

オブジェクトモデルを用いたe-ラーニング用 数学教材の開発

矢島彰(大阪国際大学経営情報学部), 江見圭司(金沢工業大学情報フロンティア学部),
石川高行(大阪国際大学経営情報学部), 中西祥彦(神戸常盤女子高等学校)
yajima@mis.oiu.ac.jp, emi@infor.kanazawa-it.ac.jp,
ishikawa@mis.oiu.ac.jp, ataiha_pai@kjps.net

概要

ソフトウェア開発者の間でオブジェクト指向の上流工程であるクラス設計が注目を浴びている。クラス設計は、ソフトウェア開発のみならず、本質的な理解を与える教材設計にも有用なものである。本稿では、オブジェクト指向設計法UMLのダイアグラムのひとつであるオブジェクトモデリング(クラス図)を教材開発に用いた例を提示する。特に、練習問題をインスタンスとしてクラス設計された数学教材について、その開発方法について述べる。

1. はじめに

1.1. 学問におけるクラス分けと継承

数学や物理学は別として、たいていの学問は具体的に存在するものの分類から始まることが多い。分類とは英語では classification といい、「クラス分け」とも言い換えることができる。学習者が新知識を得るときに「わかりにくい」「馴染みにくい」と感じる認知上の問題には、まず、分類する前の具体例に親しみがないことがあげられる。次に、分類されたクラス名がどの階層に位置するのかがよくわからない場合も学習者のモチベーションをそぐことになる。知識が「階層構造」になっていることを意識させることは重要である。

いわゆる専門用語の多くは、オブジェクトモデルの方法論でいえばクラス名であり、具体例はまさにそのインスタンス(instance=例)なのである。

物理の力学の場合には、慣性の法則、運動方程式、作用反作用の法則が基本となる物理法則であり、惑星の運動や単振動などの具体例を扱う場合においても、基本となる物理法則を利用する。これはインスタン

スに物理法則が継承されているということの意味している。

1.2. オブジェクト指向によるモデル化

オブジェクト指向によるモデル化と設計は要求をよりよく理解し、設計を明確にし、システムを保守しやすくするのに貢献すると考えられている。業務の対象=オブジェクトの流れを図解するものであるUML(Unified Modeling Language, 直訳すれば「統一されたモデル化言語」)が注目を浴びている。

UMLには9種類のダイアグラムがあり、静的なもの、動的なもの、論理的なもの、物理的なもの、といった分類が可能であるが、静的で論理的な記述をするクラス図は設計において不可欠なものである。

2. 教材開発への適用

授業設計にオブジェクト指向を取り入れることによるメリットとして、継承を利用して差分のみを設計・開発すればよいということがあげられる。教材開発の観点からクラスの階層構造の概念について整理する。

2.1. 分散-集約の関係(part-of 関係)

サブクラスの教材の集約としてスーパークラスの教材が作成できるという場合、この両クラスの間は分散・集約の関係である。この場合、サブクラスは個別に教材を作ってもよいといえる。しかし、スーパークラスからみると、サブクラスに当たる項目はすべて扱う必要がある。

2.2. 特化-汎化の関係(is-a 関係)

スーパークラスの教材にある概念を加えてサブクラスの教材を作ることが出来るという場合、このスーパークラスとサブクラスの間は特化・汎化の関係であるといえる。スーパークラスの教材を開発した後に、サブクラスを開発する必要がある。

3. 教材開発手順

教材を開発する際の具体的手順について述べる。開発手順は (1) クラス図の作成 (2) インスタンスとなる練習問題の収集 (3) 練習問題をクラス図に配置 (4) クラス図の吟味 (5) 教材作成、となる。

3.1. クラス図作成

「場合の数・確率」という実際の教材に上記の開発原理を適用してみる。場合の数の知識(ものごとの数え方)が確率にとってのスーパークラスとなる(図1)ことへの認識が前提として重要である。確率は場合の数に規格化が追加されたものであり、確率の加法定理および乗法定理も、場合の数での和の法則や積の法則の考えを継承したものであることがわかれば学習しやすくなる。確率クラス教材が場合の数クラス教材の継承になっている形が望ましい。クラス図の作成

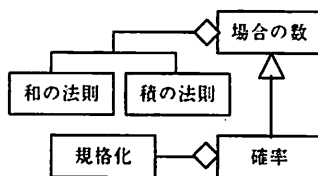


図1 場合の数と確率におけるクラスの階層構造

はインストラクショナル・デザインそのものであり、知識構造と教育者の意志を活かした講義設計図である。

3.2. インスタンス収集・クラス図への当てはめ

場合の数の問題である問題A・Bおよび確率の問題である問題Cを例とする。

問題A

1から15までの自然数が書かれたカードから、2枚のカードを同時に引くとき、1枚が奇数で1枚が偶数の組合せになるのは何通りか。

問題B

1から15までの自然数が書かれたカードから、2枚のカードを順番に引くとき、1枚が奇数で1枚が偶数となるのは何通りか。

問題C

1から15までの自然数が書かれたカードから、2枚カードを引くとき、1枚が奇数で1枚が偶数となる確率を求めよ。

解答C1

$$\frac{8 \times 7}{{}_{15}C_2} = \frac{8}{15}$$

解答C2

$$\frac{8 \times 7 + 7 \times 8}{15 \times 14} = \frac{8}{15}$$

解答C3

$$\frac{8}{15} \times \frac{7}{14} + \frac{7}{15} \times \frac{8}{14} = \frac{8}{15}$$

確率クラスは場合の数クラスを継承しているが、問題Cがどの問題を継承したものであるかは、解法によって決まる。問題Cの解答がC1の場合、問題Cは問題Aを継承したものであり、問題Cの解答がC2・C3の場合、問題Cは問題Bを継承したものである。すなわち継承は解法に基づいて考慮しなければならない。また、インスタンス収集の結果、クラス図に不備がある場合はこれを修正する。

3.3. e-Learning 教材作成

クラス図で表された教材構造を Web で実

現する際に画面設計が重要である。上位クラスの問題へのリンクおよび、集約されたクラスの問題へのリンクも必要である。これらは画面に表示された解法の該当する点（演算記号の場所）をリンク元とする。

e-Learning 教材は SCORM や LOM といった規格に基づいて管理される。このような教材の構造を XML で表現したものである。一方、クラス図は知識構造を表現しているが、教材の構造を表現しておらず、学習者に学習順序を提示しているわけではない。知識構造を表現したクラス図を、教材の構造を表現する XML に変換することによって、知識構造を教材構造に反映することが出来るのである。例えば、「場合の数」クラスに対応する要素を「確率」クラスに対応する要素が保有する形を DTD で記述すれば、"`<!ELEMENT 確率(場合の数)>`"である。

4. まとめ

クラス図に基づいた教材開発は、多くの教材製作者が無意識に行ってきたことを、よりシステムチックにしたものである。システム化されなかった要因として、システム化しても従来の紙媒体の教材ではクラス図の関連を再現することが困難であったことが挙げられる。紙媒体の教材では、構造を可能な限り逐次的にする必要があったからである。Web教材をはじめとするマルチメディア教材ではクラス図の関係を表現することが可能である。そして標準化規格に対応するために、クラス図をXMLで表現するのである。

今後も本稿で提案したような教材開発法の有効性や限界を考察していきたい。

参考文献

矢島彰, 江見圭司, 田中規久雄, 中條道雄, “オブジェクトモデルを用いた授業設計へのアプローチ”, 教育システム情報学会誌, Vol.20, No.2, pp209-213
伊藤喜一: “UML による XML 設計ガイド”,

<http://www.ogis-ri.co.jp/otc/hiroba/technical/UML2XML/>, (2002)