

コースウェア作成支援エキスパートシステム に関する一考察 — 『知識と操作』モジュールの作成—

田村 武志
国際電信電話㈱

渋井二三男
城西大・女子短大

佐藤 文博
中央情報教育研究所

あらまし 良質のコースウェアを開発するには、SME (Subject Matter Expert) が教育の知識を持つか、あるいは支援を受けて直接コースウェアを作成することが望ましい。後者の場合には、コースウェア作成支援エキスパートシステムが必要である。我々は、いわゆる教え方のうまいといわれるベテラン教師の教授法に着目しそれを分析し、モジュール化して知識ベース化することを考えた。ここでは、モジュールの一つとなる『学習対象のイメージ化』『基本モデルの構築』『知識と操作』について述べる。

A Study on Expert System Supporting Courseware Development

—Development of a Software Module “Knowledge and Operation” for
Understanding Objects—

T. Tamura

Kokusai Denshin Denwa
Co., Ltd(KDD)

3-2, Nishishinjuku
2-chome, Shinjuku-ku,
Tokyo 163, Japan

F. Shibui

Josai University
Junior College for Women

1-1, Keyakidai, Sakado-shi
Saitama-ken 350-02
Japan

F. Sato

Central Academy of Infor-
mation Technology(CAIT)

World Trade Center Bldg.
2-4-1 Hamamatsu-cho
Minato-ku, Tokyo105 Japan

Abstract The pedagogical approaches used by instructors skillful in teaching are extremely instructive in compiling superior courseware. We have concentrated our attention on the pedagogical approaches used by such fine instructors, analyzed them, in order to modulize and to form a knowledge base. It is our primary object to construct an expert system supporting the development of courseware which will become the effective tool for SME (Subject Matter Experts). In the following report, the concept for this expert system will be discussed, followed by a report on the “Knowledge and Operation” module.

1. はじめに

一般にCAIの教材(コースウェア)開発は、主に対象業務に詳しい専門家(SME-Subject Matter Expert)と教授法の知識を持った教育サイドの専門家との共同作業によって行われる。しかし現実には、SMEは自分の本来の仕事を持っており、長時間コースウェア開発に専念することはなかなか難しい。また仮に両者の共同作業によってプロジェクトが推進されたとしても、両者の意志疎通(インタフェース)の問題もあり、なかなかうまく行かない場合が多い。さらに両者のインタフェースを円滑にするために、多くのドキュメントを必要としたり、コミュニケーションの時間も必要である。このことが開発工数を増加させ、また良質のコースウェアの生産性を低下させている原因にもなっている。

そこでSMEが教育の知識をもって直接コースウェアが作成できれば理想的である。我々は、いわゆる教え方のうまいといわれるベテラン教師の教授法に着目し、それを分析し、モジュール化して知識ベース化することを考えている。

そして最終的には、SMEを支援するコースウェア作成エキスパートシステムの構築を目指している。本稿では、その第1段階として支援エキスパートシステムのコンセプトを述べるとともに、教授戦略の一つである『知識と操作』モジュールについて述べる。

2. コースウェア作成支援エキスパートシステムの必要性

最近、CAIが学校教育や企業内教育において多く利用されるようになってきた。しかし企業内教育では、既存のコースウェアをそのまま購入し、利用するというのは基礎的・共通的なものを除いてなかなか難しい。それは、それぞれの企業や職場によって教育の目的、レベル、対象者、教育期間等が違うためである。

既存のものは『帯に短かし、たすきに長し』といった例が多い。仮に教育サイドでコースウェアを購入し、あるいは新たに作成して現場に供給したとしても、すぐに内容が変更になったりする場

合が多く、教育サイドでは、絶えず開発・変更作業に追われることになる。理想的には、コースウェアの開発は教え方のノウハウはあまりないがドメインの知識に詳しいSMEが、必要なものを、必要により直接作成するというのが望ましい。職場では、何よりもSMEが教育のニーズを一番よく把握しているからである。SMEがコースウェアを作成するための支援エキスパートシステムが望まれている。

3. システムのコンセプト

コースウェア作成支援エキスパートシステムのコンセプトを図1に示す。

図1に示すように、まずコースウェア作成に関する教育専門家の専門知識を整理・体系化し、知識ベースを構築する。ユーザとなるSMEが、ディスプレイに向かいシステムの支援を受けながら自分の専門知識を入れれば一定の水準のコースウェアが比較的簡単にできるという考え方である。

この場合、知識ベースのデータとなるいろいろな教授戦略(Strategy)を構築することが重要課題である。

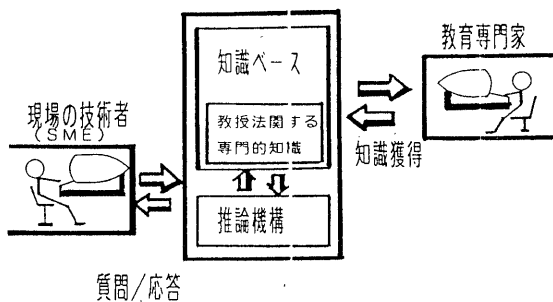
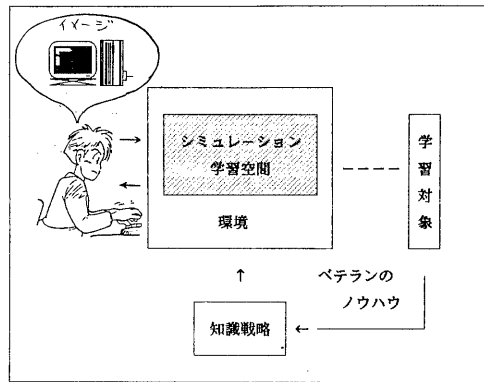


図1 コースウェア作成支援システムの構造

4. キー・ストラテジー

ここでは、技術教育における教授戦略について考える。技術教育の場合には、特に次の3つがキーとなる戦略であると考えられる。

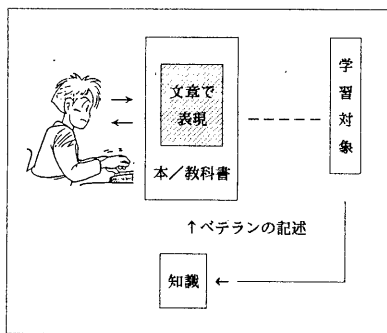
①学習者に学習対象となるもののイメージを最初に持たせること、②学習対象の本質（基本部分）を把握させること、③行動を主とした学習とし、特に知識（Knowledge）と操作（Operation）を一つの学習場面で扱うことである。



シミュレーションによる学習

4. 1 学習対象のイメージ化

多くの教科書やマニュアルでは、学習対象（Subject）の説明が主に文章によりおこなわれる。また講師による直接指導の場合でも言葉と文章による説明が多い。しかし初めて学ぶ学習者ははっきりとしたイメージを持っていない場合が多く、そのために簡単なことでも『分かりにくい』あるいは『分からない』という結果になってしまう。もちろん、この場合講師は、学習対象に対して明確なイメージを持って説明している。もしも最初の段階で講師が描いている『イメージ』を具体化して、学習者に与えることができるならば、学習者の理解力は一層増加すると考えられる。学習者に明確なイメージを構築させることが重要な戦略となる。



教科書による学習

図2 教科書による学習とシミュレーション学習の比較

4. 2 基本モデルによる全体像の把握

大規模で複雑な学習対象を理解させようとする場合、何をどのような順序でどのような視点から伝えればいいのか、重要な課題となる。複雑なものを整理・体系化することなく、学習させようとしても学習者はただ混乱するだけである。

複雑なものの学習では、まず学習対象の全体像を把握させ、次に詳しい内容にはいるというプロセスが望ましい。そのためには、事象を複雑にしている枝葉の部分は、思い切って取り除き、幹（本質）の部分だけを取り出してモデル化する。学習者は、この基本モデルを使って学習することにより、全体像を把握することができる。これによって学習のイメージがより明確になると考えられる。

4. 3 知識と操作

ある事象を言葉で説明するよりは、文章や図を使って説明する方がはるかに理解されやすいことは既に知られている。さらに理解したことをすぐに言葉で説明したり、体験することにより、理解は一層深まり、それが自らの知識となることも既に明らかになっている。学んだ知識をすぐに具体の世界で体験によって検証してみることが学習の場合には重要なことである。すなわち知識と操作は、時間的にも空間的にも同一であることが必要

である。従来、技術教育では、講義により知識を学んだ後で実習によって体験してみるというやり方が一般的であったが、この方法を改善する考えである。また、システム提供側では、失敗や成功体験を繰り返すことのできる操作学習ができる環境を学習者に提供することが必要である。

- ・物理媒体の形状（姿、型）を知っている。
- ・機能、特徴を知っている。
- ・電氣的、機械的、物理的条件が何であるかを知っている。
- ・媒体の種類
- ・『管理』の仕方を知っている。
- ・ビット列の伝送を保証する、ということの意味が明確である。

4. 4 イメージの構築

学習者は、行動操作によって成功や失敗の体験をする。学習では、特に小さな成功体験を積み重ねることが肝要である。そして『できた』という成功体験が次の学習ステップへ挑戦するエネルギーとなる。成功体験は大脳生理学的にも、右脳のイメージ力、またはパターン認識力によって頭にしっかりと知識として記憶されるといわれている（品川）。

コースウェア作成のキーポイントは、学習者が学習対象をイメージとして受け止めることができるように、すなわちイメージが形成できるようなストラテジーを持ったものにするように工夫することである。

5. 知識と操作モジュールの例

OSIの物理層を説明する教科書では、物理層について次のように記述している。

『物理層とは、電話線や同軸ケーブルなど物理媒体を通信回線として使用するため、電氣的、機械的および物理的条件を管理し、ビット列の伝送を保証する層です。例として、モデム信号の管理が上げられます。』

このOSIの概念を学習者に言葉と文章により理解させることはなかなか難しい。この概念をコースウェア化するには、できるだけイメージの世界、そして具体の世界へ、操作学習の世界へと持ってくる必要がある。これに関してベテランは次のような明確なイメージを既に持っている。

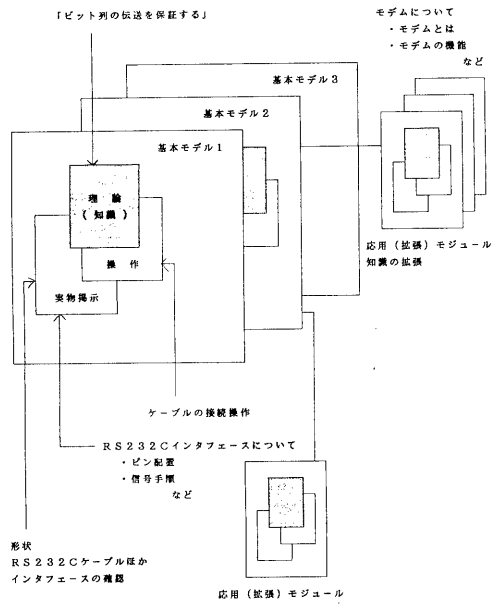


図 3 知識と操作

OSIの物理層を学習するための
 コースウェア展開例（一部抜粋）を次に示す。

1) 学習対象のイメージ化

先ず最初に学習対象のイメージを学習者に持
 ってもらわなければならない。

例えば、図4のようにパソコンとモデムを例
 示する。また、両装置を結ぶケーブルの物理媒
 体のイメージを持ってもらうことにする

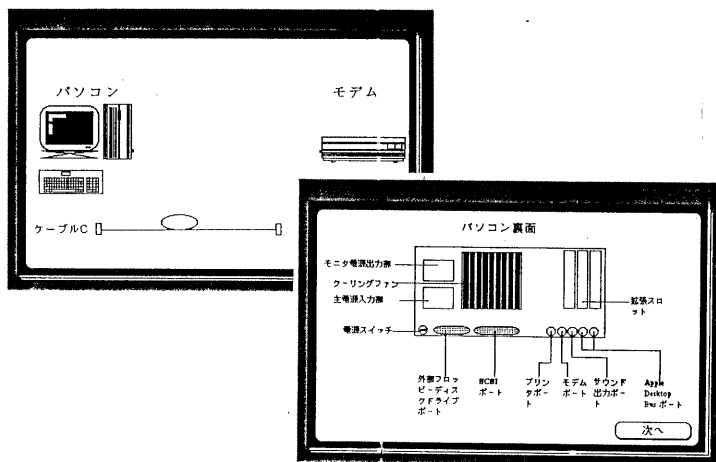


図 4

2) 基本モデルによる全体像の把握

パソコンとモデムが相互にケーブルによって
 結ばれ通信が行われるという基本モデルを考
 える。ここでは、物理層のプロトコルについて学
 習するのであるが、とりあえず複雑なことは省
 略し、幹（本質）の部分だけを取りだしてモデ
 ル化するという考え方が重要である。

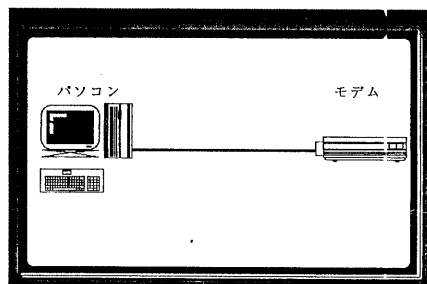


図 5

3) 知識と操作

図6に示すように例えば、形状、機能の違う3種類のケーブルを用意し、それぞれのケーブル(A, B, C)によってパソコンとモデムを接続することを考える。すなわちシミュレーションにより学習者に実際に接続操作をさせる。

実際には、ケーブルの実写についても提示するが、ここでは省略する。

ここで、学習者は、3つのケーブルを使って何回か接続操作を繰り返す。学習者はケーブルBで初めて成功し、ケーブルの形状が合わないと機器が接続できないことを体験的に学ぶことになる。すなわち、この動作の中で、次のようなことを学ぶことになる。

- a) ケーブルには何種類かの物理的形状の異なるタイプがあること。
- b) RS232Cケーブルという標準のケーブルがあり、これによって初めて接続ができること。

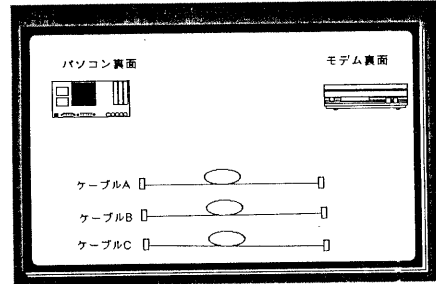


図 6

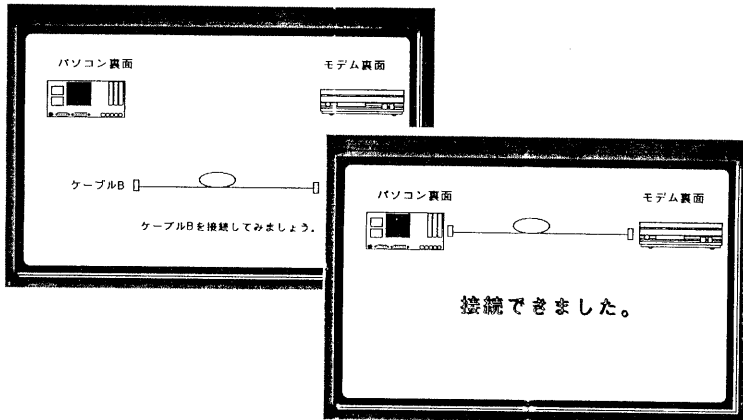


図 7

次に学習者は、信号が正確にケーブルを流れるかアナライザで確認する。

ここで学習者に、『ABC』とタイプさせ、アナライザでモデムの『IN』と『OUT』の信号を確認させる。INでは、パルス列(デジタル信号)でありOUTでは、アナログ信号であることがわかる。

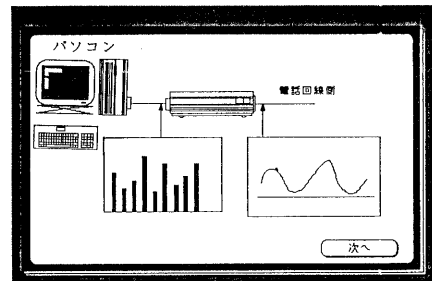


図 8

学習者は、情報がビット列で表され、インタフェースが標準のもの（RS232Cケーブル）であればその物理媒体を正確に伝送することを知らずには、学習者は、『ビット列の伝送』を測定という動作により体験できるわけである。

また、データ端末とデータ伝送装置間を定められた標準的なインタフェースで接続することが重要であり、標準的なケーブルで接続すれば、信号が正確に相手に伝送され『ビット列を保証する』ことができるが、標準的なインタフェースでなければ『ビット列は保証されない』ことを理解することになる。ここで学習者は、物理層のプロトコルの重要性を理解することになる。

学習者は、ここまででおおよそその物理層におけるプロトコルの基本的イメージは把握できたと考えられる。

ここでは、インタフェースの機械的な条件について学習する例をあげた。しかし、まだRS232Cのピンコネクタの①ピン配置、②ピン番号、③コネクタの形状等機械的条件の詳細についても学習しなければならない。また電気的特性と各ピンの電氣的機能についても学習しなければならない。さらに、モデムの通信機能にも話を発展させなければならない。

しかし、それは各論で学習するという考えであり、基本モジュールの範疇としない。基本モジュールは、思い切って省略する勇気が必要である。

知識と操作に関する別の例を図9に示す。

また、全体イメージの提示例を図10に示す。

ポイントを表1にまとめる

① 実物を見せイメージを描かせる。	
② 「操作と理論」を時間的に一つの場にする。	
	基本モジュール
	各論へ
③ 知識を広げる。	応用（拡張）モジュール
	へ、発展展開。
④ 手を動かす。 (やらせてみる/失敗、そして成功体験)	
	完成のよろこび!
⑤ イメージを構築させる。	
⑥ 文章を少なく、簡条書きにすることが重要。	

表1 まとめ

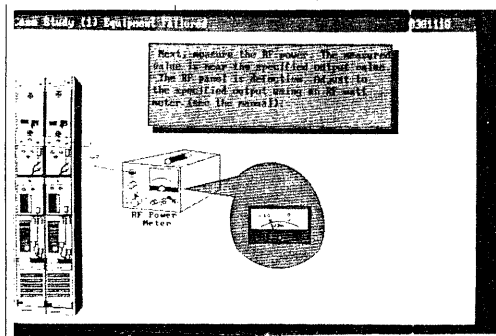


図9 知識と操作の例

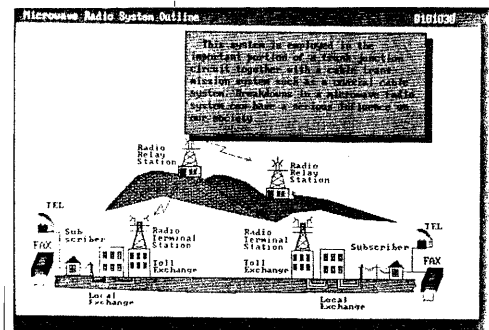


図10 全体のイメージの提示例

6. あとがき

コースウェア作成に関しては、現場のSMEが直接、必要により、必要な時に必要なものを作成するというのが理想的である。

これを実現するためには、SMEの作業を支援するエキスパートシステムが必要である。ここでは、支援エキスパートシステムのコンセプトについて述べた。

また、システム構築のためには、教授ノウハウともいべき教授ストラテジを整理・体系化しなければならない。本稿では、技術者教育に有効と思われるいくつかのストラテジについて述べた。この他にも、有効な方法があると思われる。それは、すぐれた教授ノウハウを持った教師の教授法を更に分析しなければならない。今回提案したモジュールについては、学習者からは、『分かり易い』という定性的な評価は得ている。しかし今後、定量的な測定を行い、その有効性を確認した上で知識ベースに組込むことを考えたい。

最後に、本研究に対し、有益な助言をいただいた城西大学情報科学研究センター所長 小淵洋一教授、同研究員である石井宏氏に感謝します。

【参考文献】

- (1) 小野欽司他「OSIプロトコル絵とき読本」オーム社、昭和62年8月
- (2) 「開発途上国における人材開発調査研究会」
報告書 平成3年3月 郵政省
- (3) 田村武志「CAIを利用したシミュレータ/シミュレーション型教育訓練システムの開発」情報処理学会 シンポジウム資料 昭和62年6月