1999年度日本オペレーションズ・リサーチ学会
秋季研究発表会

Speakeasyによる数学やOR教育への提言

1202720　成蹊大学　新村秀一 SHINMURA Shuichi

1　はじめに

多くの私立大学の文科系学生は、数学で受験する必要がないので、高校1年ぐらいで数学を早々と捨ててしまっている。このため、大学における数学・統計・ORなどの理数科目で落ちこぼれる学生が多い。統計や数理計画法に関して、教室が2つに分かれて授業崩壊気味になったことを経験している。

これを解消する唯一の手段は、ソフトウエアを用いて、授業の内容をコンパクトで分かりやすく再編することである。そして従来の専門家教育に加えて、ユーザー教育を確立することである。

ここではSpeakeasyが、統計のアルゴリズム教育、プログラミング教育、数学・OR教育に広く利用できることを紹介したい(文献1)。Speakeasyは、行列・配列・集合・時系列を処理の単位として、数値計算やグラフに関する1000個以上の言葉を持った自然で使いやすい言語である。高級関数電卓として使え、コンピュータ言語として用いればアプリケーション開発が容易に行える。

2　Speakeasyによるユーザー教育への提言

以下、Speakeasyをユーザー教育へ利用することの利点を述べてみる。

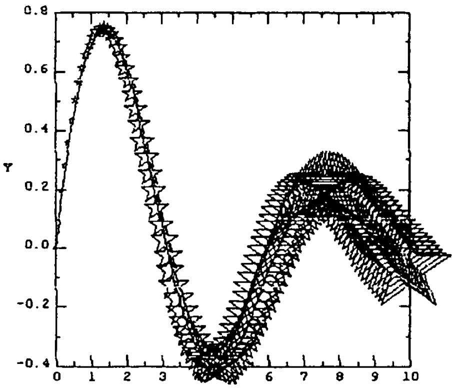
①　知的生産性を限りなく拡大

②　自然な表現で利用できる

③グラフで理解

「百聞は一見にしかず」とは、すごい言葉だ。どんなに分かりやすく言葉で説明されるより、絵やグラフを見るほうが、難かしい理論を理解するうえで重要だ。理解が容易になり、教える内容をコンパクトにできる。そして、図1のように三角関数を描く各点に星記号をつければ、遊び心も芽生えてくるのでなかろうか。

図1　三角関数に記号をつける



④　独学の楽しみ

⑤制約を乗り越えて

何事につけ、制約や束縛はいやなものだ。Speakeasyを用いれば、どんな複雑な方程式であろうが、微分し、積分し、解を求め、グラフにできる。利用者にとって、負担は同じだ。行列にしても、大学で習うテキストでも3行3列までの例題が限度である。Speakeasyを使えば、行列の値の入力に手間がかかるだけで、大きな行列の計算でもすぐに答えが得られる。

すなわち、より現実に近い問題が扱えるのは楽しいことだ。

従来の数学は、手計算か電卓でもって解を得るための手順を教えることに努力が払われていたが、いかに数学を現実の問題に適用できるかをこれから教えるべきだ。

⑥馬鹿馬鹿しさを乗り越えて

確率の問題に、ビュホンの針と呼ばれる問題がある。あるいは、乱数賽やサイコロを用いた乱数実験も数学の本で紹介されている。正直に言えば、馬鹿馬鹿しくてサイコロを何度も振る気はしない。しかし、Speakeasyに限らずソフトウエアで乱数を発生させれば、モンテカルロシミュレーションは実に楽しいことが実感できる。

⑦手作りの楽しさ

⑧名人でなくても道具を選ぼう

3　円で、複素数から微積分、シミュレーションを学ぶ

ここでは、Speakeasyを用いれば、テキストで教えるのに困難な内容を統一的に扱えることを示す。

3・1　複素数の楽しさ

複素平面で、単位円が z=r(cos θ +isin θ)(r=1)で表されることが分かれば、**図2**のような単位円を書くことは実に簡単だ。そして、その中から 90 度の間隔で点を結んで四角形、72 度の点を選ぶと五角形ができる。さらに、例えば $z=r^n(\cos\theta+i\sin\theta)$(r=0.99)として、(1,0)の点から出発し、3.6 度ごとに r をかけていけば、渦巻きでも簡単に作れる。

3・2 微積分

さて、単位円の面積は $\pi r^2=\pi$ である。これを確かめるのに、次のコマンドを入力すればよい。

```
:_x=grid(-1,1);yp=sqrt(1-x**2) ;
 yi= integral (yp:x) * 2
```

INTEGRAL コマンドによって、関数 yp の区間 [−1、1] における積分値が計算される。これを 2 倍すれば面積が求まる。

次に、単位円を微分してみよう。DERIVATIVE コマンドを使って、yp を x で微分できる。そして、ADDGRAPH コマンドで、単位円に x の導関数が簡単に重ねがきできる。

```
:_yd=derivative(yp:x) ; addgraph(yd:x)
```

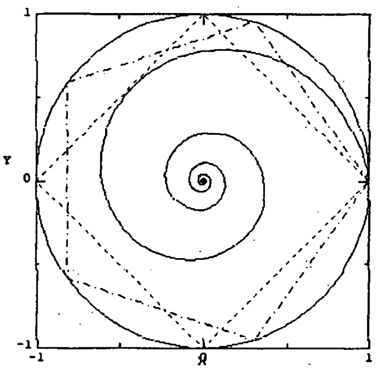


図2 単位円、四角形や渦巻きを作る

x=a と x=b の間の、関数 y=f(x)で表される曲線の長さ(弧長)は、次の積分 $\int_a^b \sqrt{1+(f'(x))^2}\,dx$ で計算できる。$f'(x)=-x/\sqrt{1-x^2}$ であるので、$1/\sqrt{1-x^2}$ を−1 から 1 で積分すればよいが、x=1 で分母が 0 になる。そこで、区間 [0, 0.5] で積分して 6 倍すれば、π の近似式が計算できる。

3・3 快刀乱麻のモンテカルロ・シミュレーション

コンピュータの乱数を用いれば、次から次といろいろな試みにチャレンジできる。単位円の面積は、前に見たとおりそれほど難しくないが、これを例にとろう。

図 3 の文を入力し、1 次元配列 x と y に各 100 個の乱数を発生させる。

図3 乱数実験

```
:_significance(5)
:_setrandom(111111)
:_x=array(1、100:)
:_x=random(x)
:_x
:_y=array(1、100:)
:_y=random(y)
:_y
:_z=array(1、100:)
:_z=x**2+y**2
:_z
:_z.le.1
:_graph(y:x)
```

生データをチェックした後は、(x, y)の値を、**図4**の 2 次元の散布図に描いてみよう。配列の第 1 要素から順に第 100 要素までが線で結ばれている。そして、$x^2+y^2 \leq 1$ を満たす個数でもって面積が求められる。

4 まとめ

いささか乱暴な議論であるが、その学問分野で使いやすいソフトを用いて教育を再構築すれば、問題意識をもてず、理論の理解についてこらない学生でも、楽しく学習させることができるのではなかろうか。今後、大いにこの点の議論を深めるべきであろう。

少なくとも、統計・OR・数学において、ソフトウエアを用いて効果的なユーザー教育を行えると確信している。

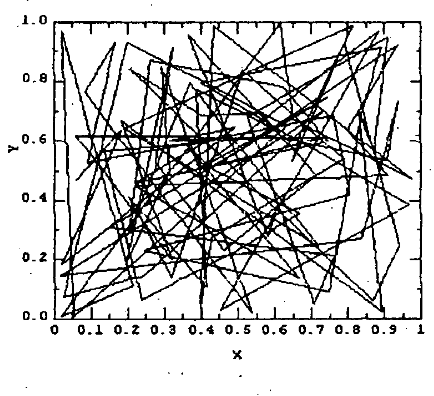


図4 単位円の面積を求める

文献

1) 新村秀一：「パソコンらくらく数学」、講談社(1999)。
2) 新村秀一：「パソコン楽々統計学」、講談社(1997)。
3) 新村秀一：「パソコンによるデータ解析」、講談社(1995)。
4) 新村秀一：「意思決定支援システムの鍵」、講談社(1993)。