

11. 乱数, シミュレーション

(コンピューターサイエンス)

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

金子邦彦



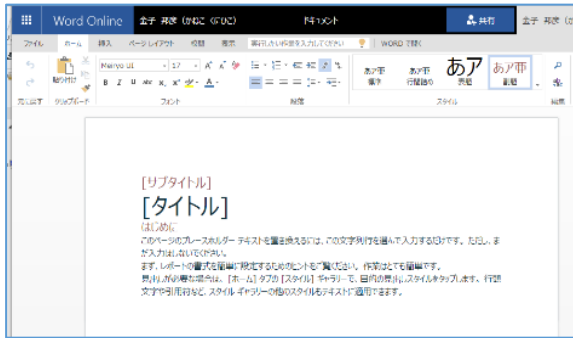
- ① **乱数**の基本概念とその重要性
- ② **一様分布**と**正規分布**の2種類の乱数とその用途
- ③ **Excel**を用いた**乱数の生成**方法と**分布の可視化**
- ④ **モンテカルロ法**と**待ち行列**を例として、**乱数のシミュレーションへの応用**を示す

アウトライン

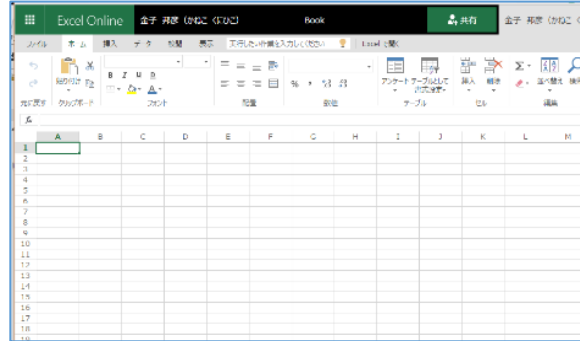
1. Microsoft 365とExcel
2. 乱数
3. Excelの乱数の機能
4. 乱数とシミュレーション
5. 円周率を求める
6. 到着間隔を分析する

11-1 Microsoft 365 と Excel

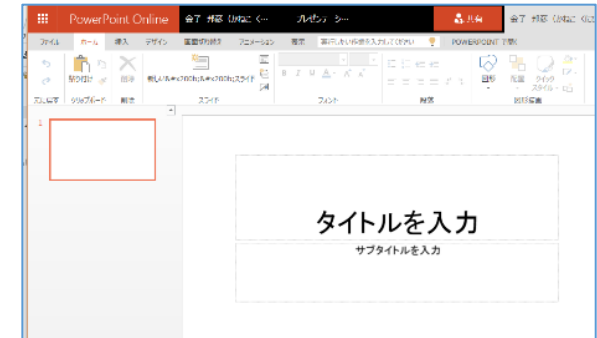
Microsoft 365の主な機能



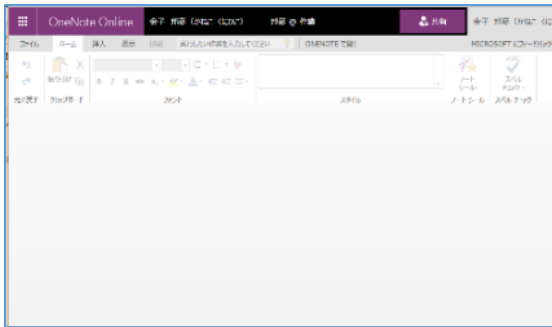
ワード(文書作成)



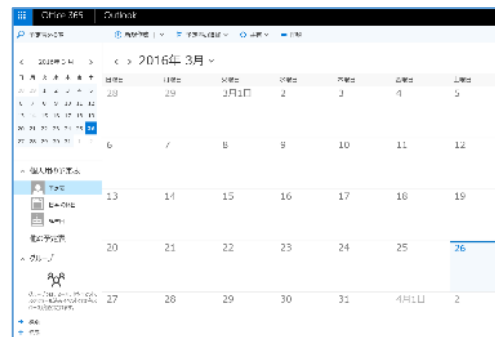
エクセル(表計算)



パワーポイント
(プレゼン)



ワンノート(電子ノート)



アウトルック(電子メール)

- パソコンでレポートを作成したり，発表したり，データをまとめたりで便利

Microsoft 365の種類



- **Microsoft 365のオンライン版**

WEBブラウザで使う。

<https://portal.office.com>

各自の**IDとパスワード**でサインインが必要。

- **Microsoft 365のアプリ版**

前もってインストールが必要。

インストールでは、大量の通信が行われる。

(時間がかかる。 通信費用にも注意)

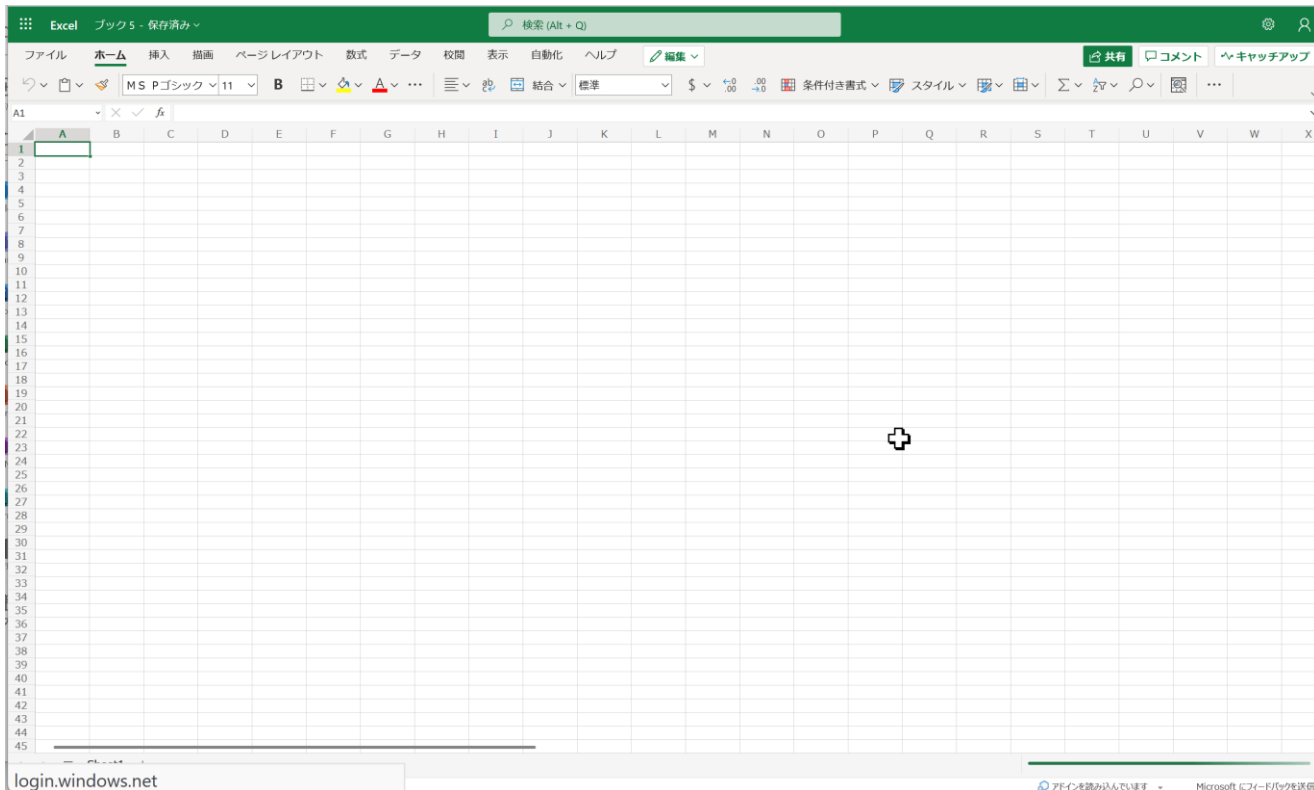
2種類ある。 この授業では、**どちらを使用しても問題ない**

Microsoft 365オンライン版でExcelを起動



【要点】Webブラウザで、次のページを開き、各自のIDとパスワードでサインイン

<https://portal.office.com>



Microsoft 365オンライン版でExcelを起動



①**Webブラウザ**で，次のページを開く

https://portal.office.com

②**電子メールアドレス**を入れる。「**次へ**」をクリック。

(例) **p1234567@fukuyama-u.ac.jp**



サインイン

メール、電話、Skype

アカウントをお持ちではない場合、[作成](#)できます。

[アカウントにアクセスできない場合](#)

戻る

次へ

Microsoft 365オンライン版でExcelを起動



③パスワードを入れ, 「サインイン」をクリック
パスワードは, 各自が設定したもの

パスワードの入力

パスワード

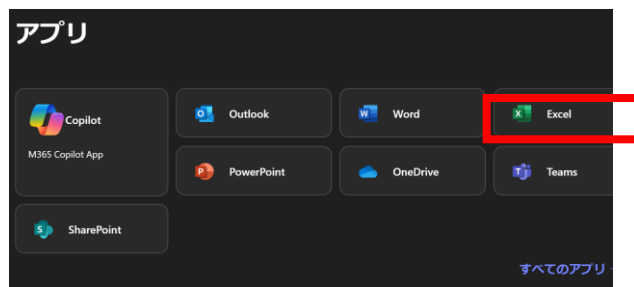
[パスワードを忘れた場合](#)

サインイン

④Excelを使いたいときは, **メニュー**でExcelを選ぶ



左側のメニューで「アプリ」



メニューで「Excel」

Microsoft 365オンライン版でExcelを起動



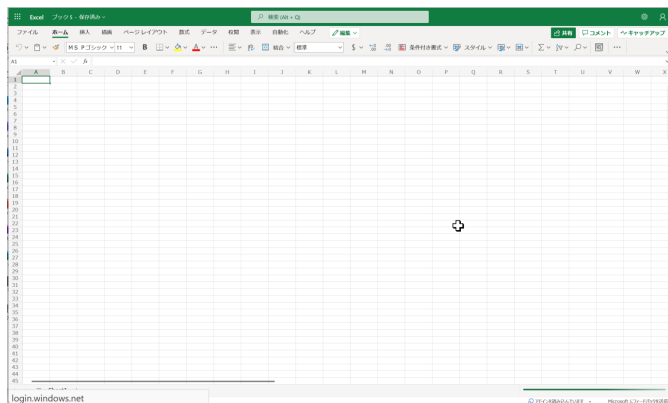
⑤ Excelのブックの種類を選ぶ

⊕ 空白のブックを作成

↑ ファイルをアップロード

この授業では「新しい空白のブック」を使う

⑥ Excelの画面が開く



Microsoft 365アプリ版のインストールとExcelの起動

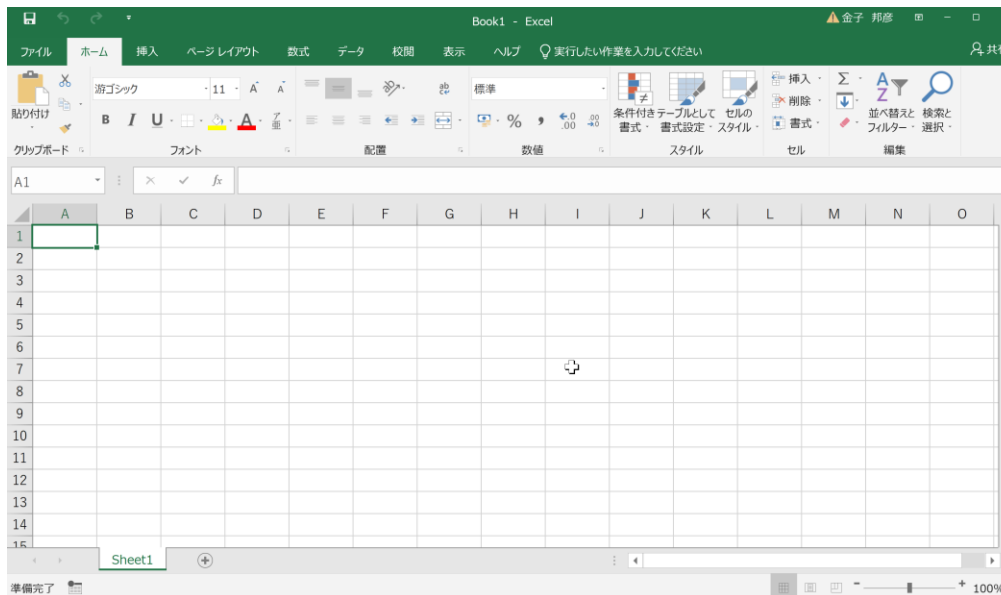


【要点】 **インストール**は、Microsoft 365アプリ版を使えるようにするための作業（最初に行う）。

そのとき、次のページを開き、各自の**IDとパスワード**でサインイン

<https://portal.office.com>

インストールが終わったら、**スタートメニュー**等でExcelを起動



Microsoft 365アプリ版のインストールとExcelの起動



① **Webブラウザ**で、次のページを開く
https://portal.office.com

② **電子メールアドレス**を入れる。「**次へ**」をクリック。
(例) p1234567@fukuyama-u.ac.jp



サインイン

メール、電話、Skype

アカウントをお持ちではない場合、[作成](#)できます。

[アカウントにアクセスできない場合](#)

戻る

次へ

Microsoft 365アプリ版のインストールとExcelの起動



③パスワードを入れ, 「サインイン」をクリック
パスワードは, 各自が設定したもの

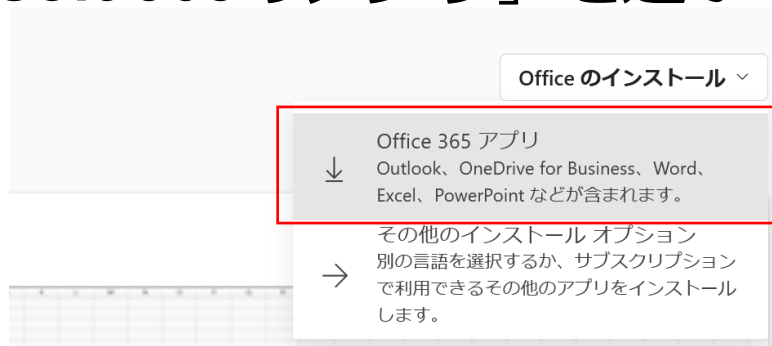
パスワードの入力

パスワード

[パスワードを忘れた場合](#)

サインイン

④画面で「Officeのインストール」をクリック. メニューで「Microsoft 365のアプリ」を選ぶ

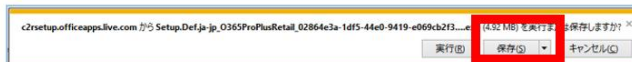


Microsoft 365 アプリ版のインストールと Excel の起動

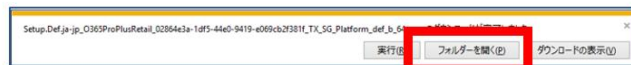


- ⑤ **画面の指示**に従い、インストールを行う
インストールでは、大量の通信が行われる。
(時間がかかる。 通信費用にも注意)

次のような指示がでる



1. 保存する



2. フォルダーを開く



3. 実行し、その後も、画面の指示に従う

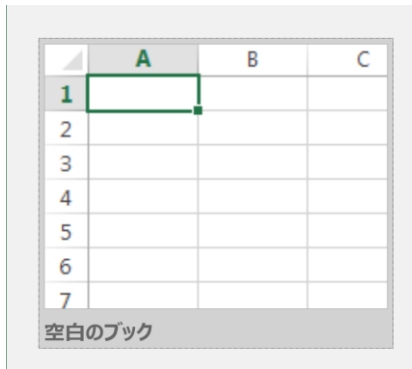
Setup.Def.ja-jp_O365ProPlusRetail_02864...

Microsoft 365 アプリ版のインストールと Excelの起動



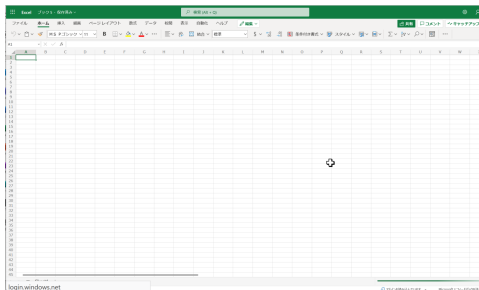
⑥ Excelを使うときは，スタートメニューなどでExcelを選ぶ

⑦ **Excelのブックの種類**を選ぶ



この授業では「新しい空白のブック」を使う

⑧ Excelの画面が開く



11-2乱数

乱数

- **乱数**は、**ランダムな数**であり、**予測不可能**
- **コンピュータ**は、基本的に、**予測可能な処理**しか行えないため、**乱数相当のものを生成するためには特別なアルゴリズム**が使用される



乱数の用途



- **ゲーム開発**

アイテムの配置, 敵の行動をランダムに

- **シミュレーション**

乱数を用いたシミュレーション (ランダムな数の利用により, 現実に近い現象を再現)

コンピュータの乱数を活用するために知っておいた方がよいこと



①乱数の分布のバリエーション

- **一様分布**：等確率で分布

(例) さいころは1, 2, 3, 4, 5, 6で等確率

(用途の例) 偏りのない抽出 (当選者の抽選など),
偏りのないイベント発生

- **正規分布**：平均を中心に集中, 平均を離れると確率が減るという性質を持つ

(用途の例) 自然現象の分析, 品質管理, 計測データの分析

コンピュータの乱数を活用するために知っておいた方がよいこと



②シード

- コンピュータは、**シードと呼ばれる初期値を基に乱数を生成.**
- シードを固定すると、同じ乱数が発生する.
- コンピュータ内蔵の時計などを利用して、**シードを変えることは簡単にできる**

まとめ



- **乱数**は**予測不可能**である。
- **ゲーム開発**では**乱数**を使ってアイテムの配置や敵の行動をランダムにする。
- **シミュレーション**では**乱数**を利用し，現実に近い現象を再現する。
- **一様分布**は**等確率**で分布し，偏りのない抽出やイベント発生に使用される。
- **正規分布**は**平均を中心に集中**し，**離れるほど確率が減少**する性質を持つ。
- **コンピュータ**は**シード**と呼ばれる**初期値から乱数を生成**し，シードを固定すると同じ乱数が発生する。
(シードを変えることで乱数の結果を変え | ることができる。)

11-3 Excelの乱数の機能

Excelの乱数の機能



- 一様分布の乱数

「=RAND()」 範囲は0から1

- 正規分布の乱数

「=NORM.INV(RAND(), mean,stdev)」

平均が0で、標準偏差が1

Excelの一様分布の乱数



「=RAND()」 範囲は0から1

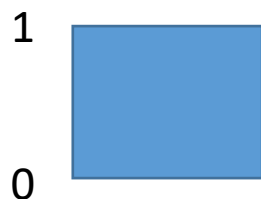
	A	
1	0.258162	
2	0.541572	
3	0.374084	
4	0.154463	
5	0.3569	
6		

Excelで、式「=RAND()」を
コピー&貼り付け

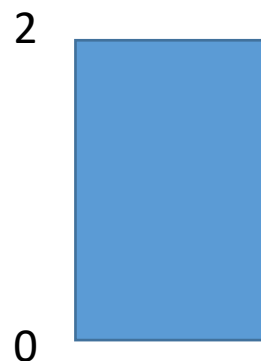
Excelで特定の範囲の一様分布の乱数



「=RAND()*(b-a)+a」 範囲はaからb



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**

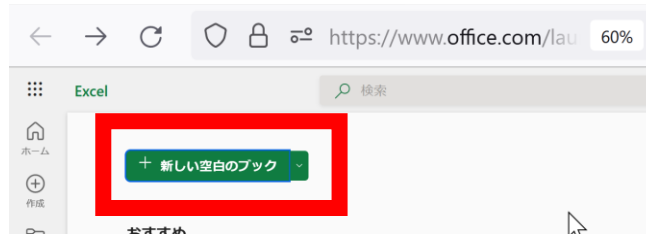
演習 1

【トピックス】

- 一様分布の乱数
- 範囲は -1 から 1

① Excelを起動する. 起動したら「空白のブック」を選ぶ

オンライン版の場合



アプリ版の場合



② **-1以上1未満**の乱数の式

「**=RAND()* 2 - 1**」をセル**A1**に書く



The screenshot shows the Microsoft Excel interface. The title bar reads "Excel ブック 14 - 保存済み". The ribbon is set to "ホーム". The font is "MS Pゴシック" and the size is "11". The font color is "B". The formula bar shows the formula "=RAND()* 2 - 1" entered in cell A1. The spreadsheet grid shows columns A through F and rows 1 through 4. Cell A1 is highlighted with a green border and contains the formula "=RAND()* 2 - 1".

③セルA1の式を,
A2からA100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)**

- ・表示が「###」のようになっているのが気になる場合には、**列の幅を広げる**
- ・あとで使うので、Excelは終了しないで、そのままにしておく

	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

いままでのまとめ

セル**A1**から**A100**

-1以上1未満の乱数の式

=RAND()* 2 - 1

11-4乱数とシミュレーション

乱数とシミュレーション①



- ランダム性を含む現象のシミュレーション

交通流, 天候, 金融, 物理現象など,
ランダム性を持つ現象を**デジタル上**
で再現

→ 現象の理解, 意思決定のサポ
ート



乱数とシミュレーション②



・モンテカルロシミュレーション

乱数を利用してランダムな試行を繰り返す、統計的な結果を得る

→ 不確実性を考慮した意思決定、
近似解の算出



11-5円周率を求める

モンテカルロシミュレーションによる円周率の算出



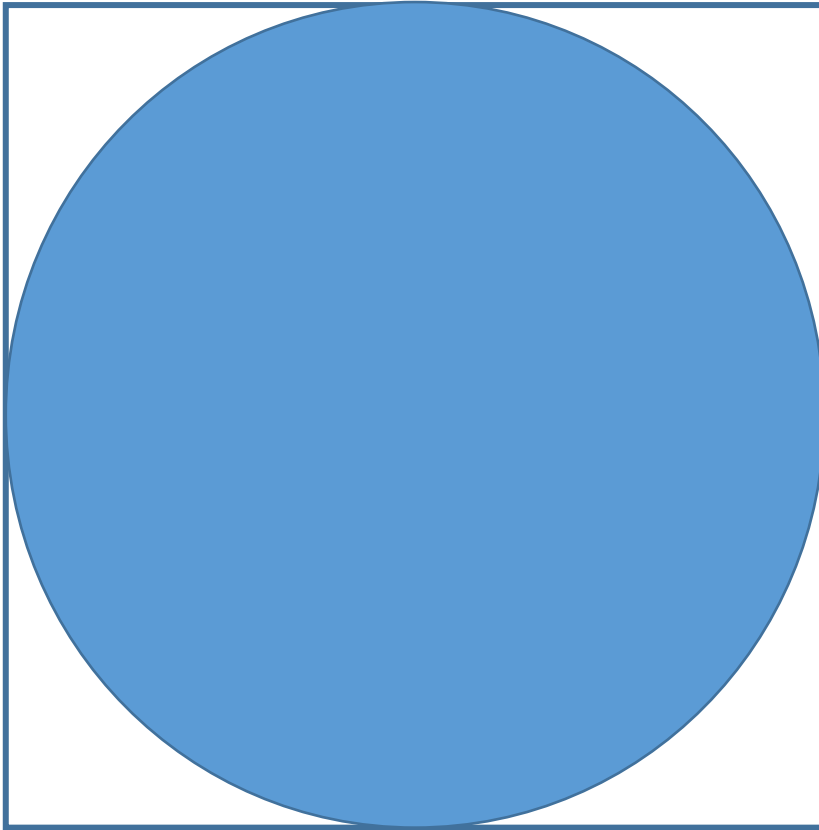
モンテカルロシミュレーションによる円周率の算出は、**一様分布の乱数**を使用

- ① **ランダムに点**を生成
- ② ①で打った点が**円の内部に入るかどうか**を判定
- ③ **円内に入った点の数**を**全体の点の数**で割る
- ④ ③から、円の面積を算出
- ⑤ ④から、円周率を算出

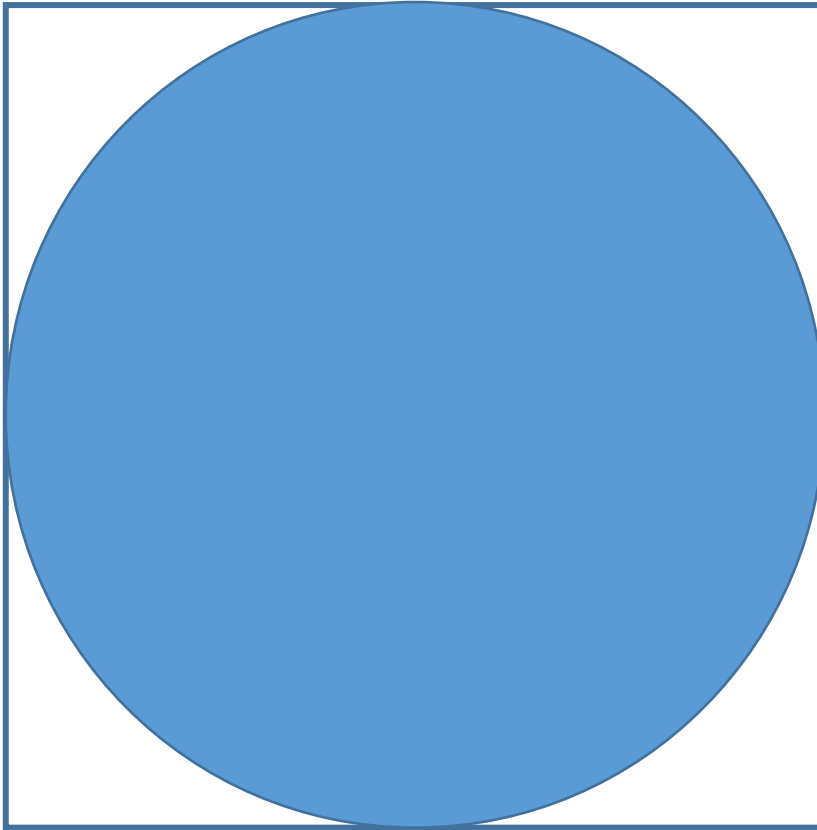
乱数を使って、**ランダムに点を生成**し、円周率を求めていく。得られる結果は**近似的な値**であり、**乱数の数を増やす**ことでより正確な結果に近づけることができる。



縦 2，横 2 の四角形
面積は 4



半径 1 の円
面積 = 円周率



正方形の中でランダム
に点を生成

→
内側に点が入る確率は
 $\pi / 4$

演習 2

【トピックス】

- ・モンテカルロシミュレーション
- ・円周率の算出

①セルA1の式を,
B1からB100にも「コピー&貼り付け」する。
右クリックメニューが便利

	A	B
1	0.997481	0.673662
2	0.47988	-0.85556
3	0.45169	0.530266
4	-0.3246	0.493292
5	-0.7802	0.348163
6	-0.8933	0.617799
7	-0.3845	-0.48221
8	0.59986	-0.07926
9	0.74466	-0.97094
10	0.70638	-0.86975
11	0.77766	-0.5897
12	0.27357	0.902645
13	-0.836	-0.33386
14	-0.189	-0.23659
15	-0.0141	0.687842
16	0.63455	0.028027
17	0.18998	-0.87649
18	0.09969	-0.46288
19	-0.267	-0.11643
20	0.6837	0.131939
21	-0.7267	-0.34867
22	0.61525	0.393156
23	0.21464	-0.07963
24	0.12393	-0.83618
25	-0.6674	-0.60254
26	-0.8549	-0.04112
27	-0.9124	-0.58381
28	0.66503	-0.56371
29	-0.0103	0.113609
30	0.74758	-0.01615
31	-0.3342	0.129065
32	0.14946	0.475261
33	0.88572	-0.33392
34	0.9202	-0.75397

	A	B
34	0.9202	-0.75397
35	-0.1315	0.180341
36	-0.209	0.61245
37	-0.2287	-0.23073
38	-0.4298	0.669809
39	0.69534	0.237229
40	0.52934	0.901252
41	0.31009	-0.2172
42	-0.8217	0.505928
43	-0.7677	0.231401
44	0.46232	-0.79775
45	0.3433	0.883392
46	0.25504	0.878006
47	0.32223	0.24259
48	0.21951	-0.45464
49	-0.5253	0.508291
50	-0.6725	-0.60205
51	-0.8225	0.345632
52	0.22995	-0.81067
53	-0.1259	0.25859
54	-0.7783	0.913507
55	-0.1234	0.096862
56	0.04066	-0.20154
57	0.23109	0.843873
58	-0.5351	0.739647
59	-0.5012	0.028964
60	-0.6891	0.731487
61	0.25921	-0.26316
62	-0.1731	-0.1646
63	-0.0041	-0.23819
64	-0.8791	-0.5837
65	-0.8162	-0.95471
66	-0.8948	-0.23167
67	-0.4123	-0.85534

	A	B
67	-0.4123	-0.85534
68	-0.5622	-0.43479
69	0.38781	0.29212
70	0.39091	-0.21292
71	0.30541	-0.04308
72	0.86894	0.958534
73	0.95575	-0.63973
74	-0.8418	-0.25916
75	0.89096	-0.44206
76	0.76699	0.146561
77	-0.8968	0.702792
78	-0.735	-0.59824
79	-0.8177	0.7393
80	-0.9026	0.475383
81	0.33466	-0.36871
82	-0.0762	-0.93614
83	-0.4598	0.031704
84	0.89201	0.400217
85	0.37084	0.721069
86	0.30176	0.859028
87	0.24959	-0.21667
88	-0.8998	0.071356
89	0.87218	0.782346
90	-0.4264	-0.91945
91	-0.9079	0.250661
92	0.06843	-0.07516
93	-0.3898	0.146237
94	-0.0911	0.905554
95	-0.3247	0.327598
96	-0.3487	0.195442
97	-0.0363	-0.89821
98	-0.39	0.888631
99	-0.9899	-0.03864
100	-0.9211	0.254013

実行のたびに、違う値になる
(乱数なので、ランダムな値)

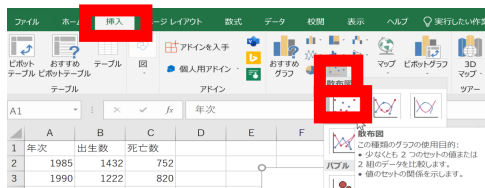
Excelでの散布図の作成手順

	A	B	C
1	年次	出生数	死亡数
2	1985	1432	752
3	1990	1222	820
4	1995	1187	922
5	2000	1191	962
6	2005	1063	1084
7	2010	1071	1197

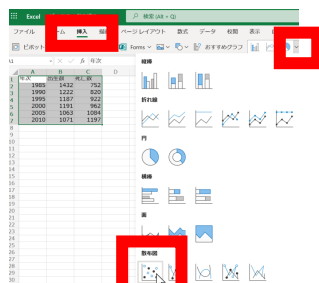
元データ

	A	B	C	D
1	年次	出生数	死亡数	
2	1985	1432	752	
3	1990	1222	820	
4	1995	1187	922	
5	2000	1191	962	
6	2005	1063	1084	
7	2010	1071	1197	
8				

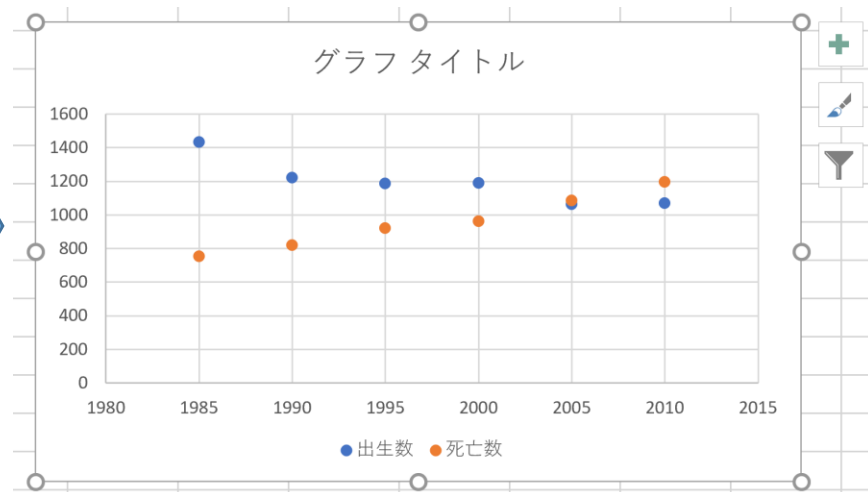
① グラフ化したい部分を範囲選択



アプリ版のExcel



オンライン版のExcel



散布図が得られる

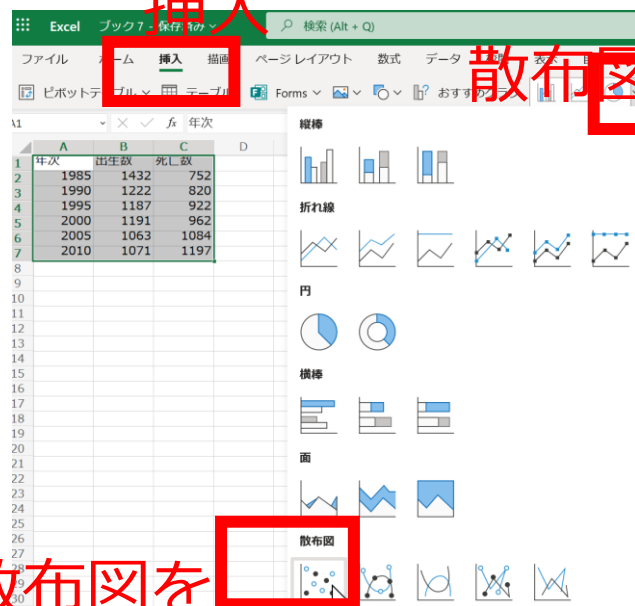
② リボンで「挿入」→散布図

Excelでの散布図の種類を選択

挿入

散布図を展開

オンライン版の Excel

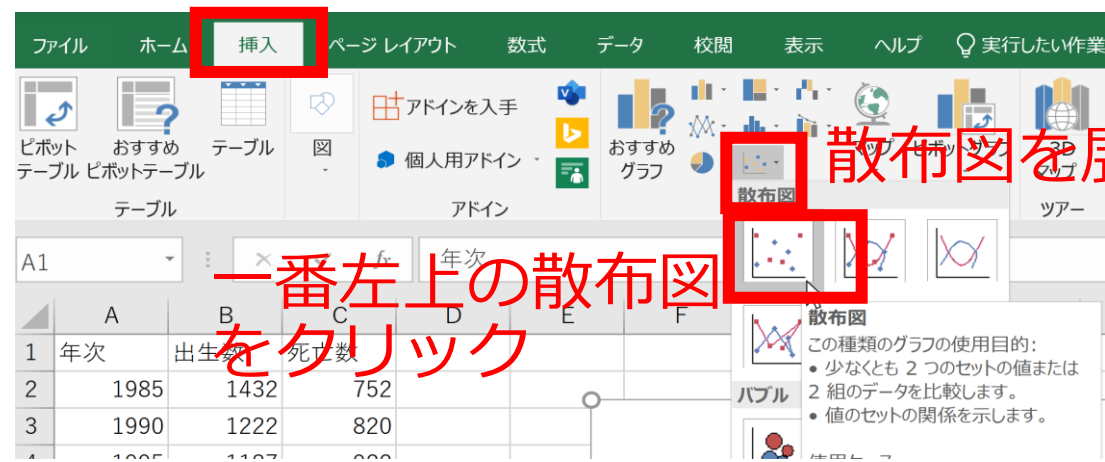


一番左の散布図をクリック

挿入

散布図を展開

アプリ版の Excel

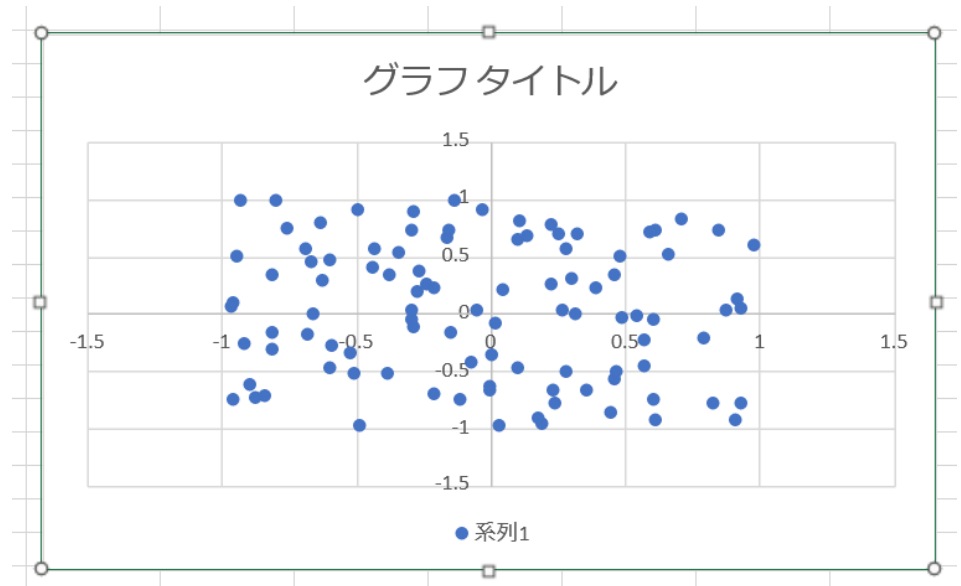


一番左上の散布図をクリック

散布図
この種類のグラフの使用目的:
• 少なくとも 2 つのセットの値または 2 組のデータを比較します。
• 値のセットの関係を示します。

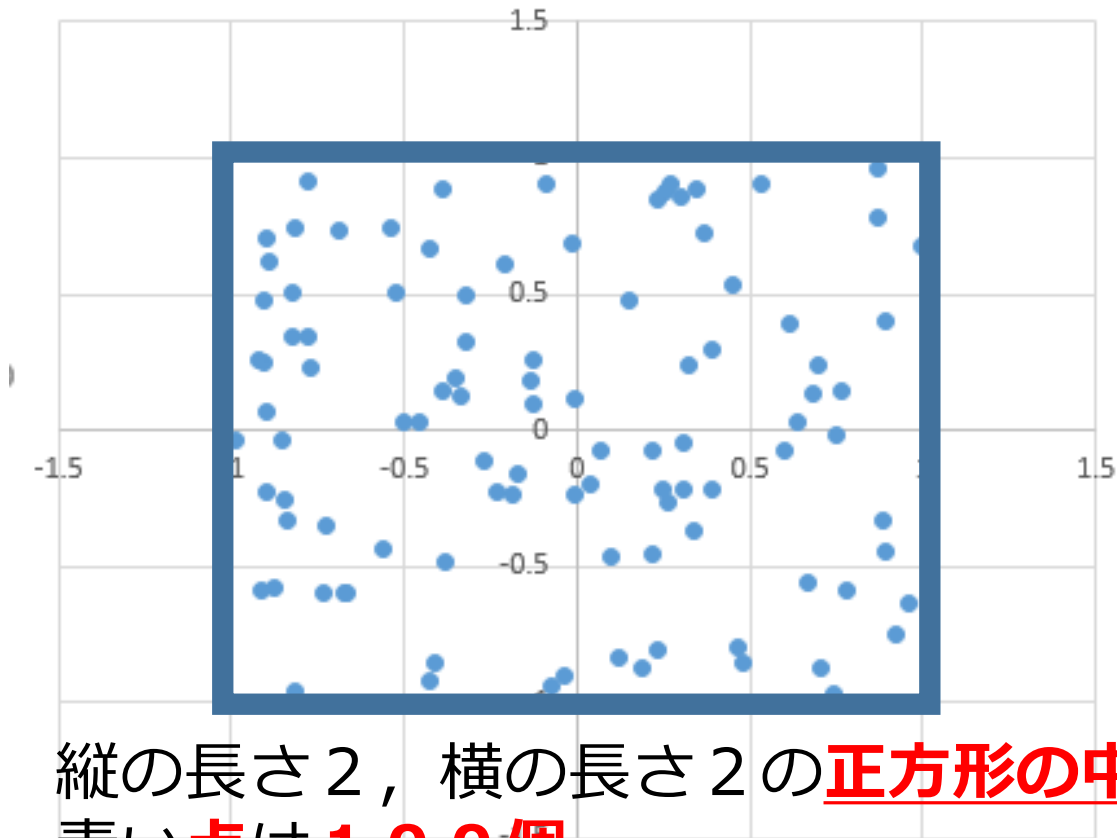
② セルA1からB100までのエリアを，マウスでドラッグして（範囲選択），散布図を作成

	A	B
1	0.997481	0.673662
2	0.47988	-0.85556
3	0.45169	0.530266
4	-0.3246	0.493292
5	-0.7802	0.348163
6	-0.8933	0.617799
7	-0.3845	-0.48221
8	0.59986	-0.07926
9	0.74466	-0.97094
10	0.70638	-0.86975
11	0.77766	-0.5897
12	0.27357	0.902645
13	-0.836	-0.33386
14	-0.189	-0.23659
15	-0.0141	0.687842
16	0.63455	0.028027
17	0.18998	-0.87649
18	0.09969	-0.46288
19	-0.267	-0.11643
20	0.6837	0.131939
21	-0.7267	-0.34867
22	0.61525	0.393156
23	0.21464	-0.07963
24	0.12393	-0.83618
25	-0.6674	-0.60254
26	-0.8549	-0.04112
27	-0.9124	-0.58381
28	0.66503	-0.56371
29	-0.0103	0.113609
30	0.74758	-0.01615
31	-0.3342	0.129065
32	0.14946	0.475261
33	0.88572	-0.33392
34	0.9202	-0.75397



乱数の散布図が
得られる

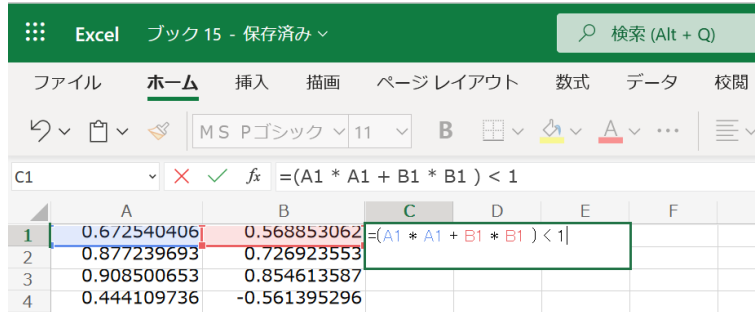
マウスでドラッグ（範囲選択）



縦の長さ2，横の長さ2の正方形の中に，
青い点は100個

③ 中心(0, 0)で半径 1 の円の式

「 $= (A1 * A1 + B1 * B1) < 1$ 」をセルC1に

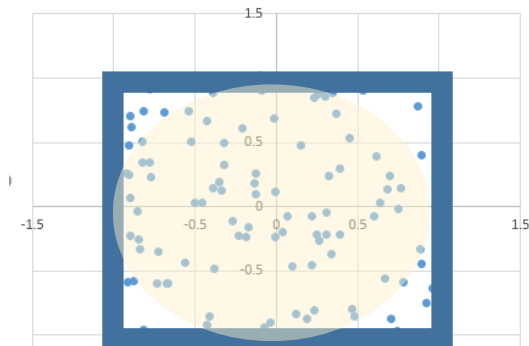


	A	B	C
1	0.672540406	0.568853062	= (A1 * A1 + B1 * B1) < 1
2	0.877239693	0.726923553	
3	0.908500653	0.854613587	
4	0.444109736	-0.561395296	

点が「半径1の円の中にあるか」を調べている

100個の点全てを調べ、

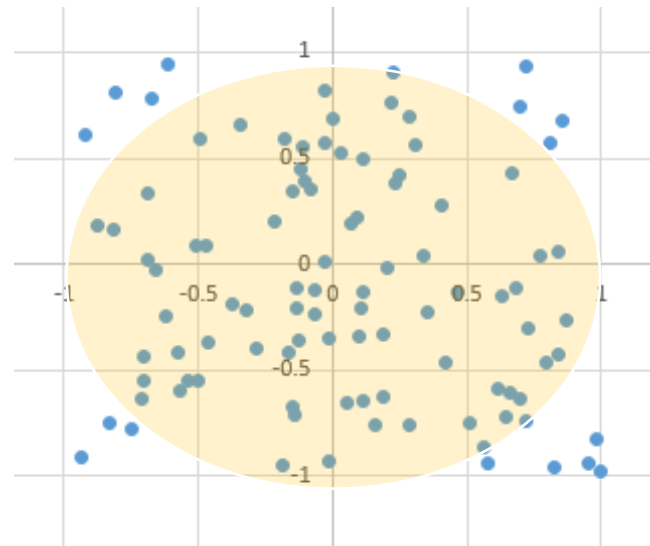
円の中の点の数が60なら、円の面積は $60 * 4 / 100$



縦の長さ2、横の長さ2の正方形

④ セルC1の式を,
C2からC100に「コピー&貼り付け」
右クリックメニューが便利

	A	B	C
1	-0.18852	-0.94632	TRUE
2	0.81153	0.575006	TRUE
3	0.82409	-0.95954	FALSE
4	-0.616	0.94346	FALSE
5	0.95012	-0.94337	FALSE
6	-0.0291	0.819365	TRUE
7	-0.5121	0.090481	TRUE
8	0.22279	0.903306	TRUE
9	0.6657	0.431078	TRUE
10	0.21965	0.76199	TRUE
11	-0.8337	-0.75165	FALSE
12	0.56483	-0.86502	FALSE
13	0.69613	-0.63478	TRUE
14	0.18813	-0.63003	TRUE
15	0.85656	0.680139	FALSE
16	-0.8115	0.806409	FALSE
17	0.4053	0.276278	TRUE
18	0.83722	0.060781	TRUE
19	-0.5675	-0.59988	TRUE
20	-0.8188	0.164358	TRUE
21	-0.5033	-0.54786	TRUE



青い点が、円の内側にあれば
TRUE

Excelで条件に合致するセルを数える



=COUNTIF(C1:C100,TRUE)

セルの範囲**C1:C100**の中で、
値が**TRUE**になっているものを数える



⑤セルC101に

「=COUNTIF(C1:C100, TRUE)」を書いて、

TRUEの数を数える

C101	A	B	C	D	E
80	-0.822013914	-0.677947795	FALSE		
81	0.593338535	0.18506324	TRUE		
82	0.115163729	-0.86612292	TRUE		
83	-0.464879431	-0.288335559	TRUE		
84	0.869961699	-0.503316365	FALSE		
85	0.110785576	0.075223282	TRUE		
86	0.869855846	0.041879898	TRUE		
87	0.186131643	-0.744349677	TRUE		
88	-0.54842817	-0.615733259	TRUE		
89	0.665424078	0.7282659	TRUE		
90	0.381380687	0.71763796	TRUE		
91	-0.655465281	-0.110309727	TRUE		
92	0.658462668	-0.665822339	TRUE		
93	-0.573652137	0.860324269	FALSE		
94	0.797943049	0.151353556	TRUE		
95	-0.964305014	-0.252647927	TRUE		
96	0.65109125	-0.53787939	TRUE		
97	0.500638053	-0.738867658	TRUE		
98	-0.545463751	0.376844405	TRUE		
99	-0.166499028	-0.093095915	TRUE		
100	0.307036386	-0.946441228	TRUE		
101			=COUNTIF(C1:C100, TRUE)		
102					
103					



⑥セルC102

「**=C101 * 4 / 100**」をセル**C102**に書いて、
結果を確認する

→ 円周率が求まる

※**円の面積 = 円周率 × (半径)²**

ただし、今回は、半径 = 1

92			
93	-0.330511354	0.298906273	TRUE
94	-0.248898173	-0.454842176	TRUE
95	-0.416401025	-0.961597258	FALSE
96	-0.294647588	-0.884215073	TRUE
97	-0.49642762	0.792363493	TRUE
98	-0.836505018	-0.785515551	FALSE
99	0.595511972	0.04789671	TRUE
100	-0.414760262	-0.146134184	TRUE
101			77
102			=C101 * 4 / 100
103			
104			
105			
106			
107			



92	-0.591885242	0.700068927	TRUE	
93	0.308388461	-0.914525903	TRUE	
94	0.607215646	0.218192812	TRUE	
95	-0.832501091	0.442147116	TRUE	
96	0.204681696	0.749591278	TRUE	
97	0.931692873	0.290115767	TRUE	
98	0.426194472	-0.438185314	TRUE	
99	-0.974099341	-0.593402699	FALSE	
100	-0.089627399	-0.959142785	TRUE	
101				76
102				3.04
103				
104				

11-6到着間隔を分析する

待ち行列

- **待ち行列**は、複数の要素が順番待ちするもの
- **待ち行列**は、現実世界での様々な現象の**シミュレーション**に利用可能

交通システム，通信ネットワーク，
製造ライン，カスタマーサービス
(レジの並びなど) | の分析，改善



ランダムな到着

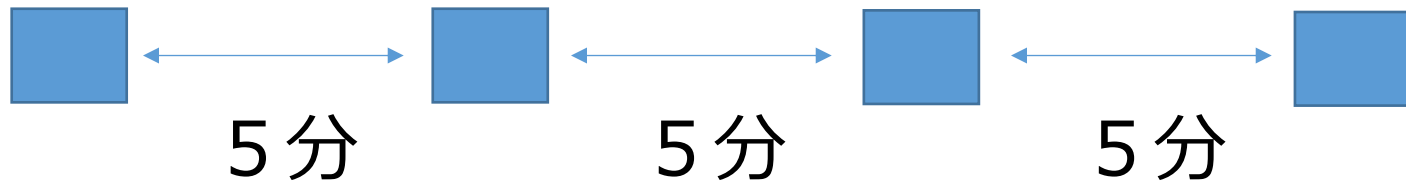


- **ランダムな到着は、予測不可能な時間間隔で到着すること**
- **店舗の待ち行列では、ふつう、ランダムな到着である**
- **現実世界の様々なシミュレーションに役立つ考え方**
- **ランダムな到着を考慮したシミュレーションにより、現実のシステムの挙動をリアルに再現でき、システムの改善や最適化に役立つ**

等間隔の到着



◆ 客が1時間（**60分**）の間に、**12人**来そう！ とい
うとき



5分ごとに1人ずつ来る

→ 現実にはあり得ません

ランダムな到着



◆ 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，**ランダムに到着**

シミュレーションによる、仮説の検証の例

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

演習 3

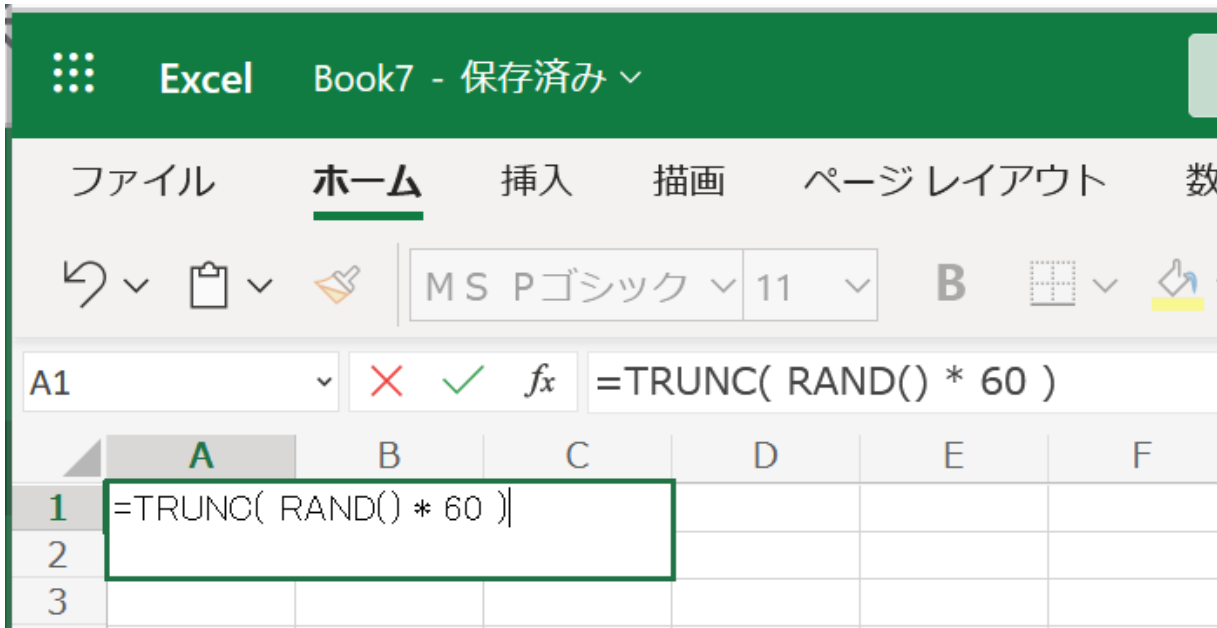
【トピックス】

- 待ち行列
- ランダムな到着
- ランダムな到着での到着間隔を分析

① 新しくExcelの空白のブックを作る

② 0以上60未満の乱数の式

「=TRUNC(RAND()* 60)」をセルA1に書く

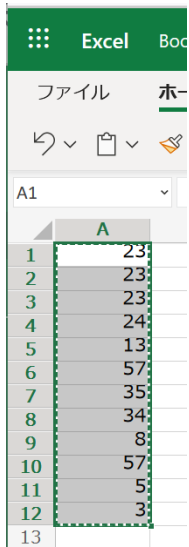


③客が**1 2人来る**という状況をシミュレーションしたい
A1の式をA2からA12に「コピー&貼り付け」
右クリックメニューが便利

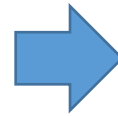
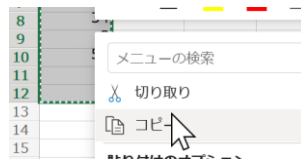
	A
1	35
2	16
3	51
4	0
5	49
6	31
7	17
8	1
9	55
10	48
11	19
12	25
13	

実行のたびに違う値になる
(乱数なので、**ランダム**な値)

④A列にあるもの（式）について、
式の結果の「値」だけを、B列に「コピー&貼り付け」



②右クリック
メニューで
「コピー」



③値だけを張り付け
セルB1を
右クリックして、「貼り付け
のオプション」の「値」

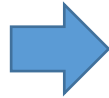


①まず、A1からA12を
ドラッグして、範囲選択

Excelのバージョンによっ
ては、違う場合がある

⑤ 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			

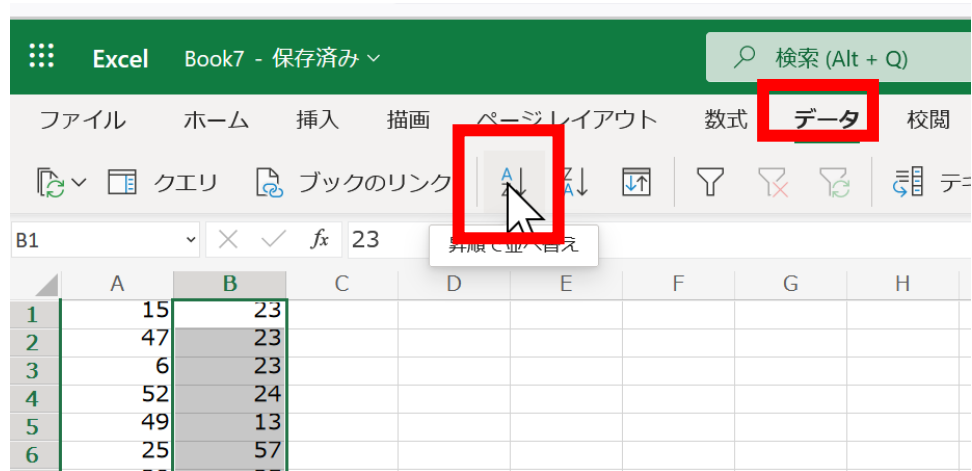
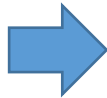


続く

**①まず、B1からB12を
範囲選択**

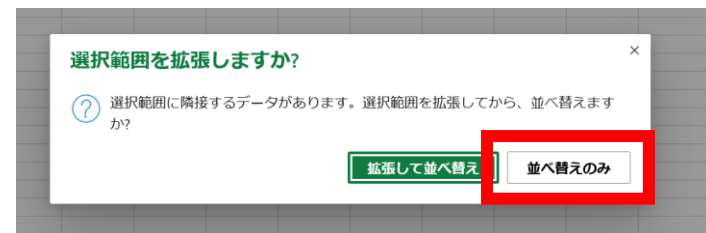
オンライン版Excelでの並べ替え

	A	B
1	15	23
2	47	23
3	6	23
4	52	24
5	49	13
6	25	57
7	20	35
8	54	34
9	53	8
10	45	57
11	30	5
12	24	3
13		



② リボンで「データ」 →
「昇順で並べ替え」

① まず、B1からB12を
範囲選択

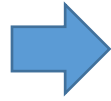


「並べ替えのみ」を選ぶ

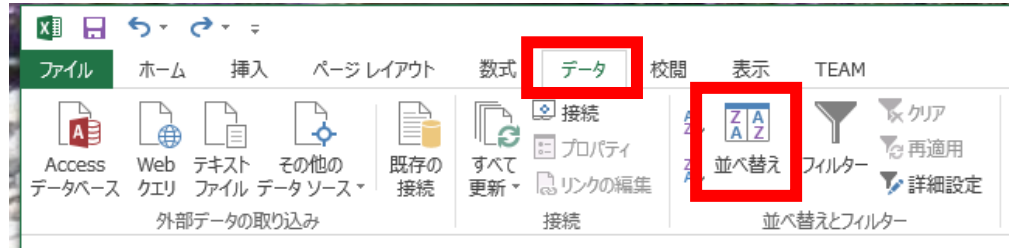
アプリ版での並べ替え



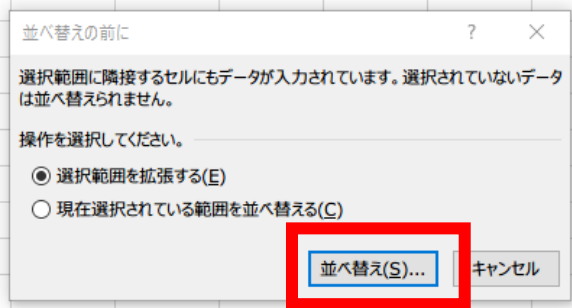
	A	B	C
1	32	13	
2	45	13	
3	6	21	
4	2	38	
5	14	19	
6	15	8	
7	40	43	
8	20	59	
9	46	16	
10	2	0	
11	43	27	
12	43	50	
13			



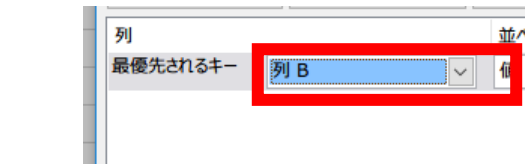
② リボンで「データ」→「並べ替え」



① まず、B1からB12を
範囲選択



もし、警告表示が出たら
「並べ替え」をクリック



「最優先されるキー」を
「列B」に設定して「OK」

	A	B	C
1	24	3	
2	46	5	
3	17	8	
4	19	13	
5	13	23	
6	52	23	
7	5	23	
8	36	24	
9	52	34	
10	4	35	
11	50	57	
12	54	57	
13			
14			

⑥ **B列**が、左のようになることを**確認**

	A	B	C
1	24	3	
2	46	5	=B2-B1
3	17	8	
4	19	13	

⑦ 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

	A	B	C
1	53	3	
2	41	5	2
3	8	8	3
4	15	13	5
5	39	23	10
6	32	23	0
7	29	23	0
8	36	24	1
9	31	34	10
10	18	35	1
11	3	57	22
12	0	57	0
13			

⑧ **C2**の式を、**C3**から**C12**に
「コピー&貼り付け」
右クリックメニューが便利

C3 X Jx =B3-B

	A	B	C
1	53	3	
2	41	5	2
3	8	8	3
4	15	13	5
5	39	23	10
6	32	23	0
7	29	23	0
8	36	24	1
9	31	34	10
10	18	35	1
11	3	57	22
12	0	57	0
13			

⑨C列を確認

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、多い

全体まとめ



1. **乱数は予測不可能な数.**
2. **乱数はゲーム開発やシミュレーションに活用.**
ゲームではアイテムの配置や敵の行動をランダムにするために使用.
3. **一様分布は等確率で分布し, 偏りのない抽出やイベント発生に利用.**
4. **モンテカルロシミュレーションでは乱数を使ってランダムな試行を繰り返し, 不確実性を考慮した意思決定や近似解の算出に活用.**
5. **待ち行列では, ランダムな到着が現実世界のシミュレーションに役立つ考え方. ランダムな到着を考慮したシミュレーションにより, 現実のシステムの挙動をリアルに | 再現.**

- 
- ① **乱数の理解. 学ぶことの満足感. 情報工学の奥深さを実感.**
 - ② **シミュレーションへの乱数活用を知り, 問題解決力を向上**
 - ③ **Excelを用いた乱数の生成, 分析の演習. 実践的スキルの向上**
 - ④ **身近な問題を解決する「待ち行列シミュレーション」など, 情報工学の有用性の実感, 視野の拡大**