



or-4. モンテカルロシミュレーション

(Excel でオペレーションズリサーチ実習)

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

金子邦彦



オペレーションズリサーチ



- 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が、オペレーションズリサーチ
- その行動が実施可能か？
- その行動がベストな方法か？
- わざわざ、その行動をとることによる効果は？

- 現実の模倣であるシミュレーションは、オペレーションズリサーチを実施するための有効な手立て

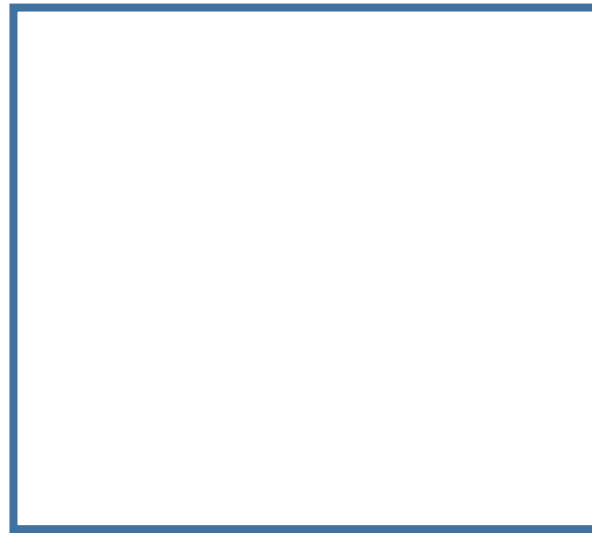


4-1 シミュレーションで、 面積を推定する

面積と面積比



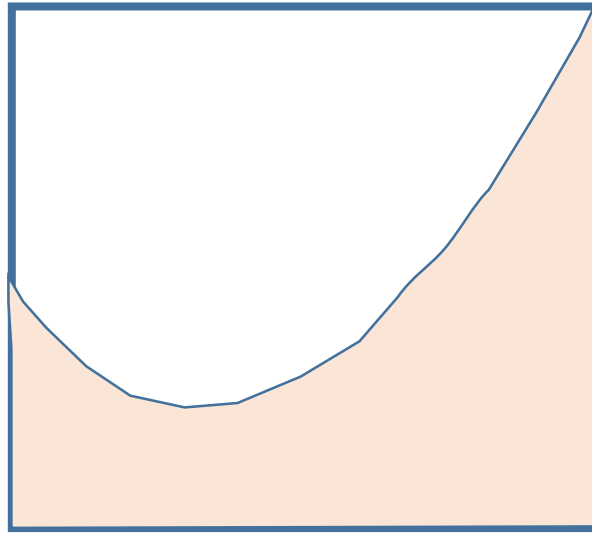
縦の長さ 3



横の長さ 3

面積 : 9

面積と面積比



面積 : 9 ※ 基準

面積 : 4.5 としたら

面積比は
1 対 0.5

Excel で乱数



- =RAND()

0 以上 1 未満の乱数

- =TRUNC(RAND() * 10) + 1

1 以上 11 未満の乱数を整数化

(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)

※ TRUNC による整数化は、小数点以下切り捨て

実践演習



- Excel を起動しなさい。起動したら「空白のブック」を選びなさい



- 新しくやりなおしたいので、次のように操作して、新しく空白のブックを作りなさい



「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 2 未満の乱数の式

「=RAND() * 3 - 1」をセル A1 に書きなさい

	A	B	C	D	E
1	=RAND()				
2					

SUM × ✓ fx =RAND() * 3 - 1

A1に式「=RAND() * 3 - 1」



セル A1 の式を,

A2 から A20 と、B1 から B20 に「コピー&貼り付け」しなさい。

右クリックメニューが便利

	A	B
1	1.886727	0.361703
2	-0.89616	1.476738
3	0.254013	-0.80048
4	-0.12913	-0.36662
5	1.155274	-0.85364
6	-0.00331	1.182228
7	1.361084	0.256562
8	0.797903	1.625232
9	-0.34948	1.000749
10	-0.58961	1.593319
11	-0.06947	0.745195
12	-0.65242	0.805857
13	-0.84107	1.608053
14	-0.23082	-0.31832
15	1.93006	-0.50838
16	0.096903	0.009469
17	0.8189	0.619243
18	0.337119	0.203961
19	-0.15335	1.818734
20	0.251849	1.166029

**実行のたびに、違う値になる
(乱数なので、ランダムな値)**

- セル A1 から B20 までのエリアを、マウスでドラッグして（範囲選択）、散布図を選ぶ

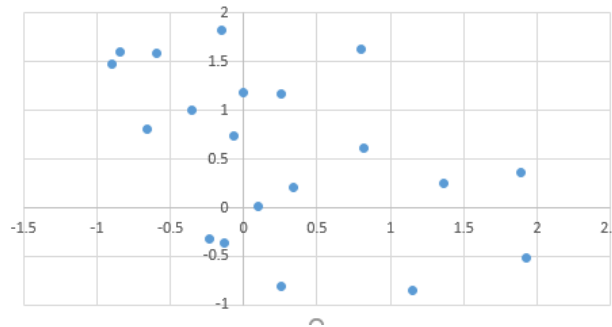
	A	B
1	1.886727	0.361703
2	-0.89616	1.476738
3	0.254013	-0.80048
4	-0.12913	-0.36662
5	1.155274	-0.85364
6	-0.00331	1.182228
7	1.361084	0.256562
8	0.797903	1.625232
9	-0.34948	1.000749
10	-0.58961	1.593319
11	-0.06947	0.745195
12	-0.65242	0.805857
13	-0.84107	1.608053
14	-0.23082	-0.31832
15	1.93006	-0.50838
16	0.096903	0.009469
17	0.8189	0.619243
18	0.337119	0.203961
19	-0.15335	1.818734
20	0.251849	1.166029



挿入タブ

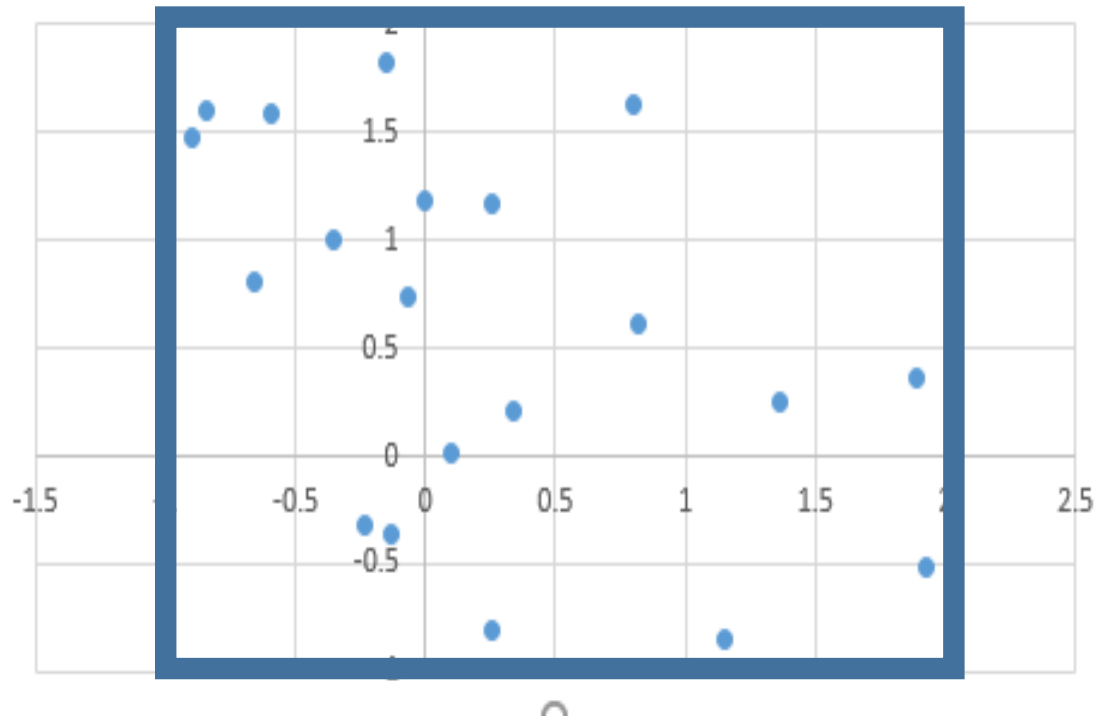


ここに散布図を作るためのプルダウンメニューがある



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3, 横の長さ3の正方形の中に,
青い点は20個



さらに，放物線の式

「**=0.5 * A1 * A1**」をセル **C1** に書きなさい

	A	B	C	D	E
1	-0.48039	1.000283	=0.5 * A1 * A1		
2	0.488408	1.232157			
3	1.098326	1.636929			

C1に式「=0.5 * A1 * A1」



セル C1 の式を,
C2 から C20 に「コピー&貼り付け」 しないで。
右クリックメニューが便利

	A	B	C	D
1	0.499546	-0.37779	0.124773	
2	0.094771	1.098137	0.004491	
3	-0.14156	1.489797	0.01002	
4	1.468767	-0.87056	1.078638	
5	0.023893	-0.24674	0.000285	
6	1.418366	-0.78966	1.005882	
7	1.700746	-0.12596	1.446268	
8	-0.02258	-0.6003	0.000255	
9	0.931436	-0.19776	0.433787	
10	-0.54795	0.182346	0.150127	
11	0.311951	0.256827	0.048657	
12	1.77473	0.341855	1.574833	
13	0.003042	0.006816	4.63E-06	
14	-0.76366	1.932737	0.291586	
15	1.634991	1.512736	1.336597	
16	0.685177	0.466697	0.234734	
17	1.415413	0.041565	1.001696	
18	1.008191	1.481623	0.508225	
19	-0.55911	1.589503	0.156304	
20	-0.71855	-0.62536	0.258158	

- 今度は、セル A1 から C20 までのエリアを、マウスでドラッグして（範囲選択）、散布図を選ぶ

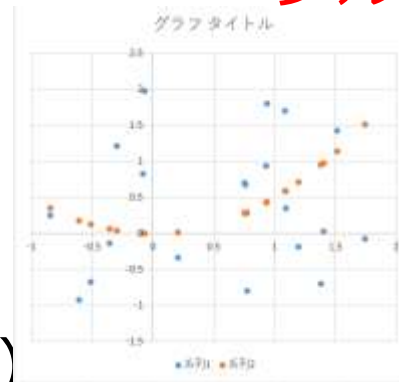
	A	B	C
1	-0.35856	-0.13853	0.064281
2	0.926088	0.943882	0.428819
3	0.93789	1.810417	0.439819
4	1.086608	1.702483	0.590359
5	1.19472	-0.18191	0.713678
6	-0.08475	0.824484	0.003591
7	1.399376	0.029806	0.979127
8	1.090409	0.360642	0.594496
9	1.383195	-0.69157	0.956614
10	1.514154	1.428682	1.146332
11	0.761776	0.681684	0.290151
12	-0.51411	-0.67032	0.132155
13	0.208516	-0.32835	0.021739
14	-0.84733	0.25809	0.358985
15	0.771045	-0.79053	0.297255
16	-0.06746	1.976815	0.002276
17	-0.30096	1.211514	0.045287
18	0.749527	0.702963	0.280895
19	-0.60727	-0.92549	0.184386
20	1.744925	-0.06724	1.522382
21			
22			



挿入タブ

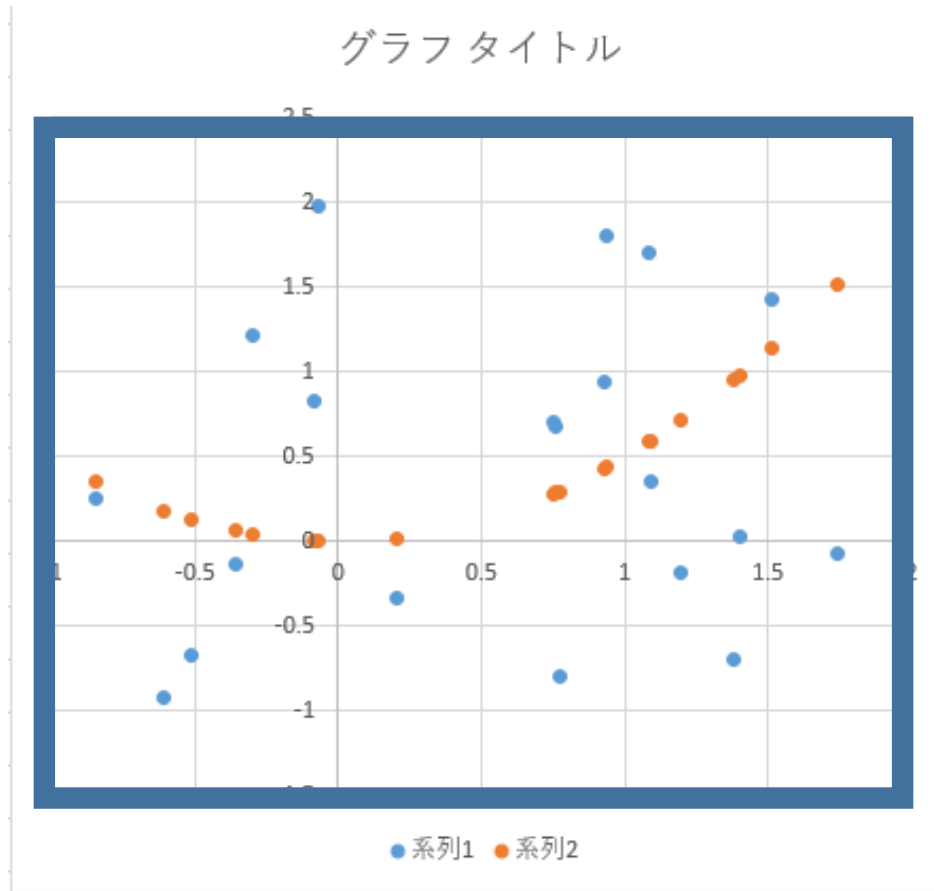


ここに散布図を作るためのプルダウンメニューがある

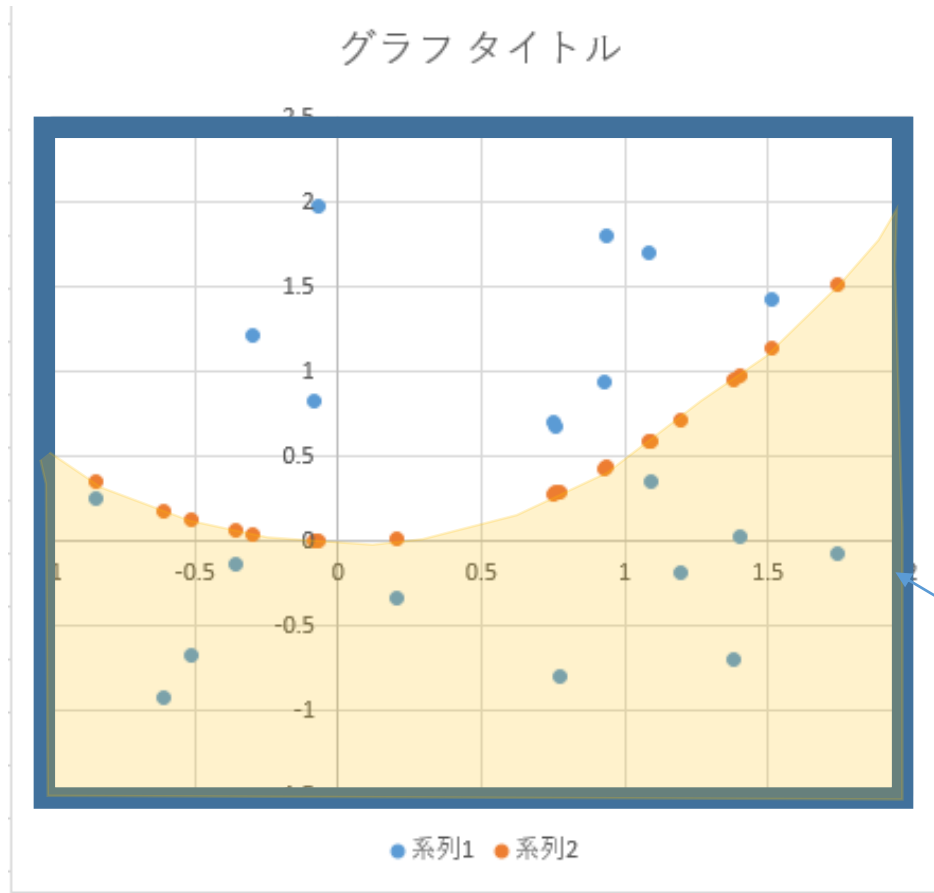


散布図が
得られる

マウスでドラッグ（範囲選択）



青い点は全部で **20個**
(分布はランダム)



青い点は全部で **20個**
(分布はランダム)

この中に **点** が **何個あるか**
数える
→ 面積比が推定できる



「**=(B1 > C1)**」をセル **D1** に書きなさい

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E
1	-0.50974	1.875182	0.129917	=(B1 > C1)	
2	0.432885	1.193062	0.093695		
3	1.316389	-0.98872	0.86644		

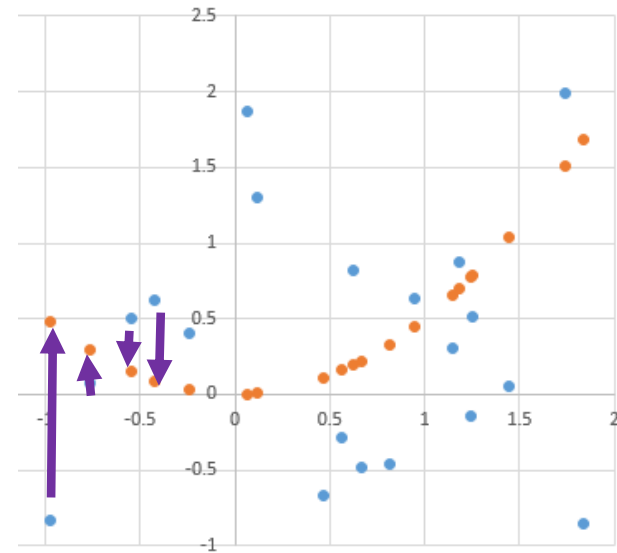
The formula bar at the top shows the formula `=(B1 > C1)` entered in cell D1. The spreadsheet interface includes a 'SUM' dropdown, a 'fx' icon, and buttons for 'X' and '✓'.

D1に式「=(B1 > C1)」



セル D1 の式を,
D2 から D20 に「コピー&貼り付け」しなさい。
右クリックメニューが便利

	A	B	C	D
1	1.252385	0.507992	0.784234	FALSE
2	1.185458	0.878061	0.702655	TRUE
3	-0.54415	0.497422	0.14805	TRUE
4	1.444668	0.056255	1.043532	FALSE
5	1.837659	-0.85608	1.688495	FALSE
6	1.739147	1.992973	1.512316	TRUE
7	0.950232	0.63679	0.45147	TRUE
8	0.667019	-0.48011	0.222457	FALSE
9	1.147729	0.30866	0.658641	FALSE
10	-0.42766	0.623569	0.091448	TRUE
11	0.12169	1.29624	0.007404	TRUE
12	0.815106	-0.46163	0.332199	FALSE
13	-0.23961	0.408605	0.028707	TRUE
14	-0.76323	0.074546	0.29126	FALSE
15	1.246427	-0.138	0.77679	FALSE
16	0.562154	-0.2799	0.158008	FALSE
17	0.465424	-0.67043	0.10831	FALSE
18	-0.9774	-0.8326	0.477656	FALSE
19	0.619365	0.815466	0.191807	TRUE
20	0.062715	1.871022	0.001967	TRUE



B列 : 青点, C列 : オレンジ
D列 : オレンジ点の方が上
だったら FALSE

実行のたびに、違う値になる
(乱数なので、ランダムな値)



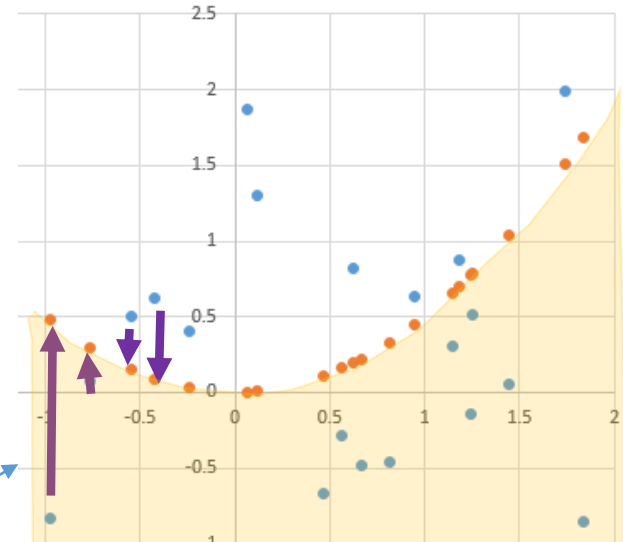
	A	B	C	D
1	1.252385	0.507992	0.784234	FALSE
2	1.185458	0.878061	0.702655	TRUE
3	-0.54415	0.497422	0.14809	TRUE
4	1.444668	0.056255	1.043532	FALSE
5	1.837659	-0.85608	1.688495	FALSE
6	1.739147	1.992973	1.512316	TRUE
7	0.950232	0.63679	0.45147	TRUE
8	0.667019	-0.48011	0.222457	FALSE
9	1.147729	0.30866	0.658641	FALSE
10	-0.42766	0.623569	0.091448	TRUE
11	0.12169	1.29624	0.007404	TRUE
12	0.815106	-0.46163	0.332199	FALSE
13	-0.23961	0.408605	0.028707	TRUE
14	-0.76323	0.074546	0.29126	FALSE
15	1.246427	-0.138	0.77679	FALSE
16	0.562154	-0.2799	0.158008	FALSE
17	0.465424	-0.67043	0.10831	FALSE
18	-0.9774	-0.8326	0.477656	FALSE
19	0.619365	0.815466	0.191807	TRUE
20	0.062715	1.871022	0.001967	TRUE

結果

FALSEの数 : 11個

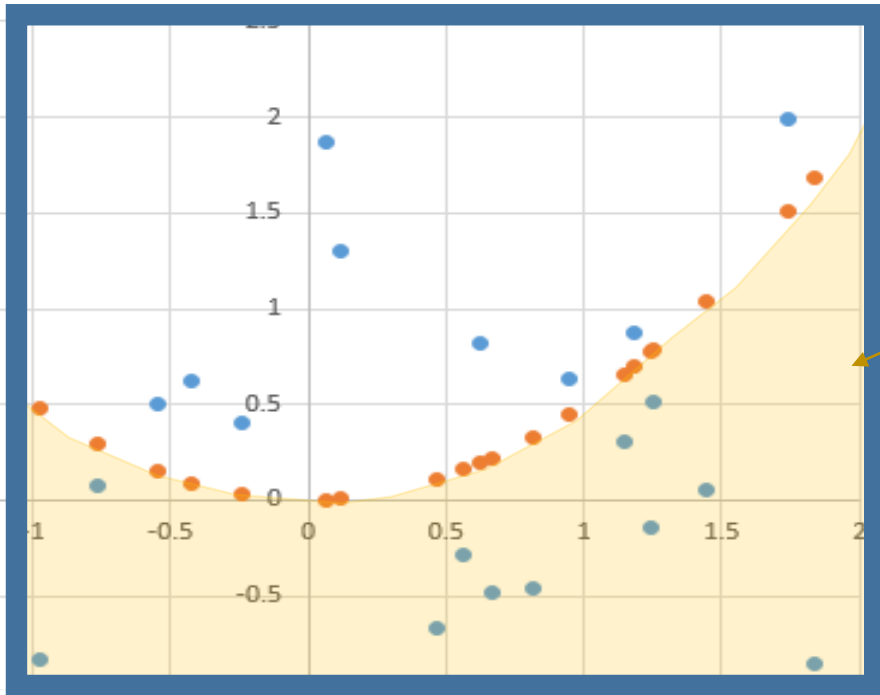


この中に青い点
が 1 1 個



実行のたびに、違う値になる
(乱数なので、ランダムな値)

B列 : 青点, C列 : オレンジ
D列 : オレンジ点の方が上
だったら FALSE



青い点は全部で 20個
(分布はランダム)

この中に点が 11個
とすると

面積比は 1 : 0.55

正方形の面積 : 9

オレンジ色部分の面積 :

たぶん $9 \times 0.55 = 4.95$

Excel で条件に合致するセルを数える

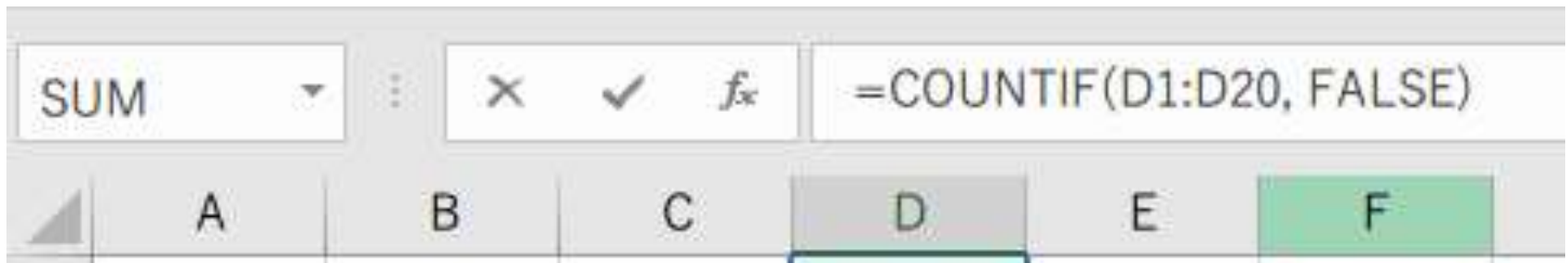


- =COUNTIF(D1:D20, FALSE)

**セルの範囲 D1:D20 の中で、
値が FALSE になっているものを数える**



「**=COUNTIF(D1:D20, FALSE)**」をセル D21
に書いて、
FALSE の数を数えなさい





4-2 シミュレーションで 円周率を求める

実践演習



- 新しくやりなおしたいので、次のように操作して、
- 新しく空白のブックを作りなさい



「ファイル」を
クリック

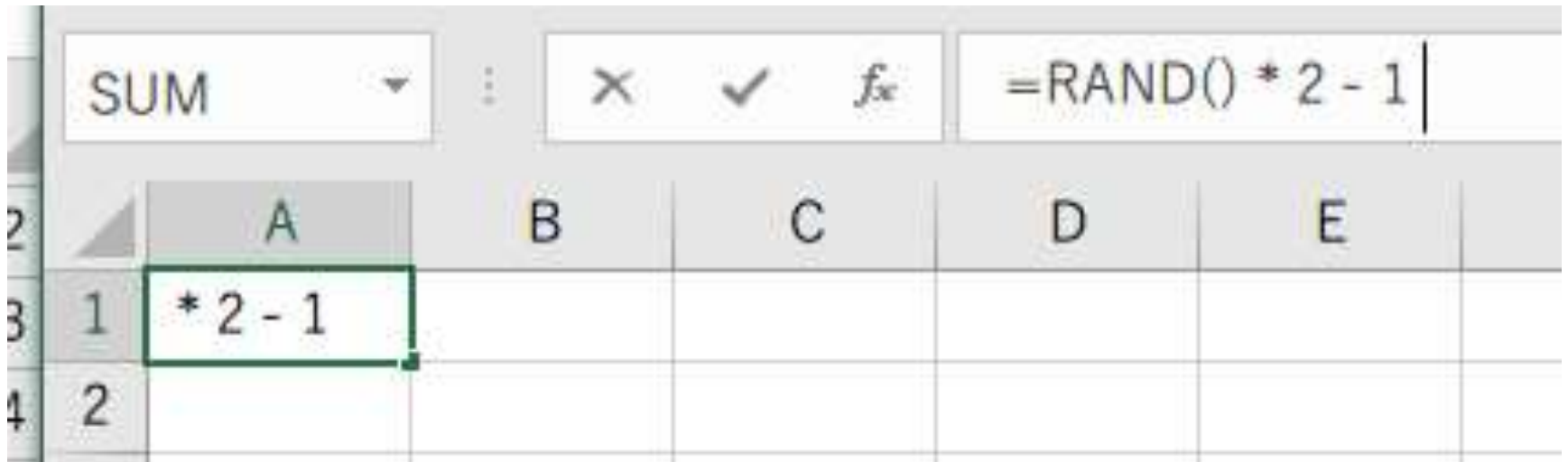
「新規」
をクリック

空白のブック



-1 以上 1 未満の乱数の式

「=RAND() * 2 - 1」をセル A1 に書きなさい



A1に式「=RAND() * 2 - 1」



セル A1 の式を,

A2 から A100 と、B1 から B100 に「コピー & 貼り付け」 してください。

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	-0.06975
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
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	-0.79776
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	0.349632
52	0.22995	-0.81067
53	-0.1259	0.29859
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	-0.1648
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
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	-0.53973
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	0.906554
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)

- 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）、散布図を選ぶ

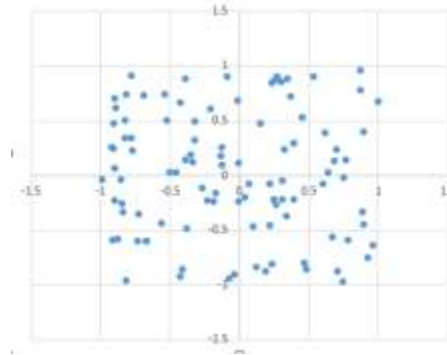
	A	B
1	0.997491	0.672667
2	0.479888	-0.893558
3	0.451169	0.530298
4	-0.3246	0.493293
5	-0.7802	0.348183
6	-0.8933	0.617799
7	-0.3845	-0.48221
8	0.59966	-0.07926
9	0.74465	-0.97094
10	0.70638	-0.86973
11	0.37766	-0.5887
12	0.27367	0.982648
13	-0.836	-0.33384
14	-0.189	-0.25659
15	-0.0141	0.687841
16	0.63455	0.029027
17	0.18898	-0.87648
18	0.09969	-0.46258
19	-0.267	-0.11843
20	0.6837	0.121888
21	-0.7267	-0.34867
22	0.61525	0.393156
23	0.21464	-0.07963
24	0.12793	-0.83618
25	-0.6674	-0.00234
26	-0.8549	-0.04117
27	-0.9124	-0.88381
28	0.66503	-0.56573
29	-0.0103	0.113906
30	0.74758	-0.01815
31	-0.3342	0.129963
32	0.14846	0.475261
33	0.88572	-0.23392
34	0.9202	-0.75357



挿入タブ

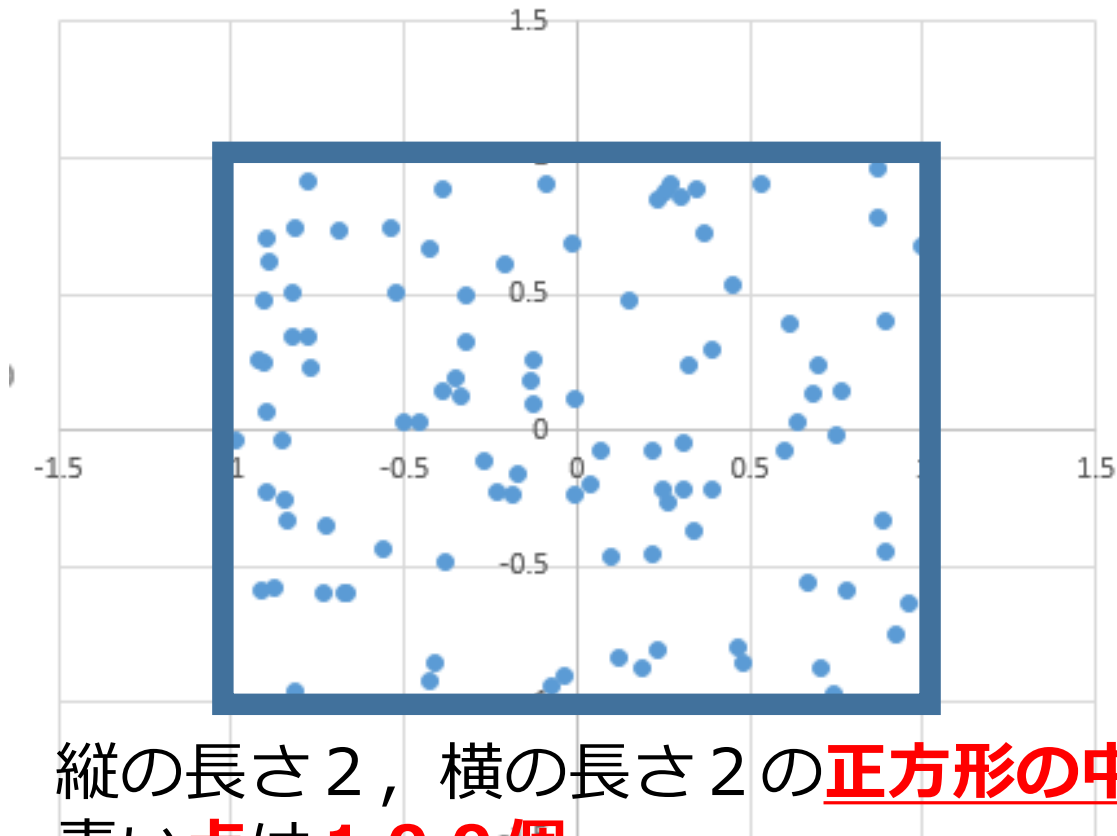


ここに散布図を作るためのプルダウンメニューがある



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



今後は、中心 (0, 0) で半径 1 の円の式

「 $= (A1 * A1 + B1 * B1) < 1$ 」をセル C1 に書きなさい

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

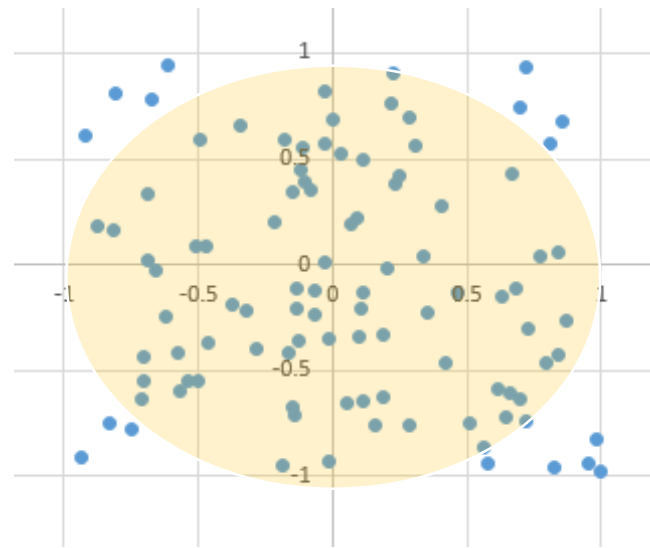
	A	B	C	D	E	F
1	-0.2309	0.612244	$= (A1 * A1 + B1 * B1) < 1$			
2	-0.5632	0.647428				

The formula bar at the top shows the formula being entered: $= (A1 * A1 + B1 * B1) < 1$. The formula bar also includes a dropdown menu set to 'SUM', a 'Cancel' button (X), a 'Check' button (checkmark), and a 'Formula' button (fx).

C1に式 「 $= (A1 * A1 + B1 * B1) < 1$ 」

セル C1 の式を,
C2 から C100 に「コピー&貼り付け」しなさい。
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



「**=COUNTIF(C1:C100, TRUE)**」をセル **C101** に書いて、

TRUE の数を数えなさい

「**=C101 * 4 / 100**」をセル **C102** に書いて、

結果を確認しなさい

→ 円周率に近い近い値が求まる

※ **円の面積 = 円周率 × (半径)²**