

インターネット上に分散型データベースを配置した教育システム ～広範な電子教材と利用者を想定する汎用性のあるサービス～

An Internet Educational System with Distributed Databases

古藤保次* 向井篤弘** 中嶋航一* 堀真寿美***
帝塚山大学 *経済学部 **経営情報学部
***情報教育研究センター

奈良市帝塚山7-1-1
TEL 0742-48-9342
E-mail:koto@tezukayama-u.ac.jp

Abstract: The last decade has witnessed the rapid development of Internet. Teachers who desire to make use of Internet in their own classes, however, hesitate to put their abundant ideas into electronic materials due to a low speed of transporting data. A simple method of solving this problem is to reduce the file size of data. This can be done through the authoring tool developed at Tezukayama University which helps to divide a single file into several components. The division merits both teachers and students. The ultimate goal for Tezukayama Internet Educational Service(TIES) is to create the distributed-database oriented Internet educational system friendlier to both teachers and students.

Keywords: authoring tool, electronic materials, database, Internet

1. はじめに

インターネットは教育の道具として大きな可能性を秘めている。しかし、現段階では、一般的にインターネット上でファイルを転送するとき、通信速度などの問題から電子教材のファイルの大きさをできるだけ小さくすることが要求される。また、HTMLの表現力が乏しいという問題は、教材作成の観点からすると大きな制約である。かりにDHTMLやCGIを駆使するとしても、この問題を容易に解決することはできないように思われる。

これらの問題のため、インターネットを授業で利用しようと希望している教員の多くは、授業で培ったアイデアを電子教材として具現化しかねているようである。したがって、インターネット利用を前提とした電子教材を開発するためには、教材の様々なデータ形式にも対応できるように設計されたオーサリングツールが必要となる。

一方、インターネットの出現とはかかわりなく、教員は授業で使用する教材を市販のソフトウェアを利用して作成することがある^[1]。これらの教材の中には授業の現場で得られたノウハウが凝縮されているものもある。経済学部の授業では表計算ソフトが多用される。このようなソフトウェアをよく活用するのは、表計算ソフトなどが様々な表現力を備えているからである^[2]。この表現力をHTMLなどで代用することはかなり難しいが、インターネット上に配置してこれらの教材を利用するには、ファイルサイズが問題になるかもしれない。

しかしながら、ファイルサイズが大きい場合はそのファイルを分割して、サイズを小さくすることは可能である。HTMLなどで新たに電子教材を作成し直す手間を考えれば、この作業量は比較的少なくて済む。もちろん、インターネットとその周辺の環境が改善されれば別のソリューションも可能であろう。しかし、現在の段階で資金的にも実現可能な方法で、できるだけ多くの参加者を確保するためには、各教員によって蓄積されてきたこれらの資産を有効に利用するソリューションが開発されるべきである。

帝塚山大学ではインターネットを教育手段として利用するために、TIESプロジェクト(Tezukayama Internet Educational Service)を推進している。このプロジェクトは教員にとっても、学生にとっても、より良い教育システムを開発、運用することを目指している。つまり、インターネットの特性(いつでも、どこでも、双方向に)を活かしつつ、システムの利用者がそれを道具として使いこなさなければ使えない、という意識を持たなくて済むような仕様にするということである^[3]。また、いろいろなタイプの授業に対応できるように、汎用性のある、自由度の大きいシステム構成を実現するということでもある。

TIESが授業で使用され始めて、約2年が経過したことになる。本稿では、このシステムを開発してきた経験を踏まえて、インターネットを利用した教育システムの一つの具体例を報告する。第2章では経緯と概説を簡潔にまとめている。第3章では教員の立場から、第4章では学生の立場から、それぞれの利用の仕方を整理する。第5章では、実際の授業でTIESを利用した例として、「経済統計」を紹介する。そして最後に第6章で、現行TIESの問題点と今後のシステムの可能性について言及する。

*Yasuji Koto and Koichi Nakajima

**Atsuhiko Mukai

***Masumi Hori

Tezukayama University

2. TIESとは

(1) 経緯

帝塚山大学経済学部のある委員会で、経済学教育とコンピュータ教育の新しいあり方について、1997年度以来、議論がなされてきた。その具体的な形がTIESであり、1998年に大学規模のプロジェクトとして展開されている。しかし、TIESは当初経済学部の授業とカリキュラムの改善という枠組みの中で議論されてきたため、ここでは経済学部の授業をモデルとして経緯を解説する^[4]。

大学における経済学教育はミクロ経済学やマクロ経済学などの経済学の基礎概念を学習し、その後応用科目へ拡張していくというカリキュラム構成にしたがって行われている。経済学教育の目的にも依存するが、学部段階での教育が現実経済の動向を体系的に理解させるところにあるとすれば、インターネットを授業で活用することは大きな効果がある。なぜなら情報公開の目的で、多くの国の官公庁、新聞などのマスメディア、民間企業まで幅広い機関がリアルタイムで様々な情報を発信しているからである。学生がこれらの情報を経済学の言葉を使って活用・整理することは、経済学を生きた知識として理解することになる。

一方、経済学部に限って言えば、教員1人あたりの学生数が比較的多い。上述の基礎科目など学生数の多い授業でも、PC教室の定員で学生数を分割し、コンピュータをさらに多くの授業に導入するカリキュラムの改革が計画されている。しかし、これを実現するためには、教員と学生が双方向的に情報を交換できるシステムが必要である。

帝塚山大学経済学部は同大学情報教育研究センターと共同で、1997年7月にTIESというWebページを利用したシステムの構築に着手した。最初のシステムは同年12月に完成した。このシステムを活用した授業は1998年4月に開始された。

開始当初は経済統計（前期4単位）をはじめ、経済学部の4教科の授業でTIESが活用された。これらの授業で使用される教材は、すべてTIESの中に登録され、毎回90分間の授業の中で学生に提供された。授業で使用した教材はすべてWeb上に公開され（同年7月12日）、学外からのアクセスも自由にできるようにされた。

TIESに電子教材を登録する教員の数は次第に増加し、授業で使用する副教材としてTIESを利用する教員も含めると、表1にあるように本学全体で13名になった。本学全体の教員数からみれば、全学挙げてという段階にはまだ到達していない。学部間でばらつきがあるものの、インターネット環境の充実とTIESシステムの改善とともに、この格差は縮小すると思われる。

表1 帝塚山大学教員学部別参加情況

	教員数	教材数	授業数
経済学部	7(21)	77	12
経営情報学部	3(17)	14	5
人文科学部	2(40)	20	1
法政策学部	1(24)	4	2

注1) 括弧内は学部の全教員数を表す

注2) この表のデータは1999年8月現在である

また、経済学部では1998年10月から同年12月までインターネット上で公募した一般社会人4名と、本学経済学部の学生の希望者をあわせて、インターネットゼミを開講した。社会人は地方公務員、税理士というように職業人であるため、このゼミは1か月に1回のペース（基本的に月末の土曜日が開講日に当てられた）で開催された。

ゼミでは日本の税制問題など、時事問題を取りあげ、「ゼミ生」があらかじめ電子メールで提出したレポートをTIESサーバの中に登録し、「ゼミ生」がゼミ当日前に閲覧できるようにしておいた。ゼミ当日はTIESのチャット機能を使って1時間程度議論を交わした。

議論は白熱し、毎回予定時間を超えるという状況であったが、やはりここでもインターネット環境の制約について、いくつかの問題点が指摘された。物理的なトラブルで大きかったのは、外部からモデムを介してアクセスしてきた「ゼミ生」が交信中に、突然回線が切断されるという事故が何回か発生したことである。

1998年4月以来運用されてきたTIESは、現場での経験を踏まえ、根本的に新しく造り直されることになった。その作業は同年11月に始められたが、新しいTIESは1999年度後期の授業から運用されることになっている。

つぎに、新しいTIESシステムの内容について、教材を作成する側と学習する側に分けて、いくつかの点について簡潔に解説する。

(2) 概説

TIESの目的は授業、学習において教員と学生のネットワークを築くことにある。このためチャット機能や電子掲示板も採用している。しかし、初期のTIESはデータベースを備えておらず、きめの細かいサービスが実現できなかった。学習記録が残らないため、次回学習を再開するとき、理解の程度がどの水準にあるのかを確認することができなかったのである。

この欠点を解決するため、Web上にデータベースを置き、表2のような3層構造を採用した。

表2 TIES 3層構造

第1層	ブラウザ	学生・教師のPC
第2層	IIS 4.0	ID, PW管理
	SITE Server 3.0	ビジネスロジック処理
第3層	SQL Server 7.0	データベース

初期のTIESでは、教員が教材を登録するとき、Webページとは別にFTPでデータをサーバに転送する仕様になっていた。慣れればそれほどの作業量であるとは思われない。しかし、教材を登録するとき別作業を経なければならないということは確かに不親切である。新しいTIESでは、同じWebページ上でTIES教材の作成がすべて完結するように工夫されている。CGIにしたがって作成された教材の情報は、すべてデータベース上に配置される。

さらに、データベースはWeb上に分散させることができ

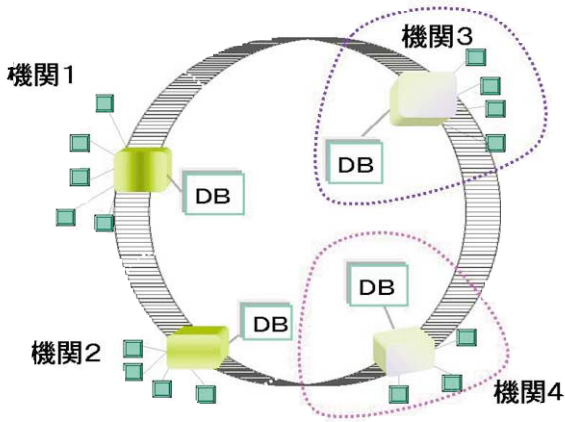


図1 分散型データベース

る仕組みになっている（図1参照）。教員が所属する機関のデータベース上に、教材データ本体とその属性（分野・レベル・キーワードなど）が登録される。TIESに参加するその他の機関のデータベース上には、その教材データが存在するデータベース名と教材属性のみ共有される。これらの処理はSITEサーバが担当する（表2参照）。

TIESのオーサリングツールを使って登録できる教材は、URL、MS-Office、一太郎、花子、jpeg、gif、midなどの画像音声ファイルなどである。その他、教員の必要に応じて様々なデータ形式を採用できるようにシステムを改善する体制を整えている。また、授業のデータベースに登録された教材データは第1層に転送する前に、あらかじめ学生が教材のデータ形式を確認できるようになっている。このため、第1層のパソコンで利用できない形式のデータを転送されてしまうというトラブルは、回避することができる。

登録した教材は同じオーサリングツールを使い、いくつか組み合わせられて、一つの授業（たとえば経済統計）にもう一度登録される。学生がWeb上で見ることのできる教材は、授業（図2参照）の中に再登録された教材だけであり、教材としてデータベースに登録しても、授業の中に登録されていない教材は、学生の資格では見ることができない。

第2層から要求された教材は、学生の座るPCにデータが送られる。たとえば、MS-Excelで作成された教材であれば、登録されているxlsファイルがPC側に送信される。利用者はブラウザでTIESのWebページを見ているわけであるが、ファイルが転送されるとすぐに、PC側のExcelが立ち上がり、教材を表示する。教材が表示されると、学生はWebページ上に提示された指示にしたがって、この教材を学習する。つまり、教材を操作しているときはインターネットではなく、ローカルな環境で学習することになる。

授業では、教員がデータベースに登録した教材やURLをフローチャートで結合させてあるので、学生はそれらの各教材を有機的に学習をすることができる。そして、各教材に貼り付けられた確認問題で、理解度の簡単なチェックができる。CGIで採点された確認問題の成績結果は、データベースで管理される。

TIESは成績処理機能を持っており、積み重ねが必要な授業では、この結果が一定以上の成績でないと、次の教材に進むことができないように設定できる。このハードルを

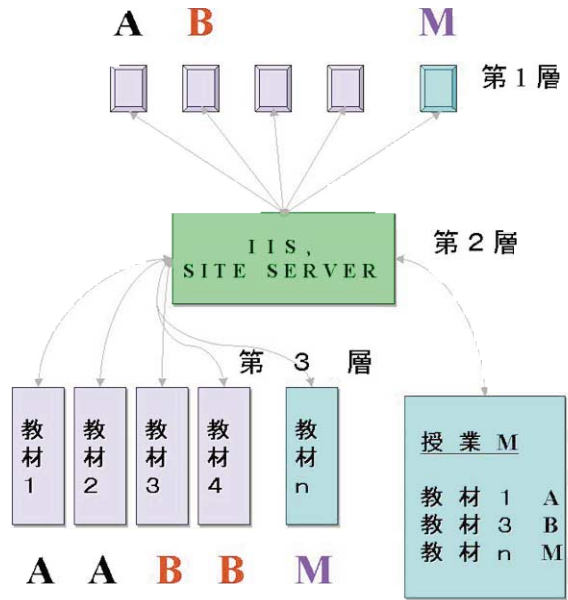


図2 教材作成者A, B, M

クリアできない学生に対しては、電子メールなどを通じて、個別に指導することもできる。

また、学生の理解力と準備した教材のレベルがあっていないと判断される場合には、ブラウザ上で教材の説明方法を授業中に変更することも可能である。

一方、同じ授業に参加してくる学生の学力には、ばらつきがある。このばらつきが大きい場合、教員の側から個別指導や画一的な対応策が困難なこともある。あるいは学生自身が自発的に学習していくことも考えられる。TIESはこのような要求に対して、学生の側からもアプローチできるようになっている。つまり、教員が準備した教材群の隙間を補完する教材をTIESのデータベースから検索し、学生が自分でフローチャートの適切な個所にそれを挿入することができるのである。

たとえば、図3にあるように学生に教材2を学習させようとしているとする。教材2を理解するには微分の知識が必要であり、数学の比較的得意な学生Aは教材2を学習することで、最小2乗法の考え方を理解できるようになる。

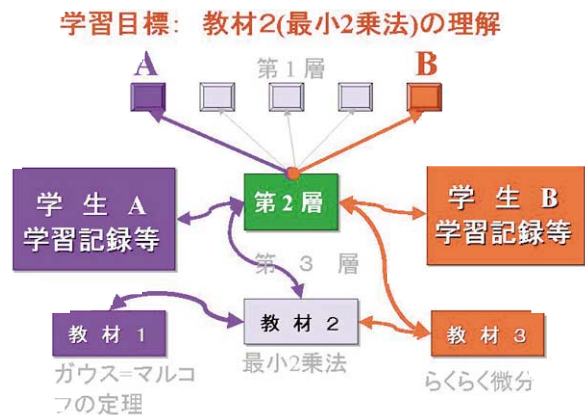


図3 学生A, BのWebページ

しかし、学生Aにとっては、教員の用意した教材だけでは物足りないかもしれない。その場合、学生Aは最小2乗法の数学的な性質を学習するために、教員が推薦（TIESオーサリングツールであらかじめ、確認テストの成績優良者に別の教材を提示する仕組みがある）する教材を選択、学習することができる。

一方、学生Bには数学アレルギーがあり、加減乗除の計算はこなせても、極限の意味が掴めていない。学生Bは教材2が理解できないため、この段階を終了することができない。確認テストが不合格であれば、TIESは学生Bのレベルに合う教材3を提示する。または、運良くテストにパスしても、学生Bが教材2はよく分からないと感じることもある。何か別の教材を探したいとき、学生Bは教員が推薦する教材3を選択することができるのである。

時間はかかるだろうが、教材3を理解したあとに再度教材2を学習し、教員が授業で予定していた内容を完了することになる。

これらの記録はすべてデータベースで管理されるため、各学生のブラウザーに表示される情報がまったく同じということにはならない。つまり、授業に大勢のティーチングアシスタントがついているのと同じような効果が期待できるのである。このようにして、各学生のそれぞれの要求にある程度応えられるような授業が展開できる。

さらに、電子教材を作成するとき、教材の内容を市販のソフトウェアなどで作成する部分と、オーサリングツールを使って表現できる部分に分割できるということには、大きな効果がある。なぜなら、電子教材は、必要な情報を自己充足的にしようとすればするほど、重たい教材になる。しかし、オーサリングツールで作成した部分は、HTMLで比較的軽くブラウザーに表示できるようにしてある。したがって、オーサリングツールによって説明する部分と電子教材本体で説明する部分に内容が分離できれば、電子教材そのもののファイルサイズを相対的に軽くすることができる。

一般的に言えば、電子教材はHTMLなどで作成したほうがインターネット向きであろう。インターネット言語を駆使して、教員が思い描いていることが100%達成できれば、たしかにそうだとはいえる。しかし、現状ではインターネットの諸環境がそこまで到達していない。

大学でインターネットを教育の手段として使用することを希望する教員が、すべてインターネット言語に精通しているとは限らない。教員と学生が幅広く参加し、情報を共有するシステムを構築するのに、インターネット言語など、一定以上の知識を各教員に要求することは好ましくない。むしろ逆に、彼らが日頃使用しているソフトウェアで作成した教材などを効率良く取り込むだけでも、より大きな成果が期待できる。たしかに、あらかじめPCにインストールされているソフトウェアだけでは不十分という意見もある。必要に応じてインターネット上から利用者がアプレットをPCにダウンロードさせるということも考えられる。しかし、TIESではこうした作業が

不得手な利用者も考慮しており、この方向性は今後の課題として残されている。

ただし、市販のソフトウェア利用がまったく問題ないというわけではない。たとえば、MS-PowerPoint、MS-Wordなどで作成した教材はかなり重い。このため、将来的にこれらの教材はTIESオーサリングツールの中でHTMLなどだけで開発できるようにすれば、教材転送に必要な時間は飛躍的に改善されるだろう。

3. TIES電子教材の作成（教員側）

TIESを利用するためには、学生も教員もIDとパスワードを登録しなければならない。IDとパスワードの登録は、TIESのCGIを通して誰でもできる。しかし、教員として教材を本学TIESへ登録したり、授業で使用する教材群を構成する権利は、別途申請する必要がある。希望者で本学のTIESサーバに登録を許可された者は、教員と同等の操作ができる。たとえば、面白いアイデアを持った学生など、発表の場を与えたいというケースが考えられよう。

教員として登録した者は、図4のページを開き、「教材

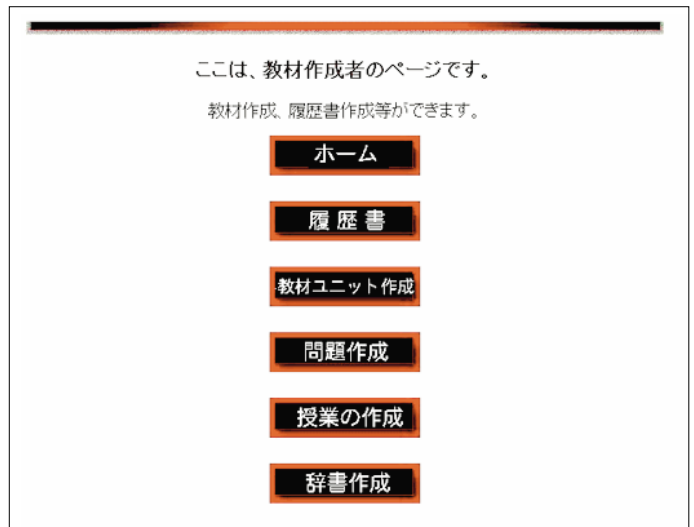


図4 教材作成ツール1



図5 教材作成ツール2

ユニット作成」で教材を登録し、「授業の作成」で電子教材の外に付ける説明などを整理する。たとえば、登録した電子教材のほかに、適当な教材があれば、図5の左側で検索した教材を右側に移動させる。この手続きを経た教材は、学生が開くページの中で表示される。左側の教材が多ければ多いほど、望ましいといえる。それゆえ、TIESに参加する教員・学生数が増えれば増えるほど、利用者にとってメリットがあるのである。

4. TIESによる学習（学生側）

さて、学生はというと、TIESを利用するには最低限のインターネット上のルールを守りさえすれば、他に何も要求されない。しかし、これからインターネットがさらに普及していくことを考えれば、この教育も決して軽く扱われるべきでない。学生は図6のページを了解した上で、TIESに参加することになる。

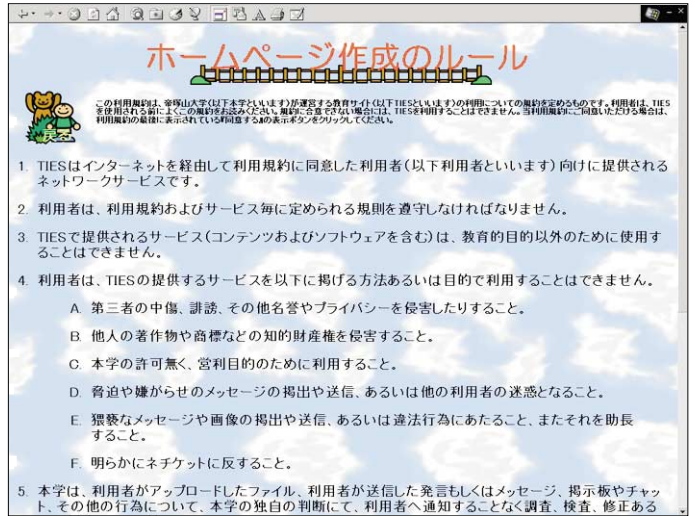


図6 ネットワーク利用のルール

TIESに参加した学生は授業の中で、第3節で説明したように、教員が準備した電子教材群を学習することになる。教員が図5で紹介した電子教材は学生のブラウザでは図7のように表示される。学生は紹介された教材のうち、自分にふさわしい教材内容を閲覧、選択し、フローチャートの適切な個所に貼り付けることができる（図7手書きの矢印を参照）。もちろん質問があれば、TIESの中からメールを教員に出すこともできる。

以上のように、TIESは授業を通して、教員と学生の距離を感じさせないような工夫が多く凝らされている。



図7 学生ページ側「お勧め教材」

5. 経済統計への応用例と成果

経済学部で経済統計の授業では、学生に最小2乗法を教えている。学生が微分の考え方を理解していれば、最小2乗法はそれほど難しい概念ではない。もちろん、微分を使わなくても説明は可能である。しかし、解法がテクニカルで、なぜそのような計算手続きをしなければならぬのが、学生にとって必ずしも明らかでないことが経験的に分かっていた。

機械的に暗記させるよりも、残差平方和をパラメータに関して最小にする、という情報集約の思考方法を理解させるのが、授業の目的なのである。このため、どうしても微分の考え方がわからないと、授業の効果を上げていくことができないという問題があった。

以前は、ホワイトボードと表計算ソフトで作成した電子教材を併用して講義をした。しかし、ホワイトボードに書いた説明は、授業が終了すれば消えてしまう。学生はノートに書き取るものの、電子教材のシミュレーションと板書を書き取ったノートがどのように結びつくのが、時間とともに不鮮明になるといった学生の声がよく聞かれた。し

かし、TIESを利用するようになってからは、このような不満は解消された。実際そのことを裏付けるように、最小2乗法に関するクイズの成績結果は、以前と比較して大きく改善された。

経済統計のこのような教育効果は、TIESシステムのオーサリングツールの仕様にあると考えられる。TIESオーサリングツールでは、電子教材を登録するとき、電子教材の外に説明を付加することができる。それをブラウザ上に表示させ、電子教材の意図を浮かび上がらせるようにできるのである。これは以前ホワイトボードに板書していたものとあまりかわらないのであるが、電子教材と同じ画面に表示されるということが大切であると思われる。

なぜなら、同じ画面上に電子教材とその他の説明が有機的に関連付けられており、これは学生が完全に理解できるまで何回でも繰り返し再生することが可能だからである。また、電子教材を作成するとき、電子教材の中に「懇切丁寧な配慮」を凝らす必要がなくなったということも、この教育効果の一因であるかもしれない。

TIESに経済統計の教材を載せるときに、以前作成した電子教材を分割して軽くした。このため、教材の学習ポイントが簡潔に整理整頓されるようになった。従来、一つの

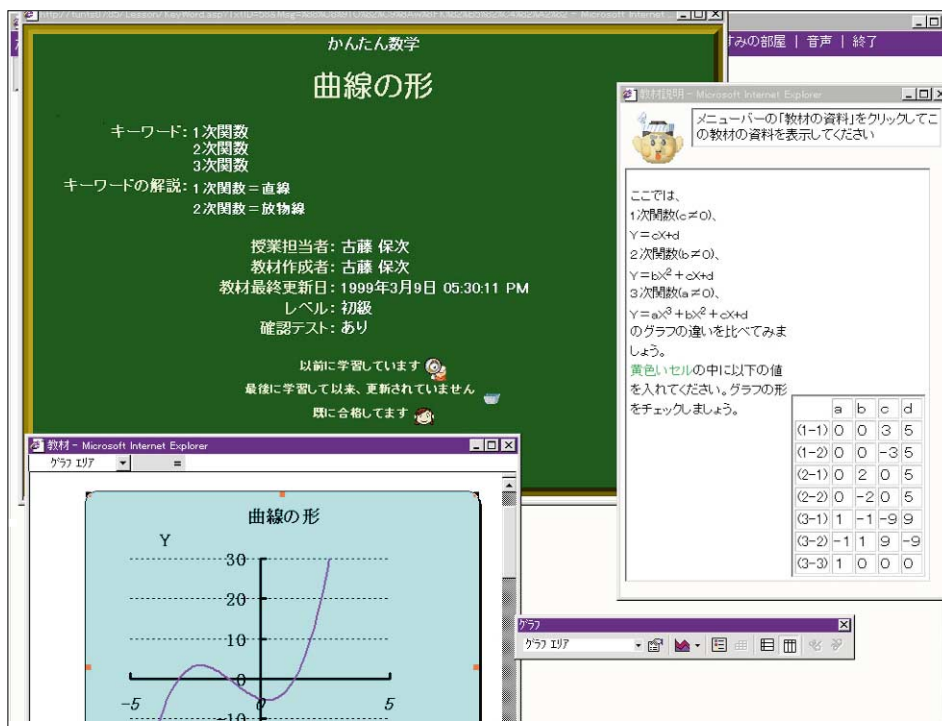


図8 教材表示

電子教材の中で自己充足的に理解への道筋を立てていたものを、TIESのフローチャートの方に、その論理構造を預けることができたのである。学生にとってみると、最終的にはExcelのワークシートを使って学習するのである。各ワークシートの内容から、「余分な」要素が排除され、理解しやすくなったのであろう。

図8の例では、左下にExcelの教材が配置されている。これは微分の基礎を扱った教材の先頭のワークシートである。このワークシートに対して、いくつかのウィンドウが開かれている。この中で、教材のワークシートの学習ポイントや作業の指示等が表示されている。

また、以前は微分の説明をするために、この部分も一つのブックの中で処理していた。いくつかのワークシートが一つのブックの中にあるため、直接微分の説明に入った方がよいという学生には、このワークシートは不要である。

TIESに教材を登録するとき、ブックをワークシート単位に分割した。このワークシートは学生が必要としなければ飛ばすことができる。しかし、最小2乗法との関連で、元のブックにあったワークシートのうち、あるワークシートだけは飛ばして欲しくない、という個所に対して、学習を完了しないと前に進めないように設定してある。

6. まとめ

インターネットを授業で利用したいと希望する教員は多い。そのうちの多数は、具体的な方策が見えていないのが現状である。前述してきたように、帝塚山大学では教員が教材作成に際して、インターネットを教育手段として自由に使いこなせるように、また、理解度に応じて学生が教材を選択できるようTIESプロジェクトを推進してきている。TIESを全面的に活用している経済統計の授業では、Excelで作成した教材をTIESシステム上に載せてある。この講義ではTIESを利用する前も同様の電子教材で講義を行っ

ていた。しかし、自由度の大きいTIESオーサリングツールを利用することによって、電子教材(Excelデータ)の負担が軽減され、電子教材の中で表現すべき内容をよりよく整理できるようになった。その結果として、学生の理解度が向上してきた。一方、TIESはデータベースをWeb上に分散させる仕組みになっている。教員が作成した教材がこのデータベースに配置されているか、という情報をデータベース間で共有するようになってきている。Web上に教材を持ち寄り、共同で利用することができる点で、本システムは教材共有化への新しい試みを示唆していると言える。ただ、市販のソフトウェア、たとえば、PowerPoint、Wordなどで作成した教材はかなり重くなるようである。ファイルサイズを軽くするために、これらの教材をTIESオーサリングツールの中で開発できるようにすることが、今後の課題として残されている。

参考文献

[1] 平成10年度私立大学教員による授業での情報教育機器使用調査の報告. 社団法人私立大学情報教育協会, 1999.5.
 [2] Pelosi, M. K. et al. : Doing Statistics with Excel97. John Wiley and Sons, Inc., 1998 .
 [3] 佐伯 胖 : 新・コンピュータと教育. 岩波新書, 1997.
 [4] 古藤保次: TIESと電子教材 - 楽習の勧め -. 帝塚山経済・経営論集, 第9巻, pp37-44, 1999.3.