

授業実践:釣り銭問題を究める

一たかが釣り銭, されど釣り銭一

齋藤 実

埼玉県立芸術総合高等学校
minoru.saito@red.jpn.org

教科「情報」が始まった当初には, モデル化とシミュレーションの題材として定番だった「釣り銭問題」が, 残念ながら現在は影を潜めている. 教科書掲載においては薄れを感じる. 新学習指導要領解説にはその重要性が感じ取れない. それらを, 払拭したい.

1. 釣り銭問題とは

釣り銭問題の具体例

問題(釣り銭の用意)

ある遊園地では, 風船を販売している. 風船の販売担当者は, 釣り銭をいくら持ってまわればよいだろうか.

ここでは, 以下の条件を設定することにする.

- ①風船の販売価格 1個 500円
- ②風船の販売個数 1回の巡回で 20個
- ③風船の同時販売個数 1個ずつ
- ④客の支払い金種 客は 500円だけを持って来るか, 1000円札を持って来て, 500円の釣り銭を受け取るかのいずれかで, それらは等しい確率で起こる.

2. 実践報告

2.1 解法1:コインによるシミュレーション(図1)

コインスにより,

表:釣り銭なし 裏:釣り銭あり

として, 釣り銭の有無を決定し, 表を作成しながら, この場合では実際に何枚の 500円硬貨が必要になるかを考えさせる.

回数	コインの状態	釣り銭の有無	釣り銭の増減	500円硬貨の枚数
(開始時)				0
1	表	無	+1	1
2	表	無	+1	2
3	裏	有	-1	1
4	表	無	+1	1
5	裏	有	-1	0
6	表	無	+1	1
7	裏	有	-1	0
8	裏	有	-1	-1
9	裏	有	-1	-2
10	裏	有	-1	-3
11	表	無	+1	-3
12	表	無	+1	-2
13	裏	有	-1	-3
14				-2
15				-1
16				0
17	表	無	+1	1
18	裏	有	-1	0
19	表	無	+1	1
20	裏	有	-1	0

コインス
表... 500円
裏... 1,000円

500円玉が増える

500円玉が減る

釣り銭として, 4枚の500円硬貨を持ってまわればよい。

図1 コイントスによるシミュレーション

※手作業とコンピュータ(Excel)との比較の上でも, この手作業は重要である.

2.2 解法2(Excelを使ったシミュレーション)

①不足枚数を求める Sheet を作成する. (図2)

回数	乱数	表or裏	増減	枚数
1	0			0
2	0.457593	表	1	1
3	0.197811	表	1	2
4	0.733198	裏	-1	1
5	0.458654	表	1	2
6	0.357774	表	1	3
7	0.938582	裏	-1	2
8	0.303234	表	1	3
9	0.557734	裏	-1	2
10	0.454167	表	1	3
11	0.110424	表	1	4
12	0.56301	裏	-1	3
13	0.93689	裏	-1	2
14	0.806364	裏	-1	1
15	0.485912	表	1	2
16	0.13797	表	1	3
17	0.902964	裏	-1	2
18	0.802993	裏	-1	1
19	0.629891	裏	-1	0
20	0.476214	表	1	1
21	0.969187	裏	-1	0
22				0

Formulas shown in the image:
 - D2: =E2+D3
 - D3: =IF(C3="表", 1, -1)
 - C3: =IF(B3<0.5, "表", "裏")
 - B3: =RAND()
 - E22: =MIN(E2:E22)
 - E23: =-E23

図2 Excelによる釣り銭問題の解法

※F9 キーを押すと再計算する. この再計算機能を用いて何回でも簡単にシミュレーションができ, 生徒に「驚きと興味」を引き起こすことができる.

※「乱数」「表 or 裏」「増減」「枚数」の 4 行目~22 行目は, 3 行目の式を下にフィルハンドルコピーする.

一歩進んだ考察 プログラム(マクロ)により 1000 回繰り返したときの度数分布表を作成する. これは, 生徒に教師と一緒に作らせてもよいし, 完成品を配付してもよい.

②度数分布表を追加する. (図3)

※「相対度数」と「累積相対度数」についても, 式を下にフィルハンドルコピーすればよい.

③度数分布表からヒストグラムを作成する. (図3)

④度数分布表を作成していくプログラムを入力する.

(なお, Sheet 名を「度数分布」に変更) (図4)

⑤プログラムを実行する. (図3)

この動きのあるヒストグラムを見せると, 生徒はさらに強い興味を示す. 生徒の実態に応じてマクロの説明をするとよい.

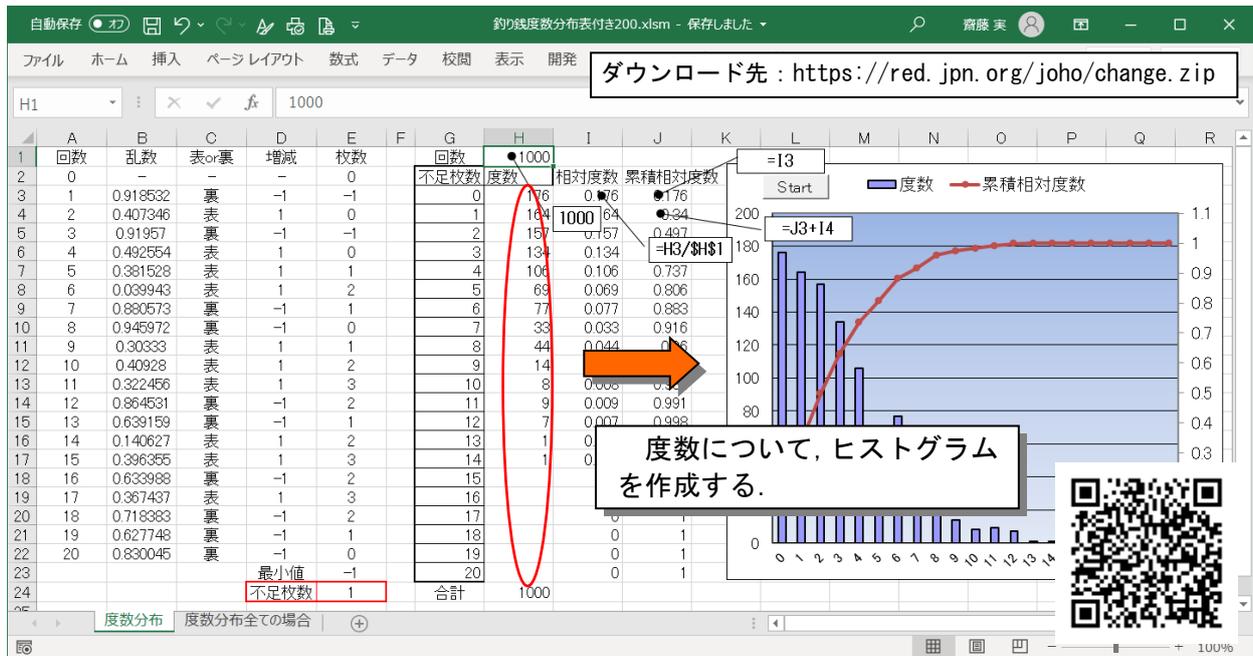


図3 度数分布表とヒストグラム (右下のQRコードは実行させた際の動きの例)

```

Microsoft Visual Basic for Applications - [Module1 (コード)]
Sub 釣り銭()
Worksheets("度数分布").Range("H3:H23").Clear
Calculate
DoEvents: DoEvents
Dim N, I, R As Long
N = Worksheets("度数分布").Cells(1, 8).Value
For I = 1 To N
R = 3 + Worksheets("度数分布").Cells(24, 5).Value
Worksheets("度数分布").Cells(R, 8).Value _
= Worksheets("度数分布").Cells(R, 8).Value + 1
Calculate
DoEvents: DoEvents
Next I
End Sub
    
```

図4 度数分布表を作成するマクロ

問い 累積相対度数の値をみて、何枚釣り銭を用意すれば、90%の確率で釣り銭に困らないといえるか。また、99%の確率では何枚用意すればよいか。

参考 全ての場合 ($2^{20}=1,048,576$) を調べた結果、92%の確率で、7枚、99%の確率で、11枚用意すれば釣り銭で困らないといえる。

※この**参考**と**問い**との結果を比較し、わずか1000回繰り返した結果でも、かなり類似していることに気付かせる。全部を調べなくても一部を見ただけで全体が推測できるという統計学の面白さ、楽しさに、強く興味を持たせることができる。さらなる発展に期待ができる。

3. 生徒の感想例

授業後の生徒の感想例(抜粋)を以下に示す。生徒に、多少たりとも感動を与えられたと感じた。さらに感動、大きなインパクトを与えていきたい。

- 釣り銭を求めるにもパソコンを使うと瞬時にできるので、色々使えると思った。
- 釣り銭の枚数が0になる確率が一番高いとは予想しなかった。
- 全ての場合(1,048,576通り)を、人間の手作業では、20年掛かることが、パソコンでは数分で終わる。コンピュータの速さに驚いた。
- 0.1%統計を取るだけで、全体が大体分かってしまうという話が面白かった。
- 身近なことを題材にただに、コンピュータの能力が生活に応用できるということを実感した。
- これから役立つことを学べて、興味がわいた。
- シミュレーションは、身近にある話題を考えることができ、面白かった。
- モデルがシミュレーションと結びつく点で、新しい意味を知って驚いた。
- モデル化すると、私たちがその物事を正確に見ることができ、分かりやすい。社会にとっても重要な役割を果たしていることが分かった。
- 数学の確率のような求め方しかないと思っていたけれど、そのようなものもコンピュータでできるとはすごいと思った。
- シミュレーションやプログラミングの実習が面白く、この機会に少し学ぼうと思った。

参考文献

- (1) 文部科学省：“新教科「情報」現職教員等認定講習会テキスト”，文部科学省(2000-2002)。
- (2) 齋藤実：“「情報の科学」授業の実践のために”，高校「情報科」情報誌 CHANNEL, Vol.9-3, pp.4-5, 開隆堂出版(2009)。
- (3) 齋藤実：“授業実践：グラフが動く！ちょっとした工夫”，第13回全国大会講演論文集, pp.16-17, 日本情報科教育学会 (2020)。