

マルチメディア教材を活用した自然科学実験 教授法の開発－化学分野－

工学部 伊 東 章

Development of Multimedia Utilized Lectures in Natural Science – Chemistry –

Akira ITO (Faculty of Engineering)

Multimedia WWW contents on the internet were developed as a educational tool for the lectures on our chemical engineering course in the faculty of engineering. We transformed a textbook and a manual on the subject of “Chemical Engineering Calculations” and “Basic Experiments on Chemistry” for freshman to the WWW contents on the internet. The WWW contents included multimedia files including text, figures of equations and charts, and videos for experiments and real industrial facilities. A copyright issue needs to be noted through producing contents on the internet. On the multimedia utilized lectures, the WWW pages on a computer display were projected on a screen by a projector. A pen-tablet for drawing on the screen was used for an assistance of the presentation. Applicable improvement on comprehension for the students has been achieved by an application of the internet contents as a lecture tool. The internet proved to be a new and powerful tool for the education in the chemical engineering course. The style of the present multimedia utilized lecture will be an alternative to the conventional style of lecture by hand writing on a black board.

Key words: Multimedia, Chemical Engineering, Internet

I 「魅力ある講義」とマルチメディアとインターネット

現在の新生児は子供のころからテレビなど映像とコピーの文化のもとで育ってきた。教官の板書を修行僧よろしく黙々とノートに書き写す形式の大学の講義は、そのような学生にとってこの情報化時代からとりのこされた形式と映ってもいたしかたない。最近の学生の授業中の私語には教官だれもが悩まされるが、これも講義を面白くせよとの要求の一種かもしれない。さらに最近の大学に対する社会の厳しい目を背景に、大学に関する出版物では大学の講義をあまりに時代に取り残されたものとして批判した論が多い。

大学間の競争に負けないための社会へのアピール、学生の私語としてあらわれている暗黙の要求、さらにはある学問分野の存続をかけての魅力アピールなど

「魅力ある講義」は時代の要請といってよいのであろう。しかし、難解なほど高度な講義である、大学はわかっていないことを教えるところだ、と考え、講義の技術について反省しこともない大学教官にとって、急に魅力ある講義と言われてもどこから手をつければよいのかとまどいのなかにある。もとより大学教官は研究でのみ評価される立場に置かれており、講義の改善に関する努力は報われることはないことも関係している。

そこで手近なところで、世間で最近良く言われているマルチメディアを講義に活用する試みとなる。確かに予算はつきやすく、機材はそろるのであるが、マルチメディアを活用した教育とは一体どのようなものであろうか。自身が板書とノートで育ってきた大学教官にとってそのイメージは漠然としている。普通、マルチメディアとは以前の「視聴覚」とたいしてかわらな

いイメージでとらえられる。いわゆるマルチメディア教室とはビデオ機材・大型テレビあるいは教室中に配置されたテレビとオーディオ設備というものを考えるのが一般であり、そのように整備されてきた。しかしこのような設備で魅力ある講義法の試行が実際なされてきたのであろうか。これらは放送教材やビデオ教材の開発や利用を想定したものであるが、ご承知のようにその歩みは遅々たるものである。教官自らビデオ教材を制作編集できるとは思いもよらないし、市販のビデオ教材にしてもその高価さになかなか購入がおぼつかない。

変革は、意外なところから急速に興ってきた。そのもとは電子メールである。電子メールは世界中の無停止のワークステーション間を網状に結び、特定のアドレスをもつワークステーションにテキストファイルを送信するしくみである。ファイル送信の電子メールがFTP（ファイルを取ってくるしくみ）へと進む。通常、ワークステーション上（UNIX-OS上）ではファイルの属性はきびしく管理され、anonymous（不特定他者）のアクセスはできないのであるが、それを許可する部分をつくり、外部から自由にコピーして良いファイルを置くことにした。さらにこれをHTTPへと発展させることで現在のインターネットへのひろがり生まれた。HTTPは特定のアドレスのワークステーションにアクセスし、取ってきたファイルを直ちに画面に表示するしくみである。コンピュータ上のファイルであればテキストに限らず画像でもプログラムでもビデオファイルでもバイナリファイルとしてやりとりが可能である。HTTPのブラウザ（ファイル表示ソフト）にテキストのみならず画像、ビデオの表示の機能をもたせることで、ここに同一画面上で世界中のワークステーション上のテキストと画像ファイルを表示するしくみが成立した。また、ブラウザをOS毎に用意することにより、ワークステーション、パソコンの機種種の壁がなくなったことも大きい。このしくみを総称してWWW（ワールドワイドウェブ）とよぶ。ファイルの作成側からすると情報を自分のワークステーションに置いておけば、世界中からの自由なアクセスによりそれを世界中に発信できることになる。このインターネット上のWWWというしくみは、他者のアクセスに

よりファイルそのもの（コピーであるが）を無条件に送信するという点が、放送や出版と根本的に異なる点がある。

WWWページ上では同一画面上でテキスト・図・映像資料（写真・ビデオ）が提示可能である。このことは従来のパソコン上のプレゼンテーションソフトで可能になりつつあったのだが、資料作成がより簡単であること（テキストだけでもよい）、機種を越えた世界共通の形式なので作成資料がそのまま情報発信になるという点が大きく異なる。しかもこれは現状であり、3次元映像、ビデオ会議、ページ上でのプログラムの実行などとインターネットの利用法はまだまだ進展中である。「マルチメディアの本命はインターネット」と呼ばれる所以である。

本学でも昨年度より学内LANにより全学的にインターネットを利用する環境が整備された。この環境の目的は研究情報の交換がおもであるが、教育・講義にも活用できる可能性がある。今後世の中を大きく変えてゆくであろうインターネットこそ、魅力ある講義の何たるかに悩んでいた大学教育にも変革をもたらす契機となるかもしれない。大学教育開発研究センターでは本年度の教育研究学内特別経費によりマルチメディア教育への取り組みをおこなった。また、工学部でも本年度より「マルチメディア教育推進作業部会」を組織して、インターネットを中心としたマルチメディアの教育への応用を試行している。筆者は両者に参画しており、その取り組みのなかから化学分野におけるインターネット上の教材作成と講義への適用例を紹介する。

II マルチメディア教材の実験説明および講義への活用

図1が化学系の基礎実験における実験説明においてマルチメディア教材を使用している例である。まず実験の背景説明がテキストと映像で示される。たとえばここでは「滴定」の実験を行うのであるが、環境問題における分析法の重要性が映像、図により説明される。背景説明につづき実験テキストに従い実験手順が説明される。テキストをそのまま提示し、ポイントが示され、要所に実際の手順を示すビデオが紹介される。

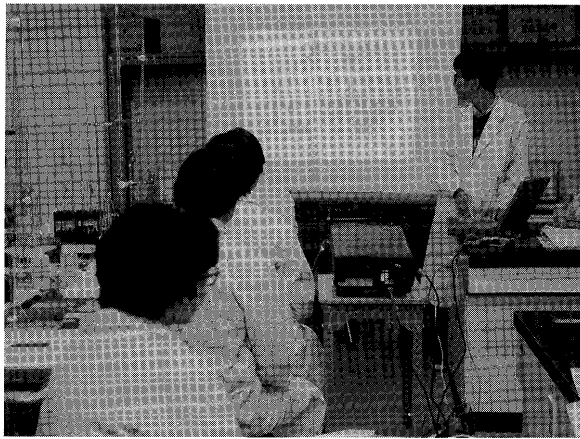


図1 実験説明におけるマルチメディア教材の使用

図2が学部1年生向けの専門への入門講義である「化学工学基礎」におけるWWW教材使用例である。この講義はケミカルエンジニアとしての基本事項の単位換算や物質収支、熱収支を教える講義である。その内容は高校におけるいわゆる化学の計算問題の延長であり、数式と計算演習の連続である。例えば空気を冷やした場合に凝縮する水の量、ガスを燃やしたときに発生する熱量などの計算である。そのため、ともしれば学生にとって無味乾燥に映る内容である。そこで学生に配布している講義資料と同一のものを教室のスクリーンに提示した上で、演習に関係した実際の化学プラントや機器・実験の映像資料を示し、この演習問題が将来のケミカルエンジニアにとってどのような場面で役立つかの説明に重点を置いている。各種の図、写真、ビデオを瞬時に切り替え、同一画面上で手際よく解説できることはWWW教材の特徴である。もちろん講義の目的は各自で化学プロセスに関する演習問題を計算させることにあるのだが、具体的なプロセスのイメージを持たせることは問題への取り組み姿勢に良い効果があると考えている。

使用機材 これらの教室での試行における使用機材はパソコンとプロジェクターのみである。今のところ大画面で明るいプレゼンテーション用機器は未だ開発途上の技術である。マルチメディア対応として現在広く普及しているマルチキャンプロジェクターはビデオの提示には良いものであるが、テキストの提示には満足

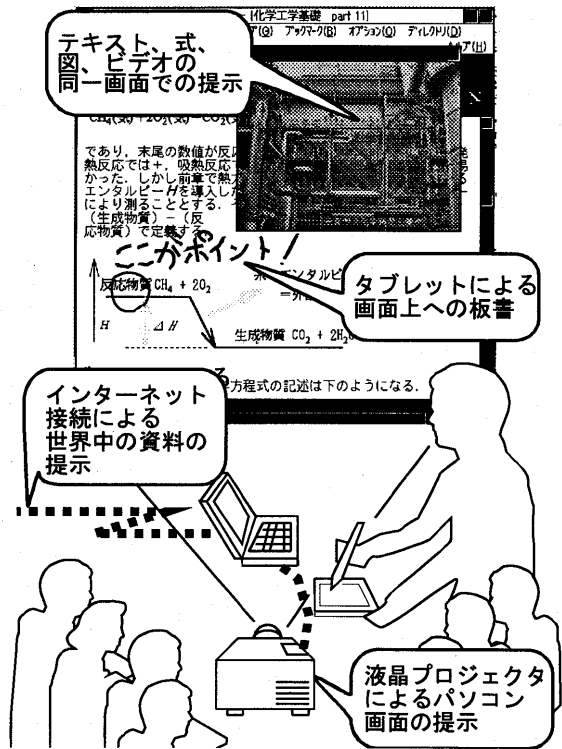


図2 「マルチメディア講義」の試み

できるものではない。しかも明るさは十分でなく、高価な機器である。一方、液晶方式のプロジェクターは1,000ルクス以上で、OHP程度の明るさを持つものがパソコンなみの価格で商品化されてきた。この程度なら教室を暗くすることなくパソコン画面の提示が可能である。液晶の制約から画面の画素数は640×480ドットであるが、テキストもビデオも十分明瞭に提示可能なレベルにある。(もう2, 3年後に800×600ドットの液晶方式のプロジェクターが普及すれば学会発表などで全面的にOHPと入れ替わるであろう。)

パソコンの方は現在普通に購入できる機種で、ビデオ提示・インターネット接続など十分な性能を持っている。自分の教材のみならず、教室にネットワークコンセントがあれば、インターネット上の関係資料がその場で提示可能である。試行している自称「マルチメディア講義」では、タブレットによる画面上への書き込みがポイントである。タブレット上で電子ペンを操作して、パソコン画面上にマークしたり文字を書いたりすることで、従来の板書に代えている。テキストや図は画面上に提示されているので、その上にマークを

したり、書き込みをすることで内容の理解を助けようという工夫である。電子ペンの操作には若干慣れが必要であろう。

Ⅲ インターネット上のマルチメディア教材作成

教室で提示する教材はインターネット上のWWWページとして作成している。それらは、インターネット上の新潟大学ホームページから工学部、化学システム工学科とたどった、「化学工学資料のページ」上に置かれている。ここに上記「化学工学基礎」をはじめとして公開可能な教材を見ることができる。これら試行的教材の実際の作成方法を以下に紹介する。WWWページ(HTML)の作成法は参考資料が多くあるので、ここでは教材作成実務に必要な注意点だけを紹介する。なお、ここではWindows環境での作業に限っている。(以下、[]は操作、<>はプログラム・ソフト名、(.)はファイル名)

まず情報発信の前提として、インターネットのホームページが立ち上がっているワークステーションにファイルを置ける環境が必要である。しかし作成時、確認や、自分のパソコンで使用するだけなら、インターネットに接続しておく必要はない。この場合<ブラウザ>は単なるプレゼンテーション用ソフトとなる。現在およびここ数年はプロジェクタの画面解像度が640×480ドットなので、WWW教材もこれを念頭に作成する。

テキスト ワードプロなどで作成してある手持ちの講義資料があれば、そのまま地の文の部分を<HTML Editor>でHTMLファイルにする。あまり大きなファイルにならないよう、各ページ2-3画面にまとめる。各ページは文中のリンクにより関係づけられる。リンクの下位のページから、演習問題→本文→目次と作成する。一行の文字数や文字の大きさは提示時に<ブラウザ>の方で規定されるので、作成時は考慮する必要はない。段落毎に改行記号を入れれば良い。WWWページの画面上での表現は今のところ限定されたものしかなく、表組み、箇条書き、イタリック程度が使用可能である。本文中の変数の記号については全角文字の強

調イタリックとし、下つき添え字は“_”，上付きは“^”をローカルな約束としている。文中においてリンクするファイル名は(.html)と記述し、小文字に統一しておく。なお、DOS上でのHTMLファイル自身の拡張子は(.htm)だが、WWWをのせるワークステーションに[FTP]するときに(.html)に変更する。HTMLファイルはテキスト形式で[FTP]する。

数式・図 現在のHTMLでは数式を表現できないので、ある程度複雑な数式は画像として作成する必要がある。図もパソコン画面上で作成する。印刷と違って自由にカラーでの表現ができる。すでに印刷した図をスキャナで取り込むことも可能であるが、ドット数の関係からきれいな図にはなかなかならない。手間はかかるが、パソコン画面上で図を作成したい。図の大きさはファイル転送速度の関係からなるべく小さく作成したい。しかし、テキストと異なり図は作成したドット数そのまま<ブラウザ>で表示されるので小さすぎても見にくくなる。300ドット角程度が基準となる。パソコン画面上で作成した図をファイルにするには使用のワープロや描画ソフトでパソコン画面上に描き、[copy]キイで画面コピー。<WinJPEG>を立ち上げ[paste]。使用する部分を切り取り([copy],[paste]),(.gif)形式で保存。図の見栄えに凝る場合は<GIX>で透明化、インターレース化をおこなう。ワークステーションへはバイナリファイルで[FTP]する。

写真 でき上がりのドットが粗いので、画像ファイル作成時には高解像度は要求されない。デジタルカメラは撮影したものが直接ファイルとなるので便利である。最新のデジタルビデオなら静止画入力用としても十分使用可能とのことである。プリント写真はスキャナでフルカラー(.bmp)で取り込み、256色(.gif)に変換する。パソコン上のソフトで文字を入れたり合成することが簡単である。

ビデオ 取り込み用の映像は家庭用ビデオでとったもの程度で十分である。「手ぶれ」が仕上がりに大きく影響するので、撮影時にはなるべく三脚を使用する。

撮影映像をいわゆるマルチメディアパソコンのビデオキャプチャー機能で取り込み、ファイルとする。取り込み条件例は画面320×240ドット、フレームレート6/s、音声8ビットモノラル。ビデオ編集ソフトでタイトル等を入れる。Cinepak圧縮で(.avi)ファイルとする。圧縮作業は数時間を要する。WWW上では<メディアプレーヤー>でビデオファイルが再生される。ビデオファイルは液晶プロジェクターでも十分きれいな映像が提示可能である。音声が明瞭なのも利点である。ビデオファイルはどうしても大きくなり、上の条件でも60秒で5MB程度のファイルとなる。したがって、ひとつのビデオの長さは1分程度が最大限度であろう。それでも転送速度の関係から学外からアクセスして見るのは実用上不可能である。ビデオファイルに関しては学内ネットワーク上でしか今のところ使えないであろう。ビデオファイルについては機種種の壁があり、<VfW>でMacintosh用のQuickTimeビデオファイル(.mov)に変換する。

以上、筆者の教材作成の方法を紹介したが、このようにWWWページの製作はたとえば従来のビデオ教材の作成より数段簡単である。ワープロで図などを入れた講義資料を作成している教官なら、それをすぐにWWWページとすることができる。

なお、WWW教材作成では既成の教科書、出版物からの図・写真のスキャナでの取り込みはできないものと考えたほうが良い。さらにインターネット上で既に公開されている資料でさえも、普通は著作権主張がなされており無断使用は控えた方がよい。教材用の図・映像資料は自分で作成・取材するか、個々に著作権者に公開をお願いするしかないのが現状である。

インターネットの世界は文字通り日進月歩、本稿も既に過去の情報である。HTMLも普通のワープロソフト上で作成できるようになっている。WWWページ制作者は最新情報への注意が肝心である。

IV インターネットと大学教育

インターネットと著作権 インターネットで世界中のWWWページをたどっても、ほとんどが組織の紹介程

度で、教育や現場に実際に役立つ情報はごく少ないのが現状である。始まったばかりということもあるが、これは情報そのもの(ファイル)をアクセスした者に無条件に送信するというインターネットの基本的しくみからくるものとも言える。つまり、インターネット上で公開された情報には著作権を保証する手段がないのである。ある著者が自分のページはアドレスを宣伝していないからということで、自身では公開したつもりではなくても、リンクがあれば見られてしまうし、ファイルをコピーされる。実際、インターネット上では情報収集ロボットが活動しており、これによりドメイン名のついたあらゆるワークステーション内のページはキーワードが収集され、サーチエンジン上から検索可能となっている。いったんアクセスしたページはパソコン上で図を含め再構成して、自分のファイルとしてしまうことも簡単である。これらのことからインターネット上ではすべての情報は自分のパソコンの上にあるのと同様に他人のパソコン上にもある。すなわち「インターネット上の情報は共有」が実態としてある。インターネットに参加したWWWページ制作者はこのようなことを覚悟で情報発信をしなくてはならない。(しかし、現状では企業関係など多くのWWWページは著作権主張をしている。私見では上記のインターネットのしくみそのものから著作権主張はできないのではと思う。)

インターネットを教育に活用しようとする場合の関門がこの著作権にかかわる点である。権利とまでは言わないまでも、自分が作成した貴重な図・資料を見ず知らずの他人に勝手にコピーされ、無断使用されることは気分的にも良くない。より基本的には、大学の講義の内容は授業料を払った学生にしか公開できないという考え方も当然であり、インターネット上での教材公開に否定的な教官の意見も正当である。しかし、「ネットワーク上の情報は共有」の原則を部分的でも認める教官の参加と協力により、各自が少しずつでも公開してよいと考える教材資料を共有することで、全国的には大きな教育資源に成り得る可能性が大きい。特に工学各分野の教育においては世界的に共通カリキュラムが成立している。同じ講義をしている教官が全国に何十人というわけで、これらの教官が give & take

の協力により、分担して全国共通教材資料を作成することが可能な基盤ができていのである。

教材の取材 言うまでもなく教材はなかがみ肝心である。WWWページはその作成自体は簡単であるが、いざ図や映像資料を取り入れようとするとき著作権の問題が出てくる。個人で情報発信をすることは、はじめて個人で著作権の問題に直面することである。原則としては制作者は自前で映像資料を作成するしかない。簡単な化学実験程度は自分が出演したビデオを製作すれば済むのであるが、技術者教育には生産現場に関する映像資料がぜひとも必要である。工学部で教えることは必ずそれが応用されることを想定しているモノやプロセスがある。実際の生産現場やモノを示しながら関連の事項の説明・演習をおこなわせることが工学部における「魅力ある講義」の第一歩ではないかと筆者は考える。今回のマルチメディア教材にも実際の化学プロセスの映像資料をできるだけ取り入れている。しかし工学関係の企業は秘密に厳しいのが一般であり、プラント・機器類の映像資料の入手は通常ルートではなかなか困難である。筆者は個人的に企業に取材と公開願いの活動をしているが、依頼の文書から打診、インターネットの説明、取材許可を得てからの実際の取材、作成教材の公開承認のとりつけと、1分程度のビ

デオに半年がかりの作業となる。本教材では試みとしておこなってみたが、大学教官にとっては講義の資料だけのための作業としては過大な負担であろう。著作権フリーとして映像資料を提供してもらうこと自体、よほどの人脈がないと企業体としての了承がとりにくい。著作権フリーの教育用映像資料をだれが、どのように収集するかは今後重要な課題である。ただ、今後の情報化時代に、各業界あるいは学会が存続をかけて優秀な学生をひきつけてゆくためには、それぞれの分野の魅力アピールの努力は必須となるはずであるから、事態が改善される期待は持っている。

教材共有化 インターネット上で教材を公開することは教育内容を公開することである。従来同じ分野でさえ教育内容の情報交換はなかなかできなかった。インターネット上では各大学のシラバスの公開が始まっており、さらに今後教材公開と情報交換が進展するであろう。大学間の情報交換により教授内容の検討や教材の共有化が進めば、これも大学講義を改善するために役立つに違いない。上で述べた各業界同様、より魅力ある教材を提供して学生にアピールできる学科や学問分野が今後の各種の競争に有利となるのではないかと考える。