すことの肯定、すなわち協働により学習が活性化していると学習者自身が捉えていると解釈できる。知識習得のセッションにセルフアセスメントを組んだ結果、方略としての評価にばらつきがありセルフアセスメントによる学習への影響は確認できなかった。

## 第二部 実践にもとづく学習オブジェクトモデル拡張

### 5. 背景

#### 5. 1 動機と目的

学習者が主体的に学習活動に行動する形の協同学習方式を試み、一定の効果があつた。他のインストラクタに対して自身のしている授業の方法を伝えるための手段として、めざす学習活動の性質にもとづき授業に組み込む講義や演習などの構造を組み立てるときの考え方および結果の授業構造を表現したいと考えた。学習目標を達成するためになすべきことを処方として述べ、いったんそれが決まれば教材や活動指針となって使える産物ができる。教授方略確立は何のためか。デザインが長時間を要するしごと、何をなすべきかの処方を考えることの時間を節約するためにある。[30]つまり、方略の設定はインストラクショナルデザインの効率を向上させると期待する。

#### 5. 2 研究範囲

実践経験にもとづく方略種類の知識および学習の文脈に関する文献研究と考察により理論的に学習オブジェクトメタモデルを出発点として学習オブジェクトモデルを導く。つぎにIT系のプログラミング科目、実践演習科目の範囲で応用の可能性を示唆する。

たとえば授業単元の90分を単位として学習目標、学習内容、学習者特性、単元継続時間などをパラメータとして授業に関するモデルを選択して、モデル要素としての学習活動をどのように配置するとよいか指針を導き出すといった整理を効率よくできる可能性がある。

#### 5. 3 背景

##### (1) 基本的な考え方

前提となる学習オブジェクトモデルを述べる。つぎにモデルを選択してモデル要素を表現することで設計を支援することができるのではないかと仮説にたちモデル選出ルールなどへの応用の可能性を示唆する。学習活動を設計するにあたり、教科に特化せず異なる文脈に適用可能な一般式としてのモデルが多数存在する。たとえば、Dick, Carey, & Carey[15] は、学習者が入口でどのようなことができるかアセスメントすることを含めた現実的な指針を持つ意味で強力なモデルであるとみなせる。一方、学習の媒介としてコ

コンピュータネットワークを介して双方向のやりとりが可能となって遠隔教育や仮想学習環境の技術が発達、普及した現在、学習の環境を設計することはコンピュータシステムやその構成要素であるソフトウェアを設計することと密接な関係を持つようになってきた。学習支援システムもまたシステムであるからオブジェクト指向分析にもとづく設計とその表現であるモデリングが可能である。

## (2) モデル面の e ラーニング標準化とその動向

e ラーニング標準という小さな実行可能なデジタルコンポーネントをさすように思われることが多い。しかし、全体像を明確に理解することを助ける目的で、アプリケーション層に相当するものから物理層まで広範な標準化の試みが存在する。特に IMS グローバル規格を代表とするヨーロッパの先行研究[22] には、人間の活動を包括して授業などの学習活動を表現するモデルが提案されている。

学習「オブジェクト」とは何であるか、その見方に幾通りもある。Wiley(2000)[36]によれば、オブジェクト指向パラダイムに立脚したコンピュータ空間に存在する新しいタイプの要素である。米国電気電子学会(IEEE)の Learning Technology Standards Committee(LTSC)は、1996年に教育の技術規[4]4を開発した。同時期に、Instructional Management Systems(IMS)プロジェクトは、学習オブジェクトの展開を支持するために規格を開発した。IMSの学習オブジェクトモデルは学習の文脈全体を論理的に表現しようとするおおがかりな仕事である。

Learning Technology Standards Committee(LTSC)は教育のコンポーネントについて説明するために学習オブジェクトを定義した: 学習 Objects(LO)はここであらゆる実体と定義され、デジタルである、または非デジタルであるものも含み、再使用されるか、または技術利用を前提とする学習をしている間に参照ができるものであるとしている。Wileyは、その著書のなかで Learning Object Types に関する予備的分類学(Preliminary taxonomy)と呼ぶオブジェクト種類の分類方法を提案している。学習オブジェクトに関する特徴として何を着眼点とするか、たとえば結びついている要素の個数が1個であるか複数であるか、含まれている要素のタイプが単一かそれとも複合したものであるか、コンテキストをまたがって再利用することができる度合いが高いか、低いか、機能として実習に使うか、それとも提示に利用するのかといった性質を使ってオブジェクトを分類しようとする考え方で



ある。Wiley の提案しているオブジェクト分類は、オブジェクトを単にコンピュータ空間における情報システムそのものの属性だけでなく、要素と要素がどのように結びついているか、学習させるときの機能にむすびつけてオブジェクトをとらえる姿勢を示唆している。Odell(1998)がオブジェクト指向の応用においてモデルから実体へのマップと実体からモデル要素へのマップを実装では同時にあつかわなくてはならない現実を示していることに通じると考える。

一方、ヨーロッパにおける学習オブジェクト研究を代表する Koper, Jovanovićらは、LTSC やそこから派生した LOM メタデータをはじめとする学習オブジェクトに関して教授的側面の要素を含めていないため学習をとらえるときモデルとして要素が不十分であることを指摘している。特に Jovanović らは学習のコンテキストを取り上げ、そこに学習者がどのような学習のしかたを好むかといった条件をモデル要素に含めて学習活動を支援するシステムを創案している。どのような学習を組み立てるかということへ関心を持つ立場からのアプローチである。

また、教育、特に授業の実務に携わる方面からは既存の教材を探し出すことへ関心をもって学習をデザインするとの立場からの議論もある。Recker ら (2005)は教育の実務者たちの立場から、あえて学習オブジェクトという語を用いず、学習が何から構成されるかを、資源、人々、実務、および埋め込むコンテキストの価値からなると主張している。

また北米においても近年オントロジーに基づく研究がある。Knight(2006)らは、従来モデルへのペダゴジー不足の指摘に触れ IEEE の LSTC 標準の定義があまりにもあいまいであると主張し、オランダオープンユニバーシティの Koper(2001)による主張、すなわち異なるコンテキストにおける様々なタイプのオブジェクトとその「関係」を教育状況における利用目的のコンテキストに表現すること、学習デザインと学習オブジェクトを結びつけることを目標としている。Knight(2006)らは、学習デザイン、学習オブジェクトコンテキスト、および学習オブジェクトを分けて、それらの生成者に役割分担があるとのモデルを提示している。Knight ら(2006)[25]は学習オブジェクトコンテキストに関連付けられる情報としてつぎに示す4つを挙げている。

- 学習内容に特化した学習目標と前提条件
- コンピテンシーおよび付随するコンピテンシーに特有の評価

- 教科、学科目
- 学習体験の質およびよりよい学習のための教訓

### (3) 学習オブジェクトモデルの目的と意義

インストラクショナルデザイナーは学習目標から、学習者からみて何をするか、意味のある方略をはっきりさせなくてはならない。LMSをはじめ、仮想学習環境で学習の効果を高めるためには、対面授業に利用している教材を単にデジタル化するだけでなく、学習者の行動に関する種類を識別して、それら行動の特徴に応じた学習方略を明らかにする。たとえば、ソフトウェア実践演習科目で、仕様を与えて実装を練習させるときには、プランをたてさせ、作業目的や目標をグループのメンバに共有させるプランニングのステップが必要である。

問題解決型学習モデルを利用することで、1. 問題を同定させる 2. 問題を表現させる 3. 学習者がストラテジーを選択させる 4. ストラテジーを実行させる 5. 解を評価させるといった必須の授業活動要素を、属人的な差異なしにデザインできる。

## 6. 研究方法

モデルを選択してモデル要素を表現することで授業の設計を支援することができるのではないか。我々は先にモデルのモデルであるメタモデルを提案した。このメタ・モデルを出発点として、モデルを導く。ここでの「メタモデル」は、2007年に発表したメタモデル[37]をさす。

### 6. 1 モデル創案の着想---学習オブジェクトメタモデルの定義

特に学習文脈の観察可能な例と共に方略選択を利用するために Learning Activity に焦点をあてる。[35] 我々は Koper らの学習オブジェクトモデル unit of learning meta-model の要素である活動 (Activity) に着目した。(図6. 1) (Toyonaga, Nakano, Iriguchi, and Suzuki, 2006)

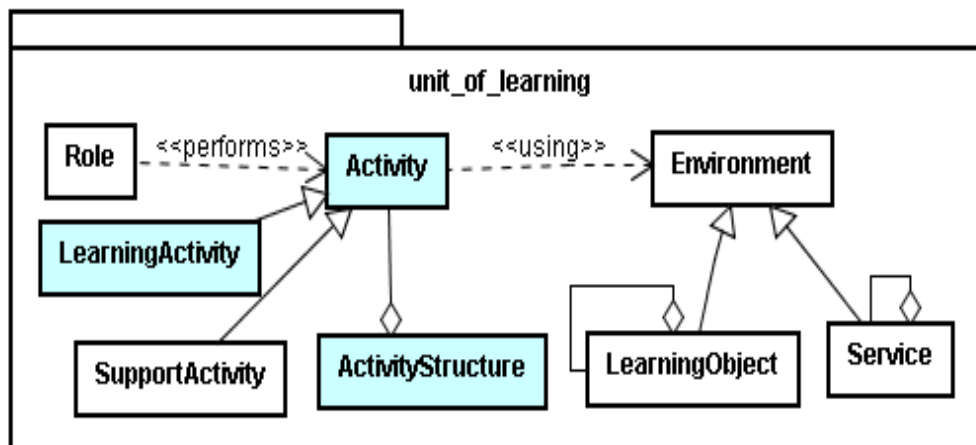


図 6. 1 Koper による学習ユニットのモデル

図 3. 1 は、学習ユニットに学習者が活動するときにかかわる事物を表現している。

## 6. 2 学習コンテキストのモデル導出

メタモデルに登場する「学習コンテキスト」を具体的なモデルとしての具象モデルである抽象クラスとして定義することを考える。

### (a) 学習コンテキスト

まず、学習コンテキストとは何か。ここでは、シナリオを用いてモデルを導くことのイメージを述べる。私たちは学習をするとき学習の場におもむき、歩いてそこに入って行く。

「教室のドアを開けると教材が置いてある。インストラクタがいて、きょうこの場にきた目的は何ですか、一人ずつ述べてください、と言う。すると、いろいろな学習者がいて、その学習内容のトピックに初めて接する人や既に知っている人も混じっていた。どうしてここに来たのかという間に対して上司から命じられたからですという人もいれば、自ら志願してきた人もいる。学習時間は 90 分ずつ 2 つのセクションに分かれ、前半はまず、学習の仕方について説明があり、まず各自が資料を読み何が書いてあるかを把握する作業をした。演習形式で学習するときのインストラクションはつぎのような活動からなっていた。

- (1) テキストを読み、章の内容に関して質問とその答を作成する
- (2) 術語の意味、概念を調べる、Java の文法規則を調べる、例題を分析する
- (3) 学習専用サイト内を検索して参照すべき資料を特定する

- (4) テキストの練習問題を解く
- (5) 解決した問題とそうでない問題を識別し、つぎのステップに何をするか判断する
- (6) 問題解決を振り返り、結果をまとめ、発表のためスライドに表現する
- (7) クラス内プレゼンテーションで問題解決結果を話す

(b) 学習コンテキストを構成するオブジェクトの例

学習目的 ::= { 1 : 知識 2:概念 3:手続き, 4: 原理 }

教材内容 ::= { 1 : テキストまたは内容プレゼンテーション  
 2 : 練習問題  
 3 : 課題提出  
 4 : 発表演習  
 5:シミュレーション観察 }

学習者の習得度合い ::= { 1 : 初学者 3 : 既習者 5:熟達者 }

興味・関心 ::= { 1 : 必修 3 : 選択 5 : 志願 }

ユニット継続時間 ::= { 1 : 90分 2 : 120分 3 : 180分 }

学習者集団ヘテロ属性 ::= { 1 : バラツキ小 3 : バラツキ普通 5 : バラツキ大 }

## 7. 拡張結果

### 7. 1 拡張したメタモデル

学習と教育実務の経験、および文献[1][2][3][4][5]に基づき以下の関係を仮定する。(表7.1参照)

表7. 1 コンポーネントの間の 「関係」

No.	関係の記述
1	Learning Acitivityは Activity Typeとして学習者視座から分類される。
2	一般に、学習Acitivity TypeはLearning Strategyを使うLearning Contextで見出される。
3	Actiiviity Typeは、学習者のAction Typeを使用することで特定される。
4	Learning AcitivityはLearning Contextで見出される。
5	学習者 のAction TypeはInstructional Theoryによって分類される。
6	Learning AcitivityはStrategyを使う。

我々は学習活動で'パワーオブジェクト'の考えを適用する。パワーオブジェクトはそのイン

スタンスが別のオブジェクト・タイプの「サブ-タイプ」である。先の関係から以下の拡張(図7. 1)を導入した。このパワーオブジェクトの着想を Odell(1998)による樹木の種に関するモデル記述に負う。

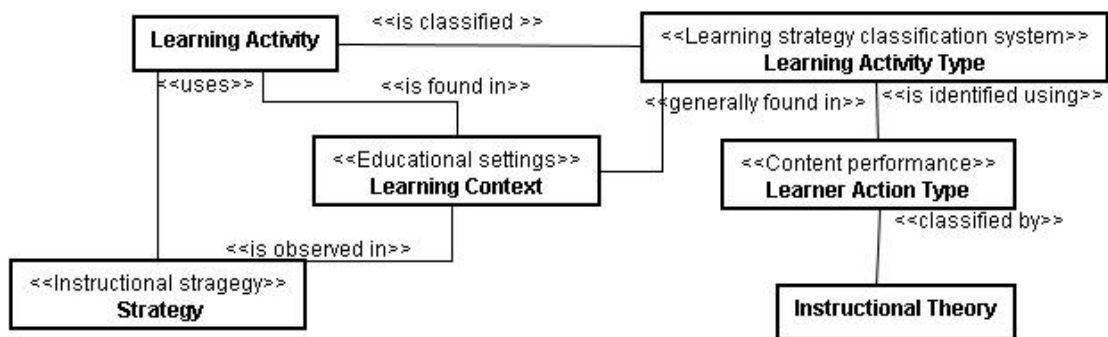


図7. 1 学習活動のメタモデル

図7. 1は学習のコンテキストに学習のタイプが観測できること、そして学習の場において学習を引き起こすための方略 (Strategy) が利用されていることを表現している。

表7. 2 Learning object types for extension

学習オブジェクトタイプ Learning object type	多重度	機能
Activity	1..*	相異なるロール(役割)によって執り行われるべき行動の処方である。このタイプのサブタイプとしてlearning activity, support activity, instrumental activities がある。
Learning activity	1..*	Activityのサブタイプである。学習体験を生じさせる刺激を意図した教育的な手続きである。
Learning Activity Type		Learning Activityのサブタイプのインスタンスからなる。Learning activitiesの分類システムである。
Learner Action Type	1..*	学習者の心的、身体的操作のサブタイプをインスタンスとする。教育の文脈においてはパフォーマンスのタイプをさす。
Strategy	1..*	Learning Activityを処することを可能とせしめる方法のタイプである。

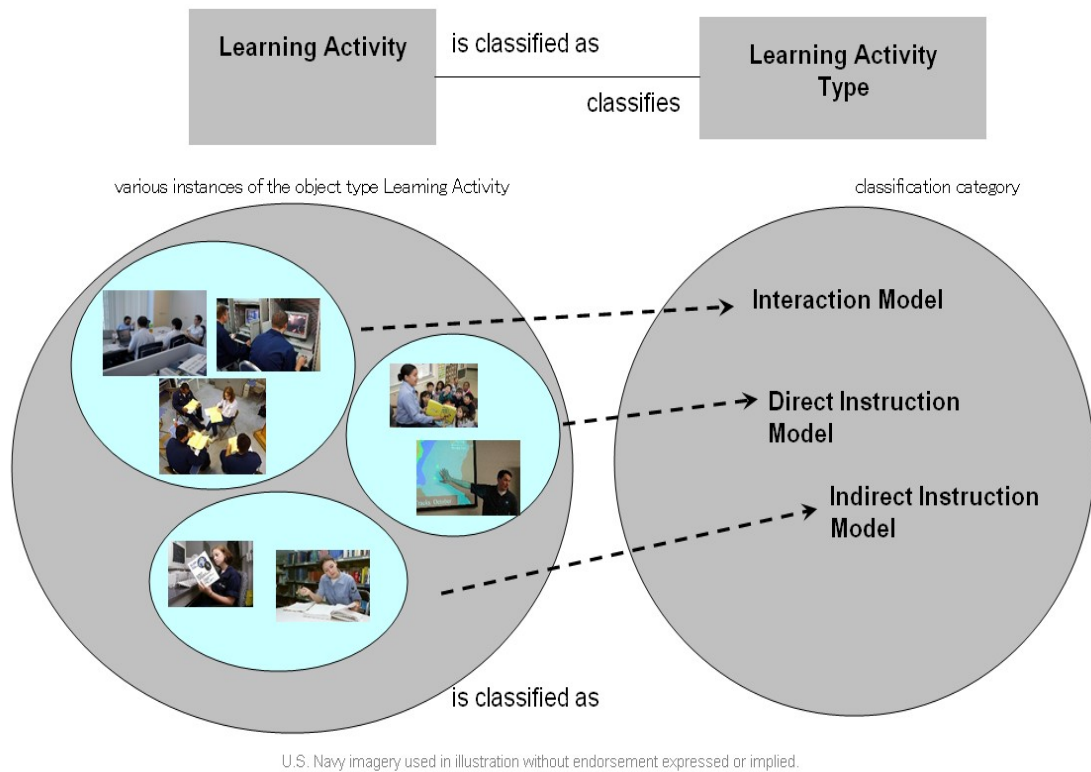


図 7. 2 Learning Activity と Learning Activity Type の関係

図7. 2の上側に描いている長方形は学習活動が学習活動タイプにより分類されること、および学習活動タイプが学習活動を分類することを表現している。そして図7. 2の下側で左に楕円であらわした要素は学習活動の実体に関するイメージを示している。図7. 2の下側で右の楕円は分類体系(Classification category)が学習活動タイプの実体であることをあらわしている。

IT系、特に実習をともなう作業指向の科目、たとえばプログラミング科目では実際に開発環境を利用してコードを編集し、コンパイル、および実行するといった活動を学習に欠かせない要素として位置づける。そこでは、学習に使う教材からはっきりと識別できる学習者の行動があって、教材というモノ、すなわちオブジェクト、コンピュータ空間で操作するデジタルのオブジェクトやテキストといったモノの実体から逆に概念的な学習活動の類型への対応づけが存在する。たとえば、ソースコードを編集する、英語で表現すると Edit code, ファイルを生成する Create a file. スーパークラスを識別する、identify the

super class といった具合に、モノの種類に応じてどの種類の行動をとるかは動詞が決まっている。IT系の作業指向科目において利用する動詞はコンピュータのマシン側に限定したとき、およそ90種類で網羅している例がある。[33]

## 7.2 応用の可能性

### 7.2.1 モデル選出ルールへの応用

コンテキストオブジェクトの何を判断するかの論理をあらわし、条件を選ぶことにより現実の授業（学習活動）を導くための着眼点を整理するとき、メタモデルが考え方の基盤となる。

dot (.) 記法を使って、活動オブジェクト名称、方略名称でもって学習者が何をするかを表現できる。このとき、オブジェクトを識別しやすくするため正の整数で番号を振ることとする。これは実用的なアイデアである。

大学における1コマ90分授業の制約があって、入学試験による学生の知識やスキルに関するバラツキが小さい学部学科で、教材内容について1：テキストまたは内容プレゼンテーション および2：練習問題 を使って学習活動をさせたいのならば、説明50分に演習40分で構成する授業構造が一般に、 $90=50+40$  としてポピュラーである。

1コマ90分の制約がなく、2コマないし3コマを連続して実習させられる環境であるならば、学習者たちの知識やスキルのバラツキが大きいときに、学習者にグループを構成させ自分たちのペースで学習させ、均等に問題解決へ貢献するよう要求するタイプの学習活動による効果が期待できる。IT系科目で、さらに教授者側が遠隔にいる学習者へ実習環境を提供する工夫があって、学習者が自身の入力へのシステムからの応答に応じてさらに入力を変化させ、学習対象への関心を著しく高める仕組みを持つ場合は、シミュレーションを利用した学習方略を前面に出して学習を支援することができる。

以上述べたモデルの選択を、コンテキストオブジェクトの持つ値に応じて制御する論理の形である応用例として表7.3に示す。

表 7. 3 学習コンテキストオブジェクトに応じたモデル選択への応用例

		ケースの番号→	1	2	3	4	5	6	
条件区画	学習のコンテキスト	粒度:	1個の原子的学習オブジェクトである	Yes	No	No	No	No	No
			ある科目の1ユニットである	Don't care	Yes	Don't care	Don't care	Don't care	Don't care
		学習目標:	繰り返し練習する必要がある学習目標を持つ	Yes	Yes	Don't care	Yes	Yes	No
			概念を獲得する学習目標を持つ	Don't care	Yes	Yes	Yes	Yes	Don't care
		学習目的:	{1:知識 2:概念 3:手続き, 4:原理}	1, 2	1, 2, 3	2	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	2, 4
		教材内容:	{ 1:テキストまたは内容プレゼンテーション 2:練習問題 3:課題提出 4:発表演習 5:シミュレーション観察	1と2	Don't care	1と5	1, 2, 4	1, 4	3
		協働:	学習者にグループを形成させることができる	Don't care	Don't care	Don't care	Yes	Yes	Don't care
		学習者の習得度合い:	{1:初学者 3:既習者 5:熟達者}	Don't care	Don't care	1	1, 3	1, 3	1または3
		興味・関心:	{1:必修 3:選択 5:志願}	Don't care	Don't care	Don't care	Don't care	3または5	3または5
		学習者集団ヘテロ属性:	{1:バラツキ小 3:バラツキ普通 5:バラツキ}	1または3	1	Don't care	3または5	3または5	1または3
		問題解決に対する学習者の特性:	問題の同定をさせることができる	Don't care	Don't care	Don't care	Yes	Yes	Yes
		学習時間:学習活動の場で与えられる時	0 < 時間T < 60 60 < 時間T ≤ 90 90 < 時間T ≤ 180	Yes		Yes	Yes	Yes	Yes
行動区画	適したモデルを選ぶ	刺激・反応モデル	X	X					
		提示・実演モデル		X	X				
		Toyonaga'sモデル				X			
		Independentモデル						X	
		Interactionモデル					X		

上記の表 7. 3 において、「教材内容」に「5 : シミュレーション観察」と述べた教材による授業について、以下にその方略の詳細を示す。

A 計算機援用教育論のフラクタルに関するシミュレーション実演授業

(計算機援用教育論は熊本大学大学院自然科学研究科の講義科目)

{ 1 : 知識吸収活動. 読む 2 : 原理理解活動. 循環反応要素で興味をもって視聴する }

ここで、循環反応要素とはヒトが何かモノに触れたとき、モノが反応してふるまう様子を観察し、さらにヒトの側が行動を変えモノに対して作用し、さらに反応の変化をとらえることを繰り返し熱心に取り組む性質をさす。 仮想実験の方略においてパラメータを変化させ得られる結果を見せて考えさせ、さらにパラメータを変化させ得られる出力をさらに観察し、考え、学習者を活動に引き込むすぐれた指導方略である。

また、表 7. 3 の行動区画で「適したモデルを選ぶ」に Toyonaga'sモデルとあるのは筆者による協働演習授業をさしており、その活動のあらまはつぎのとおりである。



B 筆者による協働演習授業モデルはつぎの活動からなる。

- { 1 : 知識吸収活動. 質問で開始して学習する
- 2 : 手続き知識吸収活動. 分析する
- 3 : 手続き知識吸収活動. 探索する
- 4 : 手続き利用活動. 使う、概念知識. 述べる
- 5 : 認知的方略知識吸収活動. わかったこと捜し
- 6 : プラン活動. 目的共有する
- 7 : 発表活動.話して、学習したことを強化する}

表 7. 4 操作定義

記号	学習活動の型	学生にさせる行動
No.1	知識吸収	術語の意味や概念、文法規則を調べ例題を分析する
No.2	相互教授	質問して回答するやりとりをとおして互いに教え、学び合う
No.3	探索	リソースを検索して適合した学習用資料を獲得する
No.4	問題練習	テキストの練習問題を解く
No.5	セルフアセスメントと意思決定	解決できた問題とそうでない問題を識別し、つぎのステップに何をするか意思決定
No.6	発表準備にともなうリフレクション	問題解決を振り返って、結果のデータを収集し、各フェーズの因果関係をまとめ発表用にスライドに表現する
No.7	発表	クラス内プレゼンテーションで、何を対象に、何をして、その結果、何を得たか話す

表 7. 5 協調学習形態

活動		学習形態		
		個人	イントラグループ	インターグループ
学習者行為	1 知識吸収	個人		
	2 相互教授		グループ内	
	3 探索	個人		
	4 問題練習	個人	グループ内	
	5 セルフアセスメントと意思決定	個人	グループ内	
	6 発表準備にともなうリフレクション	個人		
	7 発表	個人		グループ間

C コンテキストについて詳しく認識していない場合には、つぎの活動から授業を構成する例がある。

{1：知識吸収活動. 内観でじっと聴く、読む、2：練習活動. 単独で応用する}

#### 7. 2. 2 インストラクショナル・デザイン・パターン研究への応用

Erikson & Penker(1998) [18] は「ステレオタイプ」のことを支払いを例にとって述べて、「一般化の特殊化」と呼んで、{現金、クレジット、小切手} で、タイプを分けるタイプであることを示している。タイプは変数で実装できるのだから、それに何かを必ずあてはめる、置き換えるという具体的な操作をできる。{インタラクション} がだれとだれの間主に生じる学習であるかということ、{現金、クレジット、小切手} に置き換えてしまうことが、すなわち、類をつくるための類を、「一般化の特殊化」をしているとみなせる。構成主義風に授業を類別するときつぎのような類別のための類をどの程度ゆたかに持つかにより具体的活動の実体を演習書などにどれだけ豊富にできるかが決まってくると言えよう。

{教師－生徒、  
生徒－生徒、  
教師・生徒－教師・生徒}

ここで、教師－生徒 と書いて、教師と生徒のあいだにメッセージのやりとりがある、ということであらわす。

### 7. 2. 3 学習ユニットの雛形生成への応用

つぎに述べる仕様のJavaコードを実装することで学習の単位としてのユニットにどのような方略を組み込むかの雛形を作るシステムを開発することができる。

学習活動分類モデルを指定することで Learning Activity Type を決定し、拡張メタモデルからモデルを具現化 (instantiate) し、このモデルに、学習目標、学習時間、学習形態等の条件を入力することで、最適な学習活動を組合せた、学習ユニットの雛型を自動生成する。

学習コンテキスト(Learning Context)は、学習目的、学習者の習得度、興味・関心、ユニット数、時間等、様々な学習情報で、それらの項目のうち値(初期値の場合もある)を指定したものは条件となり、指定しなかったものは、選択された方略(strategy)等によって最適値が設定される場合もある。すなわち、指定したものは、最適な Learning Activity を決定するのに必要な学習目標や時間、対象者等のパラメータ(入力パラメータ)として利用される。

### 7. 2. 4 学習活動型によるeラーニングにおける設計・制作連携

学習活動に型を導入することにより設計対象となる学習活動の構成要素を効率よく識別し、制作者に対して学習活動のタスク構造を明確に伝達することを助けると期待できる。

具体的には仮想学習環境に配置するコンピュータオブジェクトにオブジェクトとしての識別番号を、ちょうどハッシュコードのように付与し、学習上の意味づけである学習活動のタイプであるオブジェクト型とともに定義しておき、利用するときに識別番号で指定するなどの方策がある。

表 7. 6 にオブジェクト型の例を示す。

表 7. 6 オブジェクト識別番号とオブジェクト型の例

オブジェクト識別番号	要素名(オブジェクト名)	型	説明
201	Location on WebCT Page	Learning context	画面における位置
100	Unit of Study	Learning object	学習の単位 属性は名前、名前の値は「計算機援用教育論」である。
101	Activity Structure	Learning object	形式は 系列化属性 { 学習活動 <sub>1</sub> , 学習活動 <sub>2</sub> , ... } sequential { Settings, 第1回, 第2回, 第3回 } と書くことで、つぎの順で学習することを表現する。 Settings→第1回→第2回→第3回
102	Learning Status	Learning object	学習の状態を定義する
103	State Transition	Learning object	学習の状態遷移を定義する
104	Activity	Learning object	学習活動 属性には名前があり、名前の値は { 第1回, 第2回, 第3回, ... } である。
902	After-completion-of-this	Events of instruction	学習目標の提示、構造は <タイトル><導入部><本体>
901	Hi-Guys !	Events of instruction	学習者の注意を獲得する。単純なオブジェクト メッセージなど
903	What you already learned	Events of instruction	既習事項を短期記憶に取り出す。単純なオブジェクト メッセージなど
905	Let-me-show	Events of instruction	学習の指針を与える。インストラクショナル・メッセージ 「...を~すると~できます」
904-01	What-is	Events of instruction	構造類型(1) 左右分割フレーム 構造は <トピック><説明文> 属性は <following page's link>
904-02	What-is	Events of instruction	構造類型(2) パラグラフ 構造は <トピック><支持文>
904-03	What-is	Events of instruction	構造類型(3) 質問文 構造は <質問文>
904-04	How-can-I	Events of instruction	構造類型(1) 構造は <手順提示><説明>
906	Let' s try	Events of instruction	構造類型 <指示文>
907	Let-me-suggest	Events of instruction	If ( <Learners response> ) then ( <Provide feedback information> ) <Learners response>は学習者の反応に関する判断をあらわす。 <Provide feedback information>が教授者側によるフィードバック提供を起こすことをあらわす。 オブジェクト例 If ( Not all students have opened the textbook ) then ( Make sure "Open your text"
908	Check-it-out	Events of instruction	利用するために選択するオブジェクトの型に依存する。
909	Further-study	Events of instruction	選択するオブジェクトの型に依存する。

## 8. 考察

学習オブジェクトメタモデルとそこからモデルを派生させることを評価するための規準として、モデルの評価について検討する。

コンピュータシステム寄りの評価基準としてはエリクソンとペンカー（1998）によるつぎの5つの条件がある。これら条件は視覚的言語、たとえば UML が満たすべき条件をあらわしている。

- 正確であること
- 一貫していること
- コミュニケーションが容易であること

- ▶ 変更しやすいこと
- ▶ 理解可能であること

前記の条件は学習に特化しないでモデル全般には適しているものの、学習の文脈でモデルが表現しなくてはならないことがらを必ずしも容易に連想させることができない。

さらに厄介なことに、モデルは、表現しようとしている事物の一部の面を取り上げているにすぎないため、何に焦点をあてるかの選択に対する普遍的な規準を見出すことが困難である。しかし、認識する対象と、その対象をモデル化したものとのマッピングができることが条件であると考えられる。

## 8. 1 位置づけ

本研究で詳解したメタモデルがオブジェクト指向におけるモデル（複数）においてどこに位置づくか。モデルのモデルに関するモデルとしての世界的標準を出発点としてモデルの階層における位置を示す。（図8. 1）

モデルのモデルに関するモデルとしての世界的標準を出発点としてモデルの階層における位置を示す。（図8. 1）クラス図やシーケンス図など、UMLによる設計図を単に技術者が見るだけであれば、メタモデルが規定する厳格で詳細な定義は必要ない。メタモデルを用意するのは、作成したモデルをモデリング・ツール上でさまざまに処理するためである。UMLを使った設計図が、設計対象のシステムやアプリケーション・ソフトウェアをモデリングしているのに対し、ソフトウェア関連技術の標準化団体である米 **OMG, Inc.** のメタモデルはUMLという図式言語そのものをモデリングしたものといえる。日経エレクトロニクス(2006)[7]によれば、**OMG** が2003年に表記法の標準規格UMLのバージョン2.0を策定するにあたり、従来よりも厳格なメタモデルを導入した。方法論によりバラバラだったモデルの表記法をそろえるという当初の目的を超え、設計図からソース・コードを作成する過程をツールによって自動化する技術体系「**MDD (model driven development)**」の実現を目指した一歩であると解釈されている。[7]

メタモデルを用意するのは、作成したモデルをモデリング・ツール上でさまざまに処理するためである。目的に応じてモデルを変換したり、ソース・コードを自動的に生成したりする上で、ツールが図の各要素の意味を解釈する基盤がメタモデルである。

**OMG**はこうしたモデルの階層を「**M0**」から「**M3**」の4段階に分類しており、通常の

ソフトウェア技術者が扱う前者の段階を「M1」、ツール開発者などがUMLの定義を参照したり、拡張したりする段階を「M2」とそれぞれ呼んでいる。

今回詳述したメタモデルは学習に特化したメタモデルにあたり、OMGによる階層で表すとモデル段階のM2に位置する。この位置におけるUMLを用いた学習オブジェクトメタモデルの例にはIMSによる標準とそのままになったKoperら(2001)がある。

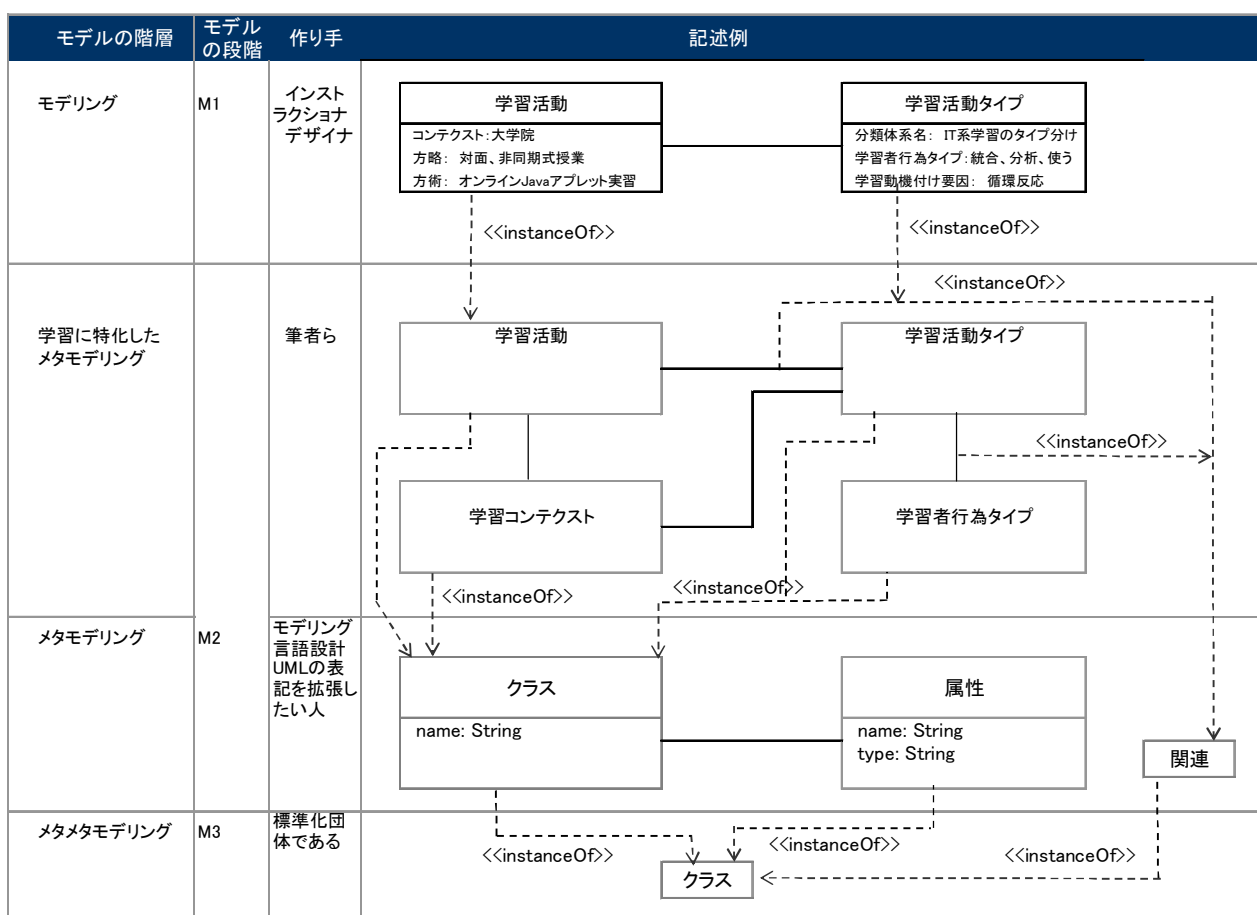


図8. 1 モデル階層における位置づけ

## 8. 2 先行研究のモデル要素からみた評価

Anderson & Schunn らは、学習に成功している生徒が自身の学習をふりかえりつつ学習を進めている傾向のあること、物理学の学習において example をよく分析することを指摘している。前記のことは、自身の学習を説明しつつする学習という考え方を示している。我々が提案する協働学習モデルにおいて学習者に話させることの理論的な基礎が Anderson らの仕事に関係する。この点は、我々がメタモデルにおいて、学習理論による

学習行動の理論づけを表現していることを意味する。

Knight ら(2006)のモデルの興味深い点は、学習コンテキストが学習デザインと学習オブジェクトの中間に位置すると見立てていることである。学習コンテキストの関連情報として、コンテンツに特化した学習具体目標および前提条件を持たせていることは、我々が考えているモデル要素の構成に似ている。我々は実際に教育のデザイナーを助けるようにインストラクションに特化したメタモデルを導入することが必要と考えた。表4. 1に学習コンテキストの表現力に関する評価結果を示す。

表4. 1 学習コンテキストの表現力評価

学習コンテキストに関連付けられる情報 Knightら(2006)	本研究におけるサポート	具体的な要素
学習内容に特化した学習目標と前提条件	あり	教材内容 ::= { 1: テキストまたは内容プレゼンテーション 2: 練習問題 3: 課題提出 4: 発表演習 5: シミュレーション観察  学習目的 ::= { 1: 知識 2: 概念 3: 手続き, 4: 原理 }
コンピテンシーおよび付随するコンピテンシーに特有の評価	一部あり	協働学習における articulation 方略
教科、学科目	あり	「プログラミング」
学習体験の質およびよりよい学習のための教訓	一部あり	学習者の習得度合い ::= { 1: 初学者 3: 既習者 5: 熟達者}

LTSC はメタデータに変数を定め、教育に関する要素を「学習オブジェクトの教育的特性」と定義している。我々は、オブジェクトの特性を記述する重要性に同意して、学習者の観点に基づく学習オブジェクト拡張があると考え、学習者の観点とは教育が実行される実施局面である。仮想の学習環境として、LMS の併用で学ぶハイブリッド形式への需要が増大するとき、そのようなオブジェクトモデルは e ラーニング環境と共にキャンパスの伝

統的な教室環境を利用する。モデルを通して学習活動を見るとき、様々な方略を選択することができるので、我々はLO(学習 Object)概念をデジタル処理ドメインのものより広い文脈に適用可能である。

## 9. おわりに

協働式演習授業実践とその結果に基づく拡張学習オブジェクトモデルの着想を述べ、拡張オブジェクトモデルの応用としてメタモデルから学習活動の具象モデルを導くことをはじめとする応用の可能性を示唆した。

## 参考文献

- [1] 伊東祐司：“新しい学習研究の理解” 子安増生、田中俊也、南風原朝和、伊東祐司編 “教育心理学” 有斐閣、pp. 119-120 (1992)
- [2] D.W.ジョンソン、R.T.ジョンソン、K.A.スミス、関田一彦監訳：“学生参加型の大学授業”玉川大学出版部”、pp. 91-98, (2001)
- [3] 豊永正人・鈴木克明；「ソフトウェア開発協働演習方式授業」『教育システム情報学会第 31 回全国大会講演論文集』 pp. 97-98 (2006)
- [4] 豊永正人・鈴木克明「ソフトウェア協働演習授業の実践による学習活性化」『日本教育工学会第 22 回講演論文集』 pp. 901-902, (2006)
- [5] 豊永正人・中野裕司・入口紀男・鈴木克明 (2007.9)「協働式 Java プログラミング授業の実践による学習活性化の考察」『教育システム情報学会第 32 回全国大会講演論文集』 pp. 444-445, (2007)
- [6] 中野 裕司, 喜多 敏博, 杉谷 賢一, 松葉 龍一, 右田 雅裕, 武藏 泰雄, 入口 紀男, 宇佐川 毅 ” オンライン Java applet 演習環境の開発と実践” 情報処理学会研究報告 (2007)
- [7] 日経エレクトロニクス編集部：特集 設計図がない 脱プログラミング至上主義 <基盤技術編> 「モデル化で再利用性向上, 連続系モデルとも連携へ」 pp.118-119 日経エレクトロニクス 2006/ 09/ 11. 日経 BP (2006)
- [8] 樋山 淳雄：“ソフトウェア開発グループ演習教育の動向” 情報処理学会研究報告, pp.1-8 (2005)



- [9] Abrami, P. C. , Classroom Connections : Understanding and Using Cooperative Learning. Harcourt College Pub (1995)
- [10] Anderson, J. R., Schunn, C.D. Implications of the ACT-R learning theory: No magic bullets. in Glaser, R. (EDT) Advances in Instructional Psychology : Educational Design and Cognitive Science (Advances in Instructional Psychology) vol.5. Lawrence Erlbaum (2000)
- [11] Barkley, E.F., Cross, K.P., Major, C.H. “Collaborative Learning Techniques”. Market Street, California, Jossey-Bass, pp.95-107 , 2005
- [12] Borich, G. D. , “Effective Teaching Methods 4th edition”, Merrill Prentice Hall., pp.166-168 , pp. 206-207, 2000.
- [13] Borich, G. D., (2000). Effective Teaching Methods, Merill Prentice Hall, pp 311-326
- [14] Churchill, D. (2007). Towards a useful classification of learning objects . Educational Technology Research and Development, 55(5), 479–497.Association for Educational Communications and Technology.
- [15] Devedzic, V.; Jovanovic, J.; Gasevic, D.The Pragmatics of Current E-Learning Standards, pp. 19-27 IEEE Internet Computing May/June 2007 (Vol. 11, No. 3) pp. 19-27
- [16] Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. “The systematic design of instruction: 5th edition.” Boston, MA: Allyn & Bacon, 2001.
- [17] Eggen, P. D., Kauchak, D. P. Strategies and Models for Teachers : Teaching Content and Thinking Skills 5TH Edition. Allyn & Bacon Published (2005)
- [18] Erikson, H., Pender, M. UML Toolkit. John Wiley & Sons, Inc. p.2 (1998)
- [19] Foshay, W.R., Gibbons, A. Learning, Teaching and Designing Problem Solving: An Assessment.<http://www.foshay.org/PDFs/Learning,%20Teaching,%20and%20Designing%20Problem%20Solving%20a%20-%20Fosh.pdf> (2007年11月15日检索)
- [20] Gagne, R.M., Wager, W.W., Golas, K.C., Keller, J.M. “Principles of instructional design (5th ed.)”, Belmont, California, Wadsworth, pp. 192-207 , 2004.
- [21] Huba, M. E., Freed, J. E.: ”Learner-Centered Assessment on College Campuses”. Allyn and Bacon. Boston. (2000).
- [22] IEEE P1484.1/D9,2001-11-30 Draft Standard for Learning Technology--Learning

Technology Systems Architecture. 2001

- [23] IMS Global Learning Consortium, "IMS Meta-data Best Practice Guide for IEEE 1484.12.1-2002 Standard for Learning Object Metadata Revision: 20", 2004 Retrieved May 18, 2007 from:[http://www.imsglobal.org/metadata/mdv1p3pd/imsmd\\_bestv1p3pd.html](http://www.imsglobal.org/metadata/mdv1p3pd/imsmd_bestv1p3pd.html)
- [24] "Jovanović, J., Gašević, D., Knight, C., & Richards, G. (2007). Ontologies for Effective Use of Context in e-Learning Settings. Educational Technology & Society, 10 (3), 47-59. [http://www.ifets.info/journals/10\\_3/4.pdf](http://www.ifets.info/journals/10_3/4.pdf) (2007年11月20日検索) "
- [25] Kirkley, S. and Kirkley, J. (2005) Creating next generation blended learning environments using mixed reality, video games and simulations. TechTrends, 49(3), pp. 42-53,89.<http://www.informationinplace.com/Hot/TechTrends/InformationInPlace-BlendedLearning.pdf>
- [26] Knight, C., Gašević, D., & Richards, G.. An Ontology-Based Framework for Bridging Learning Design and Learning Content. Educational Technology & Society, 9 (1), 23-37. (2006) [http://www.ifets.info/journals/9\\_1/4.pdf](http://www.ifets.info/journals/9_1/4.pdf) (2007年11月20日検索)
- [27] Koper, E. J. R. , "Modelling Units of Study from a Pedagogical Perspective: the pedagogical meta-model behind EML", Heerlen: (2001) Open Universiteit Nederland, Retrieved May 4 , 2007 from <http://dspace.ou.nl/handle/1820/36>
- [28] Koper, R., & Olivier, B. , "Representing the Learning Design of Units of Learning", Educational Technology & Society, 7 (3), 97-111. , 2004. Retrieved May 6, 2007 from [http://www.ifets.info/journals/7\\_3/10.pdf](http://www.ifets.info/journals/7_3/10.pdf)
- [29] Odell, J. J., "Advanced Object-Oriented Analysis and Design Using UML", SIGS Book, pp.23-32, 1998.
- [30] Recker, M., Dorward, J., Dawson, D., Mao, X., Liu, Y., Palmer, B., Halioris, S., and Park, J. Teaching, Designing, and Sharing: A Context for Learning Objects Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects Volume 1, 2005 <http://ijklo.org/Volume1/v1p197-216Recker.pdf> (2007年11月20日検索)
- [31] Rothwell, W. J. , Kazanas, H. C. Mastering the Instructional Design Process : A Systematic Approach. Fourth Edition. Pfeiffer & Co Published (2005).

- [32] Royse, D. (2001). Teaching Tips for College and University Instructors. Allyn and Bacon, pp 80-85
- [33] Sampson, D., Karagiannidis, C. , “From Content to Learning Objects: Adding Instructional Information to Educational Meta-Data”, Proceedings of ICALT 2002, 2002. Retrieved May 2, 2007, from:[http://lttf.ieee.org/icalt2002/proceedings/t1601\\_icalt160\\_End.pdf](http://lttf.ieee.org/icalt2002/proceedings/t1601_icalt160_End.pdf) (2007年11月20日検索)
- [34] Shooman, M. L. Software Engineering : Design, Reliability, and Management. McGraw-Hill (1983)
- [35] Silberman, M. , “Active Learning 101 Strategies to Teach Any Subject”, Needham Heights, Massachusetts. pp. 94-95, 1996
- [36] Slavin, R., E. Cooperative Learning: Theory, Research and Practice. 2nd edition. p. 2. Allyn & Bacon. Needham Heights, Massachusetts. (1995).
- [37] Toyonaga, M., Iriguchi, N., Nakano, H., & Suzuki, K. (2007). An Extension of Learning Object Model Focusing on Learners' Perspectives. A paper presented at 8th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET 2007), July10-13, 2007, Kumamoto, JAPAN 11B4-4 (Paper No. 48)
- [38] Wiley, D. A. (2000). “Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In D. A. Wiley (Ed.), The Instructional Use of Learning Objects: Online Version.” Retrieved May 2, 2007 from: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc> (2007年11月20日検索)
- [39] Wolpers, M., Najjar, J., Verbert, K., & Duval, E. (2007). Tracking Actual Usage: the Attention Metadata Approach. Educational Technology & Society, 10 (3), 106-121. [http://www.ifets.info/journals/10\\_3/8.pdf](http://www.ifets.info/journals/10_3/8.pdf) (2007年11月20日検索)

## 付録 プロトタイプ

### ■実装の枠組み

```
package leaningActivities;
```

```
import java.util.ArrayList;
```

```
import java.util.List;
```

```
import javax.naming.Context;
```

```
/**
```

```
* 学習活動分類モデルを指定することで Learning Activity Type を決定し、拡張メタモデル
```

```
* からモデルを具現化 (instantiate) し、このモデルに、学習目標、学習時間、学習形態等の
```

```
* 条件を入力することで、最適な学習活動を組合せた、学習ユニットの雛型を自動生成する。
```

```
*
```

```
* 学習コンテキスト(LearningContext)は、学習目的、学習者の習得度、興味・関心、ユニット数、時間等、
```

```
* 様々な学習情報で、それらの項目のうち値 (初期値の場合もある) を指定したものは条件となり、
```

```
* 指定しなかったものは、選択された方略(strategy)等によって最適値が設定される場合もある。
```

```
* すなわち、指定したものは、最適な LearningActivity を決定するのに必要な学習目標や時間、
```

```
* 対象者等のパラメータ (入力パラメータ) として利用される。
```

```
*
```

```
* @author toyonaga
```

```
* @version 0.01 (2007-08-27)
```

```
* @since 2007-08-27
*/
public class LearningActivities {

    ///// variables

    private LearningActivityType learningActivityType;
    private Strategies strategies;
    private LearningActivity learningActivity;
    private LearningContext learningContext;
    private ArrayList learningActivityList;

    ///// Constructors

    /**
     * デフォルトの学習活動分類モデルを使って、メタモデルからモデルを具現化
     */
    public LearningActivities() {
        learningActivityType = new
        LearningActivityType(LearningActivityType.ToyonagaModel);
    }

    /**
     * 指定した学習活動分類モデルを使って、メタモデルからモデルを具現化
     * @param model 学習活動分類モデル
     */
    public LearningActivities(int model) {
        learningActivityType = new LearningActivityType();
    }
}
```

```
///// Methods
```

```
/**
```

```
 * 初期化（共通）
```

```
 */
```

```
void init() {
```

```
 // 学習活動分類モデルに依存して、strategyList を初期化
```

```
 strategies = new Strategies(learningActivityType);
```

```
 learningContext = new LearningContext(); // 一応デフォルト設定（あまり意味はない）
```

```
}
```

```
/**
```

```
 * 学習目標、学習時間、学習形態等の学習条件を指定し、最適な学習活動を組合せた
```

```
 * 学習ユニットの雛型を自動生成
```

```
 * @param leaningContext 学習条件として設定したい部分を設定した context
```

```
 */
```

```
void analyze(LearningContext leaningContext) {
```

```
 this.learningContext = leaningContext;
```

```
 analyze();
```

```
}
```

```
/**
```

```
 * 最適な学習活動を組合せた学習ユニットの雛型を自動生成
```

```
 */
```

```
void analyze() {
```

```
 ArrayList learningActivityList = new ArrayList(); // LearningActivity
```

```
 List の初期化
```

```
 // 別のクラスを実装するかもしれないが、簡単な例
```

```
 LearningActivity la = new LearningActivity();
```

```
 //
```

```
// いろいろな判断処理をして、la を決定
//
learningActivityList.add(la);
//
// いろいろな判断処理をして、あれば、次の la を決定
//
learningActivityList.add(la);
//
//
}

/**
 * 現在の学習コンテキストを返す
 * @return 学習コンテキスト
 */
public LearningContext getContext() {
return learningContext;
}

/**
 * 学習コンテキストを設定する
 * @param learningContext 学習コンテキスト
 */
public void setContext(LearningContext learningContext) {
this.learningContext = learningContext;
}

/**
 * 現在得られている Learning Activity を返す
 * @return Learning Activity (List 表現)
```

```

*/

public LearningActivity getLearningActivity() {
return learningActivityList;
}

/**
* 現在の方略集を返す
* @return 方略集
*/

public Strategies getStrategies() {
return strategies;
}

/**
* 方略集を設定する
* @param strategies 方略集
*/

public void setStrategies(Strategies strategies) {
this.strategies = strategies;
}

///// other examples

/**
* 現在得られている Learning Activity の数を返す
* @return Learning Activity の数
*/

public int getLearningActivityNumber() {
return learningActivityList.size();
}

```



```
/**
 * 現在得られている Learning Activity のうち、(i+1)番めのを返す</br>
 * i を、Learning Activity の数以上に指定した場合、null を返す。
 * @param i なん番目の Learning Activity かの指定: (i+1)番め
 * @return (i+1)番めの Learning Activity
 */
public LearningActivity getLearningActivity(int i) {
    return (i < getLearningActivityNumber()) ? learningActivity.get(i) :
    null;
}
```