

or-7. 正規分布

(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



Excel で乱数



- =RAND()

0 以上 1 未満の乱数

- =IF(RAND() < 0.5, 1, 0)

乱数が 0.5 より小さければ 1, さもないければ 0

コイン投げのシミュレーション

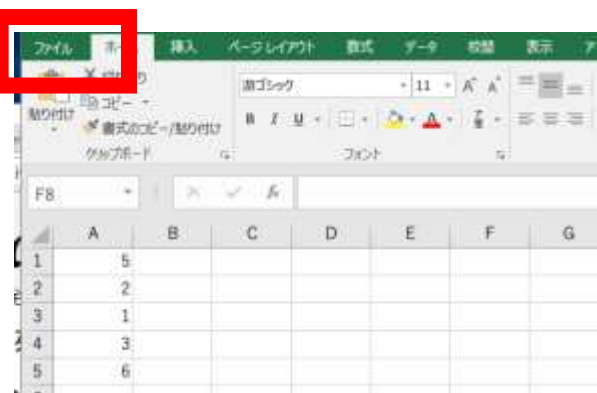


- コインを 50 枚投げる
- 表が出る確率 0.5, 裏が出る確率 0.5
- それを繰り返す

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



セル A1 に「0.5」

The screenshot shows the Excel interface with the formula bar displaying '0.5' and the active cell A1 containing the value '0.5'. The grid shows columns A through D and row 1.

	A	B	C	D
1	0.5			

セル A2 に次の式

The screenshot shows the Excel interface with the formula bar displaying '=IF(RAND() < \$A\$1, 1, 0)'. The active cell A2 contains the value '0'. The grid shows columns A through F and rows 1 through 3.

	A	B	C	D	E	F
1	0.5					
2	0					
3						



セル A2 の式を, A3 から A51 に「コピー&貼り付け」しなさい.

右クリックメニューが便利

セル A52 に次の式

=SUM(A2:A51)

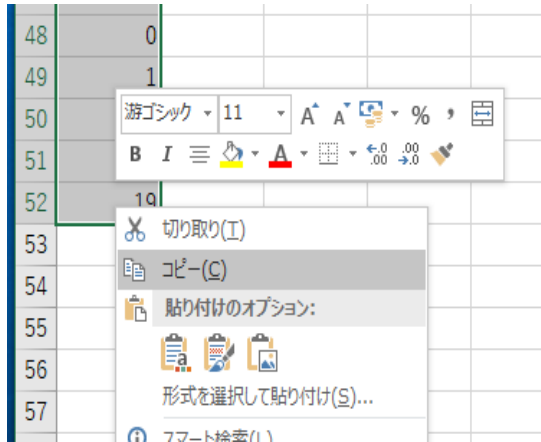
	A	B	C	D	E
46	1				
47	1				
48	0				
49	1				
50	0				
51	0				
52	19				

50 枚のうち,
表になるのは何枚になりそうか

※ **乱数**なので, 実行のたびに違った値になる



A2 から A52 を範囲選択して，右クリックメニューで「コピー」



それを，B2から E52に張り付け

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
82	0	-1	-2	-1	0	1	0	1	0	1	0
83	0	1	0	-1	-2	-3	-4	-3	-2	-3	-2
84	0	-1	-2	-3	-2	-3	-4	-3	-4	-3	-4
85	0	-1	0	-1	-2	-1	-2	-3	-4	-5	-6
86	0	-1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-5	-6
87	0	1	0	1	2	3	2	1	0	-1	-1
88	0	-1	0	-1	-2	-3	-4	-3	-2	-3	-2
89	0	-1	-2	-1	-2	-1	0	-1	-2	-1	0
90	0	-1	-2	-1	-2	-1	-2	-1	-2	-3	-2
91	0	1	2	1	0	-1	0	-1	0	1	2
92	0	1	0	-1	0	1	0	1	2	3	2
93	0	-1	-2	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0
94	0	-1	0	1	2	3	4	5	4	5	4
95	0	-1	-1	-1	-2	-1	-2	-3	-4	-3	-2
96	0	1	0	1	0	-1	-2	-1	-2	-3	-2
97	0	-1	0	1	0	-1	-2	-1	-2	-3	-4
98	0	1	0	-1	-2	-1	-2	-1	0	1	0
99	0	1	1	3	2	1	2	3	4	5	4
100	0	-1	0	1	2	1	2	3	4	5	6



52 行目を確認する

47	0	1	0	1	1
48	1	1	1	1	1
49	1	1	1	0	1
50	1	1	0	1	0
51	1	1	0	0	0
52	24	25	32	24	32
53					
54					

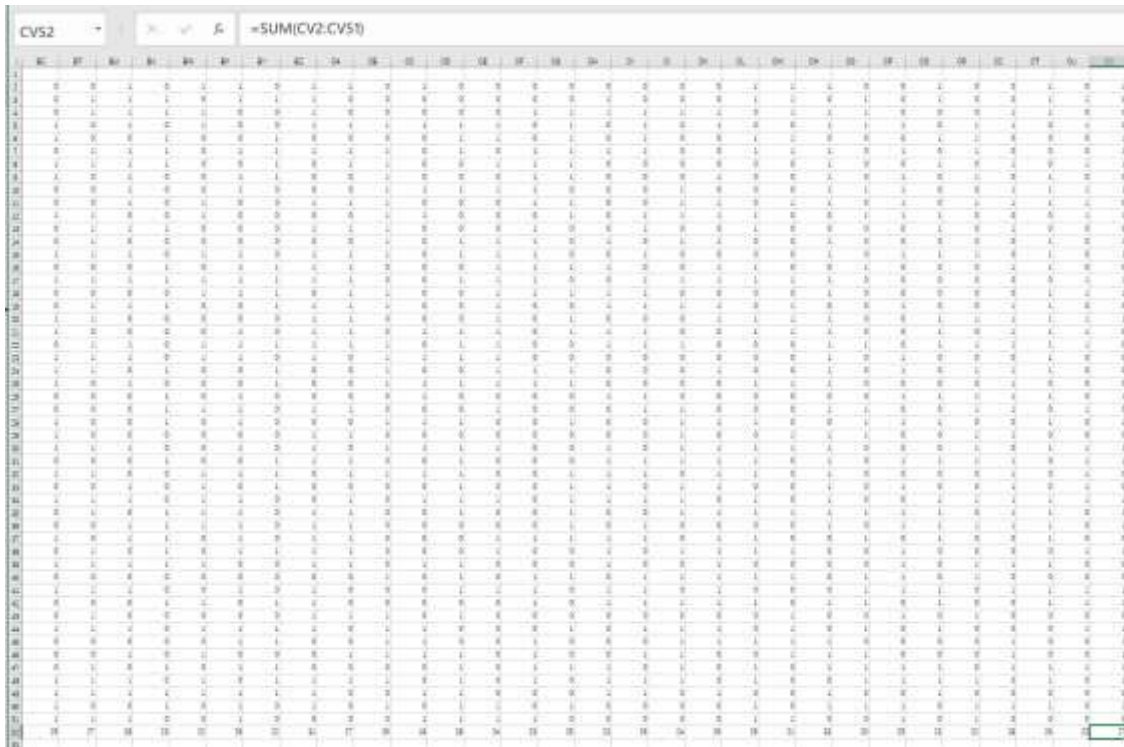
50 枚のうち、
表になるのは何枚になりそうか



100 列に増やしてみなさい

A2 から A52 を範囲選択して，右クリックメニューで
「コピー」

それを **F列から CV列**まで貼り付け





表が出た枚数の、**平均**と**標準偏差**を求めてみよう
標準偏差は「ばらつき」の量

平均 AVERAGE

標準偏差 STDEVP

53	24.83
54	3.57786

セル **A53** に次の式

=AVERAGE(A52:CV52)

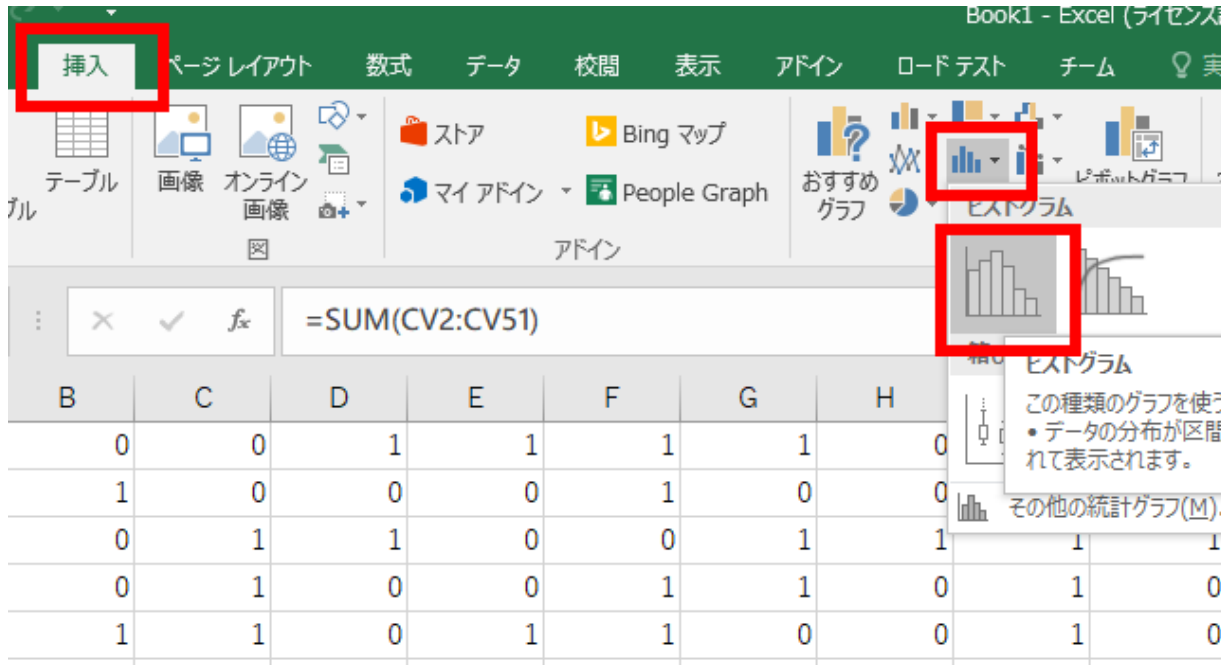
セル **A54** に次の式

=STDEVP(A52:CV52)

A52 から CV52 を範囲選択して、**挿入**を選び、

ヒストグラムを選ぶ

ヒストグラムとは：**頻度分布**



Book1 - Excel (ライセンス)

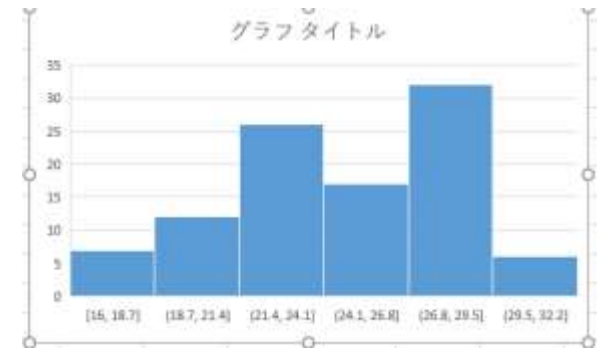
挿入 | ページレイアウト | 数式 | データ | 校閲 | 表示 | アドイン | ロードテスト | チーム | 実

テーブル | 画像 | オンライン画像 | ストア | Bing マップ | おすすめグラフ | ヒストグラム | レポート生成

マイアドイン | People Graph | アドイン

fx =SUM(CV2:CV51)

B	C	D	E	F	G	H
0	0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	0
0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	0	1	1	0
1	1	0	1	1	0	0

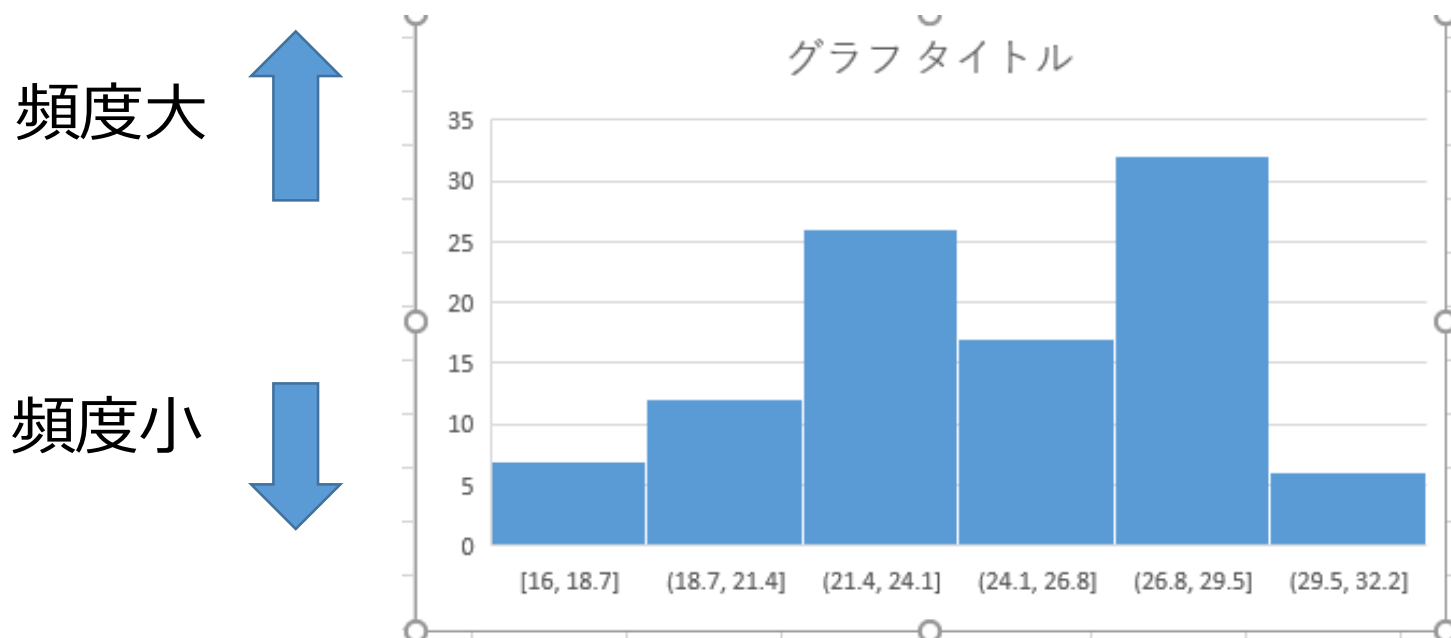


ヒストグラム



- 頻度分布（何が多くて、何が少ないか）を示したグラフ

50 枚コインを投げる．表が出る確率は **0.5**
表が出る枚数の**ヒストグラム**は





50 枚コインを投げる。表が出る確率は **0.5**

表が出る枚数の**平均**と**標準偏差**は

■ Excel（シミュレーション）では

53	24.83
54	3.57786
55	

=AVERAGE(A52:CV52)

=STDEVP(A52:CV52)

■ 数式では

平均 25 = **50 × 0.5**

標準偏差 3.535534 = **50 × 0.5 × (1 - 0.5)** の平方根

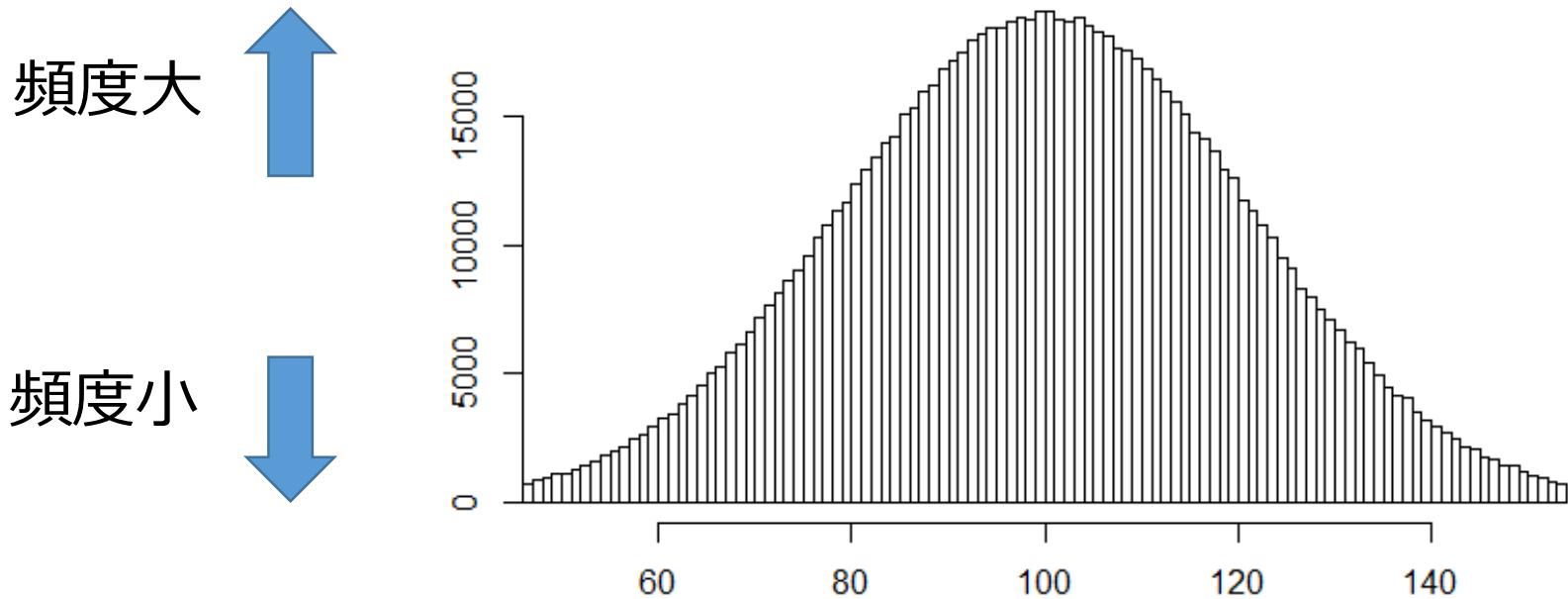


7-3 正規分布

正規分布とは



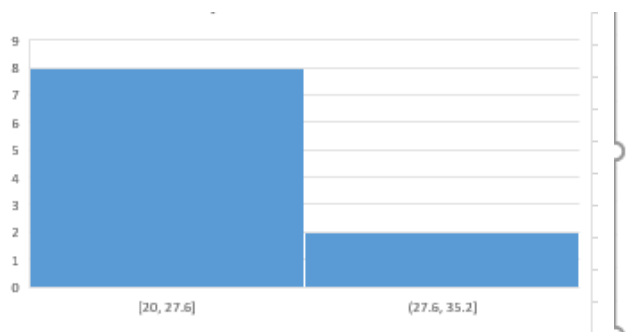
- 正規分布とは、平均と標準偏差だけで頻度分布を考えること



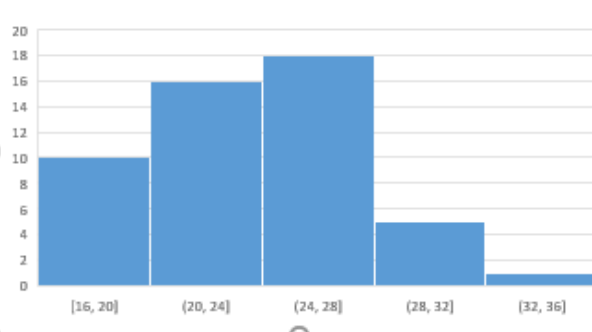
コイン投げと正規分布



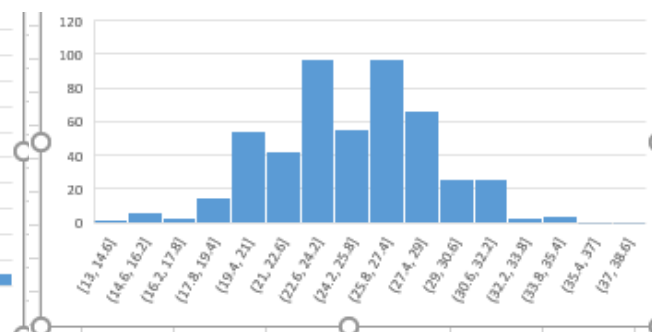
- コイン投げのシミュレーションで，頻度分布を作った。
- コイン投げの回数を増やすと，頻度分布の形は，正規分布に近づく



10 回



50 回



500 回

いまから行うこと



パラメータ

平均	300
標準偏差	20

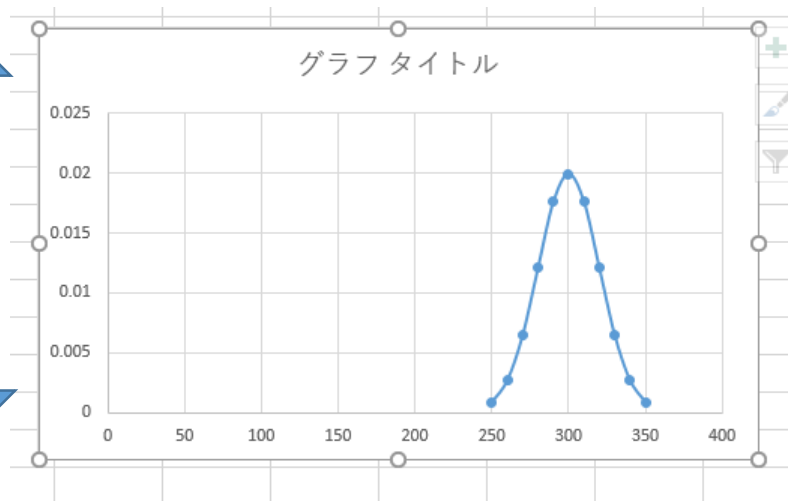


Excel の **NORM.DIST** を使い、**正規分布** をプロット

頻度大



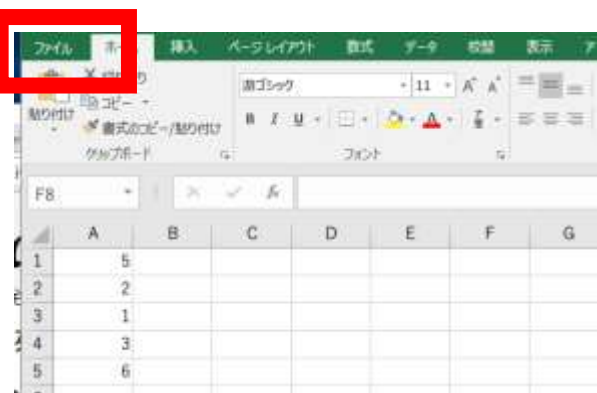
頻度小



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



- 次のように値を入力しなさい

	A	B
1	平均	300
2	標準偏差	20
-		

※ 数値はすべて半角



- A列に，次のように値を書き加えなさい

	A	B
1	平均	300
2	標準偏差	20
3		
4	250	
5	260	
6	270	
7	280	
8	290	
9	300	
10	310	
11	320	
12	330	
13	340	
14	350	
15		

※ 数値はすべて半角



次のように式を入力しなさい

B4に式 「**=NORM.DIST(A4,B\$1,B\$2,FALSE)**」正規分布

	A	B	C	D	E	F	G
1	平均	300					
2	標準偏差	20					
3							
4	250	0.000876					
5	260						
6	270						
7	280						
8	290						
9	300						
10	310						
11	320						
12	330						
13	340						
14	350						
15							



B4 の式を, **B5**から**B14**に「コピー&貼り付け」しなさい。

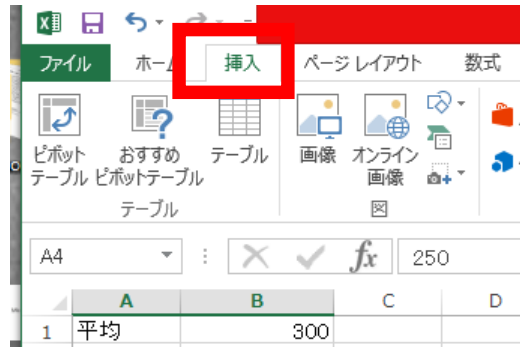
右クリックメニューが便利

	A	B	C	D	E	F	G
1	平均	300					
2	標準偏差	20					
3							
4	250	0.000876					
5	260	0.0027					
6	270	0.006476					
7	280	0.012099					
8	290	0.017603					
9	300	0.019947					
10	310	0.017603					
11	320	0.012099					
12	330	0.006476					
13	340	0.0027					
14	350	0.000876					

次の手順でグラフを作成しなさい

	A	B
1	平均	300
2	標準偏差	20
3		
4	250	0.000876415
5	260	0.002699548
6	270	0.00647588
7	280	0.012098536
8	290	0.017603266
9	300	0.019947114
10	310	0.017603266
11	320	0.012098536
12	330	0.00647588
13	340	0.002699548
14	350	0.000876415

**A4 から B14 を
範囲選択**



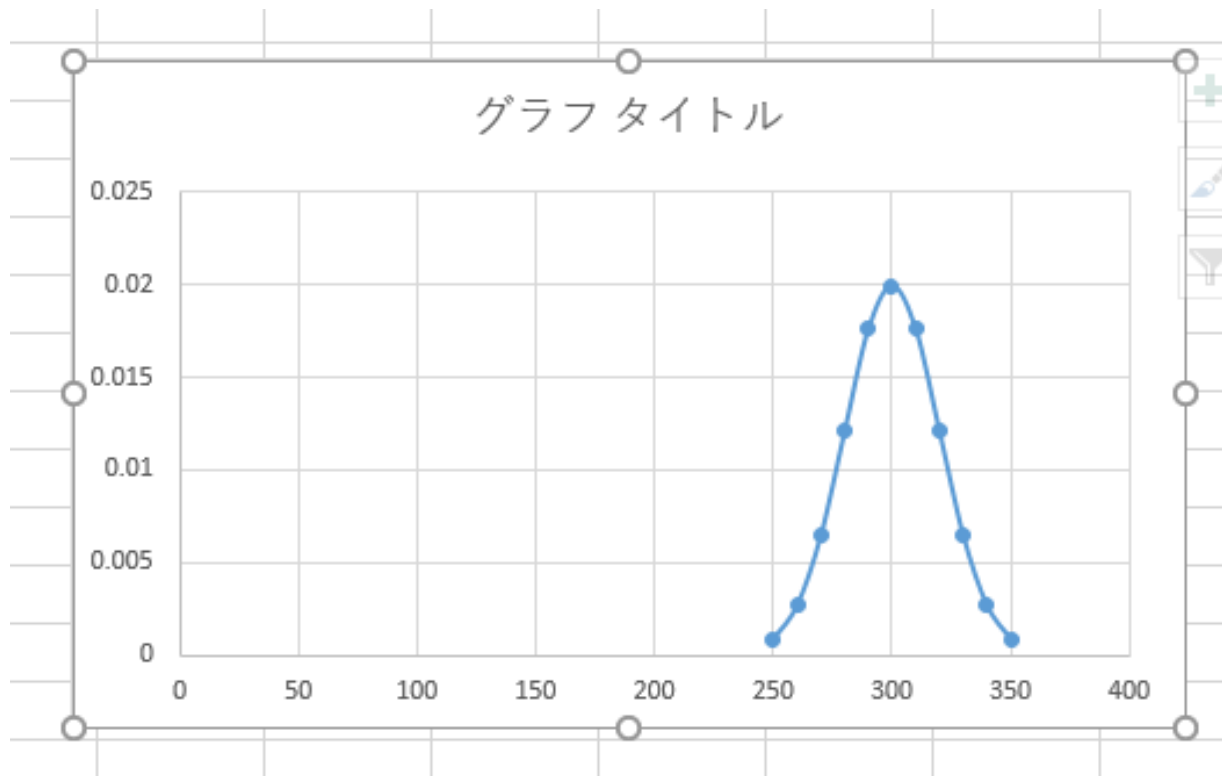
**「挿入」タブを
クリック**



**「散布図（平滑線
とマーカー）」を
選ぶ**

正規分布がプロットされるので確認

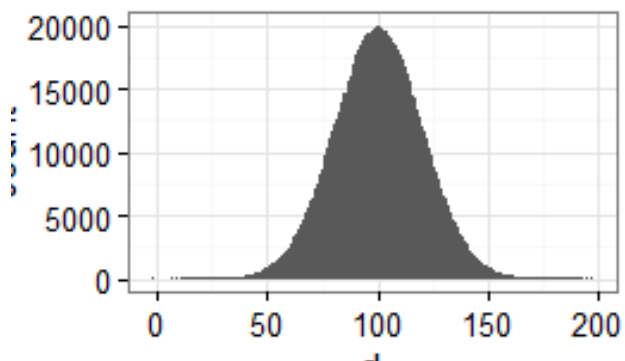
※ 値や式はあとで使うので，消さないこと



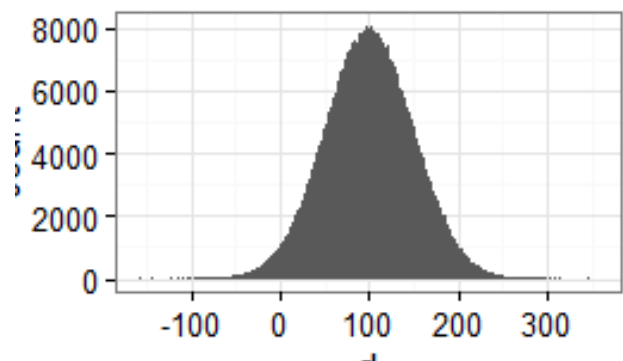
正規分布の性質



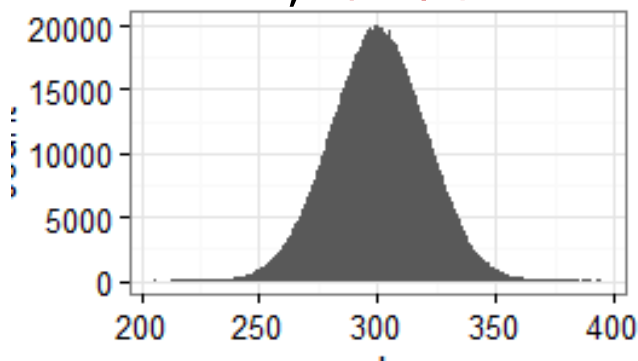
平均や標準偏差が変わっても、**正規分布**の形は同じ



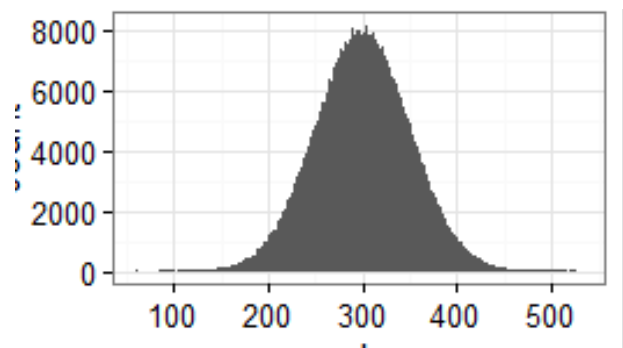
平均 100, 標準偏差 20



平均 100, 標準偏差 50



平均 300, 標準偏差 20



平均 300, 標準偏差 50

正規分布とは

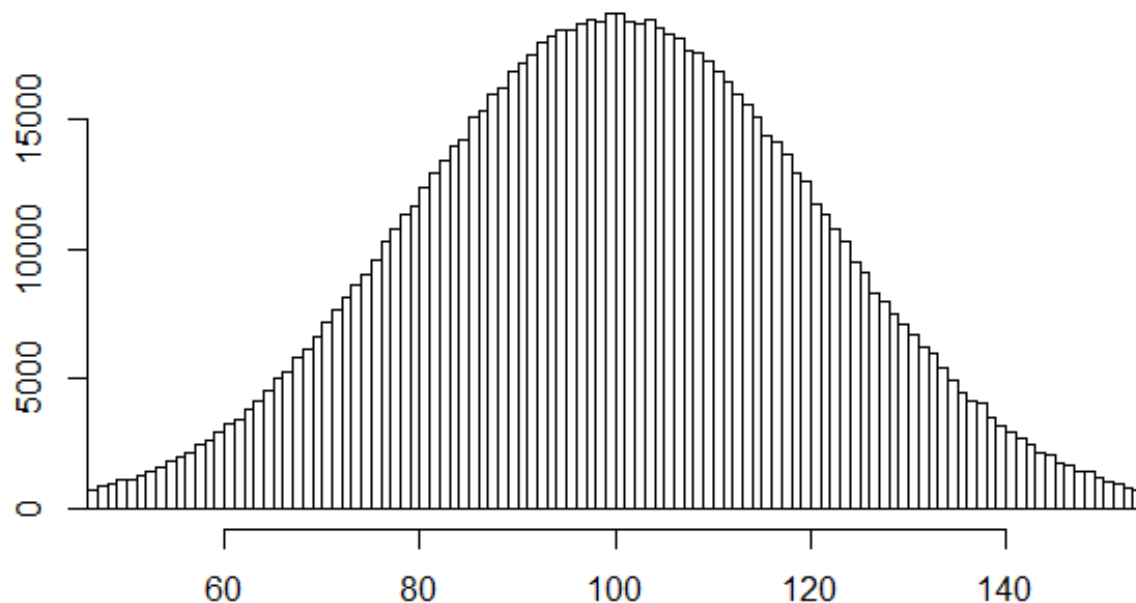


- 正規分布とは、平均と標準偏差だけで頻度分布を考えること
(単純な分布)
- 正規分布では、平均値のところに頻度大の山ができる

頻度大



頻度小





7-4 正規分布の活用例

いまから行うこと



50 枚コインを投げる。表が出る確率は **0.5**

表が出る枚数の**平均**と**標準偏差**は、次のようになる

$$\text{平均} \quad 25 \quad = 50 \times 0.5$$

$$\text{標準偏差} \quad 3.535534 = 50 \times 0.5 \times (1 - 0.5) \text{ の平方根}$$

- 正規分布をプロットする
- 「表が **30** 枚以上になる**確率**」は？
- 「表が **35** 枚以上になる**確率**」は？
- 「表が **40** 枚以上になる**確率**」は？



- B1, B2 を次のように書き替えなさい

	A	B	C	D
1	平均	25		
2	標準偏差	3.535534		
3				

The image shows a spreadsheet interface. At the top, a formula bar displays 'B2' in a dropdown menu, followed by a vertical ellipsis, a cancel button (X), a confirm button (checkmark), a function button (fx), and the value '3.535534'. Below this is a grid with columns A, B, C, and D, and rows 1, 2, and 3. Row 1 contains '平均' (Average) in column A and '25' in column B. Row 2 contains '標準偏差' (Standard Deviation) in column A and '3.535534' in column B. The cell containing '3.535534' is highlighted with a green border.

※ 数値はすべて半角



- A4 から A14を，次のように書き替えなさい

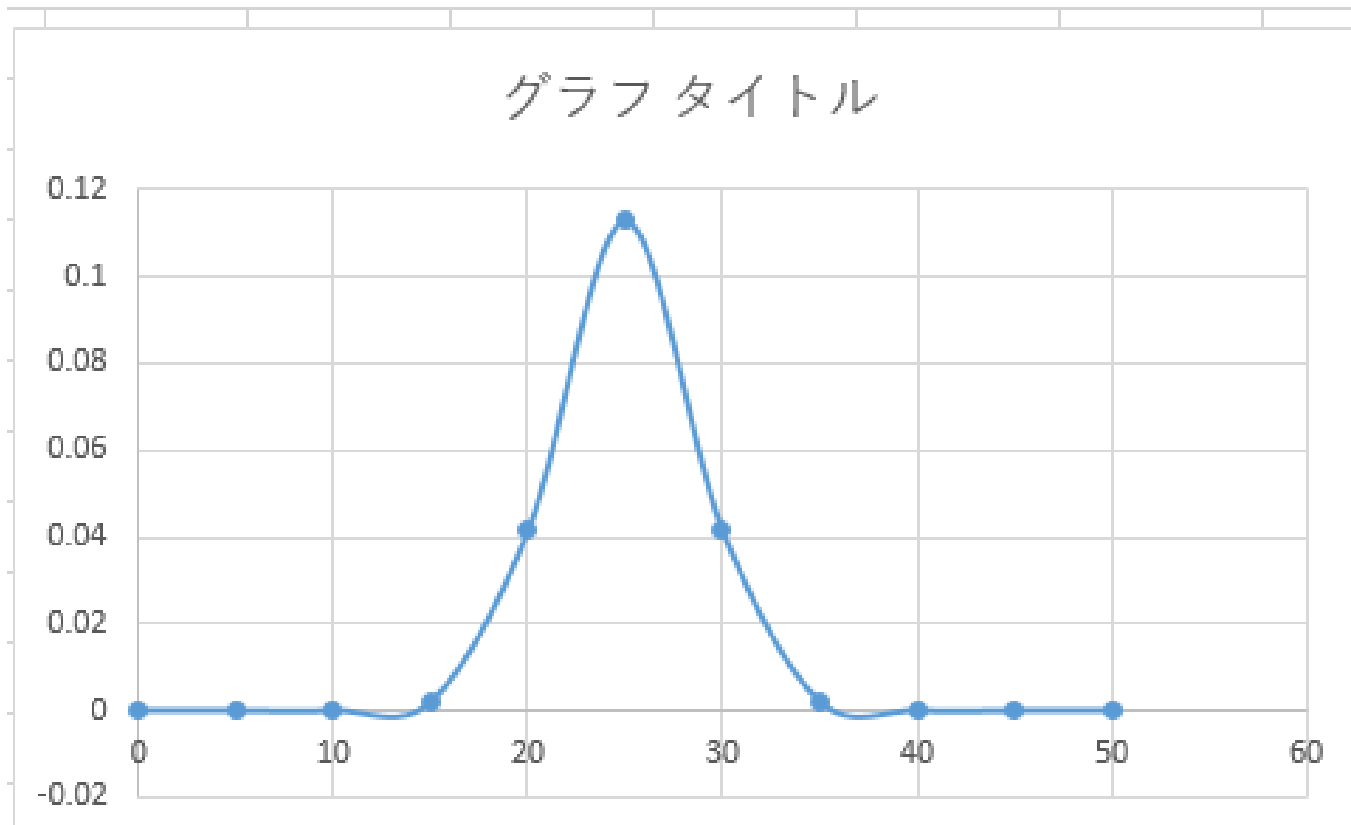
	A	B	
1	平均	25	
2	標準偏差	3.535534	
3			
4	0	1.57E-12	
5	5	1.27E-08	
6	10	1.39E-05	
7	15	0.002067	
8	20	0.041511	
9	25	0.112838	
10	30	0.041511	
11	35	0.002067	
12	40	1.39E-05	
13	45	1.27E-08	
14	50	1.57E-12	
15			

※ 数値はすべて半角



- 先ほど作成したグラフが自動で書き換わるので、確認しなさい

※ 値や式はあとで使うので、消さないこと



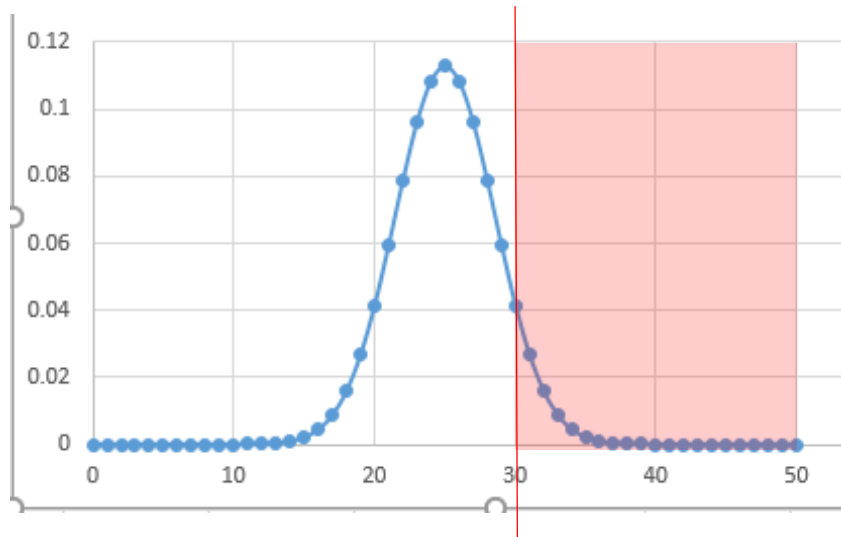
分布と確率



表が **30 枚以上** になるのは :

下の図の **赤のエリア**

全体を 1 として **0.07865** 8 パーセントくらい



30

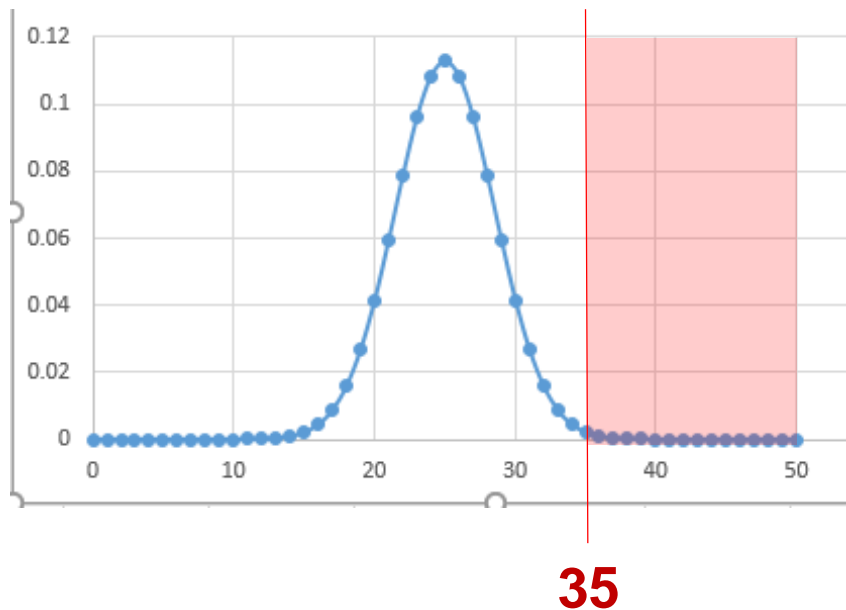
分布と確率 その②



表が **35 枚以上** になるのは :

下の図の **赤のエリア**

全体を 1 として **0.00234** 0.2 パーセント くらい



分布と確率 その③

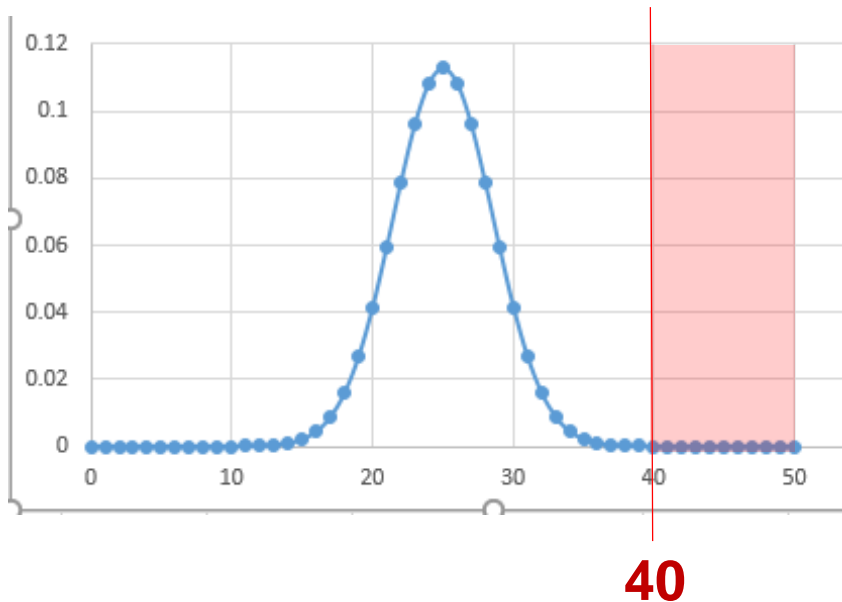


表が **40 枚以上** になるのは :

下の図の赤のエリア

全体を 1 として **0.000011**

0.001 パーセントくらい





- C4 に式を入力しなさい

C4に式「**=NORM.DIST(A4,B\$1,B\$2,TRUE)**」**正規分布**

	A	B	C	D	E	F
1	平均	25				
2	標準偏差	3.535534				
3						
4	0	1.56709E-12	=NORM.DIST(A4,B\$2,TRUE)			
5	5	1.26982E-08				

※ 数値はすべて半角



- C5 に式を入力しなさい

C5に式「=1-C4」

	A	B	C	D
1	平均	25		
2	標準偏差	3.535534		
3				
4	0	1.56709E-12	7.68731E-13	=1-C4
5	5	1.26982F-08		

※ 数値はすべて半角



C4 と D4 を範囲選択して，右クリックメニューで「**コピー**」

それを，**C5 から D14**に張り付け

	A	B	C	D
1	平均	25		
2	標準偏差	3.535534		
3				
4	0	1.56709E-12	7.68731E-13	1
5	5	1.26982E-08	7.70864E-09	1
6	10	1.39253E-05	1.10453E-05	0.99999
7	15	0.002066699	0.002338868	0.99766
8	20	0.041510751	0.078649609	0.92135
9	25	0.112837914	0.5	0.5
10	30	0.041510751	0.921350391	0.07865
11	35	0.002066699	0.997661132	0.00234
12	40	1.39253E-05	0.999988955	1.1E-05
13	45	1.26982E-08	0.999999992	7.7E-09
14	50	1.56709E-12	1	7.7E-13
15				



	A	B	C	D
1	平均	25		
2	標準偏差	3.535534		
3				
4	0	1.56709E-12	7.68731E-13	1
5	5	1.26982E-08	7.70864E-09	1
6	10	1.39253E-05	1.10453E-05	0.99999
7	15	0.002066699	0.002338868	0.99766
8	20	0.041510751	0.078649609	0.92135
9	25	0.112837914	0.5	0.5
10	30	0.041510751	0.92135039	0.07865
11	35	0.002066699	0.99766113	0.00234
12	40	1.39253E-05	0.99998895	1.1E-05
13	45	1.26982E-08	0.999999992	7.7E-09
14	50	1.56709E-12	1	7.7E-13
15				

■ 表が **30** 枚以上になる**確率**
0.07865

■ 表が **35** 枚以上になる**確率**
0.00234

■ 表が **40** 枚以上になる**確率**
0.000011

(エクセルでは 1.1E-05 のように表示されることもある)

※ 値や式はあとで使うので、消さないこと



7-5 正規分布の活用演習

平均と標準偏差の例



<売り上げデータの例>

5月 7日 80個
5月 8日 110個
5月 9日 120個
5月 10日 70個
5月 11日 120個



平均 100
標準偏差 20.97618

平均、標準偏差は
計算で求まる



- A16 から A20 に次の値を入力しなさい

13	45	1.26982E-08	0.!
14	50	1.56709E-12	
15			
16	80		
17	110		
18	120		
19	70		
20	120		
21			

※ 数値はすべて半角



- B1 と B2 を書き替えなさい

B1 に式「**=AVERAGE(A16:A20)**」平均

B2 に式「**=STDEVP(A16:A20)**」標準偏差

	A	B	C	D
1	平均	100		
2	標準偏差	20.97617696		

※ 数値はすべて半角



- A4 から A14を，次のように書き替えなさい

4	80	0.01
5	85	0.01
6	90	0.01
7	95	0.01
8	100	0.01
9	105	0.01
10	110	0.01
11	115	0.01
12	120	0.01
13	125	0.00
14	130	0.00
15		

※ 数値はすべて半角



D 列を使って，確率を読み取りなさい。

D 列は「**以上になる確率**」を求めている

4	80	0.012071942	0.170177871	0.829822
5	85	0.014727958	0.237274572	0.762725
6	90	0.016975872	0.316776738	0.683223
7	95	0.018486122	0.405798755	0.594201
8	100	0.019018827	0.5	0.5
9	105	0.018486122	0.594201245	0.405799
10	110	0.016975872	0.683223262	0.316777
11	115	0.014727958	0.762725428	0.237275
12	120	0.012071942	0.829822129	0.170178
13	125	0.009348371	0.883335699	0.116664
14	130	0.006839414	0.92366931	0.076331
15				

■ 売上が **105 以上**
になる**確率**」は？
0.405799



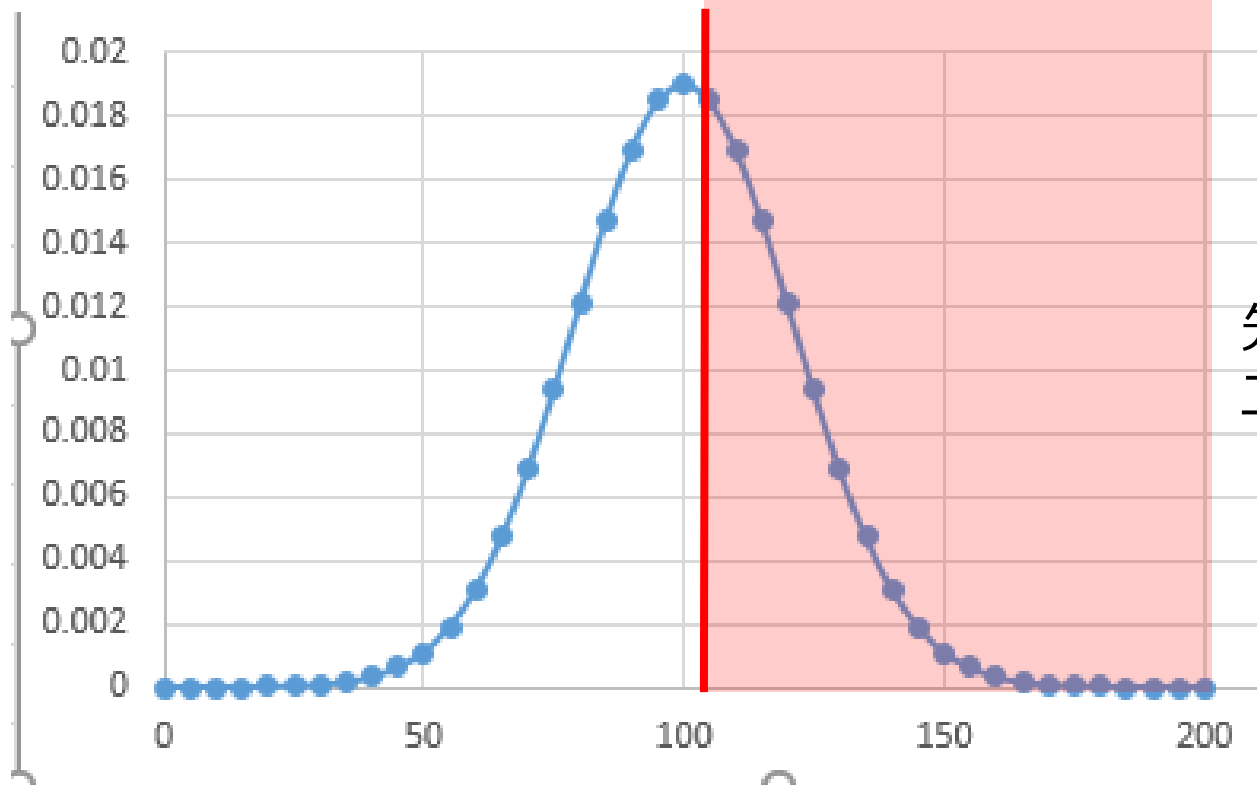
C 列を使って，確率を読み取りなさい。

C 列は「**以下になる確率**」を求めている

4	80	0.012071942	0.170177871	0.829822
5	85	0.014727958	0.237274572	0.762725
6	90	0.016975872	0.316776738	0.683223
7	95	0.018486122	0.405798755	0.594201
8	100	0.019018827	0.5	0.5
9	105	0.018486122	0.594201245	0.405799
10	110	0.016975872	0.683223262	0.316777
11	115	0.014727958	0.762725428	0.237275
12	120	0.012071942	0.829822129	0.170178
13	125	0.009348371	0.883335699	0.116664
14	130	0.006839414	0.92366931	0.076331
15				

■ 売上が **105 以下**
になる**確率**は？
0.594201245

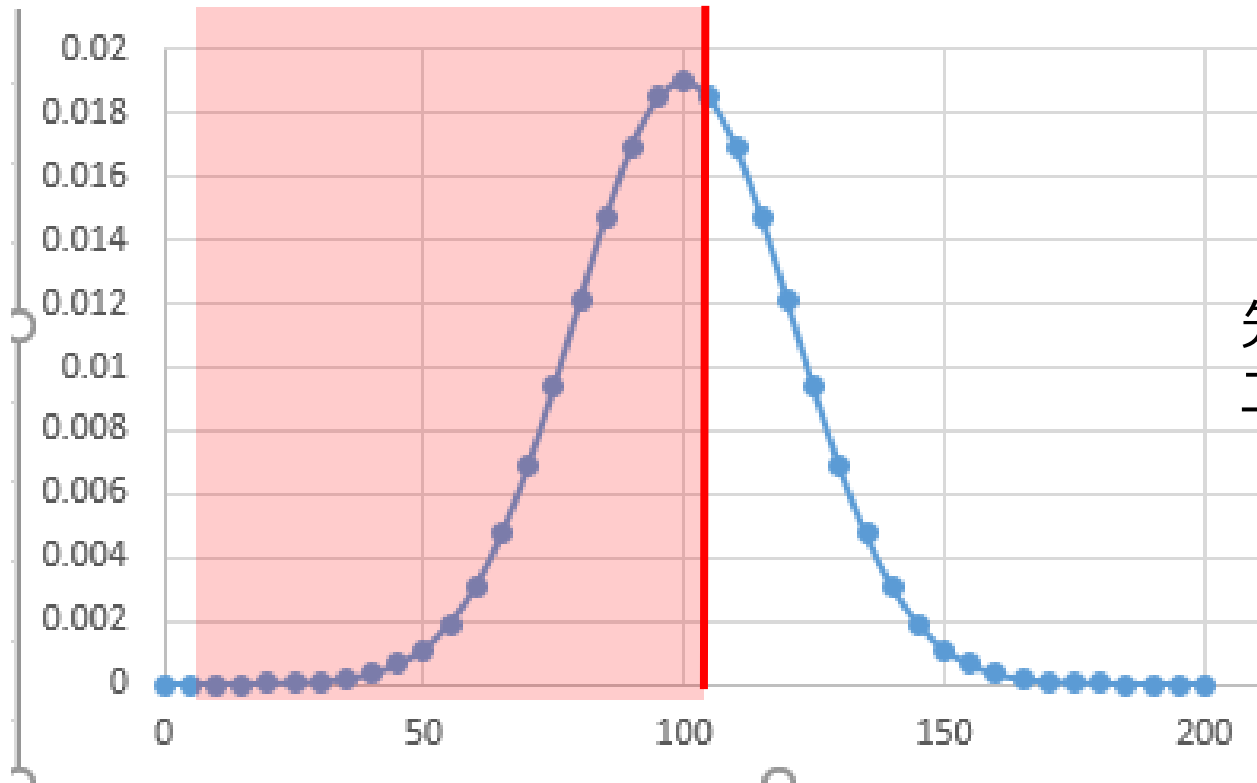
「以上」のイメージ



先ほどの
エクセルファイルの D列

105

「以下」のイメージ



先ほどの
エクセルファイルの C列

105