

# Excel を用いたシミュレーション演習授業

松永 豊

情報教育講座

## The Simulation Practice Class by Excel

Yutaka MATSUNAGA

Department of Information Sciences, Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

### 1. はじめに

情報コースにおけるプログラミングの重要性はいまさら語る必要もないと思われるが、プログラミング能力の基本的な部分は何も情報コースだけに必要なものではない。筆者の所属は情報教育講座であり、筆者はプログラミングの授業も担当している。無論、専門教育としてプログラミングの授業を担当しているが、プログラミングの本質は

- ・問題を正しく把握し
- ・解決のための適切な手順を構築し
- ・論理矛盾や過不足なく適切に伝える（示す）

ことにあるわけだから、コミュニケーション能力と考えればあらゆるコースや分野に必要な能力といえど常々考えている。（プログラミングの場合、相手がコンピュータであるだけの違いとも考えられる。）

しかしながら、プログラミング言語の習得が容易でないことも周知の事実である。そもそも、新しい言語の習得は自然言語でも容易ではないが、相手がコンピュータの場合はあいまいな表現や意味上の間違いなどが基本的には一切認められないので、それが一層敷居を高くしているのかもしれない。無論、プログラミング言語の習得自体はすべての分野で必要とは考えにくいので、それを専門とする人以外は必ずしも習得する必要はないと思われるが、先にも述べたように本質的な部分における一定範囲の体験は有益である。すなわち、「一般人（＝非専門家）」「本質部分の体験」の双方を満たす教育が重要と考えている。この一見相反する命題を満たすためにはいくつかの環境（専用ソフト）を整えなければならないが、その一つとして Excel を用いた教育が挙げられると考えている。

そこで本論文ではプログラミング要素をかなり含むテーマを扱った授業における、Excel を用いた授業構築、および、実践結果を報告する。さらに、一般向け授業に再構築する方法についても検討する。

### 2. Excel とプログラミング能力

本学では情報リテラシ教育の一環として（原則として全てのコースで）Excel を学ぶ。使用頻度や優先順位等はコースによってさまざまであるが、表計算ソフトが活用できる分野、もっと言えば Microsoft Excel というソフトウェアが持つポテンシャルは極めて高いものがあるため、使いこなすことができるようになると活用範囲が圧倒的に広がる。

周知の通り、Excel では様々な計算式や関数が利用できる。この計算式（セル同士の関連性や関数の組み合わせ等）は直接プログラミング能力に通じるものがある。先述の通り、プログラミングの本質は適切な手順を論理矛盾なく示すことであるが、ここで適切な手順とは決められたいくつかの処理の組み合わせに他ならない。もともと選択可能な（実行可能な）処理は有限種であるが、組み合わせ次第ではほぼ無限種の処理が可能となる。

Excel における指示（すなわち計算式）も複数の解答が存在し、アイデア次第でさまざまな処理方法が選択できる。たとえば、セル A1 とセル B1 の大きい方の数値が必要な場合、すぐに次のような 2 種類の計算式を思いつく。（無論、どちらの方法で書いても問題ない。）

対象セル	目的
C1	セル A1 とセル B1 の大きい方の数値
セル番号	方法 1 : 計算式
C1	=MAX (A1, A2)
セル番号	方法 2 : 計算式
C1	=IF (A1>A2, A1, A2)

また、いくつかのセルを経由させることで解決できる事例もある。たとえば、セル A1 からセル A5 のうち 60 以上のセルだけカウントする計算をセル C1 で行う場合、基本的には以下のように書けばよい。

対象セル	目的
C1	セル A1 からセル A5 のうち 60 以上のセル だけカウント
セル番号	方法 1 : 計算式
C1	=COUNTIF (A1:A5, ">=60")

しかし、A 列から B 列経由で計算することが可能であるならば、COUNTIF を IF と SUM で置き換えることも可能となる。

対象セル	目的
C1	セル A1 からセル A5 のうち 60 以上のセル だけカウント
セル番号	方法 2 : 計算式 or 操作手順
B1	=IF (A1>=60, 1, 0)
B1	→B2:B5 へコピーする
C1	=SUM (B1:B5)

このような点からも Excel における処理はプログラミングに通じるところがあることが分かる。もちろん、Excel による処理とプログラミング言語を用いた処理のそれぞれに得意不得意な問題が存在し、解決方法が異なることも多い。しかしながら、その点を考慮しても Excel による解決手順を見つけることは、アルゴリズムという観点から重要であると考えられる。つまり、プログラミングが得意な人は Excel も得意である可能性が高く、逆に言えば Excel における処理手順をマスターすれば一定範囲プログラミングにも役立つと考えている。

### 3. プログラミング要素を含む授業

近年、コンピュータはさまざまな分野で利用されており、一般生活にも溶け込んでいる。教育においても然りであり、我々教員が授業を行う際にもコンピュータを使う機会は増えている。当然、今後教職を目指す学生にとっても無関係ではない。すなわち、専門教育だけでなく一般教育としても情報リテラシの重要性はますます高まっているといえる。コンピュータを用いた授業については、パワーポイント等のプレゼンソフトを使うレベルから本格的な e-Learning レベルまで幅広いのでここでは敢えて議論しないが、いずれにせよ、より専門的な使い方を増やす機会が増えたことは疑いようがない。

そこで、従来ならば情報（教育）コース向けのレベルとして考えられた授業の中で、一般向けの授業として再構築できそうな、再構築に意義があるような授業について考えてみることにする。プログラミング演習そのものは専門教育として扱えば構わないが、プログラミング要素を含む授業は一般教養授業の中にもたくさんあると考えられる。

たとえばシミュレーションを扱う授業などが挙げら

れる。シミュレーションは一般向け授業の中でも広く利用されている。と同時にコンピュータの本質的な部分を含む内容でもある。さらに原理まで深く踏み込めばプログラミングの要素を強く含む内容になる。そこで、ここでは情報学生向けのシミュレーション授業を一般学生向け授業に再構築することを検討する。

近年、シミュレーションといえばもっぱらコンピュータシミュレーションのことを指すが、もともとは「疑似体験」のことなのでコンピュータを用いなくても問題はない。たとえば、部屋の模様替えの前に紙などを使って行うシミュレーションは好例であり [1]、一般学生向けのテーマになりうる良い事例かもしれない。

シミュレーションにとってコンピュータは必要不可欠なものではないが、コンピュータとシミュレーションの相性が良いことも事実である。これはシミュレーションにおいて単純な処理を膨大な回数繰り返すということが多いからである。コンピュータにとって単純な処理を膨大な回数繰り返すというのは得意中の得意な処理なので、まさに打って付けなのである。

### 4. Excel を用いたシミュレーション演習

シミュレーション演習を行う場合、Excel の利用が有効である。ここではいくつかの演習事例を参考に一般授業向けのテーマになりうるか検討する。

#### 【演習事例 1】

サイコロの再現などは最も簡単な例と言えるだろう。具体的には Excel の組み込み関数である RAND と INT を用いることになるので多少の数学的要素は含まれるが、予備知識なしの学生に対して授業内での説明のみでも充分演習可能なレベルと考えることができる。（なお、正確には擬似乱数であるが、ここでは本質的な議論ではないので敢えて言及しないものとする）

対象セル	目的
C1	1 から 6 の整数乱数を発生させる
セル番号	方法 1 : 計算式
C1	=INT (RAND () *6) +1

無論、上記計算式以外にも方法はある。たとえば、上記計算式では 2 つの関数がネスト（入れ子）構造になっているが、ネストさせない方法である。

対象セル	目的
C1	1 から 6 の整数乱数を発生させる
セル番号	方法 2 : 計算式
A1	=RAND ()
B1	=A1*6
C1	=INT (B1) +1

使用するセルは増えるが、途中経過が見えるのでより理解しやすいかもしれない。ちなみに、途中経過を表示させることはプログラミングにおいてもデバッグの際に重要である。先述の通り、Excel演習にはプログラミング的要素が含まれるという好例だろう。

実際の演習ではセルをコピーして複数回サイコロを振ったこととみなし、合計数や確率を出すなどの統計処理演習と組み合わせることが可能である。

また、本物のサイコロでデータを収集・計算するなどして単純だが面倒な作業であることを実体験させ、コンピュータシミュレーションの重要性（有難味）を理解させるのも有効である。

【演習事例2】

代表的なモンテカルロシミュレーションであるπの計算の演習。図1のような1×1の正方形にダーツを投げたときに、正方形に刺さった本数（全部刺さると仮定すれば投げた本数）と扇の内側に刺さった本数から円周率πが求まるという有名なモンテカルロシミュレーションである。面積比率から

$$\pi = 4 \times \frac{\text{扇の内側に刺さった本数}}{\text{正方形に刺さった本数}}$$

という計算式によって円周率πが求められる。

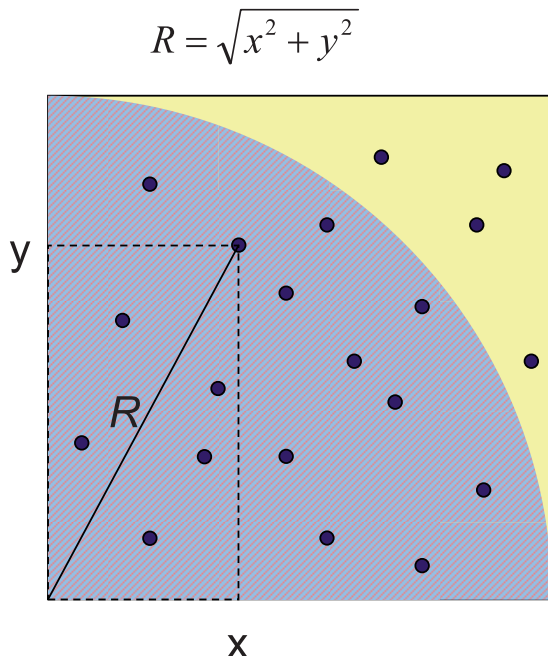


図1 モンテカルロシミュレーション

これをExcelで行うには、まず、0以上1未満の乱数を2つ発生させ、ダーツが刺さった座標とする。三平方の定理から簡単に扇の内側か外側かがわかるので後はカウントして計算するだけである。

なお、扇の内側か外側かを確認するだけであれば比

較は $\sqrt{x^2+y^2} \leq 1$ でも $x^2+y^2 \leq 1$ は変わらないので、わざわざ平方根を取る必要はない。下記の計算式では平方根を取らずに求めている。

対象セル	目的
G1	モンテカルロ法でπを計算する
セル番号	計算式 or 操作手順
A2	=RAND()
B2	=RAND()
C2	=A2*A2+B2*B2
D2	=IF(C2<=1, 1, 0)
A2:D2	→A3 : D20へコピーする
E1	=SUM(D2:D200)
F1	=COUNT(D2:D200)
G1	=4*E1/F1

【演習事例3】

ブラウン運動もどきの実験。Excelのグラフ機能を使ってランダムに移動した軌跡を表示させる。

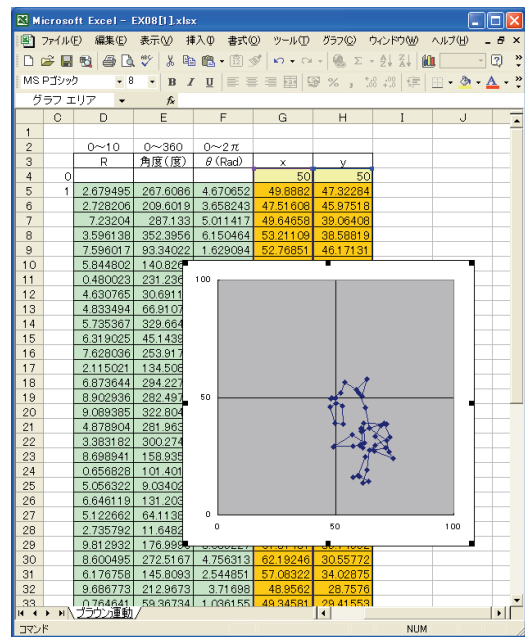


図2 ブラウン運動（もどき）の実験

対象セル	目的
G4:H54	ブラウン運動（もどき）をグラフ化
セル番号	値 or 計算式 or 操作手順
G4, H4	50
D5	=RAND()*10
E5	=RAND()*360
F5	=E5*PI()/180
G5	=G4+D5*COS(F5)
H5	=H4+D5*SIN(F5)
D5:H5	→D6:H54へコピーする
G4:H54	グラフ（散布図） 見やすくするために最大値や目盛線などいくつか調整する

## 5. Excel を用いた ALife 演習

Artificial Life(人工生命)[2][3] 関連のシミュレーション(創発的要素を含むシミュレーションなど)は単純な計算を繰り返し行うことが多いため、今回のテーマに極めて向いている。計算式が極めて単純であるにも関わらず複雑な結果が現れるものもあるので、仕組みの説明がわずかで済む割には結果を見て学生が驚くなど興味を引きやすいテーマだからである。

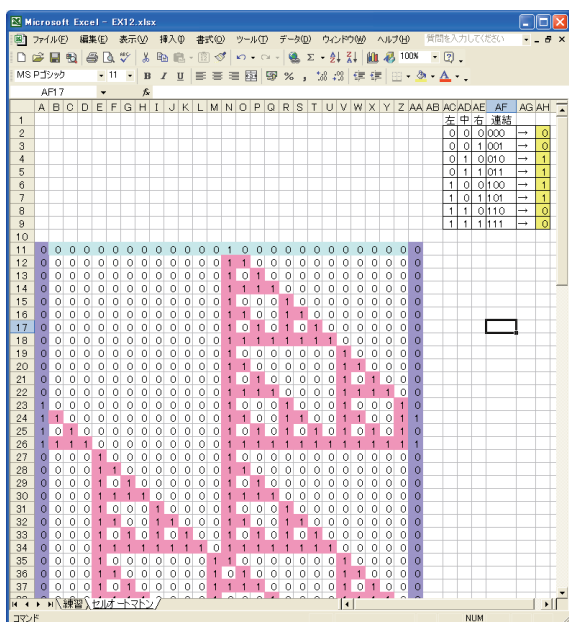


図3 セルオートマトン

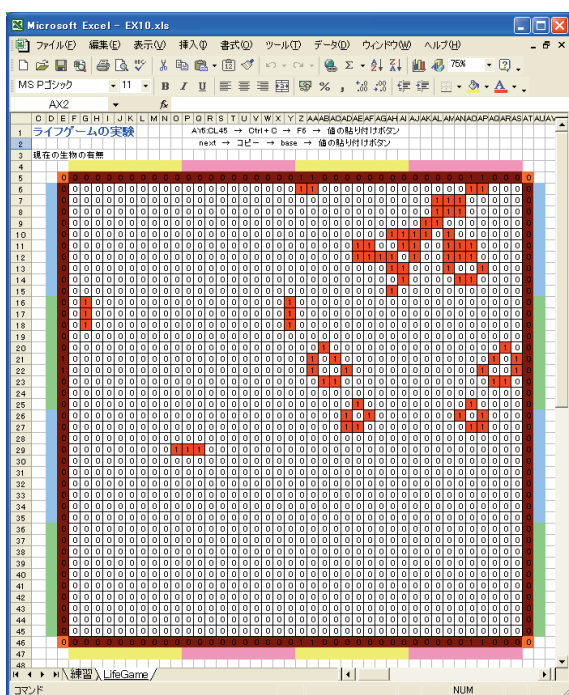


図4 ライフゲーム

実際、授業のテーマに入れて実践してみたところ、以下のような回答が多数寄せられた。

- ・コンピュータの操作や数学は苦手だが、単純な計算だったので手順は理解できた。
- ・しかしながら、実行結果は全く予想できず、複雑な図形が現れてとても驚いたし、非常に興味が沸いた。
- ・今までも Excel はときどき利用していたが、Excel でこんなことができるとは思わなかった。
- ・Excel の知らない機能がたくさん出てきた。
- ・シミュレーションに興味を沸かした。
- ・Excel の計算に興味を沸かした。
- ・与えられた(教えられた)計算式自体は理解できるが、さすがに(この計算式を)自分で思いつくのは無理。

ほぼ、予想通りの反応だったが、VLOOKUP や条件付書式なども使っているため、このレベルの演習課題になると専門知識が無いと学生自身の力で計算式等を導き出すことは難しいと思われる。ただし、パラメータ等を変更すると即座に再計算され絵柄が変わるので、計算式の意味が理解できなくても差し当たり興味は持ってくれるようである。

## 6. まとめ

以上、本研究では Excel を用いたシミュレーション演習授業について述べた。Excel にはプログラミング的要素が含まれるためシミュレーション演習等に適しており、工夫すれば ALife 関連の演習も一般向けの授業として利用可能である。

このノウハウを用いて、一部を一般教養授業で実践したところ、概ね好評だった。ただし、今回は敢えてマクロなどを使わないことを大前提としたため、(逆に)かなり複雑な操作になった部分もある。その結果、難易度調整にやや失敗して複雑な計算を用いた回は極めて不評だったため、もう少し工夫が必要なのかもしれない。

## 参考文献

- [1] 大村 平：『シミュレーションのはなし』, 日科技連, 1991
- [2] 有田 隆也：『人工生命』, 医学出版, 2002
- [3] 星野 力：『人工生命の夢と悩みーコンピュータ中の知能と行動の進化』, 裳華房, 1994

(2010年9月16日受理)