

1. オペレーションズリサーチの 概要

URL: <https://www.kkaneko.jp/cc/or/index.html>

金子邦彦



オペレーションリサーチとは



Database Lab.

オペレーションズリサーチとは、データ等の根拠に基づいて意思決定を行える技術

意思決定

- ◆ 在庫は、**何個置いておくか**
- ◆ 受付には、**何人用意するか**
- ◆ たくさんある作業のうち、何を、いつ**行ったら**良いのか
- ◆ どの**道を通る**のか

15回の計画



1	オペレーションズリサーチの概要	9	資金計画と投資効率
2	配送計画、リードタイム	10	線形計画法を Excel で解く
3	作業リスト、PERT図	11	一次式
4	モンテカルロシミュレーション	12	中間まとめ
5	ランダムウォーク	13	囚人のジレンマ
6	待ち行列シミュレーション	14	経路の探索
7	正規分布	15	総合演習
8	ゲーム理論		

在庫の管理法を決める



在庫とは： 取引などに備えて，品物を倉庫に置くこと

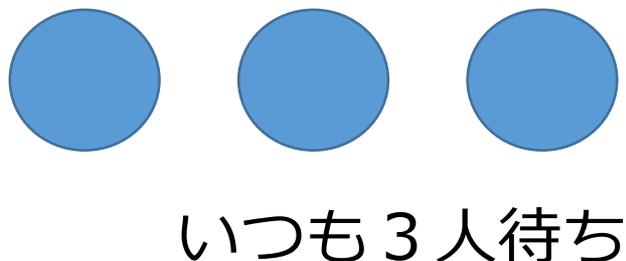
このような問題を解きます

- ◆ **在庫**が場所をとる
- ◆ **在庫**が古くなる，傷む
- ◆ **在庫**がなくて，仕事が進まない

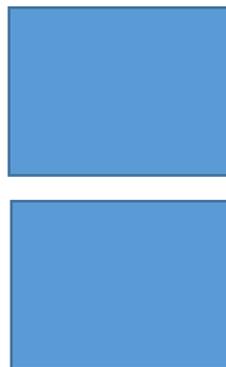
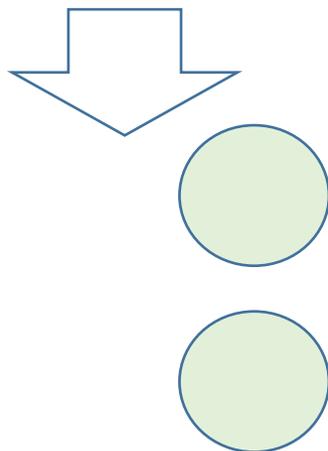
待ち行列



待ち行列とは： あるサービスを受けるために、
待っている人などの行列



待ち行列
シミュレーションの例



レジを2つ、
行列も2つに増やすと

平均0.6人ずつに！

線形計画法



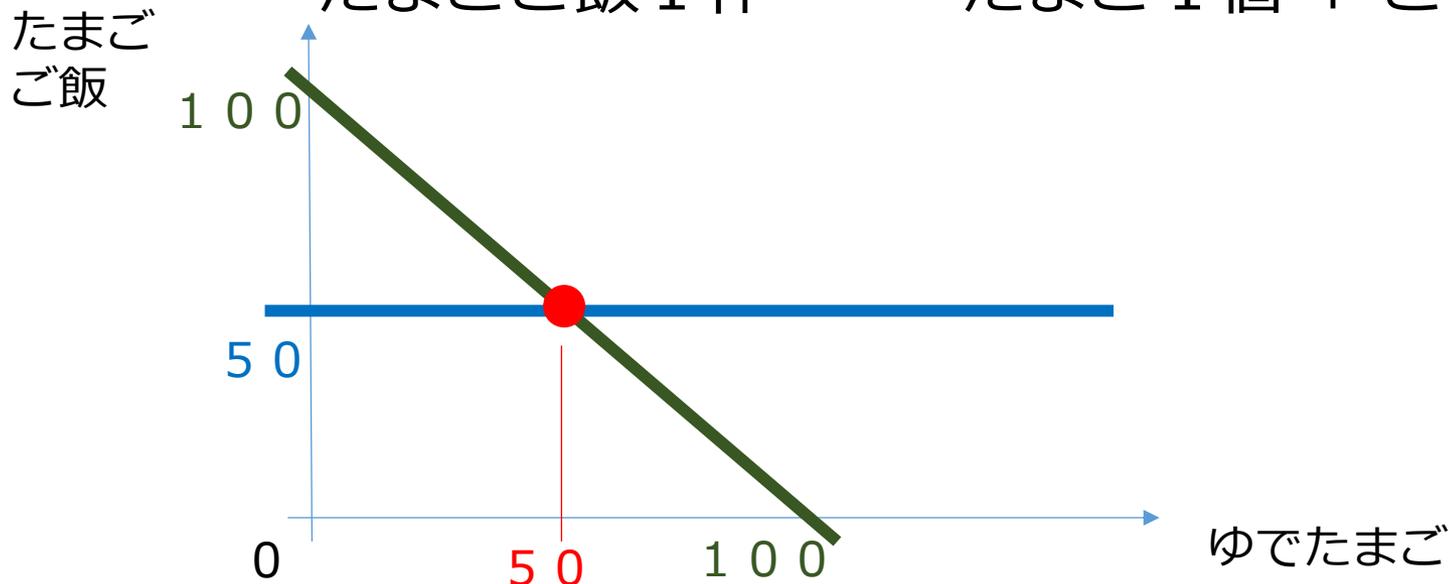
- 線形計画法とは：線形の制約のもとで，ある線形式の値を最大化（あるいは最小化）すること

(例) 限られた材料で，なるべく多くの製品を作る。

材料： たまご 100個. ごはん 50杯

レシピ： ゆでたまご1個 = たまご1個

たまごご飯1杯 = たまご1個 + ごはん1杯



ネットワーク計画



- ネットワーク計画は，路線網，通信網，道路網のように，何かを網目のようにつないでネットワークを作るとき，なるべく良いネットワークになるように計画すること

A店： 100個 Xさん： 20個欲しい

B店： 50個 Yさん： 80個欲しい

	Xさん	Yさん	合計
A店	20	30	50
B店	0	50	50
合計	20	80	100

- **ゲーム理論**とは： ゲームの参加者の行動を見極めて、できるだけ自分の得点が高くなるような駆け引き
- ◆ 宿題が100ページ出た！
- ◆ 仲間2人で50ページずつに分けて、家に持って帰る
- ◆ 2人ともが宿題を終えれば、賞金が出る
ただし、互いに連絡しあうことはできない。
- ◆ 仲間が信頼できない場合：自分もさぼってしまいたい誘惑
協力，競争，駆け引き

日程計画



- 日程計画では、やるべき作業（タスク）の順序を付け、どの作業列が、全体の遅れに影響を及ぼすのか（クリティカルパス）を見極める

オペレーションズリサーチの様々な手法



- 線形計画法, 整数線形計画法
- プロジェクトスケジュール
- 待ち行列
- ゲーム理論
- 在庫管理
- このような手法も
- ネットワーク流量、決定木、階層的分析法
- 動的計画法
- マルコフモデル, マルコフ連鎖
- 非線形計画法
- 信頼性に関するモデル

ここまでのまとめ



- **オペレーションズリサーチ**は、社会のさまざまな局面で、合理的な意思決定を行うのに役立つ
- 「**確かに正しく意思決定をした**」ことの根拠を得る

1-1. 乱数

(オペレーションズリサーチ)

URL: <https://www.kkaneko.jp/cc/or/index.html>

金子邦彦



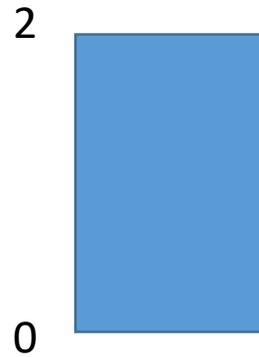
乱数

- コンピュータには, ランダムな数 (乱数) を発生する機能がある

乱数の範囲の調整



元の乱数は **0 から 1** の範囲とする



2倍すると, 範囲は **0 から 2**



2倍して, 1引くと, 範囲は **-1 から 1**

Excel を起動する. 起動したら「空白のブック」を選ぶ



オンライン テンプレートの検索

検索の候補: ビジネス 予算 カレンダー 一覧 個人用 小規模ビジネス 電卓

ku
kunihi

空白のブック

ツアーに参加する

10
火曜日

毎日の作業スケジュール

日単位のスケジュール

従業員出勤簿

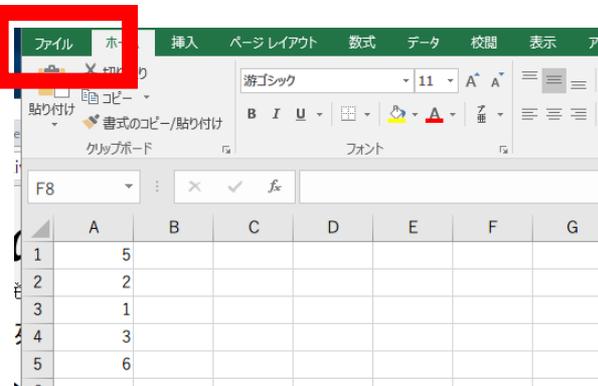
従業員のシフトのスケジュール

合計:	56.00
予定:	8.00 8.00
従業員:	1月 8.00 2月 8.00

2012年7月16日

9:00
130
145
150

次のように操作して、新しく空白のブックを作る



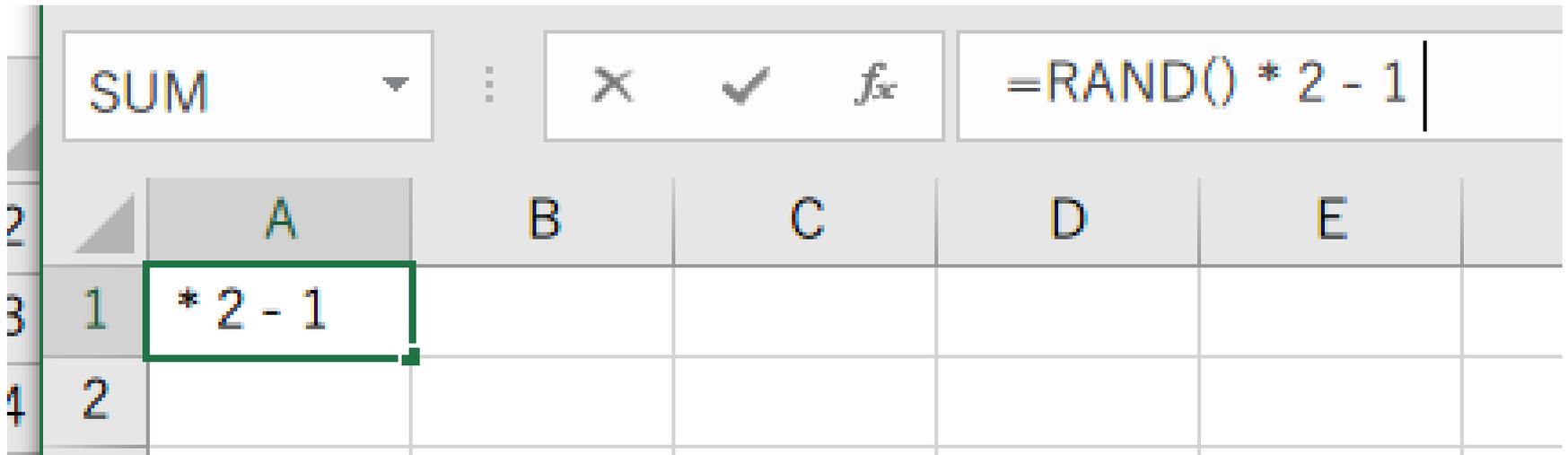
「ファイル」をクリック

「新規」をクリック

空白のブック

-1 以上 1 未満の乱数の式

「**=RAND() * 2 - 1**」をセル **A1** に書く



A1に式 「=RAND() * 2 - 1」

セル **A1** の式を,
A2 から A10 に「**コピー&貼り付け**」する。
右クリックメニューが便利

	A
1	-0.56098
2	0.867836
3	0.889238
4	-0.54898
5	0.728222
6	0.582545
7	-0.12315
8	0.996481
9	0.464655
10	0.877933

**実行のたびに、違う値になる
(乱数なので、ランダムな値)**

まとめ

- コンピュータには, ランダムな数 (乱数) を発生する機能がある

	A
1	-0.56098
2	0.867836
3	0.889238
4	-0.54898
5	0.728222
6	0.582545
7	-0.12315
8	0.996481
9	0.464655
10	0.877933

1-2. 確率を変えながら行う シミュレーションの例

(オペレーションズリサーチ)

URL: <https://www.kkaneko.jp/cc/or/index.html>

金子邦彦



シミュレーションの目的

- **シミュレーション**は、現実を模倣すること
- さまざまな実験を行うことも可能
- ある**行動**を実行する前に、前もって、**データを**
使っていろいろなことを**確かめておく**ことなどに
役立つ

シミュレーションにおけるイベントの例



◆ イベント 1

自動販売機は、10円玉が3枚増える (+3)

◆ イベント 2

自動販売機は、10円玉が2枚減る (-2)

今から行うシミュレーション



- ◆ 商品は **30円**
- ◆ 硬貨は **10円玉、50円玉**だけが使える

ある人は **10円玉×3枚**で買い物

自動販売機は、10円玉が3枚増える (+3)

ある人は **50円玉×1枚**で買い物 (**おつり20円**を受け取る)

自動販売機は、10円玉が2枚減る (-2)

15人が買い物を終えたとき、10円玉は何枚増えるか (減るか)

Excel を起動する. 起動したら「空白のブック」を選ぶ



オンライン テンプレートの検索

検索の候補: ビジネス 予算 カレンダー 一覧 個人用 小規模ビジネス 電卓

空白のブック

ツアーに参加する

Excel へようこそ

10 火曜日

毎日の作業スケジュール

日単位のスケジュール

従業員出勤簿

従業員のシフトのスケジュール

合計:	56.00
予定:	8.00 8.00
従業員:	1月 5/2 0月 1/2

2012年7月16日

9:00
130
HLS

セル **A1**から**K1** に

値 **0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1** を書く

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1

10円玉を使う人の確率を

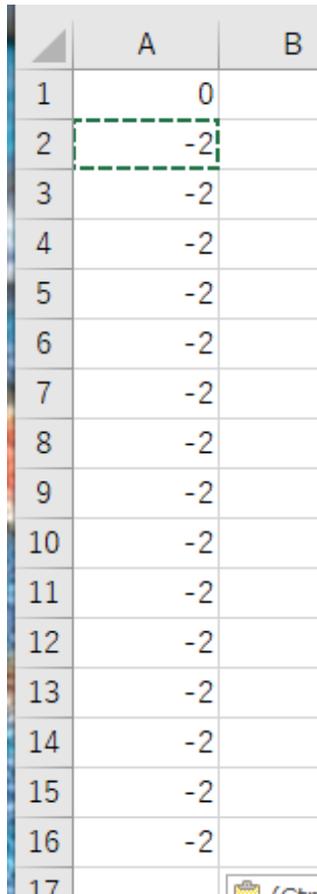
**0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%,
70%, 80%, 90%, 100%**
の**11パターン**設定している

セル **A2** に式 「**=IF(RAND() < A\$1, 3, -2)**」
を書く

	A	B	C
1	0	0.1	0.2
2	-2		
3			

セル **A2** の式を, **A3 から A16** に「**コピー & 貼り付け**」する.

右クリックメニューが便利



	A	B
1	0	
2	-2	
3	-2	
4	-2	
5	-2	
6	-2	
7	-2	
8	-2	
9	-2	
10	-2	
11	-2	
12	-2	
13	-2	
14	-2	
15	-2	
16	-2	
17		

今度は、セル **A2** の式を、**B2 から K16** に「**コピー&貼り付け**」する。右クリックメニューが便利

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
2	-2	-2	-2	-2	3	3	-2	3	3	3	3
3	-2	-2	-2	-2	-2	-2	3	3	3	3	3
4	-2	-2	3	-2	3	-2	3	3	3	3	3
5	-2	-2	3	-2	3	3	3	3	3	3	3
6	-2	-2	-2	-2	3	-2	-2	3	3	3	3
7	-2	-2	3	-2	3	3	-2	-2	3	3	3
8	-2	-2	3	-2	3	3	3	-2	3	3	3
9	-2	-2	3	-2	3	3	3	-2	3	3	3
10	-2	-2	-2	-2	3	-2	-2	3	3	3	3
11	-2	-2	-2	3	-2	-2	-2	3	-2	3	3
12	-2	-2	-2	-2	-2	3	3	-2	3	3	3
13	-2	-2	-2	-2	-2	3	3	-2	3	3	3
14	-2	-2	-2	-2	3	3	-2	3	3	3	3
15	-2	-2	-2	3	-2	-2	3	3	3	3	3
16	-2	3	-2	-2	-2	-2	3	3	3	3	3
17											

※ **乱数**なので、実行のたびに違った値になる 28

セル **A17** に式「**=SUM(A2:A16)**」を書く

**15人が買い物を終えたとき、
10円玉は何枚増えるか（減るか）**

13	-2	-2	.
14	-2	-2	.
15	-2	-2	.
16	-2	-2	.
17	-30		
18			
19			

セル **A17** の式を, **B17** から **K17** に「**コピー&貼り付け**」する.

右クリックメニューが便利

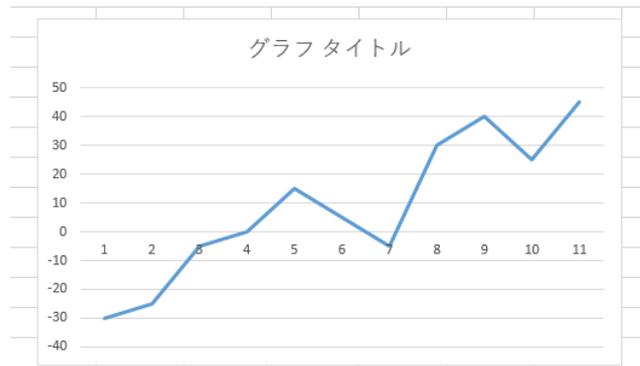
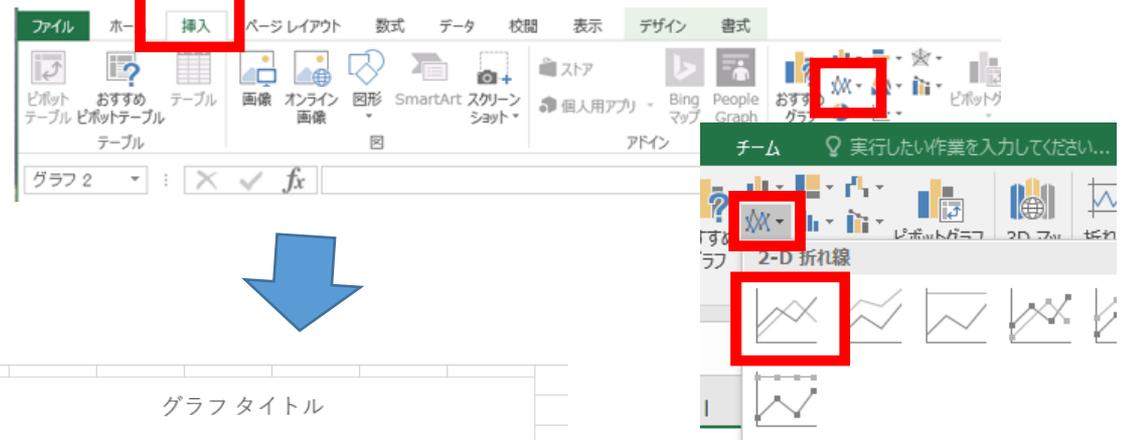
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
2	-2	-2	-2	-2	3	3	3	3	-2	3	3
3	-2	3	-2	-2	-2	-2	-2	3	3	3	3
4	-2	-2	-2	-2	3	-2	3	-2	3	3	3
5	-2	-2	-2	-2	3	3	3	3	3	3	3
6	-2	-2	-2	-2	-2	3	-2	3	-2	3	3
7	-2	-2	-2	-2	-2	3	-2	3	3	-2	3
8	-2	-2	-2	-2	-2	3	3	-2	3	3	3
9	-2	-2	-2	-2	-2	3	3	-2	3	3	3
10	-2	-2	3	-2	-2	3	3	3	3	3	3
11	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	3	-2	3	3
12	-2	-2	-2	-2	-2	-2	3	3	3	3	3
13	-2	-2	-2	-2	-2	3	3	3	3	3	3
14	-2	-2	-2	-2	-2	3	3	3	3	3	3
15	-2	-2	-2	-2	-2	-2	3	3	3	3	3
16	-2	-2	-2	-2	3	-2	-2	-2	3	3	3
17	-30	-25	-25	-30	-10	15	20	25	30	40	45

セル A17 から K17 までのエリアを，マウスでドラッグして（範囲選択），折れ線グラフを選ぶ

挿入タブ



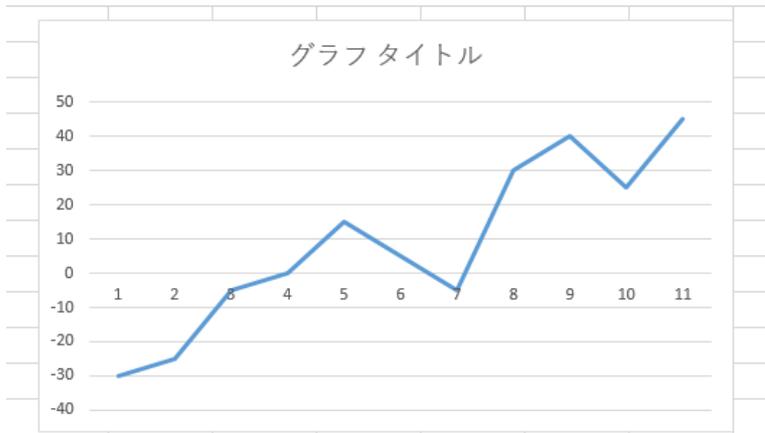
16	-2	-2	-2	3	3	-2	3	3	3	3	3	3
17	-30	-25	-5	0	15	5	-5	30	40	25	45	
18												



プルダウンメニュー

折れ線グラフが
得られる

できた折れ線グラフを使い、次のことを確認



10円玉を使う人が、全体の40%のときは、自動販売機の10円玉が増えもせず、減りもしなさそうだ！

ポイント

シミュレーションなので、数式を考えずに済んでいる。

＜数式の例＞

$$3p - 2(1 - p) = 0 \text{ を解くと,} \\ p = 0.4$$

※ 数式を解くのが難しい場合でも、シミュレーションにより、結論を得ることができる

1-3. ランダムな到着

(オペレーションズリサーチ)

URL: <https://www.kkaneko.jp/cc/or/index.html>

金子邦彦



- **シミュレーション**は、仮説の検証に役立つ

例えば、

スーパーのレジなどの待ち行列。

意外と、私の寸前に、別の人が並ぶことがある。

私の運が悪いのか？

→ No このことをシミュレーションで確認

ランダムな客の到着



◆ 客が1時間（**60分**）の間に、**12人**来そう！
というとき



上の図のように、5分ごとに1人ずつ来ることは、
まずあり得ません

ランダムな客の到着

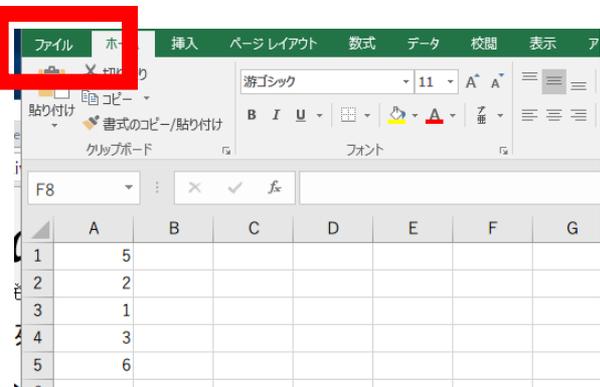


◆ 客が1時間（**60分**）の間に、**12人**来そう！
というとき



客は60分の間に、ランダムにやってきます

次のように操作して、 新しく空白のブックを作る



「ファイル」を
クリック

「新規」
をクリック

空白のブック



0 以上 60 未満の乱数の式

「=TRUNC(RAND() * 60)」をセル A1 に書く

	A	B	C	D
1	=TRUNC(
2				
3				

A1に式 「=TRUNC(RAND() * 60)」



客が**1 2人来る**という状況をシミュレーション
したいので、

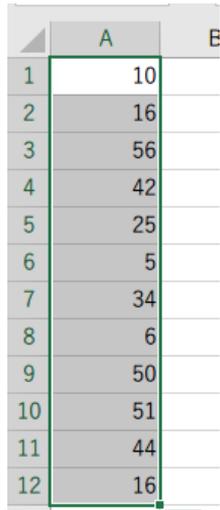
A1 の式を **A2** から **A12** に「コピー&貼り付
け」する。

右クリックメニューが便利

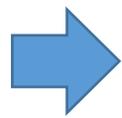
	A
1	35
2	16
3	51
4	0
5	49
6	31
7	17
8	1
9	55
10	48
11	19
12	25
13	

実行のたびに違う値になる
(乱数なので、**ランダム**な値)

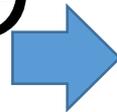
「値」を. B列に「コピー&貼り付け」したい



	A	B
1	10	
2	16	
3	56	
4	42	
5	25	
6	5	
7	34	
8	6	
9	50	
10	51	
11	44	
12	16	



②右クリック
メニューで
「コピー」



③セルB1を
右クリックして,
「形式を選択して貼り付け」

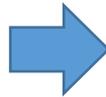


「値の貼り付け」の下に
ある「値」のアイコンを選ぶ

①まず, A1からA12を
ドラッグして, 範囲選択

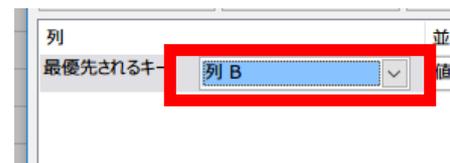
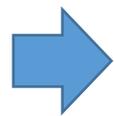
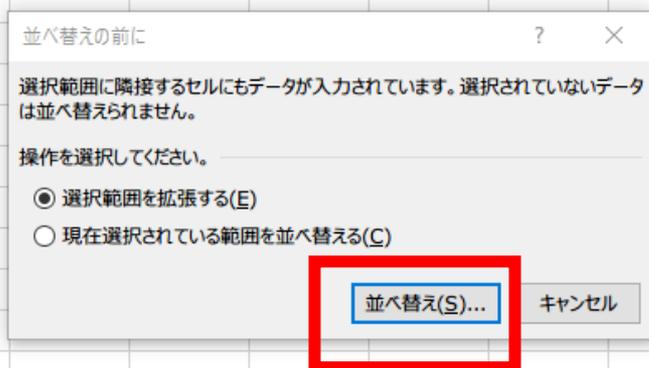
B列の値を並べ替えたい

	A	B	C
1	32	13	
2	45	13	
3	6	21	
4	2	38	
5	14	19	
6	15	8	
7	40	43	
8	20	59	
9	46	16	
10	2	0	
11	43	27	
12	43	50	
13			



② リボンで「データ」→「並べ替え」

①まず、B1からB12をドラッグして、範囲選択



もし、警告表示が出たら
「並べ替え」をクリック

③ 「最優先されるキー」
を「列B」に設定して
「OK」



B列が，左のようになることを**確認**

	B	C
8	0	
2	8	
8	13	
0	13	
1	16	
9	19	
8	21	
0	27	
8	38	
6	43	
4	50	
9	59	

次に，**セル C2** に次の式を入れる

$$=B2-B1$$

これは，到着間隔を求める式

C2の式を，**C3** から **C12** に
「コピー&貼り付け」する。
右クリックメニューが便利

	A	B	C
1	9	11	
2	13	20	9
3	30	25	5
4	9	28	3
5	12	47	19
6	22	47	0
7	9	51	4
8	49	51	0
9	48	53	2
10	36	55	2
11	9	55	0
12	38	59	4

C列が, 左のようになることを**確認**

次のことを確認

60分の中に 12人

平均で5分間隔

間隔はばらばら

0, 1, 2分のような小さな値も, けっこう多い