

# 乱数を題材にした授業実践

## 体系化のための一素材として

山口県立岩国高等学校 山下 裕司

現場では指導する側にアルゴリズムやプログラミングについて指導した経験が少なく、それが「情報の科学」選択を躊躇させる結果となっている。最初からアルゴリズムやプログラミングをどう取り扱うかというように広くとらえると手が出しにくい。そこで、すぐにでも授業に利用できるようなテーマに絞って少しずつ授業実践を積み上げていき、それらが充実すればアルゴリズムやプログラミングについての指導内容を体系化して構築していけると考える。ここではテーマを「乱数」に絞った授業実践を紹介する。

### 1. 乱数を取り扱う

さて皆さん、今日は乱数について学習しましょう。まず、乱数とは何でしょうか。乱れた数？確かに字面はそうですがなんだか不真面目な数みたいな表現ですね。一定の範囲でランダムに発生する数とでも説明しておきましょう。ちゃんとした説明にはなっていないようですね。「乱」をランダムという英語に置き換えただけですからね。まあおいおい実例を示していきますのでそれで感じ取ってください。

#### 1.1 電子サイコロ

まず、乱数を利用して電子サイコロを作ってみましょう。ここでは表計算ソフトを利用します。乱数を発生させる `rand` 関数が用意されています。`=rand()` と入力してみてください。0 以上 1 未満の乱数を発生させます。乱数を  $r$  とすれば  $0 \leq r < 1$  です。ではその辺々を 6 倍してみてください。  $0 \leq 6r < 6$  ですね。数直線で表してみます。

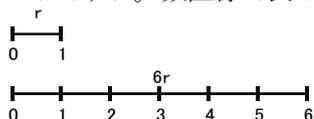


図1 乱数  $r$  の分布範囲を拡大する

整数値を境目にすれば確率を 6 等分できます。サイコロの目らしくなってきました。先ほどの入力した式を `=6 * rand()` と変えてみてください。これを表示してみましょうか。あれあれ、整数でないのでサイコロらしくないですね。では小数点以下を切り上げる関数で処理してみます。先ほど入力した式を `=Roundup(6*rand(),0)` と変えてみます。どうでしょう。F9 を繰り返し押してみてください。えっ？この電子サイコロを使ってクラスの代表委員を決めようですって。まあみんなが納得するならいいですけどね。じゃあ 6 というところをクラスの人数 40 に変えてみてください。`=Roundup(40*rand(),0)` 一発で決まりますよ。そ

れでは再計算 F9 を押します。24 が出ました！出席番号 24 番の Y 君、君がクラス役員に決定です。え？納得いかない？24 が出やすいように仕組まれているかもしれないって？うーん、確かに均等な確率で乱数が出現することを検証する必要がありますようです。では先ほどの 1 から 6 までを表示する電子サイコロに戻して目が均等に出るかどうかを検証することにしましょう。電子サイコロを下に向かって複写して 600 個ほどに増やしてみしましょう。どうです？均等に目が出ていますか？3 が多い？5 が少ない？やっぱり僕ははめられた？Y 君まあまあ待ってください。目ごとに出現した回数を数えてみましょう。煩わしい？いえいえそんなことはコンピュータがやってくれます。

	A	B C	D
1	電子サイコロ	目	出現回数
2	<code>=ROUNDUP(6*RAND(),0)</code>	1	<code>=COUNTIF(A:A,C2)</code>
3	<code>=ROUNDUP(6*RAND(),0)</code>	2	<code>=COUNTIF(A:A,C3)</code>
4	<code>=ROUNDUP(6*RAND(),0)</code>	3	<code>=COUNTIF(A:A,C4)</code>

図2 電子サイコロの目の出方を検証する

どうやら均等に目が出ているとってよさそうですね。何回か F9 を押して再計算してみてください。コンピュータがやることだからあたりまえじゃんって？いえいえ Y 君を責めてはいけません。「コンピュータが計算することだから間違いはない」という思い込みは危険です。いわば結果だけを出力するブラックボックスであるコンピュータを手放しで信頼してはならないし、常に検証する態度が大切です。

では、そんな態度を育てるために、いかさま電子サイコロを作ってみましょう。なんだか M 君目が輝きましたが人をだましてはいけませんよ。

1 の目が出る確率が 0.5, その他の目が出る確率がそれぞれ 0.1 である電子サイコロを作ってみます。情報の「科学的な理解」の一場面として、電子サイコロを利用するだけではなくその仕組みを

検証することが大切ですね。

	A	B	C	D	E	F	G
1	累積確率	0	=B1+B2	=C1+C2	=D1+D2	=E1+E2	=F1+F2
2	出現確率	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
3	目	1	2	3	4	5	6
4							
5	乱数r	いかさま電子サイコロ					
6	=RAND()	=HLOOKUP(A6,\$B\$1:\$G\$3,3)					

図3 いかさま電子サイコロ

## 1.2 人為的に乱数を発生させてみる

次に人為的に乱数を発生させてみましょう。人は乱数を発生させられるのでしょうか。乱数にも良い乱数と悪い乱数があります。良い乱数とは数値の出現確率が均等であり、かつ数値が規則性を持たずに出現するものです。逆に悪い乱数とは数値の出現確率が偏っているあるいは数値が規則性を持って出現するものです。次の乱数は良い乱数でしょうか悪い乱数でしょうか。

- ① 本当にサイコロを振って出た目を記録する
- ② 思い浮かんだ適当な三桁の数を記録する
- ③ 分厚い本を適当に開いてページを記録する
- ④ 割り切れない割り算  $3 \div 7$  で出てくる小数部分を記録する
- ⑤  $\pi$  の小数部分を記録する

### 1.2.1 思い浮かんだ適当な三桁の数は？

②は良い乱数ですか？では実際に行ってみましょう。二人一組になって、適当な三桁の数をコンピュータに入力していきましょう。50回繰り返します。表計算シートに直接入力していてもいいんですが、入力した数が見えていると次の数の発生に影響が出そうですね。では、VBAで入力システムを作成してみましょう。表計算ソフトを立ち上げて ALT + F11 を押して現れた画面に次のように打ってください。

```
Sub random()  
Dim a(100)          (※)  
Range("a:a").ClearContents  
For i = 1 To 50  
modoru:  
ans = InputBox("Please input number")  
n = Val(ans)  
If ans = "e" Then Exit For  
If n > 999 Or n < 100 Then GoTo modoru  
a(i) = n            (※)  
Next  
MsgBox ("OK?")  
For i = 1 To 50  
Cells(i, 1).Value = a(i)    (※)  
Next  
End Sub
```

二桁の数や四桁の数を入力してしまわないような工夫が必要です。その工夫をフローチャートで

表してみましょう。

では F5 を押して実行します。一人が思い浮かんだ数を声に出して、もう一人がそれを聞き取って入力してください。50回繰り返します。入力した数が記憶されていきます。先ほど打ち込んだプログラムの中で配列変数(※)といわれる変数に格納されていきます。むっ！T君たちは疲れたからもうやめたいですって？途中でやめるなら何を押しばいいかプログラムをみて考えなさい！

では検証作業を行ってみましょう。まず三桁の整数 n から各桁を抽出します。それから先ほどのサイコロの出現回数を数えた方法で各桁の数字の出現回数を表示させましょう。K子さんは 824 が多いですね。ああ 8 月 24 日が誕生日ですか、なるほど。A君は偶数が好きなようですね。

### 1.2.2 本のページから乱数を発生させる

本を適当に開いてそのページから乱数を発生させるためのフローチャートを考えてみましょう。これも 50回繰り返してみます。先ほど作成した入力システムを利用しましょう。

どうです？②と③は良い乱数となったでしょうか。人為的に発生させる乱数はあまり良い乱数とはいえないようです。④は出現する数が決まっていますので乱数といいかねる代物です。⑤はむずかしいところですが何兆桁と計算された結果、どうやら良い乱数になるようです。

## 2. スクイーク ETOYS で乱数利用

乱数を利用してモニター上に物の動きをシミュレーションしてみましょう。

### 2.1 ブラウン運動を ETOYS で再現

ブラウン運動とは分子の衝突によって小さな物体が任意の方向に移動を繰り返す運きのことです。実際のブラウン運動を動画で見てください。さてこれを ETOYS を利用して表現してみましょう。こういった動きをランダムウォークといいます。日本語では酔歩といわれます。酔っぱらいの歩きです。ETOYS で発生する乱数は、指定した整数以下の自然数がランダムに発生するものです。これを用いてランダムウォークを実現するためのフローチャートを考えましょう。さて、同じアルゴリズムでもパラメータの取り方によりずいぶん違った動きになるようです。

### 2.2 枯れ葉が舞い、雪が降る

乱数を用いるとおもしろい動きが再現できます。色々なアルゴリズムが考えられますね。