

資料 I

ICTを利用した学習指導者研修講座
【研修3】モデル化とシミュレーション
(釣銭問題)

帝塚山学院大学
稲川 孝司

1

本日の資料

1. モデル化とシミュレーション説明 (資料1.pdf)
2. コイントス生徒記入用 (資料2.pdf)
3. 釣銭計算生徒記入用 (資料3.pdf)
4. 乱数を使ったエクセルの表 (資料4.xlsx)
5. マクロを組み込んだエクセルの表 (資料5.xlsm)

2

情報 I の単元と内容

(1) 情報社会の問題解決

- (ア) 問題を発見・解決する方法
- (イ) 情報社会における個人の果たす責任と役割
- (ウ) 情報技術が果たす役割と望ましい情報社会の構築

(2) コミュニケーションと情報デザイン

- (ア) メディアの特性とコミュニケーション手段
- (イ) 情報デザイン
- (ウ) 効果的なコミュニケーション

(3) コンピュータとプログラミング

- (ア) コンピュータの仕組み
- (イ) アルゴリズムとプログラミング
- (ウ) モデル化とシミュレーション

4) 情報通信ネットワークとデータの活用

- (ア) 情報通信ネットワークの仕組みと役割
- (イ) 情報システムとデータの管理
- (ウ) データの収集・整理・分析

4

(3) コンピュータとプログラミングの目標

ア 知識・技能	(ア) コンピュータや外部装置の仕組みや特徴，コンピュータでの情報の内部表現と計算に関する限界について理解すること。 (イ) アルゴリズムを表現する手段，プログラミングによってコンピュータや情報通信ネットワークを活用する方法について理解し技能を身に付けること。 (ウ) 社会や自然などにおける事象をモデル化する方法，シミュレーションを通してモデルを評価し改善する方法について理解すること。
イ 思考・判断 ・表現	(ア) コンピュータで扱われる情報の特徴とコンピュータの能力との関係について考察すること。 (イ) 目的に応じたアルゴリズムを考え適切な方法で表現し，プログラミングによりコンピュータや情報通信ネットワークを活用するとともに，その過程を評価し改善すること。 (ウ) 目的に応じたモデル化やシミュレーションを適切に行うとともに，その結果を踏まえて問題の適切な解決方法を考えること。

出典：高等学校学習指導要領解説情報編 P.31

5

(3)(ウ) モデル化とシミュレーション

【単元の評価目標】

知識・技能	社会や自然などにおける事象をモデル化する方法，シミュレーションを通してモデルを評価し改善する方法について理解する。
思考・判断・表現	目的に応じたモデル化やシミュレーションを適切に行うとともに，その結果を踏まえて問題の適切な解決方法を考えること。
主体的に学習に取り組む態度	問題解決にコンピュータを積極的に活用しようとしている。結果を振り返って改善して、情報社会に積極的に参画しようとしている。

6

(3)(ウ) モデル化とシミュレーション

単元の指導計画

	学習内容・活動
1	【モデル化】 モデル化とは何か、どのようにモデル化をすればよいか、モデル化の手順と分類方法を学ぶ。
2	【確定的モデルのシミュレーション】 確定的モデルをシミュレーションする手順を学ぶ。 時間とともに変化するモデルを考えて、表計算ソフトを使ってシミュレーションする。
3	【確率的モデルのシミュレーション】 確率的モデルをシミュレーションする手順を学ぶ。 確率的モデルを、表計算ソフトの一樣乱数を使ってシミュレーションする。

7

釣り銭問題

問題：ある遊園地では巡回して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？

【モデル化】

ここでは、以下の4つの条件を設定することにする。

条件①：風船の販売価格：1個500円

条件②：風船の販売個数：1回の巡回で20個

条件③：風船の同時販売個数：1個ずつ

条件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。

確率は50%

8

釣り銭問題（事前予想）

20人に風船を販売する場合、500円硬貨を20枚用意すれば確実に販売できるが、可能なら釣り銭を少なくしたい。

1. 釣り銭を何枚用意すれば、90%の確率で一巡できるか？
2. 釣り銭を何枚用意すれば、99%の確率で一巡できるか？

※確率が90%とは、10回中9回は成功するという意味

※確率が99%とは、100回中99回は成功するという意味

確率	必要な釣り銭枚数
90%	枚
99%	枚
100%	20枚

直感で予想を書いてください。

9

(1) コイントスと釣り銭の関係

客が釣り銭を持っているかどうかをコイントスをして決める。
 決め方は、表が出れば客は500円を持っているとして、釣り銭は不要（無）でお釣りが増える。
 裏が出れば客は1000円しか持っていないとして、お釣りの500円を渡す必要があり、釣り銭は必要（有）でお釣りが減る。

コイントスを20回試行して各自で表に記入して下さい。

【資料2 記入例】

回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
コインの状態	表	表	裏	裏	表	裏	裏	裏	裏	裏
釣り銭の有無	無	無	有	有	無	有	有	有	有	有
回数	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
コインの状態	表	表	裏	表	表	表	表	裏	表	裏
釣り銭の有無	無	無	有	無	無	無	無	有	無	有

10

(2) 釣り銭の増減計算

【資料3 記入例】

コイントス
 表・・・500円
 裏・・・1,000円

最初に500円硬貨を持っていない(0枚)と仮定する。

コインが表なら、客は500円を持って買うので、釣り銭は増える(+1)。

コインが裏なら、客は1000円を持って買うので釣り銭の500円を渡す必要があり、釣り銭は減る(-1)。

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	裏	有	-1	0
5	表	無	+1	1
6	裏	有	-1	0
7	裏	有	-1	-1
8	裏	有	-1	-2
9	裏	有	-1	-3
10	裏	有	-1	-4
11	表	無	+1	-3
12	表	無	+1	-2
13	裏	有	-1	-3
14	表	無	+1	-2
15	表	無	+1	-1
16	裏	有	-1	-2
17	表	無	+1	-1
18	裏	有	-1	-2
19	表	無	+1	-1
20	裏	有	-1	0

最小値を調べて、釣り銭として、4枚の500円硬貨を持ってまわれればよい。

11

釣り銭シミュレーション (Excel)

・コインの代わりに、Excelの乱数を使って、シミュレーションを行う。

ExcelのRAND()関数は0以上1未満の小数の乱数を発生できるので、0.5より小さいか大きいかで、表か裏かを判断できる。

※同じ式はオートフィルでコピーできる。

回数	乱数	表or裏	増減	枚数
(開始時)	-	-	-	0
1	0.0722341	表	1	1
2	0.3632385	表	1	2
3	0.8161444	裏	-1	1
4	0.7236088	裏	-1	0
5	0.7103083	裏	-1	-1
6	0.5931407	裏	-1	-2
7	0.7763939	裏	-1	-3
8	0.4606244	表	1	-2
9	0.6411239	裏	-1	-3
10	0.1575496	表	1	-2
11	0.7214783	裏	-1	-3
12	0.9065682	裏	-1	-4
13	0.9587035	裏	-1	-5
14	0.7722427	裏	-1	-6
15	0.6526109	裏	-1	-7
16	0.6819192	裏	-1	-8
17	0.5006881	裏	-1	-9
18	0.2972637	表	1	-8
19	0.5948477	裏	-1	-9
20	0.1435908	表	1	-8
21				-9
22				-9
23			最小値	-9
24			不足枚数	9

12

釣り銭問題で使う関数の説明

- B3のセル =RAND()
0から1までの小数の乱数を発生させる
- C3のセル =IF(B3 < 0.5 , “表” , “裏”)
乱数が、0.5以下なら表、0.5以上なら裏
- D3のセル =IF(C3 = “表” , 1 , -1)
- E3のセル =E2 + D3
釣り銭の過不足を計算する
- E23のセル =MIN(E2 : E22)
- E24のセル =-E23
表の中から最小値を見つける

13

資料3:釣り銭.xlsx エクセルの表 (完成版)

回数	乱数	表or裏	増減	枚数
0	-	-	-	0
1	0.0173304	表	1	1
2	0.7957692	裏	-1	0
3	0.7193703	裏	-1	-1
4	0.6028766	裏	-1	-2
5	0.4970835	表	1	-1
6	0.3502403	表	1	0
7	0.1817248	表	1	1
8	0.9920977	裏	-1	0
9	0.5140578	裏	-1	-1
10	0.3454362	表	1	0
11	0.3839239	表	1	1
12	0.6398943	裏	-1	0
13	0.8998374	裏	-1	-1
14	0.7830164	裏	-1	-2
15	0.4027419	表	1	-1
16	0.7178801	裏	-1	-2
17	0.8307316	裏	-1	-3
18	0.2926062	表	1	-2
19	0.1719518	表	1	-1
20	0.9832537	裏	-1	-2
最小値				-3
不足枚数				3

最初に500円硬貨を持っていない(枚数=0)と仮定する。

コインが表なら、客は500円を持って買うので、釣り銭の増減は+!

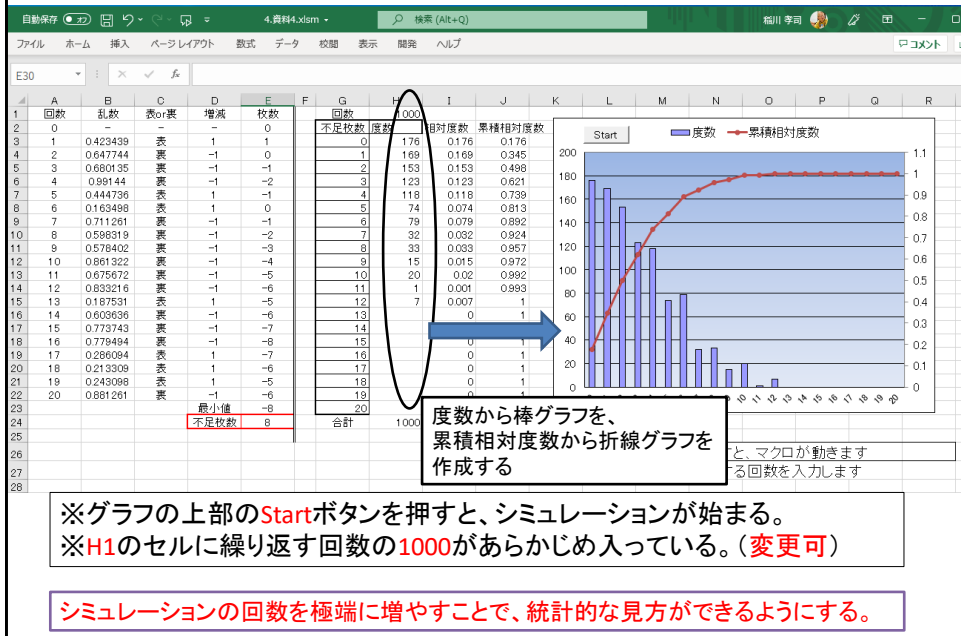
コインが裏なら、客は1000円を持って買うので、釣り銭を渡す必要があり、釣り銭の増減は-!

※F9で乱数を変える

※コンピュータを使えば、楽にシミュレーションができることに気付かせ、シミュレーションの可能性やコンピュータの高速性を理解させる

14

資料4:釣り銭シミュレーション(マクロ)



15

釣り銭シミュレーション結果の考察

【問】釣り銭を何枚用意すればよいかを、1000回実施した時のシミュレーションの結果の図から読み取り、90%、99%の確率での釣り銭の枚数を書きなさい。また、事前予想と結果の違いを考察しなさい。

必要な釣り銭枚数

確率	事前予想	1000回
90%	枚	枚
99%	枚	枚
100%	20枚	20枚

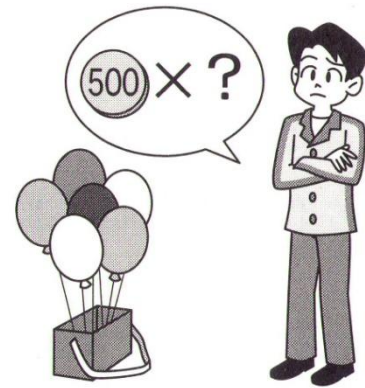
90%や99%が信頼度を示す数値として、一般的に用いられていることを理解させる。

なぜ、そのような結果になるのか、予想枚数となぜ違うのか？理由を説明しなさい。
考察：

モデル化とシミュレーション

例題 <釣り銭をどれくらい用意したらよいか>

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。



(1) 条件の確認

- ・風船の販売価格 ... 1個 500円
- ・風船の個数 ... 20個
- ・風船の同時販売数 ... 1個
- ・客の支払金額 ... 500円か1000円
それらは等しい確率で起こる。

(2) 釣り銭の有無

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する



回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
コインの状態										
釣り銭の有無										
回数	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
コインの状態										
釣り銭の有無										

メモ 硬貨は、図柄が描かれているほうが表、数字で額面が書かれているほうが裏です。

ただし、5円玉は稲穂と5円と書かれているほうが表です。

モデル化とシミュレーション

(3) 釣り銭の増減

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				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

したがって、釣り銭として、_____枚の500円硬貨を持ってまわればよい。

メモ 記入例 コインの状態：表/裏

釣り銭の有無： なし/あり

釣り銭の増減： 1/-1