

## 科学にうとい女子学生を減らすための実践的教育法

### —表計算ソフトの活用について—

伊藤 朋恭\*

#### 要 約

21世紀を目前にして科学技術をある程度正しく認識する必要性は、一般の女子大学生にとっても今後ますます増加していくと予想される。それに対処するための教育法として、パーソナルコンピュータを用いた表計算ソフト Excel の活用による自然科学系教育の体系を提案し、合わせてその意義や問題点に関する考察を行った。

女子大におけるこの種の教育を効率よく行うためには、教育段階をいくつかに分け各段階にふさわしい教育内容を設定することが大切である。ここでは、1年次後半の教養科目としての基礎段階、2年次の専門科目としての中級段階、そして3年次の個別指導科目としてのゼミ段階、の3段階に区分することを提案した。授業として、基礎段階では基礎化学的演習を、中級段階では地球環境に関する初歩的シミュレーションを、ゼミ段階ではモデルを用いた大気環境に関するシミュレーションを、主な内容とする例を示した。

本来コンピュータリテラシー教育と自然科学教育には多くの合致点があるので、時代のすう勢であるコンピュータの活用は通常の実験や演習に代わる自然科学系教育のツールとして非常に威力を発揮可能である。これにより学生は十分興味を示しながら、自然科学の本質的理解へと近づくことができる。さらに、自然科学に必須の論理的思考力をより高めるために、VBA (Visual Basic for Applications) による自動記録プログラミングを部分的に併用することも効果的である。

---

\*大妻女子大学 社会情報学部

## 1. はじめに

21世紀を迎えるにあたって、科学技術はますます発達する方向へ向かうであろう。それに伴い内容を理解することなく、日常生活で科学技術の恩恵を知らず知らずのうちに享受し利用するケースが当然増えてくると予想される。しかし本来科学技術は、多くの人々のある程度の正しい知識と理解に基づいた合理的判断に沿って進展させないと、一部の人間による科学技術の独占と間違った選択と言う問題が起きる恐れがある。これは国民全体に対する科学教育のあり方と密接に関係している。

科学教育は特に子供に対して大切である。その意味で家庭で子供と接触する機会の多い母親の役割は重要であり、21世紀に生きる女性にとってある程度の科学的知識の習得の必要性は、現在よりもむしろ増加すると言えよう。その教育の場として女子大が担うべき役割は大きい。本社会情報学部の学生は、学部の性質上社会科学的素養と同時に自然科学的な視点がある程度もち合わせる事が本来必要とされている。その点で、一般の女子学生よりも自然科学的素養をより多く求められるのであるが、現状では必ずしも理系の勉強に関心が向いているわけではない。もともと理系離れが起きる一因はその教育方法にあると言われている。単なる講義授業で非理系女子学生の興味をつなぎとめることは難しい。一方、簡単な実験を伴った授業にはある程度の興味を示す。現実には実験主体の授業はほとんどの場合困難なので、それに代わる教育法としてのパーソナルコンピュータ（以下コンピュータ）による机上実験・演習が重要な位置をしめることになる。この方法は、各学生が興味をもちつつ主体的に学びながら問題の本質的理解に近づくことができるので、自然科学系教育のモデル的手法とも言える。コンピュータによる教育法は、本学部における情報処理重視の視点とも合致する。

上述の考えに基づき、著者はこれまで表計算ソフトを中心としたコンピュータによる自然科学系の教育をいくつか試みてきた。その経験を踏まえ

て、今後どのような教育体系が望ましいのかについても検討してきた。これを基に、本稿では本学をはじめとする類似の女子大におけるコンピュータによる自然科学系教育についての一つの体系化したモデルを提案し、あわせてその意義と問題点について考察する。

## 2. 教育体系とその内容

### 2.1 教育段階の分類

本稿で述べる授業内容は、一部を除いて30人規模の実習室での半期の授業を想定している。Windows機が設置されていて、各学生は自分のコンピュータデスク上で教師用コンピュータをモニターでき、またLANシステムを通じてインターネット等へアクセスすることができることを想定している。

コンピュータによる自然科学系教育の最大のねらいは、学生の興味をつなぎとめながら事象の本質を多少なりとも理解させることにある。その意味で学生の教育段階をいくつかに分け、各段階に応じた授業内容を設定することが重要である。これまでの実績をもとにして、在学中の教育段階を以下の3つに分類することが、コンピュータによる自然科学系教育の視点から望ましいと考える。

- ①基礎段階の教育：1年次（後期）の教養科目
- ②中級段階の教育：2年次の学科・専攻別専門科目（基礎専門・共通専門でもよい）
- ③ゼミ段階の教育：3年次の専門科目

「基礎段階の教育」は、教養課程の学生が対象であり学科・専攻別の専門授業に入る前なので、自然科学系全体（選択制、本稿では化学系を例示）についてプログラミング言語あるいは表計算ソフトを用いて学習する。なるべく早期にという意味で入学直後からの授業が望ましいが、情報処理実習の初歩を学び終えた1年次後期での実施を考える。

「中級段階の教育」は、学科・専攻別の専門科目としての授業であり、各学科・専攻の特色を出した内容（本稿では地球環境問題を例示）を設定

する。手法の中心は表計算ソフトの利用であり、簡単なシミュレーションやVBA (Visual Basic for Applications) による簡単なプログラミングなどの内容を設定する。場合によっては基礎専門・共通専門科目として学科・専攻にかかわらず同一内容で実施することも考えられる。

一方、「ゼミ段階の教育」は、3年次のゼミ生を対象とした個別教育であり、自然科学的視点を必要としないゼミではこの段階の教育はあり得ない。手法はやはり表計算ソフトの利用であるが、4年次の卒業研究の基盤となり得るように、各ゼミの特色を出した内容を設定する。本稿では著者のゼミを想定して、大気環境問題のシミュレーションをとりあげる。

以上の教育体系を前提として、以下の各節で三つの段階の教育内容の概要を述べ、第3章で考察を加える。

## 2. 2 基礎段階の教育

自然科学的素養を培うには若いときほど有利であり、教養課程の1年次後期を念頭においている基礎段階の教育は、対象学生数も多く本教育体系全体の中核をなす重要な部門である。著者にとってもコンピュータを用いた教育としては最も実績のある部分である。

この段階での教育内容として、自然科学各分野の基礎的演習を想定している。別のアプローチ法として、例えば身近な環境問題を応用的題材としてとりあげ、学生により親近感をもたせることも考えられる。しかし、環境問題の演習をコンピュータを用いて行うには化学や生物の基礎的素養は不可欠であるし、応用的題材は本教育体系では専門科目として位置付けている。したがって、この基礎段階では物理・化学・生物・地学などの部門から1~2部門を選択させて、その基礎演習を行うこととする。

基礎段階の教育の内容として、以下に化学部門の基礎的演習を例示する。親しみやすさと容易さの面から2.2.1節で述べる表計算ソフトによる演習が中心となるが、これに対比する形で2.2.2節ではN88-BASIC言語による演習について簡単に触れる。

### 2. 2. 1 表計算ソフトを用いる基礎段階の教育

表計算ソフトは、多数のデータ処理が可能で、セルに数式を記入することにより計算結果が瞬時に表示され、また表から容易にグラフも作成できるので、化学の基礎的演習には非常に好都合である。ここでは表計算ソフトとしてMicrosoft社の

表1 基礎段階の教育の概要 (基礎化学の演習例)

演習番号	演習内容	主要 Excel 操作
<はじめに> 数値に関する 基本事項	・有効数字 ・データの整理法 ・SI単位, など	
<演習1> 気体の性質	・理想気体の体積と圧力の関係 ・理想気体と二酸化炭素の挙動の違い, など	・オートフィル, 書式の設定, 数式入力 ・表の作成, など
<演習2> 液体の性質	・水の蒸気圧の温度変化と蒸発熱 ・富士山頂での水の沸点, など	・関数貼り付け ・グラフの作成, 回帰直線など
<演習3> 固体の性質	・塩化ナトリウム結晶のエネルギーの構成内容 と大きさ	・マクロの自動記録, など

#### 基礎段階の教育方針

- ・演習1, 2により, 表計算ソフトの利点を活かして興味をもちながら自然科学系の諸演習問題を解くことができることを実感させる。
- ・それを受けて, 演習3のマクロの自動記録機能を用いることにより, 演習問題を解くのに必要な論理的思考過程を整理させる。

Windows 版 Excel 97を用いる。

基礎段階の教育方針と演習内容を表1に示す。演習内容は大きく4つのパート<sup>1)</sup>に分かれており、これまで化学の演習をほとんど行ったことがない学生が主対象であることを考慮して、「はじめに」ではあらかじめ数値に関する基本事項を簡単に解説するための講義を行う。その後、演習問題を3題に分けて行う。これら3個の演習は、各々気体、液体、固体の基礎的な性質を考えさせる題材であり、いずれも次の3ステップから構成される。

- ①問題の本質を化学的に理解するための簡単な解説講義
- ②電卓等を用いての紙上計算
- ③コンピュータ上での演習

現実には、各演習問題で用いる Excel 上の操作技術も順次レベルアップしていくので、各演習の冒頭でその演習に必要な Excel 操作上の実習訓練を先ず行う必要があり、その概要も表1に合わせて記入してある。演習1ではきれいな表の作成に、演習2では見やすいグラフの作成に、演習3ではマクロの自動記録に、それぞれ力点を置いている。特に演習3は、演習問題を解くのに必要な一連の操作をマクロとして自動記録させる実習であり、記録されたマクロを用いて演習問題の繰り返し自動実行が可能となる。また、マクロはVBAで自動記録されるので、この言語についていくぶんかの知識があれば、演習内容の経過をある程度

論理的に追うことも可能である。

## 2. 2. 2 N88-BASIC 言語による基礎段階の教育

論理的思考過程をより明確にする意味で、プログラムを組ませて演習問題を解かせる方法もある。むしろ自然科学へのコンピュータ応用の主流はプログラミングによる手法であると言った方がよいのかも知れない。基礎化学の部門でも従来からプログラム言語を用いて多くの教育<sup>2,3)</sup>がなされてきている。私の体験でも N88-BASIC 言語による教育がつい最近まで主流であった。

前節で述べた表計算による基礎段階の教育と同一内容を N88-BASIC で行うことが可能であり<sup>4)</sup>、演習1のうち最も簡単な理想気体の体積～圧力関係の部分についての両者の比較を表2に示す。N88-BASIC の場合の130行目で用いている圧力を求める式は、Excel の場合の1行目の式と同一であり、両者に本質的な違いはない。ただ通常は、Excel の場合には表2にあるような数式が表示される代わりに、計算結果の数値が表示されることになる。

## 2. 3 中級段階の教育

前節で述べた自然科学各分野の基礎を学んだ後に、2年次半期の授業として設定するこの中級段階の教育は、基本的には学科・専攻別の専門科目としての位置付けをもつ。ただ、演習問題をかな

表2 N88-BASIC と Excel97の比較 (理想気体の体積と圧力の演習例)

N88-BASIC	Excel 97		
	行	体積/m <sup>3</sup>	圧力/Pa
100 REM 理想気体の体積と圧力	1	6.00 E-05	=1.00*8.31*273/A 2
110 FOR I=1 TO 20	2	1.00 E-04	以下オートフィルで数式入力
120 V=0.00006+(I-1)*0.00004 : REM m <sup>3</sup>	3	以下オートフィルで体積 データ入力	
130 P=1.00*8.31*273/V : REM Pa			
140 PRINT "V=";V;"P=";P : REM 結果表示			
150 NEXT I			
160 END	20		
	21		

表3 中級段階の教育の概要（地球環境問題の演習例）

演習番号	演習内容	主要 Excel 操作
<演習1> CO <sub>2</sub> 排出削減量の試算	・燃料の違いによる発電所からのCO <sub>2</sub> 排出量の違いの試算, など	・初歩的シミュレーション
<演習2> 省エネルギー量の試算	・プラスチックのリサイクルによる省エネルギー量の試算（ライフサイクルアセスメント的取扱い), など	・初歩的シミュレーション
<演習3> 環境データの視覚化	・大気汚染物質濃度の経年変化, 季節変化, 地域による変動, 等の視覚化 ・大気中の気圧, 気温等の垂直分布の視覚化, など	・インターネットによる環境データの取込み ・VBAによる初歩的プログラミング

## 中級段階の教育方針

- ・演習1, 2により, 地球環境問題を考える方法として初歩的シミュレーションが有効であることを実感させ, 合わせてモデル化の過程を通じて論理的な組立て力を養う。
- ・演習3では, 環境問題を考えるのに必要なデータ情報をどこから, どのような方法で入手できるのかを学び, さらに初歩的VBAによるこれらデータの各種計算・視覚化等の過程を通じて, 論理的思考力を身につけさせる。

り普遍性のある内容に絞れる場合には, 基礎専門あるいは共通専門科目として, 学科・専攻にこだわらずに統一した内容で実施することも可能である。ここでは例として環境系の題材を自然科学的に考える内容をとりあげる。

この中級段階の教育も Excel を使うと言う点では基礎段階と同じであるが, 今回は応用的題材である地球環境問題を対象としており, Excel 的にも単なる数式の入力ではなくレベルを上げた操作法を採り入れている。表3に中級段階の教育方針と演習内容を示す。演習は大きく3つから構成されており, 各演習では進行具合に応じて1~2題の課題を実行する。環境問題の特性とも言えるが, いずれの演習も自然科学的知識と同時に社会科学的視点をいくぶん必要としている。

演習1と2は, いずれも学生自身の思考力を必要とする初歩的なシミュレーションを Excel 上で行うものである。例えば, 演習1は発電所で用いる化石燃料をすべて天然ガスに切替えたり, あるいはすべて原子力発電に切替えたりすると, 発電部門からの二酸化炭素排出量をどの程度削減できるかを理解させる内容である。演習1, 2ともに, 地球温暖化対策にからんだ二酸化炭素排出量や消費エネルギー量の算出を行うと言う点で類似

しているが, 演習2ではごく初歩的なライフサイクルアセスメント(LCA)の概念などを理解する必要があり, また試算のためのモデル化がいくぶん必要になるなどしている。時間的にゆとりがあれば, 演習2の追加課題としてコージェネレーションの導入による省エネルギー量の試算などを考えてもよい。

演習3は, インターネット(あるいはCD-ROM)上で公開されている環境関連データの利用をはかる内容である。この演習では, 合わせて Excel の機能拡張と論理的思考の一層の充実を目的として, Excel に付随している VBA<sup>5)</sup>による簡単なプログラミングにより, そのデータを視覚化する。ここで利用するデータベースは, インターネット用として国立環境研究所の環境数値データベース<sup>6)</sup>, CD-ROM用として気象庁関連の各種データベース<sup>7)</sup>である。視覚化したグラフとして得られる内容は, 例えば多摩地区における一酸化窒素濃度の経年変化や季節変化の様子などである。

この中級段階の各演習においても, あらかじめ演習の科学的内容に関する解説講義と Excel 上の操作に関する訓練が必要となる。前者については自然科学的説明と合わせて簡単な LCA の概念などの解説が必要であり, 後者についてはシミュ

レーションという考え方, インターネットから Excel へのデータの取り込み法, さらには VBA 言語自身に関する初歩的教育なども必要となり, かなり慎重な前準備が要求される。

## 2. 4 ゼミ段階の教育

ゼミ段階では, 3年生を対象とした1人ないし数人規模の個別教育を想定しており, 当然ゼミによって教育内容は異なる。植生, 気象, 地球物理, 水質, エネルギーなど, 題材は指導教員の分野に応じて多種多様である。3年次のゼミで指導を受けるこの個別教育の内容は, 当然4年次の卒業研究のベースとして活かされることが期待されている。それと同時にこの3年次での教育は, 2年次の中級段階で受けた教育の主旨が活かされた内容であることが望ましい。前章では中級段階の授業例として初歩的シミュレーションをとりあげたので, それを受けてこのゼミ段階の教育例として著者のゼミで行っている大気環境問題のシミュレーションをとりあげる。これまでと同じ Excel という共通の土俵を用いているが, シミュレーションとしては対象とする大気環境問題について, 特に化学的視点からの総合的把握とそれに基づく正しいシミュレーションモデルの構築が必要である。

具体的には, オゾン層破壊に関連してオゾン濃度の減少が紫外線強度変化に与える影響や, 地球温暖化にからんで海洋への二酸化炭素の溶解量が海洋の条件によってどのように変化するか, などをシミュレーションする題材が, 学生の関心も深くしかもある程度単純化可能な大気環境問題と言えよう。ここでは単純化と学問的取扱いが容易な点を考慮して, オゾン濃度と紫外線強度の関係をシミュレーションする題材を例示する。

シミュレーションにより得られる結果は多種多様の情報を持ち, その表現には多数の図表が必要となるが, 結果の一例を図1に示す。この図は, オゾン濃度をいろいろ変えたときに地表に到達する紫外線強度が波長と共にどのように変化するかを示している。最も変化の影響が大きいのは260nm付近の紫外線であることや, もともと地

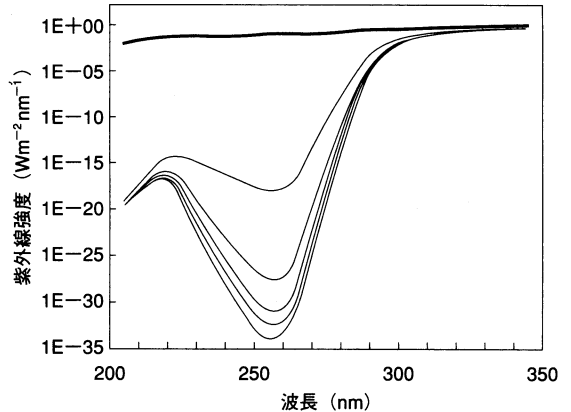


図1 オゾン濃度の減少による紫外線の強度変化 (シミュレーション例)  
太線: 大気上端の紫外線強度  
細線: 下から順にオゾン濃度減少率が0, 5, 10, 20, 50%のときの紫外線強度

表へ届いている紫外線の強度は260nmよりも280nmの方が20桁 ( $10^{20}$ ) も大きいことなどを, 学生は自分自身の試算結果として容易に読み取り理解することができる。

ただこのような結果を得るまでには指導教員によるかなり緻密な指導が必要である。今のケースについて有効と考えられる指導上の流れを表4に示す。最も基本となるのが, シミュレーション全体に必要な化学的知識の事前教授①である。光が大気中を通過するとどのような現象が起き, 光量がどのように減少するのかをきちんと把握させる。この場合市販の書籍<sup>8)</sup>も有効であるが, 指導教員自身が学生のレベルに合わせた資料を作成の方が効果的な場合もある。これを受けて②ではシミュレーションモデルを構成する際に必要となる項目を洗いだし, ③では計算の元になるこれら各項目のデータをどこから入手可能であるかを指導する。このレベルの演習では, オゾン<sup>9)</sup>や酸素<sup>10)</sup>の吸収能力など少なくとも一部では原学術論文のデータを用いる必要がある。次いで④で具体的にシミュレーションを進めることになるが, この時点で大切なことはどの項目がシミュレーションにとって必須であり, どの項目が割愛可能であるかを見極めて, 少しでも単純なモデルを組み立てる

表4 ゼミ段階の教育の指導上の流れ（紫外線強度変化の演習例）

指導順序	指導内容
① 全体理解のための 化学的教育	・大気と光（紫外線）の相互作用：吸収と散乱，など ・吸収と散乱強度の求め方：光学的厚みおよび吸収と散乱の強度，など
② モデルに関与する 項目の検討	・吸収と散乱に関与する大気成分の種類：その濃度の垂直分布および吸収と散乱の能力，など ・大気上端日射量，大気圏の垂直構造，など
③ 計算に必要な データ源	・大気上端日射量 ・大気各成分の吸収と散乱能力，など
④ モデルの構築	・計算対象とする大気成分の種類，波長範囲とその区分法，などの決定 ・計算の具体的手順の決定 ・結果の表示法の決定，など
⑤ 結果と問題点	・得られた結果からの情報の読み取り ・結果の正当性の評価法 ・今後取り組むべき課題，など
ゼミ段階の教育方針	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・Excel 表計算ソフトを用いてのシミュレーションにより大気環境問題の本質的理解に触れさせる。</li> <li>・合わせて自分の土俵上で環境問題を自分の好みに応じて自由に表現させ、今後を考える指針とさせる。</li> </ul>	

ことである。シミュレーション全体ではかなり多数のワークシートを必要とするので、計算手順をきちんと把握しておくことが望まれる。最後の⑤は、得られた結果からどのような情報が読み取れるかの訓練と残された問題点の把握などである。

### 3. 教育体系に関する考察

義務教育をはじめとする教育界全体あるいは社会全体において理系教育がともすれば軽視される傾向があるなかで、非理系女子学生に対する自然科学教育の一手法として、表計算ソフトを主体とするコンピュータ利用による体系的教育を提案した。本来、自然科学教育とコンピュータリテラシー教育の両部門には、情報（データ）の収集、処理、分析などの面において少なからず共通点があるので、コンピュータは自然科学教育に大きな威力を発揮できる道具と言える。ただ、コンピュータを導入しても、ともすればコンピュータリテラシーの育成にほとんどの時間が費やされ、自然科学教育等の各教科の教育にあまり活用され

ていない面もある。事実、学生に接したこれまでの経験からも表計算ソフトは事務処理用というイメージが強く浸透しており、ほとんどの学生が自然科学部門の演習問題に有効に利用できると言う認識をもっていない。

一般に自然科学の探求過程は、①問題の把握、②情報の収集、③情報の処理・考察、④結論、の4段階<sup>2)</sup>に分けて順次進行すると考えることができる。このうちコンピュータの利用は、特に②～④の過程で大きな威力を発揮できる。②の「情報の収集」過程は、自然観察の立場からは測定や実験における温度データの取り込みなど計測機器としてのハード的なコンピュータの利用であり、一方③の「情報の処理・考察」と④の「結論」の過程は、数式演算、モデル形成、グラフ化などソフト的な意味での利用である。ただ、最近ではコンピュータの利用技術の進歩と共にこの区分もかなりあいまいになりつつあり、例えば生物観察の際の画像データの入力データはデータの収集過程そのものであるが、コンピュータ的にはソフト上の処理と言えよう。いずれにせよ、高校レベルまでの自然

科学教育では、自然の観察・実験と言う「情報の収集」過程を通じての科学的な自然観の育成が重要であるが、本学部のような女子大における自然科学教育としては、ソフト的意味における「情報の収集」と「情報の処理」過程に重点をおいた教育が現実的な意味をもつと考える。したがって本稿でもコンピュータをハード的な計測に利用することは考慮していない。

これに関連して、コンピュータによる自然科学教育は結果的に自然観察力や実験力の不足を招き自然科学教育の衰退を招くとの見方もあり得る。特にシミュレーションを含めることに関しては、直接実験や観察できることまでをコンピュータで代替するとしての批判がある<sup>2)</sup>。さらに、コンピュータを用いる教育は本来コンピュータリテラシー教育を対象としているのであり、自然科学教育への適用は自然科学の本質を見失う恐れがあるとの見方もあり得よう。

確かに年齢が低い段階では自然との直接接触や現象の直接的把握の機会をなるべく多くもてるような配慮が必要である。しかし女子大のレベルでは、むしろコンピュータの特徴を活かして自然科学教育への適用を進める方が有意義であると考えられる。事象の本質を理解していない限りシミュレーションで問題を解くことは不可能であり、この段階で個々の学生は問題点をよく整理・把握することになる。論理的思考過程を計算結果に反映させることになるので、シミュレーションの方が実際の実験よりも本質を把握しやすい面もある。またコンピュータを用いた場合には、個々の学生は自分のペースに合わせて勉強を進めることも可能である。いずれにせよ重要なことは、コンピュータはあくまで一つの道具に過ぎないと言う認識であり、それをどのように活用するのが教育上のポイントであろう。

例示した基礎段階や中級段階の演習問題を表計算ソフトを用いて解く場合、当然論理的思考を経て実行しているのであるが、表面的には単に表(数値)やグラフのみが表れてくるので、論理的思考を経ていることやその内容を実感しにくい。その意味ではプログラミング言語を用いて思考過程を

逐次記述させる教育法も意味がある。ただ理系にあまり親近感を感じていない学生に対して逐次すべてプログラミングさせることは、教員・学生の両者にとって相当の負担となる。その意味で Excel に付随している VBA は、表計算ソフトで実行した論理過程をプログラムとして自動的に記録する機能をもっているため、自然科学の論理的な理解にとって非常に意味があると言えよう。

この種の授業が女子大における自然科学的素養の育成により多くの効果を発揮するためには、教育体系・内容の吟味以外にも配慮すべき要素がいくつか考えられる。

まず、一般的にコンピュータの操作能力は、ソフトの操作も含めて学生間に大きな個人差があり、しばしば指導上の障害が指摘されている点である。加えて各学生は必ずしも本稿で述べた基礎段階⇒中級段階⇒ゼミ段階の順序を経て履修するとは限らない。Excel という共通の土俵を用いることで、この問題はいくぶん解消されているが、各演習段階の初期に復習の要素を取り入れるなどの工夫が必要であろう。一方、ともすれば学生はコンピュータ操作のみに気をとられ、演習問題自身の内容理解を忘れがちである。これを防ぐためには、授業内容の流れに沿った演習問題自身の解説と Excel の各種操作法を詳しく記載したテキストを準備し、これに基づいて授業を進めるなどの工夫が要求される。

二つ目はシミュレーションに関する注意である。用いたモデルはきわめて単純化されており、現実の世界を具現するには未解明の要素も含めて多くの要素を取込む必要がある。コンピュータの世界に入り込むと一般的に現実と仮想の世界を錯覚してしまい、得られた結果を即現実と誤解してしまう恐れがあるので、あくまでも与えられた条件下での結果であることを認識させる。さらに、シミュレーションには多少なりともプログラミングがつきまとうが、プログラム自身は人間が作成したものであることも認識させる必要がある。プログラムの内容が正しいか否かに関してはコンピュータはまったく判断していないのであり、シミュレーションで一見もっともらしい結果が得ら



れたとしても、その内容が合理的か否かを吟味するのは人間自身なのである。

三つ目は、授業に対する学生の反応を把握する必要性であり、レポート提出や授業中の接触を通して学生がどの程度の興味と本質的理解を得ているのかを常に検討し、授業へフィードバックすることが重要である。

四つ目は、指導する教員側のより現実的な問題として、使用する Excel 等のソフトの操作をかなり広範囲にしかも細かく覚えていないと実際の指導が難しいと言う事実、さらにはソフトがバージョンアップするたびに学生用のマニュアルを大幅に改定せざるを得ないなどの苦勞があげられる。

最後に個々の教育段階に固有の事項について若干付記しておく。

基礎段階の教育に関し特に注意すべき点は、Excel 上で問題を解かせる前に電卓等による紙上計算であらかじめ同じ問題（その一部でよい）を解かせてみることであろう。これにより一つは演習内容の本質的理解が可能となり、もう一つは Excel で得られた結果の妥当性の検討が可能となる。また、演習に先立ち有効数字や SI 単位系の取扱いに関して予備知識を与えておくことも重要である。ただ有効数字に関しては、コンピュータ上でそれをどのように表現し活用できるのかと言う問題が残されている。

中級段階での初歩的シミュレーション用ソフトとしてここでは Excel を用いているが、市販のシミュレーション専用ソフトの利用も効果的と思われる。例えば HPS 社の「STELLA」(Windows 用日本語版、パーシティウエブ社扱い)<sup>13)</sup>では、システムの思考の採用により対話形式でのモデル作成が可能である。表計算ソフトとはまったく異なるが、その事象に関連するさまざまな要素間の相互関係の全体的把握に特に威力を発揮できよう。

ゼミ段階の授業例としてここでは表計算ソフトによるシミュレーションをとりあげた。もちろん、本質部分だけを抽出して単純化したシミュレーションに過ぎない。一方では、スーパーコン

ピュータによる 3 次元モデルの採用などにより、非常に高精度のシミュレーションが本格的研究として行われている。これには非常に高度な数学的、物理学的知識を必要とするモデルや非常に煩雑なプログラミングが必然的に付随する。現在の女子学生が最も敏感にしかも身近に感じている話題の一つである地球環境問題の本質を理解するには、普及型表計算ソフトによるシミュレーションで十分であろう。

#### 4. おわりに

21 世紀の女性に必要な自然科学的素養の養成には、コンピュータを道具として利用した女子大における教育が大切であるとの視点から、大学の教育段階を 3 つに区分し、その各々の段階で実施すべき教育内容について提案した。とりわけ、普及型表計算ソフトによるシミュレーション的手法が有効であると考えた。その主旨を十分活かすためには、各教育段階に対して内容豊富な授業をいくつか並列して開講するなどの工夫が必要であろう。

コンピュータを活用する教育において、表計算ソフト以外にも有用な手法は種々考えられ、ここに提案した教育体系は一つのモデルに過ぎない。しかし、表計算ソフトは多くの学生にとって使い慣れた親しみやすいソフトであり、違和感を感じることなく使えるこの道具を用いて、ともすれば敬遠しがちな部門の教育を遂行する点に本教育体系の特徴がある。

第 2 章で記述した教育内容はあくまで一例である。基礎段階の教育として 2.2 節で例示したのは化学に関する演習内容であるが、数式処理が基本の物理はもとより、生物での植生調査データの収集や分類、地学での気象データの収集や天気図作成など、各部門で授業内容を工夫することができる。中級段階、ゼミ段階でも同様にして対象とする学生に適合する授業内容を設定するとよい。

本稿で述べた教育内容は、その大半が個別的ではあるが著者としてすでに実績のあるものであり、それを踏まえての教育構想である。しかし一

部についてはまだ未経験であり、全体を通じての教育体系の評価は今後の問題である。

#### 参考文献等

- 1) 伊藤朋恭, 「社会科学系学科における化学基礎演習問題の教育法—表計算ソフトの利用」, 第12回私情協大会予稿, 68-69, 1998.
- 2) 杉本良一, 理科教育におけるコンピュータ活用, 開成出版, 1997.
- 3) 佐藤信孝ほか, パソコンによる化学計算入門, 共立出版, 1991.
- 4) DOS上でしか使えないN88-BASICの代わりに, 現在ではWindows上でうごくBASIC (例えば富士通ミドルウェアのF-BASIC V6など)の方がよい.
- 5) Excel 97のVBAに関する参考書籍: 横井与次郎, Excel 97 VBAプログラミング入門, ソフトバンク社, 1997; 村田吉徳, Excel 97 VBAマクロの使い方入門編, 技術評論社, 1997, など多数.
- 6) 国立環境研究所のホームページ: <http://www.nies.go.jp/>
- 7) 気象庁関連の各種データ (CD-ROM版)の入手先: 財団法人・気象業務支援センター.
- 8) 例えば, 島崎達夫, 成層圏オゾン, 東京大学出版会, 1989; 柴田和雄ほか, 太陽エネルギーの分布と測定, 学会出版センター, 1987.
- 9) L. T. Molina et al., Absolute absorption cross sections of ozone in the 185-to 350-nm wavelength range, *J. Geophys. Res.*, **91**, 14501-14508, 1986.
- 10) K. Yoshino et al., Improved absorption cross-sections of oxygen in the wavelength region 205-240 nm of the Herzberg continuum, *Planet. Space Sci.*, **36**, 1469-1475, 1988.
- 11) STELLAに関する参考書籍: 岡野道治ほか, 理工系システムのモデリング学習, 牧野書店, 1997.

# **A Practical Educational System to Decrease Woman Students with No Sense of Natural Science : An Application of a Software “Microsoft Excel”**

TOMOYASU ITO

*School of Social Information Studies, Otsuma Women's University*

## **Abstract**

Upon the opening of the twenty-first century woman students will be necessitated more and more to have correct knowledge of science and technology to some extent. In order to meet this demand of the times, an education system which introduces an application software “Microsoft Excel” into classes of natural science at women's colleges is proposed and discussed.

It is important to classify the educational level into several steps and to give lessons suitable for each step in order to achieve a high performance in this education system. The present author proposes a three-step classification for this purpose ; a primary level for a freshman, an intermediate level for a sophomore, and a seminar level with individual training for junior. Since lessons for computer-literacy and natural science mutually have many common points, it is reasonable to expect that a computer plays as a very effective tool for training of natural science. Through this education system woman students are able to reach to some extent essential understanding of natural science with much interest.

## **Key Words** (キーワード)

Natural science (自然科学), Education (教育), Women's college (女子大学), Excel (エクセル), VBA (ヴィビーエイ), Simulation (シミュレーション), Personal computer (パーソナルコンピュータ)