

# 体験統計学

～第11回～

[本稿のWebページ](#)

古橋 武

# 小テスト10.1 (選挙での出口調査の信頼度) 解答

|    | A                 | B     | C    | D                               | E           | F           |
|----|-------------------|-------|------|---------------------------------|-------------|-------------|
| 1  | 選挙の出口調査の信頼度       |       |      |                                 |             |             |
| 2  |                   |       |      |                                 |             |             |
| 3  | Bさんの真の支持率 $p_0 =$ |       | 0.6  |                                 |             |             |
| 4  |                   |       |      |                                 |             |             |
| 5  | 出口調査の人数           | $n =$ | 1000 |                                 |             |             |
| 6  |                   |       |      |                                 |             |             |
| 7  | 有権者の投票結果          |       |      |                                 |             |             |
| 8  |                   | 0     |      | Bさんの得票率                         | 0.602       |             |
| 9  |                   | 1     |      | $\sigma$ の近似値                   | 0.015486634 |             |
| 10 |                   | 1     |      |                                 |             |             |
| 11 |                   | 0     |      | 0.571646197 $\leq$ 真の支持率 $\leq$ |             | 0.632353803 |
| 12 |                   | 1     |      |                                 |             |             |
| 13 |                   | 1     |      |                                 |             |             |

[Empty box]

[Empty box]

[Empty box]

# 小テスト10.1 (選挙での出口調査の信頼度) 解答

|    | A                 | B     | C    | D                     | E | F           |
|----|-------------------|-------|------|-----------------------|---|-------------|
| 1  | 選挙の出口調査の信頼度       |       |      |                       |   |             |
| 2  |                   |       |      |                       |   |             |
| 3  | Bさんの真の支持率 $p_0 =$ |       | 0.6  |                       |   |             |
| 4  |                   |       |      |                       |   |             |
| 5  | 出口調査の人数           | $n =$ | 1000 |                       |   |             |
| 6  |                   |       |      |                       |   |             |
| 7  | 有権者の投票結果          |       |      |                       |   |             |
| 8  |                   | 1     |      | Bさんの得票率               |   | 0.597       |
| 9  |                   | 1     |      | $\sigma$ の近似値         |   | 0.015510996 |
| 10 |                   | 0     |      |                       |   |             |
| 11 |                   | 0     |      | 0.566598448 ≤ 真の支持率 ≤ |   | 0.6274      |
| 12 |                   | 0     |      |                       |   |             |
| 13 |                   | 0     |      |                       |   |             |

**$=INT(RAND()+\$C\$3)$**

# 小テスト10.1 (選挙での出口調査の信頼度) 解答

|    | A                 | B     | C    | D                               | E           | F |
|----|-------------------|-------|------|---------------------------------|-------------|---|
| 1  | 選挙の出口調査の信頼度       |       |      |                                 |             |   |
| 2  |                   |       |      |                                 |             |   |
| 3  | Bさんの真の支持率 $p_0 =$ |       | 0.6  |                                 |             |   |
| 4  |                   |       |      |                                 |             |   |
| 5  | 出口調査の人数           | $n =$ | 1000 |                                 |             |   |
| 6  |                   |       |      |                                 |             |   |
| 7  | 有権者の投票結果          |       |      |                                 |             |   |
| 8  |                   | 1     |      | Bさんの得票率                         | 0.597       |   |
| 9  |                   | 1     |      | $\sigma$ の近似値                   | 0.015510996 |   |
| 10 |                   | 0     |      |                                 |             |   |
| 11 |                   | 0     |      | 0.566598448 $\leq$ 真の支持率 $\leq$ | 0.6274      |   |
| 12 |                   | 0     |      |                                 |             |   |
| 13 |                   | 0     |      |                                 |             |   |

**=AVERAGE(A8:A1007)**

**=INT(RAND()+\$C\$3)**

# 小テスト10.1 (選挙での出口調査の信頼度) 解答

|    | A                 | B     | C    | D                               | E           | F |
|----|-------------------|-------|------|---------------------------------|-------------|---|
| 1  | 選挙の出口調査の信頼度       |       |      |                                 |             |   |
| 2  |                   |       |      |                                 |             |   |
| 3  | Bさんの真の支持率 $p_0 =$ |       | 0.6  |                                 |             |   |
| 4  |                   |       |      |                                 |             |   |
| 5  | 出口調査の人数           | $n =$ | 1000 |                                 |             |   |
| 6  |                   |       |      |                                 |             |   |
| 7  | 有権者の投票結果          |       |      |                                 |             |   |
| 8  |                   | 1     |      | Bさんの得票率                         | 0.597       |   |
| 9  |                   | 1     |      | $\sigma$ の近似値                   | 0.015510996 |   |
| 10 |                   | 0     |      |                                 |             |   |
| 11 |                   | 0     |      | 0.566598448 $\leq$ 真の支持率 $\leq$ | 0.6274      |   |
| 12 |                   | 0     |      |                                 |             |   |
| 13 |                   | 0     |      |                                 |             |   |

`=AVERAGE(A8:A1007)`

`=SQRT(E8*(1-E8)/(C5-1))`

`=INT(RAND()+$C$3)`

# 小テスト10.1 (選挙での出口調査の信頼度) 解答

|    | A               | B   | C    | D                     | E           | F |
|----|-----------------|-----|------|-----------------------|-------------|---|
| 1  | 選挙の出口調査の信頼度     |     |      |                       |             |   |
| 2  |                 |     |      |                       |             |   |
| 3  | Bさんの真の支持率 $p_0$ | =   | 0.6  |                       |             |   |
| 4  |                 |     |      |                       |             |   |
| 5  | 出口調査の人数         | $n$ | 1000 |                       |             |   |
| 6  |                 |     |      |                       |             |   |
| 7  | 有権者の投票結果        |     |      |                       |             |   |
| 8  |                 | 1   |      | Bさんの得票率               | 0.597       |   |
| 9  |                 | 1   |      | $\sigma$ の近似値         | 0.015510996 |   |
| 10 |                 | 0   |      |                       |             |   |
| 11 |                 | 0   |      | 0.566598448 ≤ 真の支持率 ≤ | 0.6274      |   |
| 12 |                 | 0   |      |                       |             |   |
| 13 |                 | 0   |      |                       |             |   |

$$=AVERAGE(A8:A1007)$$

$$=SQRT(E8*(1-E8)/(C5-1))$$

$$=INT(RAND()+\$C\$3)$$

$$=E8-1.96*E9$$

# 小テスト10.1 (選挙での出口調査の信頼度) 解答

|    | A               | B   | C    | D                     | E           |
|----|-----------------|-----|------|-----------------------|-------------|
| 1  | 選挙の出口調査の信頼度     |     |      |                       |             |
| 2  |                 |     |      |                       |             |
| 3  | Bさんの真の支持率 $p_0$ | =   | 0.6  |                       |             |
| 4  |                 |     |      |                       |             |
| 5  | 出口調査の人数         | $n$ | 1000 |                       |             |
| 6  |                 |     |      |                       |             |
| 7  | 有権者の投票結果        |     |      |                       |             |
| 8  |                 | 1   |      | Bさんの得票率               | 0.597       |
| 9  |                 | 1   |      | $\sigma$ の近似値         | 0.015510996 |
| 10 |                 | 0   |      |                       |             |
| 11 |                 | 0   |      | 0.566598448 ≤ 真の支持率 ≤ | 0.6274      |
| 12 |                 | 0   |      |                       |             |
| 13 |                 | 0   |      |                       |             |

$$=AVERAGE(A8:A1007)$$

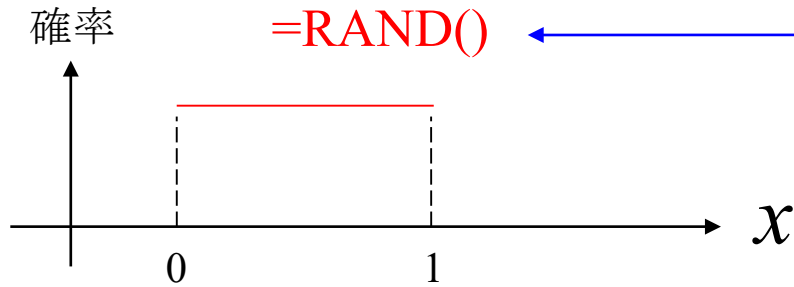
$$=SQRT(E8*(1-E8)/(C5-1))$$

$$=INT(RAND()+\$C\$3)$$

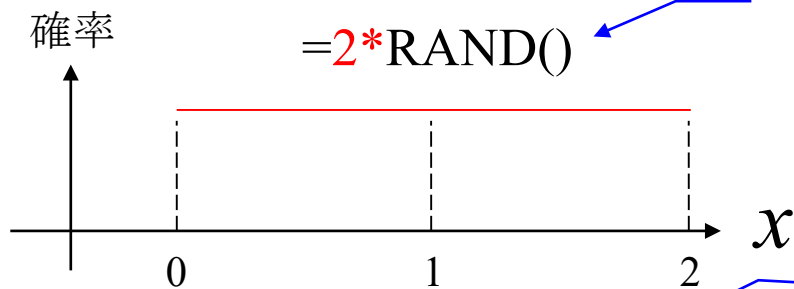
$$=E8-1.96*E9$$

$$=E8+1.96*E9$$

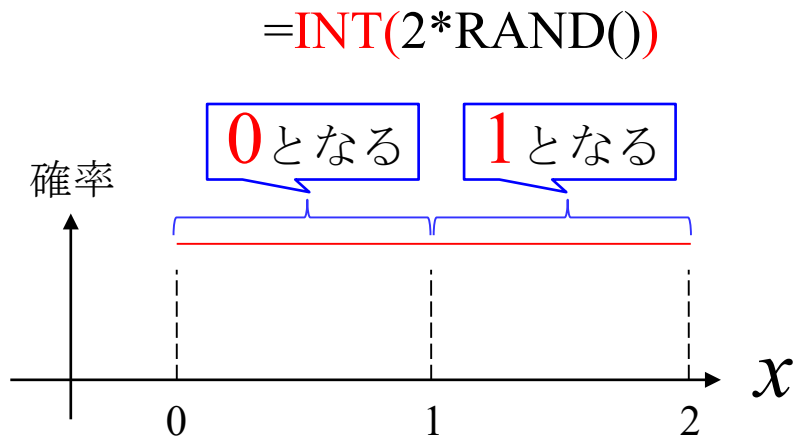
# RAND()関数, INT()関数の性質



**RAND()**関数は $0 < x < 1$ の間のどの $x$ も同じ確率で出力する。  
という。



**2\*RAND()**関数は  
の一様乱数を入力する。



**=INT(y)**関数は $y$ の  
関数。

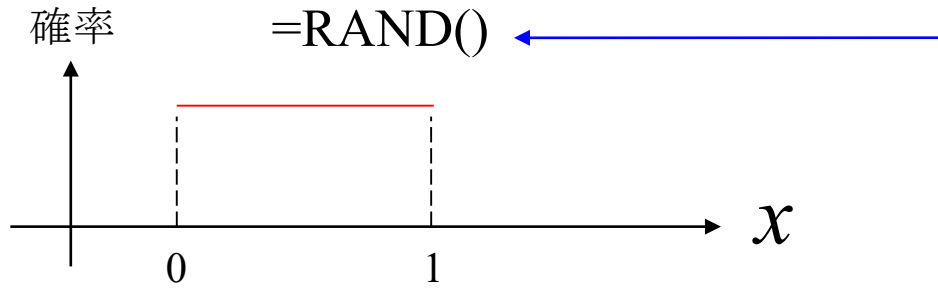
↓

↓

コイン投げ

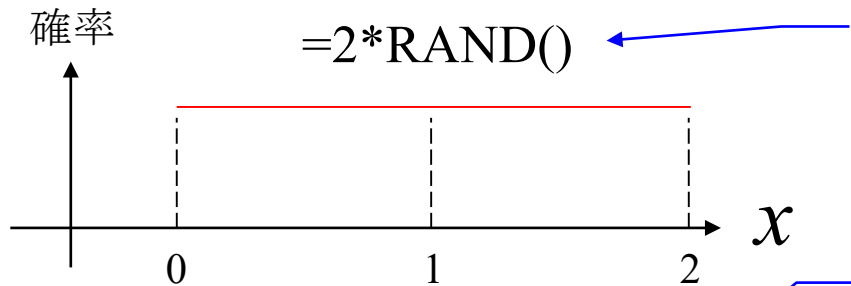


# RAND()関数, INT()関数の性質

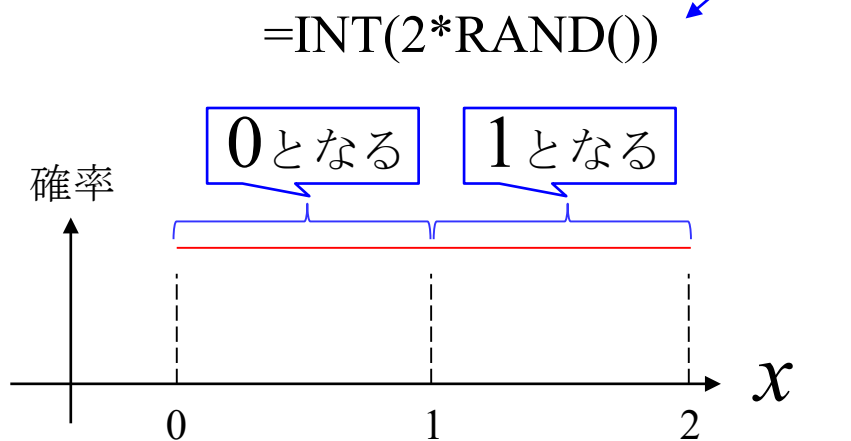


RAND()関数は $0 < x < 1$ の間のどの $x$ も同じ確率で出力する。

**一様乱数**という。



$2*\text{RAND}()$ 関数はの一様乱数を出力する。



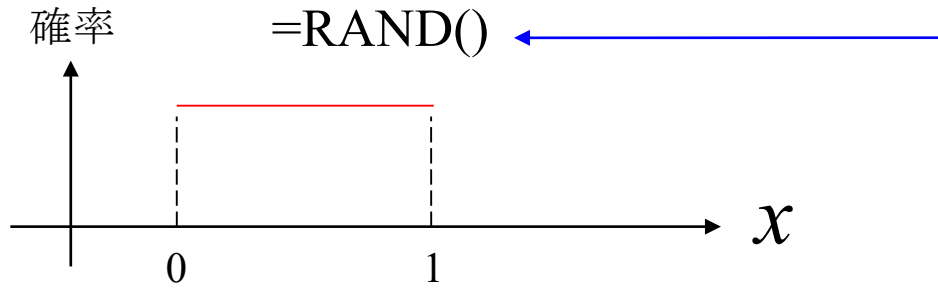
$=\text{INT}(y)$ 関数は $y$ の関数。

↓

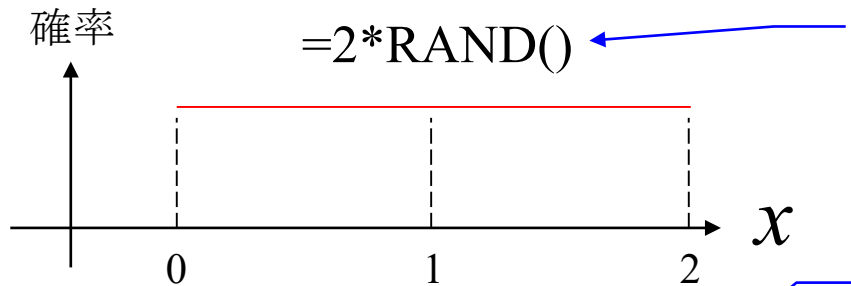
↓

コイン投げ

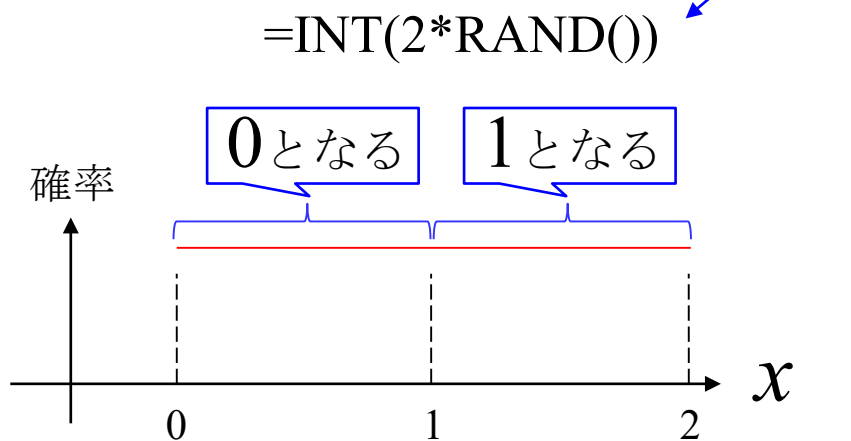
# RAND()関数, INT()関数の性質



RAND() 関数は  $0 < x < 1$  の間のどの  $x$  も同じ確率で出力する。  
一様乱数という。



$2 * \text{RAND}()$  関数は  $0 < x < 2$  の一様乱数を出力する。



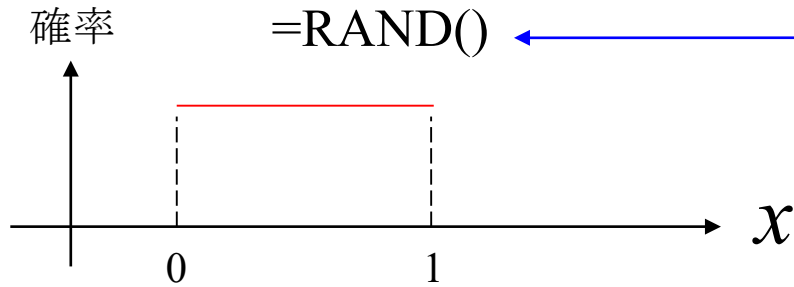
$=\text{INT}(y)$  関数は  $y$  の関数。

↓

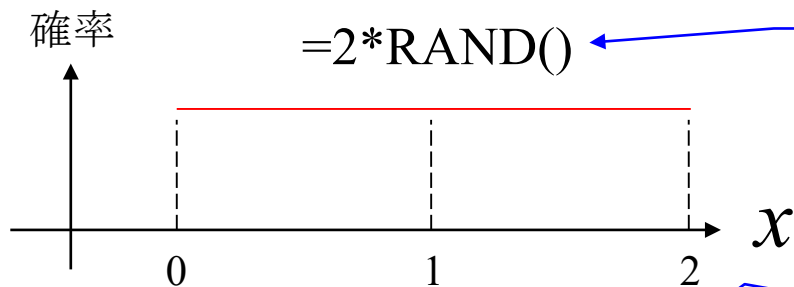
↓

コイン投げ

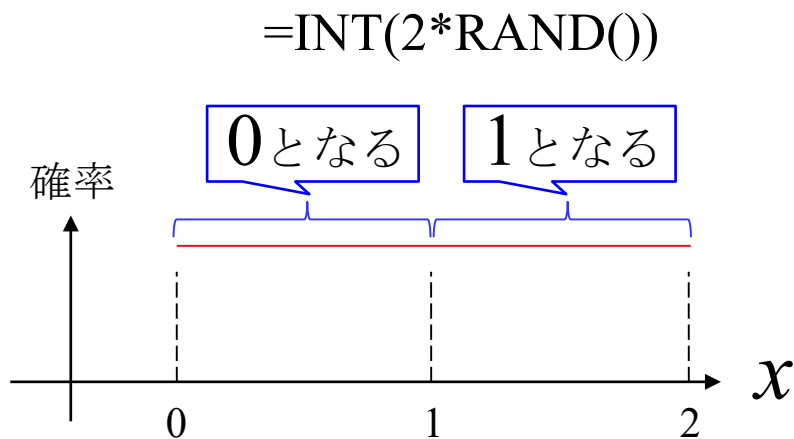
# RAND()関数, INT()関数の性質



RAND() 関数は  $0 < x < 1$  の間のどの  $x$  も同じ確率で出力する。  
一様乱数という。



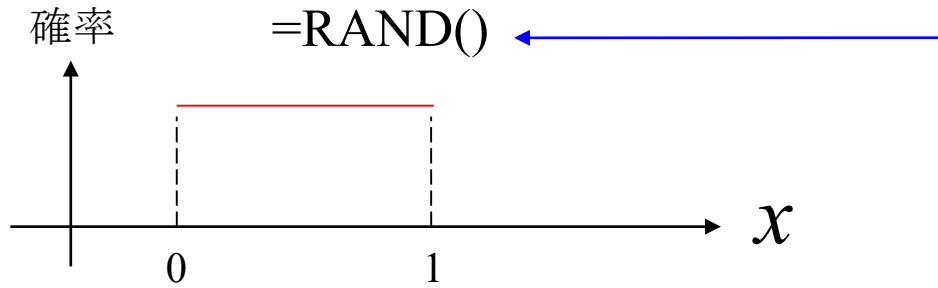
$2 * \text{RAND}()$  関数は  $0 < x < 2$  の一様乱数を出力する。



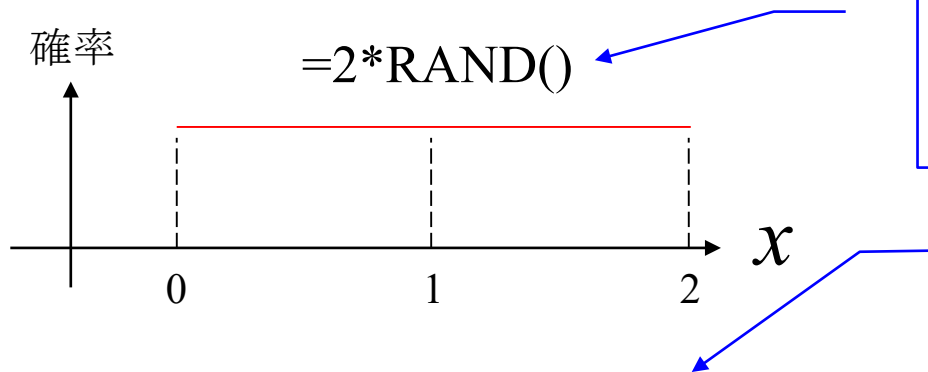
$=\text{INT}(y)$  関数は  $y$  の **小数点以下を切り捨てる** 関数。

コイン投げ

# RAND()関数, INT()関数の性質

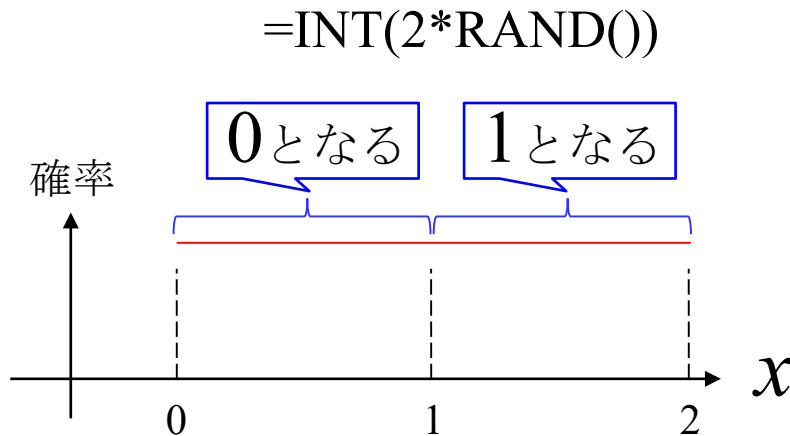


RAND() 関数は  $0 < x < 1$  の間のどの  $x$  も同じ確率で出力する。  
一様乱数という。



$2 * \text{RAND}()$  関数は  $0 < x < 2$  の一様乱数を出力する。

$=\text{INT}(y)$  関数は  $y$  の小数点以下を切り捨てる関数。



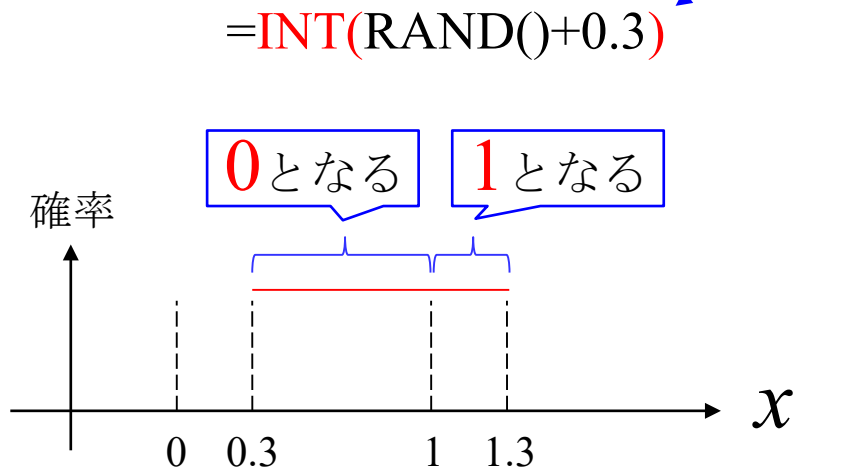
0と1がそれぞれ0.5の確率で出る

コイン投げ

# INT(RAND()+0.3)関数の性質



RAND()+0.3関数は  
の間の一  
様乱数

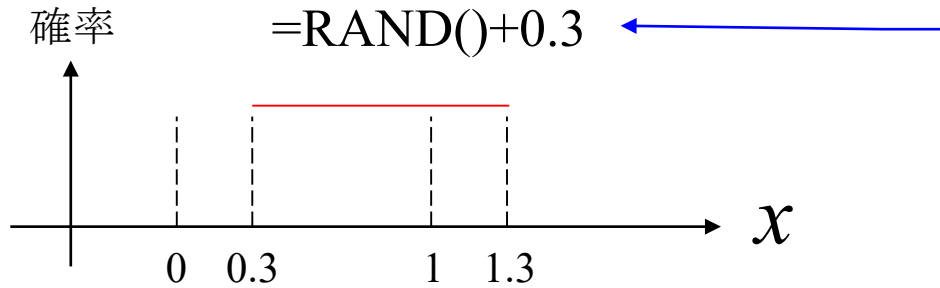


INT(RAND()+0.3)関数は  
に,  
とする関数.

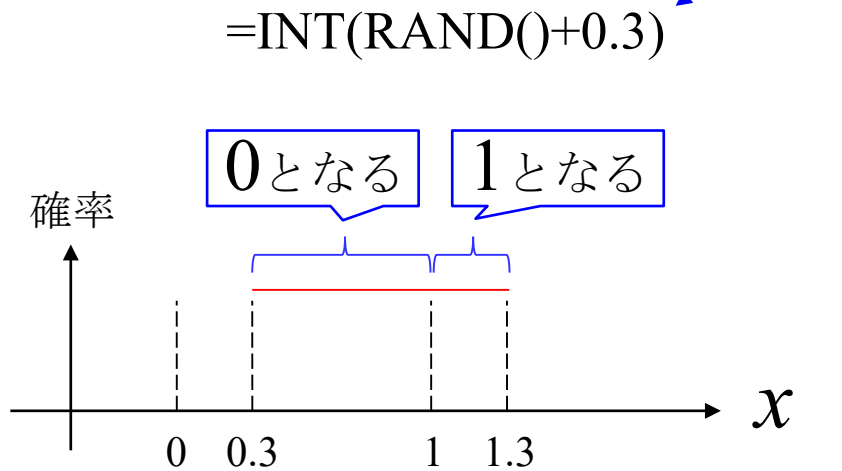


薬の有効率, 選挙の支持率,  
テレビの視聴率

# INT(RAND()+0.3)関数の性質



RAND()+0.3関数は  
 $0.3 < x < 1.3$ の間の一  
様乱数を出力する.

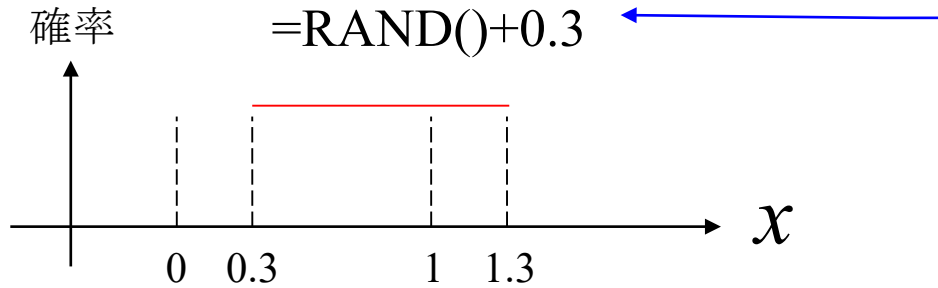


INT(RAND()+0.3)関数は  
に,  
とする関数.

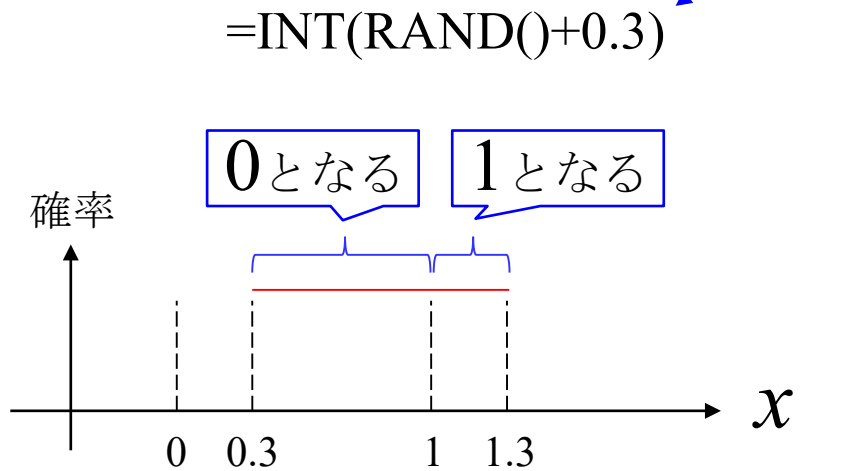


薬の有効率, 選挙の支持率,  
テレビの視聴率

# INT(RAND()+0.3)関数の性質



RAND()+0.3関数は  
 $0.3 < x < 1.3$ の間の一様乱  
数を出力する。

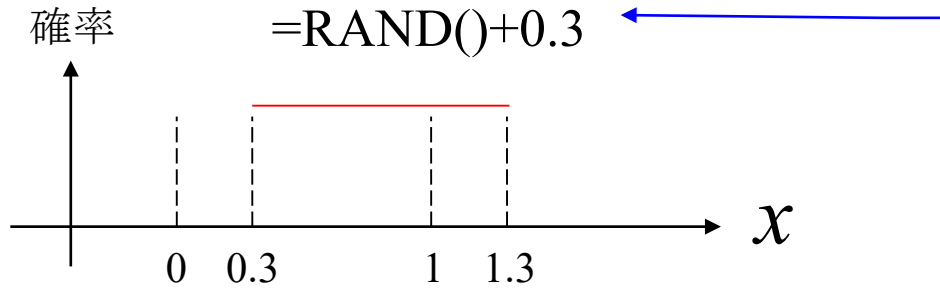


INT(RAND()+0.3)関数は  
 $0.3 < x < 1$ を0に,  
とする関数.

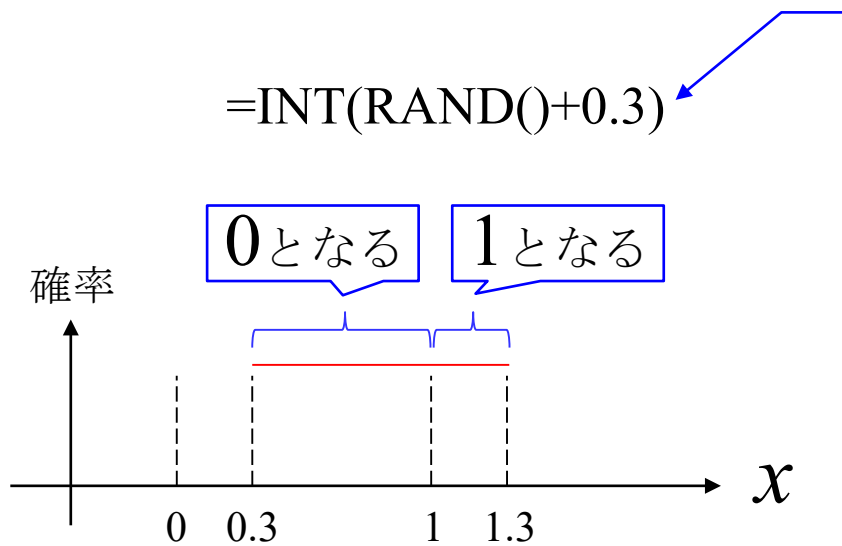


薬の有効率, 選挙の支持率,  
テレビの視聴率

# INT(RAND()+0.3)関数の性質



RAND()+0.3関数は  
 $0.3 < x < 1.3$ の間の一様乱  
数を出力する。

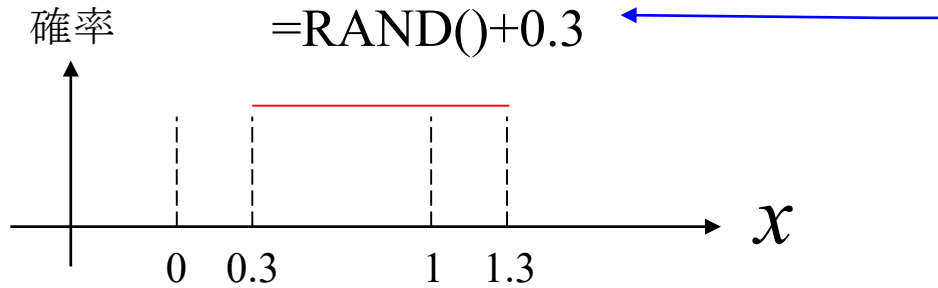


INT(RAND()+0.3)関数は  
 $0.3 < x < 1$ を0に,  
 $1 \leq x < 1.3$ を1とする関  
数。

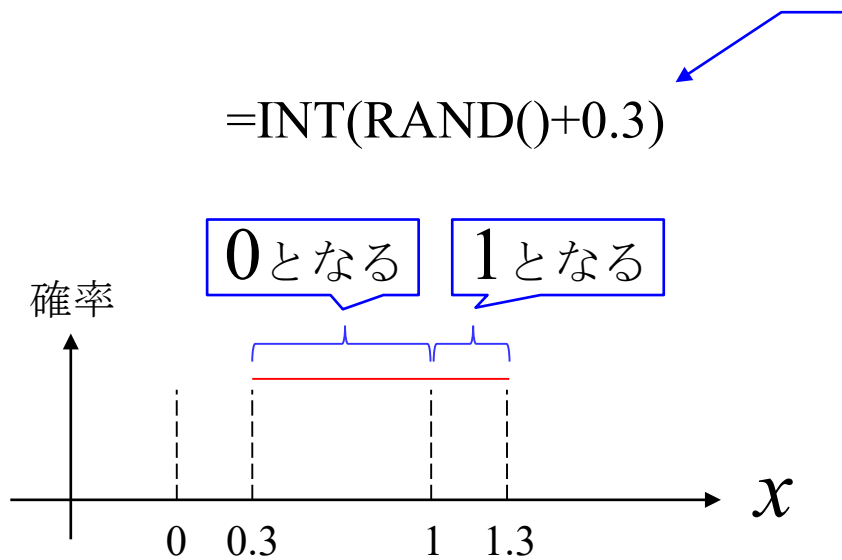
薬の有効率, 選挙の支持率,  
テレビの視聴率



# INT(RAND()+0.3)関数の性質



RAND()+0.3関数は  
 $0.3 < x < 1.3$ の間の一様乱  
数を出力する.



INT(RAND()+0.3)関数は  
 $0.3 < x < 1$ を0に,  $1 \leq x < 1.3$ を1  
とする関数.

1が0.3, 0が0.7の確  
率で出る

薬の有効率, 選挙の支持率,  
テレビの視聴率

# 小テスト10.2 (視聴率の信頼度) 解答

番組の視聴率.xlsx - Microsoft Excel

ホーム 挿入 ページレイアウト 数式 データ 校閲 表示 開発 アドイン Help Acrobat チーム

MS Pゴシック 11

標準

条件付き書式 テーブルとしてセルの書式設定 スタイル

挿入 削除 書式 並べ替えとフィルタ 検索と選択 編集

G17

|    | A                | B       | C   | D             | E                   | F           |
|----|------------------|---------|-----|---------------|---------------------|-------------|
| 1  | 番組の視聴率の信頼度       |         |     |               |                     |             |
| 2  |                  |         |     |               |                     |             |
| 3  | チャンネルAの<br>真の視聴率 | $p_0 =$ | 0.2 |               |                     |             |
| 4  |                  |         |     |               |                     |             |
| 5  | 調査世帯数            | $n =$   | 600 |               |                     |             |
| 6  |                  |         |     |               |                     |             |
| 7  | 世帯の調査結果          |         |     |               |                     |             |
| 8  | 0                |         |     | チャンネルAの視聴率    | 0.196666667         |             |
| 9  | 0                |         |     | $\sigma$ の近似値 | 0.016240517         |             |
| 10 | 0                |         |     |               |                     |             |
| 11 | 0                |         |     | 0.164835253   | $\leq$ 真の支持率 $\leq$ | 0.228498081 |
| 12 | 0                |         |     |               |                     |             |
| 13 | 0                |         |     |               |                     |             |

$$=AVERAGE(A8:A607)$$

$$=SQRT(E8*(1-E8)/(C5-1))$$

$$=INT(RAND()+\$C\$3)$$

$$=E8-1.96*E9$$

$$=E8+1.96*E9$$

## 薬の有効率の差の検定

薬A, Bがある. それぞれ100匹のマウスに投与したところ, 薬Aは55匹に効き, 薬Bは65匹に効いた.

この間に答えるには, まず $p_A - p_B$ がどのような分布となるかを調べる必要がある.

## 薬の有効率の差の検定

薬A, Bがある. それぞれ100匹のマウスに投与したところ,  
薬Aは55匹に効き, 薬Bは65匹に効いた. 薬A, Bの効  
き目には差があったと言えるか?

この問に答えるには, まず  $p_A - p_B$  がどのような分布  
となるかを調べる必要がある.

## 小テスト11.1 (2回の実験の有効率の差)

薬A, Bの真の有効率をそれぞれ  $p_{0A}=0.6, p_{0B}=0.6$  とする. この薬Aをマウス  $n_A=10$ 匹,  $n_B=10$ 匹, に対して投与する実験を行う. この実験を3000回繰り返したら, 有効率の差  $p_A - p_B$  はどのような分布となるか?

を求め, 横軸を-1から1まで

0.1刻みとして頻度グラフを描け.

この結果に正規分布の確率の棒グラフを並べて示せ. ただし, 正規分布の平均  $\mu$  には有効率の差の理論値  $p_{0A} - p_{0B}$  を用いよ. また, 標準偏差  $\sigma$  には有効率の差の標準偏差の理論値

$$\sigma = \sqrt{\frac{P_{0A}(1-P_{0A})}{n_A} + \frac{P_{0B}(1-P_{0B})}{n_B}}$$

を用いよ.

## 小テスト11.1 (2回の実験の有効率の差)

薬A, Bの真の有効率をそれぞれ  $p_{0A}=0.6, p_{0B}=0.6$  とする. この薬Aをマウス  $n_A=10$  匹,  $n_B=10$  匹, に対して投与する実験を行う. この実験を3000回繰り返したら, 有効率の差  $p_A - p_B$  はどのような分布となるか?

**有効率の差の頻度** を求め, 横軸を-1から1まで0.1刻みとして頻度グラフを描け.

この結果に正規分布の確率の棒グラフを並べて示せ. ただし, 正規分布の平均  $\mu$  には有効率の差の理論値  $p_{0A} - p_{0B}$  を用いよ. また, 標準偏差  $\sigma$  には有効率の差の標準偏差の理論値

$$\sigma = \sqrt{\frac{P_{0A}(1-P_{0A})}{n_A} + \frac{P_{0B}(1-P_{0B})}{n_B}}$$

を用いよ.

## ヒント1：小テスト7.1で以下の問題を解いた

ある薬の真の有効率を  $p_0 = 0.7$  とする．この薬をマウス20匹に対して投与する実験を行う．この実験を5000回繰り返したら，有効率はどのような分布となるか？

有効率の頻度を求め，横軸を0から1まで0.1刻みとして頻度グラフを描け．

この結果に正規分布の確率の棒グラフを並べて示せ．ただし，正規分布の平均  $\mu$  には有効率の平均の理論値  $p_0$  を用いよ．また，標準偏差  $\sigma$  には有効率の標準偏差の理論値

$$\sigma = \sqrt{p_0(1 - p_0)/n}$$

を用いよ．

## ヒント2

$p_A - p_B$  の計算では  $\text{ROUND}(p_A - p_B, 1)$  (小数点以下1桁より下の桁を四捨五入する関数) を用いること。

|    | A     | B           | C     |
|----|-------|-------------|-------|
| 16 |       | 0           | 1     |
| 17 |       | 1           | 1     |
| 18 |       | $p_A$       | $p_B$ |
| 19 | 有効率   | 0.6         | 0.6   |
| 20 |       | $p_A - p_B$ |       |
| 21 | 有効率の差 | 0           |       |

$\text{ROUND}(B19 - C19, 1)$

また、0.1刻みのデータ区間を決めるときの計算にも  $\text{ROUND}(xx, 1)$  の関数を用いること。

|    | A | B     |
|----|---|-------|
| 25 |   | データ区間 |
| 26 |   | -1    |
| 27 |   | -0.9  |
| 28 |   | -0.8  |
| 29 |   | -0.7  |
| 30 |   | -0.6  |
| 31 |   | -0.5  |

$\text{ROUND}(B26+0.1, 1)$



## ヒント2 (つづき)

ROUND(xx, 1)関数を使わないと何が起こるか？

|    | A | B                   |
|----|---|---------------------|
| 50 |   | -1.0000000000000000 |
| 51 |   | -0.9000000000000000 |
| 52 |   | -0.8000000000000000 |
| 53 |   | -0.7000000000000000 |
| 54 |   | -0.6000000000000000 |
| 55 |   | -0.5000000000000000 |
| 56 |   | -0.4000000000000000 |
| 57 |   | -0.3000000000000000 |
| 58 |   | -0.2000000000000000 |
| 59 |   | -0.1000000000000000 |
| 60 |   | -0.0000000000000014 |
| 61 |   | 0.0999999999999999  |

-1

=B50+0.1

=B51+0.1

•

•

•

ごみが現れる。これでは  
=COUNTIF(XXX:YYY,B60)  
により0が何回現れたかを数  
えてほしいのに、  
-0.0000000000000014  
が現われた数を数えてしまう。

## ヒント2 (つづき)

ROUND(xx, 1)関数を使うと

|    | A | B                   |
|----|---|---------------------|
| 50 |   | -1.0000000000000000 |
| 51 |   | -0.9000000000000000 |
| 52 |   | -0.8000000000000000 |
| 53 |   | -0.7000000000000000 |
| 54 |   | -0.6000000000000000 |
| 55 |   | -0.5000000000000000 |
| 56 |   | -0.4000000000000000 |
| 57 |   | -0.3000000000000000 |
| 58 |   | -0.2000000000000000 |
| 59 |   | -0.1000000000000000 |
| 60 |   | 0.0000000000000000  |
| 61 |   | 0.1000000000000000  |

-1

=ROUND(B50+0.1,1)

=ROUND(B51+0.1,1)

・

・

・

ごみが現れない。

## 小テスト11.2 薬の有効率の差の検定

薬A, Bがある. それぞれ100匹のマウスに投与したところ, 薬Aは55匹に効き, 薬Bは65匹に効いた. 薬A, Bの有効率には差があったと言えるか?

$p_A - p_B$  の値が

$$p_A - p_B \leq -1.96 \sqrt{\frac{p_A(1-p_A)}{n_A-1} + \frac{p_B(1-p_B)}{n_B-1}}$$

もしくは

$$p_A - p_B \geq 1.96 \sqrt{\frac{p_A(1-p_A)}{n_A-1} + \frac{p_B(1-p_B)}{n_B-1}}$$

であれば, 有効率に差があったと言える.

2013年3月

著者： 古橋武  
名古屋大学工学研究科計算理工学専攻  
furuhashi@cse.nagoya-u.ac.jp