

アメリカ式統計学-統計検定 2 級範囲-

第 4 回

4. 確率変数と確率分布

今日のコンテンツ

- 4-1 確率変数
- 4-2 期待値と分散
- 4-3 離散型と連続型確率変数
- 4-4 確率密度関数と確率
- 4-5 正規分布とz値
- 4-6 t分布

4. 確率変数と確率分布

今日のコンテンツ

- 4-1 確率変数
- 4-2 期待値と分散
- 4-3 離散型と連続型確率変数
- 4-4 確率密度関数と確率
- 4-5 正規分布とz値
- 4-6 t分布

確率変数

・コイン投げの結果集計

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
表	裏	表	表	裏	裏

確率変数

・コイン投げの結果集計

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
表	裏	表	表	裏	裏



結果は質的（数値でない）データのため、
平均や分散などが計算できない

確率変数

・コイン投げの結果集計

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
表	裏	表	表	裏	裏



結果は質的（数値でない）データのため、
平均や分散などが計算できない



数値化したい

確率変数

確率変数

標本空間上の確率変数 X とは、標本空間を定義域とし、実数を値域とする関数である。それぞれ決まった確率が与えられる。

確率変数

確率変数

標本空間上の確率変数 X とは、標本空間を定義域とし、実数を値域とする関数である。それぞれ決まった確率が与えられる。



確率変数

確率変数

標本空間上の確率変数 X とは、標本空間を定義域とし、実数を値域とする関数である。それぞれ決まった確率が与えられる。



例： $y = x^2$

確率変数

確率変数

標本空間上の確率変数 X とは、標本空間を定義域とし、実数を値域とする関数である。それぞれ決まった確率が与えられる。



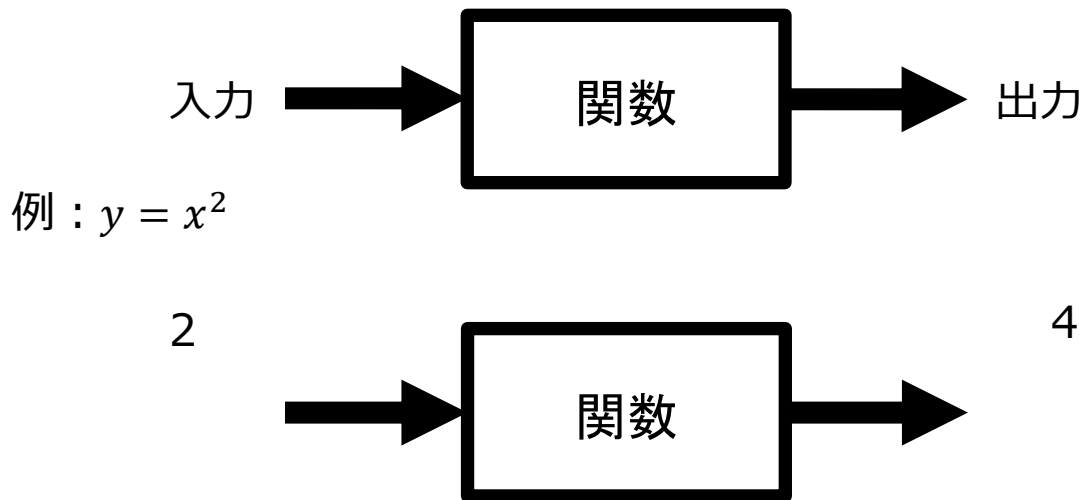
例 : $y = x^2$



確率変数

確率変数

標本空間上の確率変数 X とは、標本空間を定義域とし、実数を値域とする関数である。それぞれ決まった確率が与えられる。



確率変数

確率変数

標本空間上の確率変数 X とは、標本空間を定義域とし、実数を値域とする関数である。それぞれ決まった確率が与えられる。



例 : $y = x^2$



確率変数

確率変数

標本空間上の確率変数 X とは、標本空間を定義域とし、実数を値域とする関数である。それぞれ決まった確率が与えられる。



例 : $y = x^2$



確率変数

確率変数

標本空間上の確率変数 X とは、標本空間を定義域とし、実数を値域とする関数である。それぞれ決まった確率が与えられる。



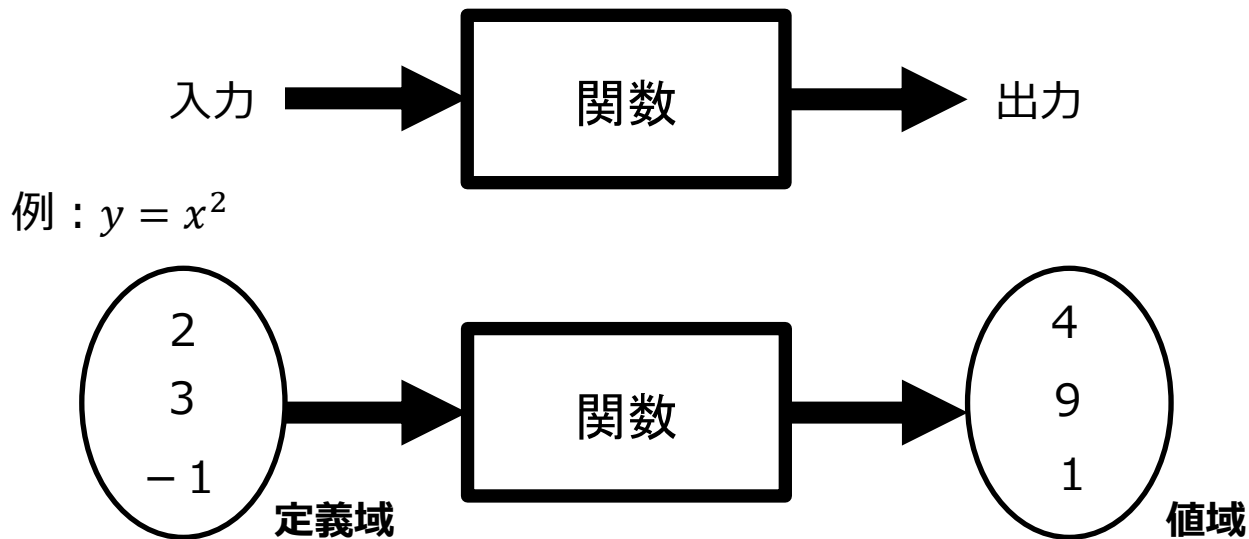
例 : $y = x^2$



確率変数

確率変数

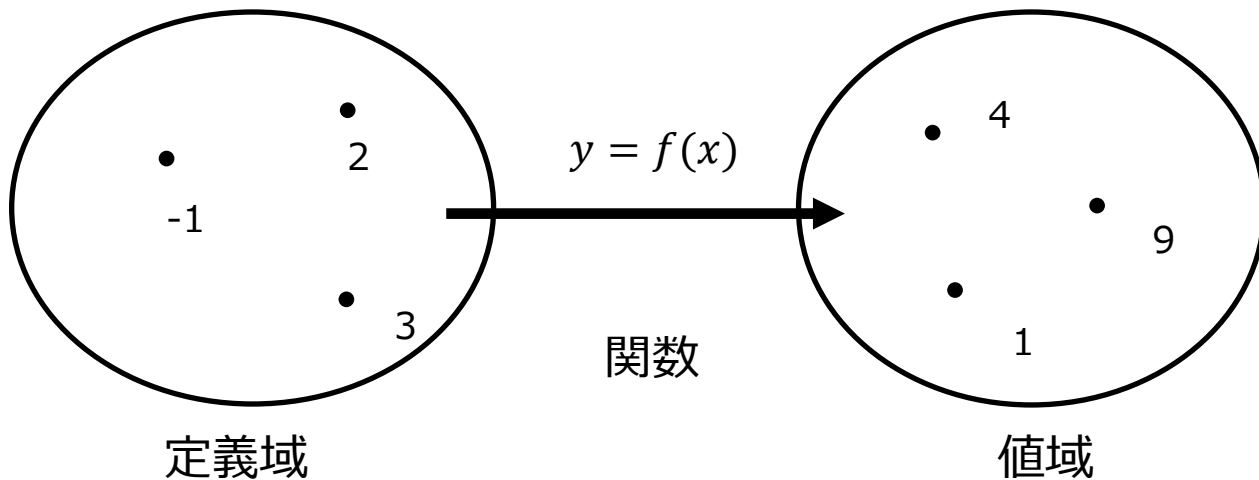
標本空間上の確率変数 X とは、標本空間を**定義域**とし、実数を**値域**とする関数である。それぞれ決まった確率が与えられる。



確率変数

確率変数

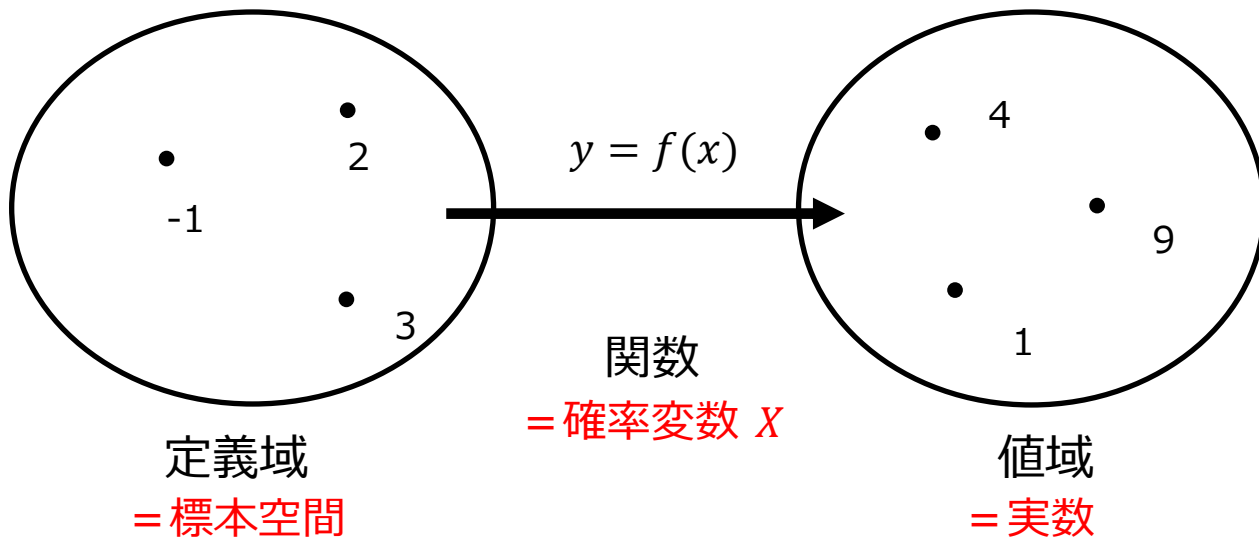
標本空間上の確率変数 X とは、標本空間を定義域とし、実数を値域とする関数である。それぞれ決まった確率が与えられる。



確率変数

確率変数

標本空間上の確率変数 X とは、標本空間を定義域とし、実数を値域とする関数である。それぞれ決まった確率が与えられる。

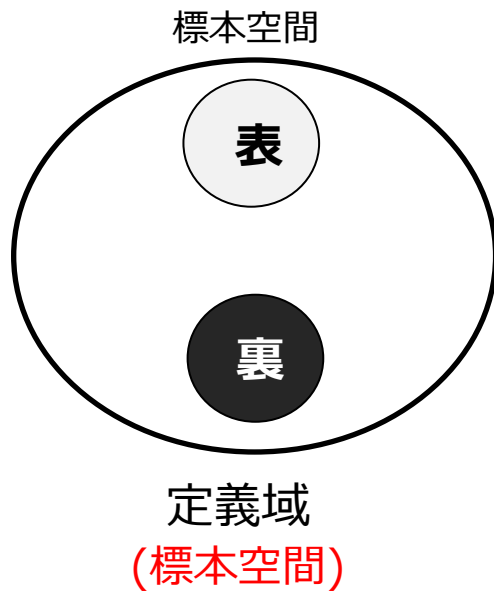


確率変数の例

例：コイン投げ

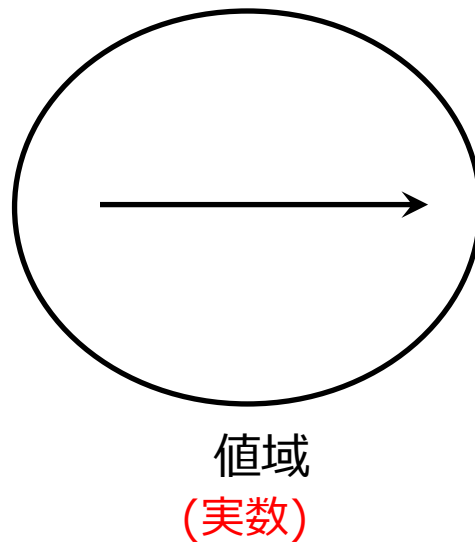
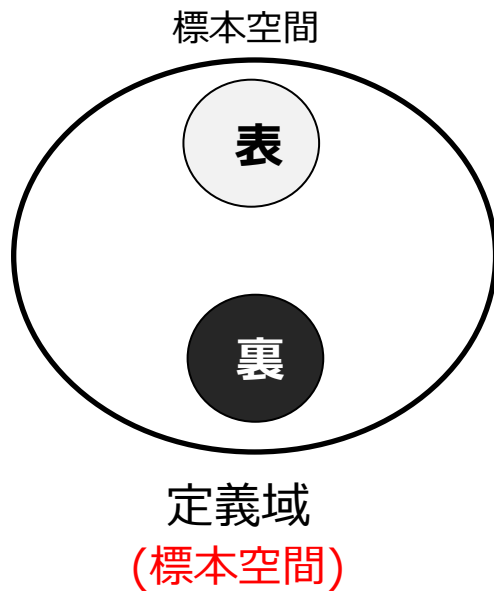
確率変数の例

例：コイン投げ



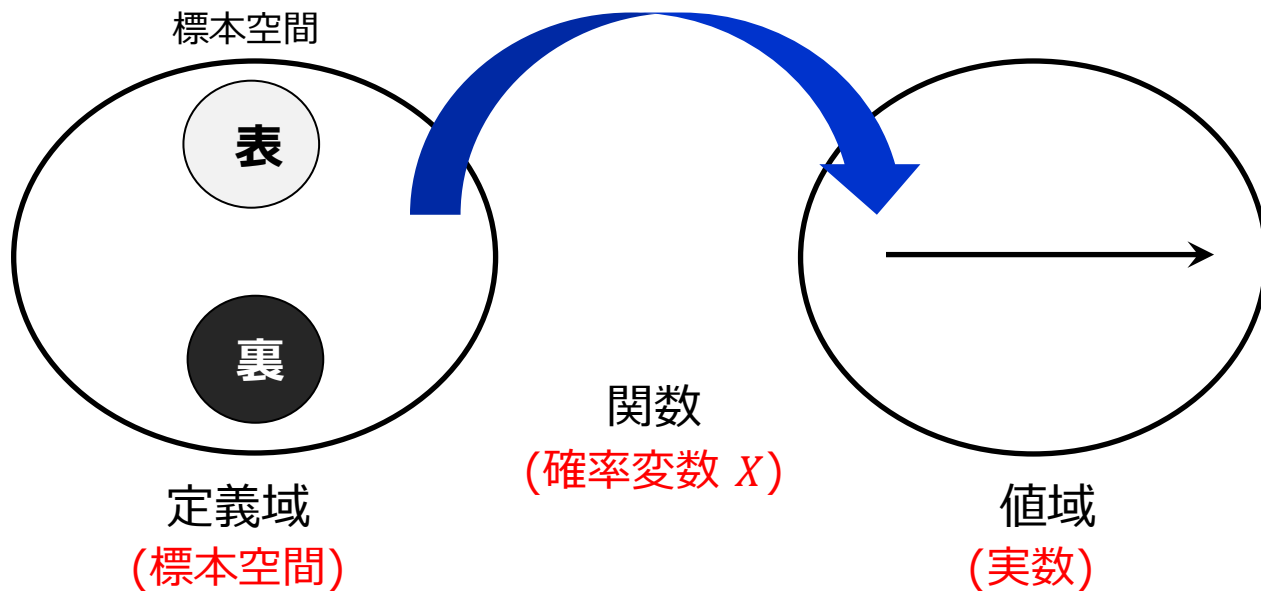
確率変数の例

例：コイン投げ



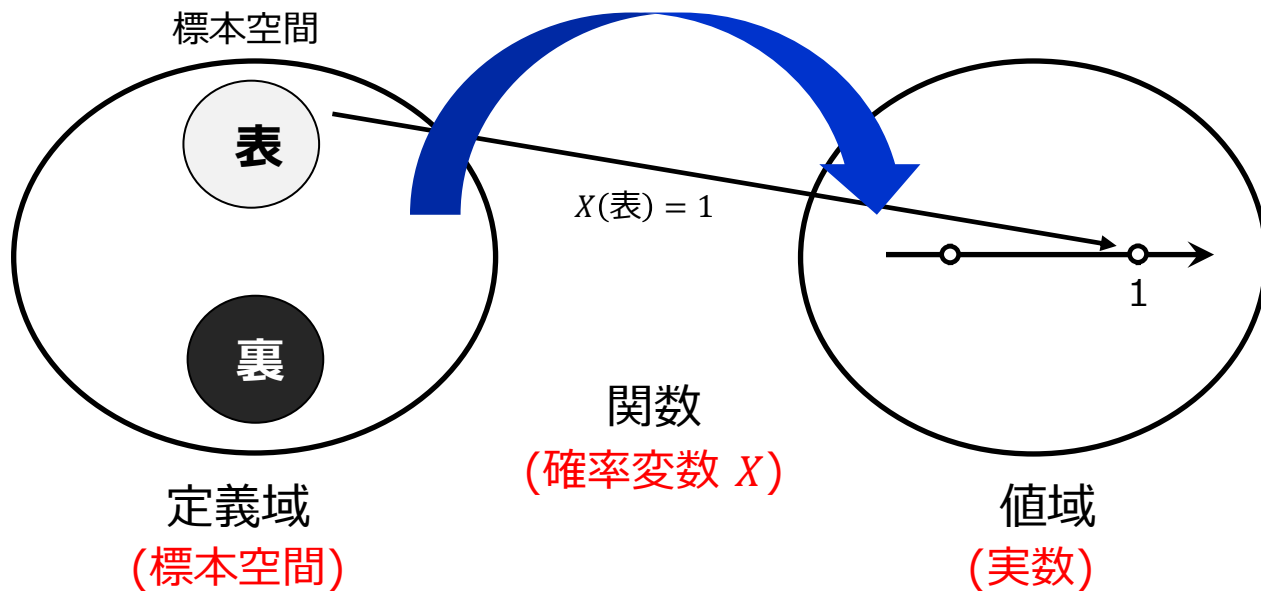
確率変数の例

例：コイン投げ



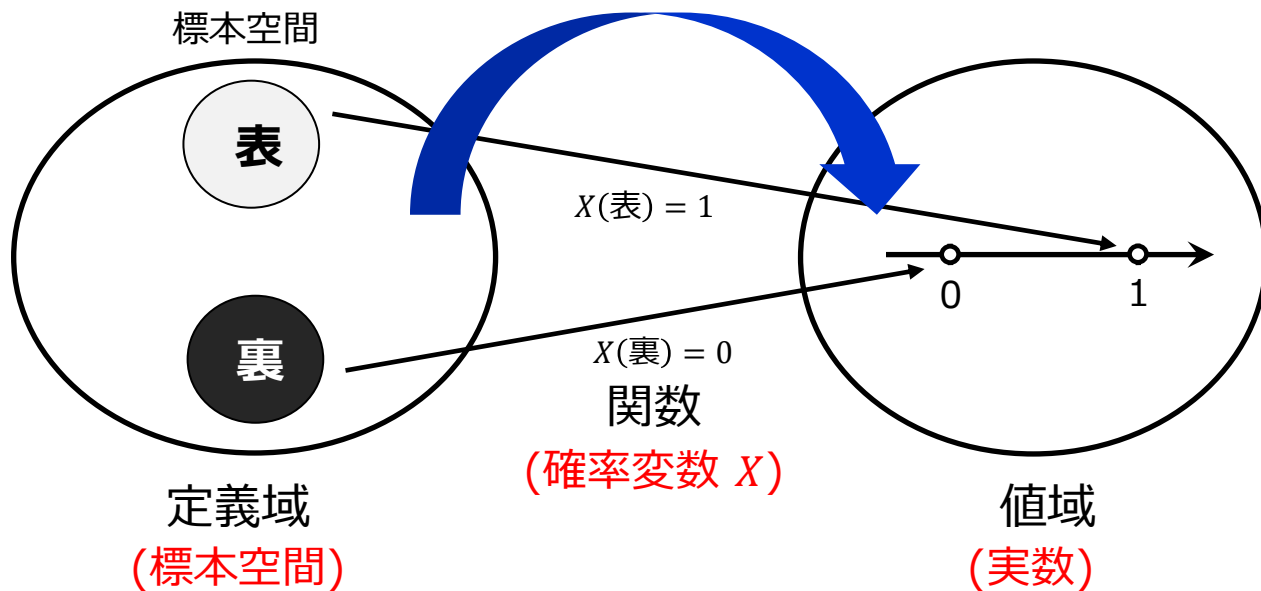
確率変数の例

例：コイン投げ



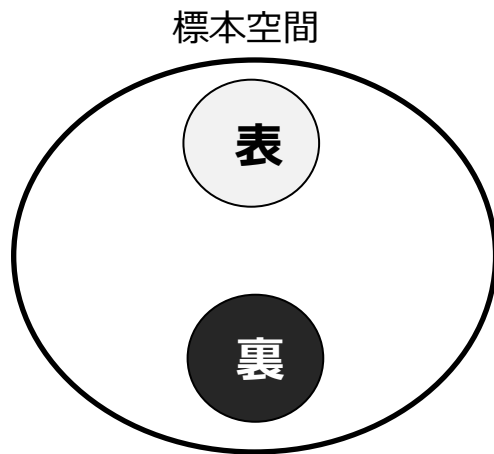
確率変数の例

例：コイン投げ



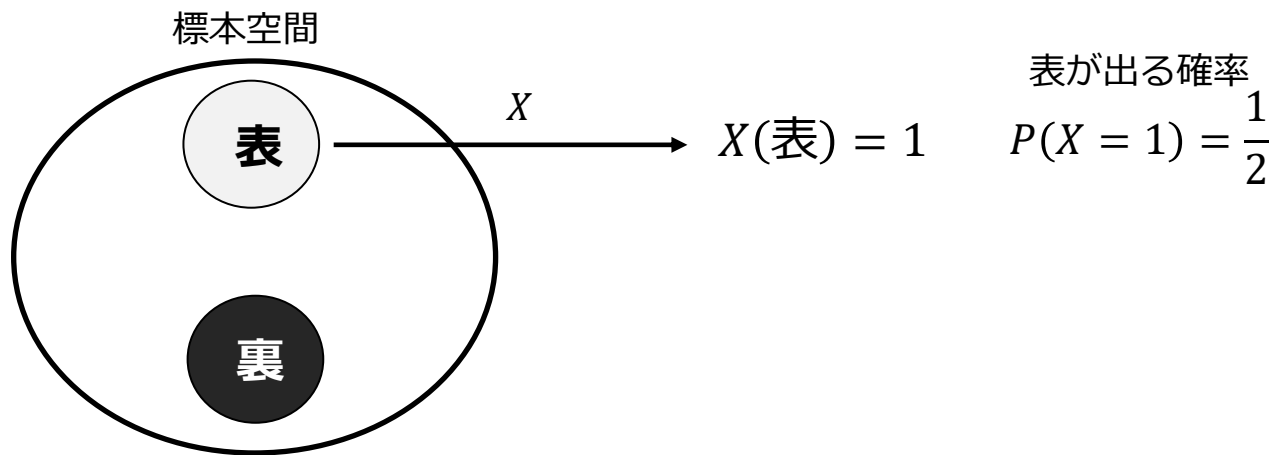
確率変数の例

例：コイン投げ



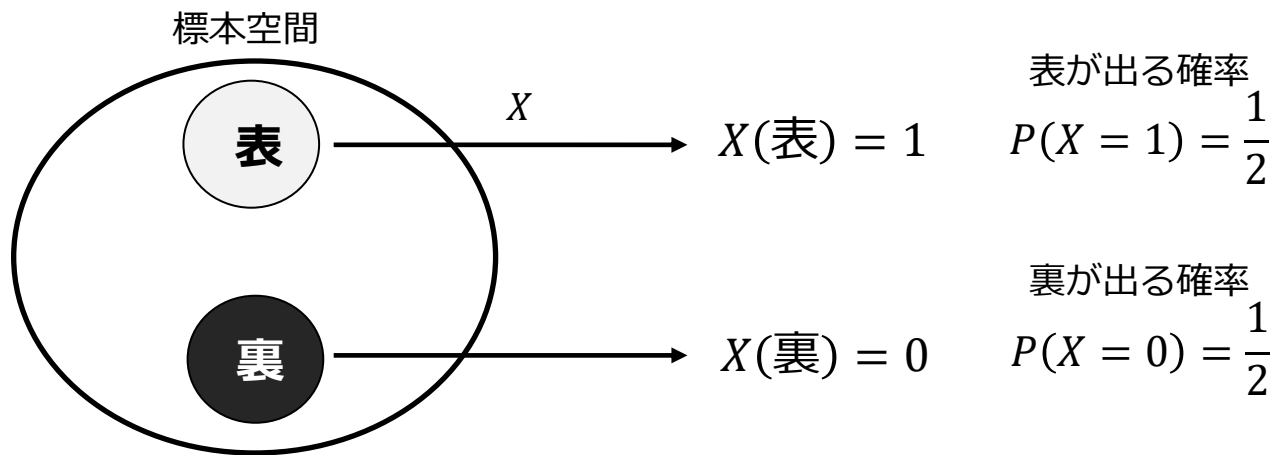
確率変数の例

例：コイン投げ



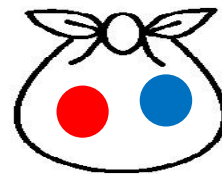
確率変数の例

例：コイン投げ



確率変数の例

赤玉と青玉が1つずつ入っている袋から
玉を取り出して戻す操作を2回繰り返す。
赤の出た数を確率変数とし、それぞれの
確率を求めてください

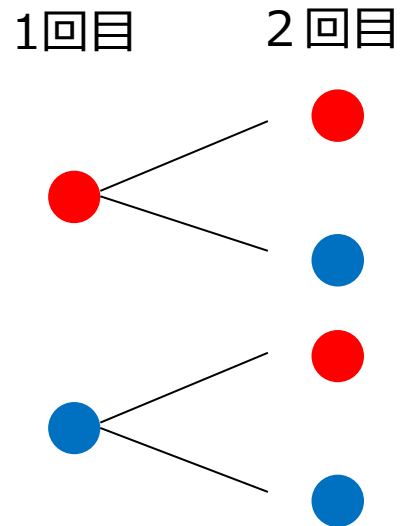


確率変数の例

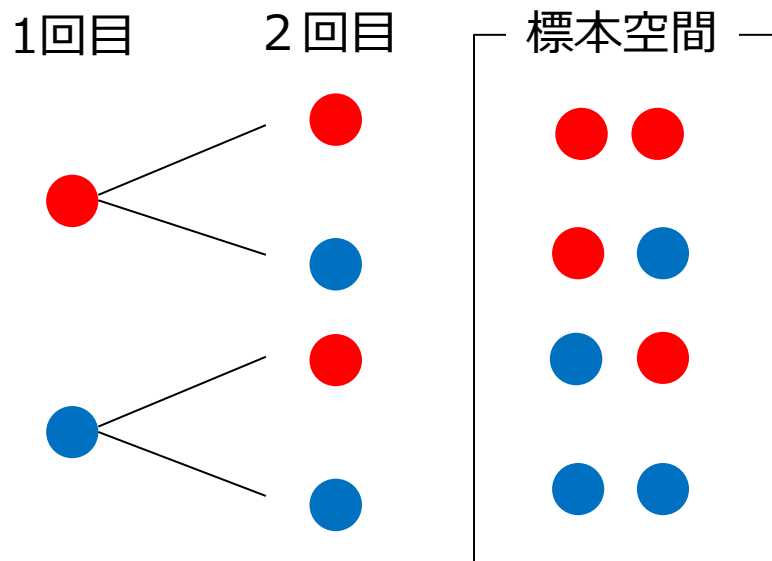
1回目



確率変数の例



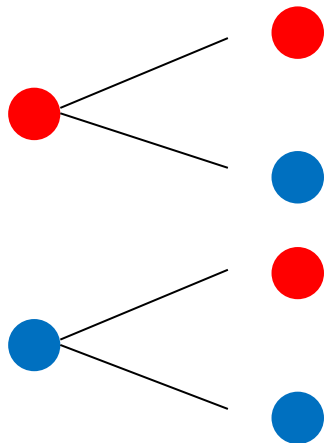
確率変数の例



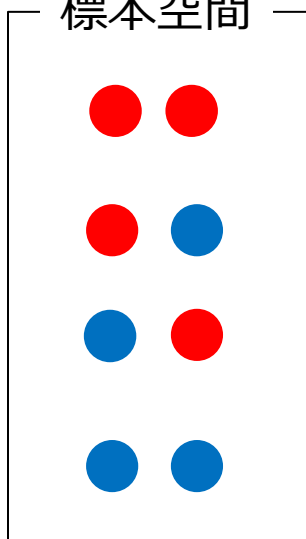
確率変数の例

1回目

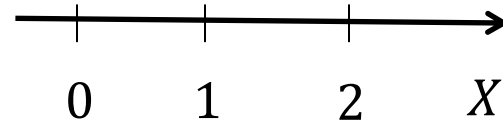
2回目



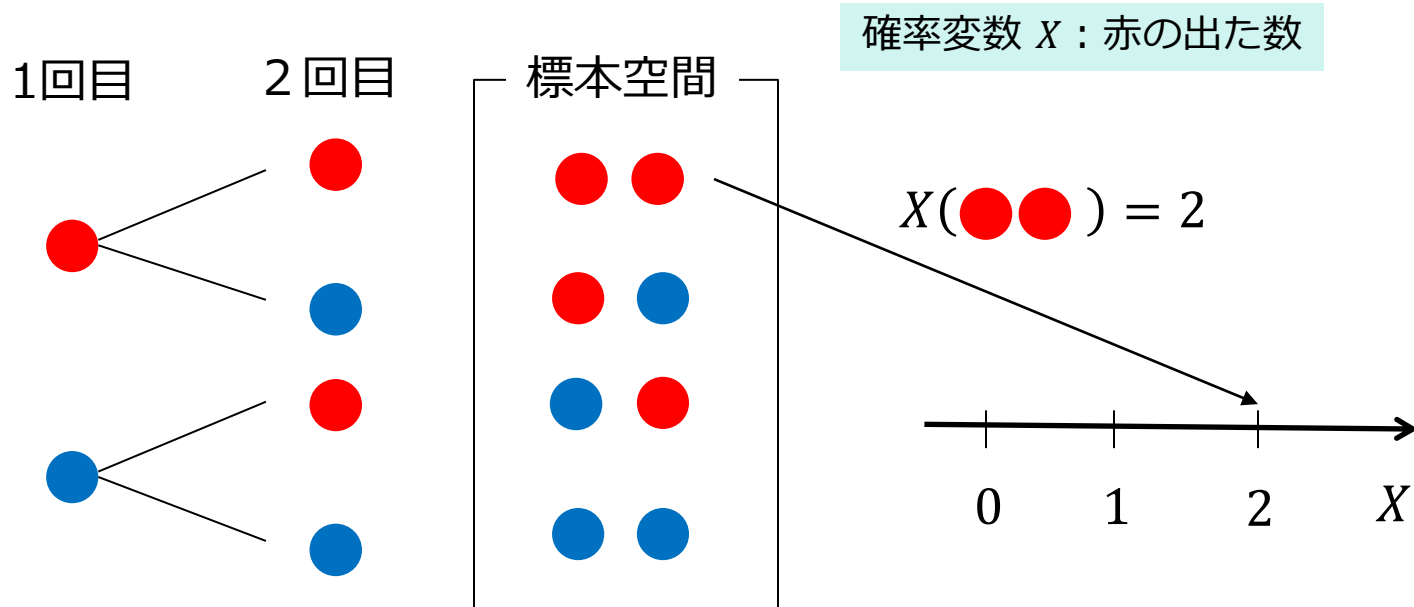
標本空間



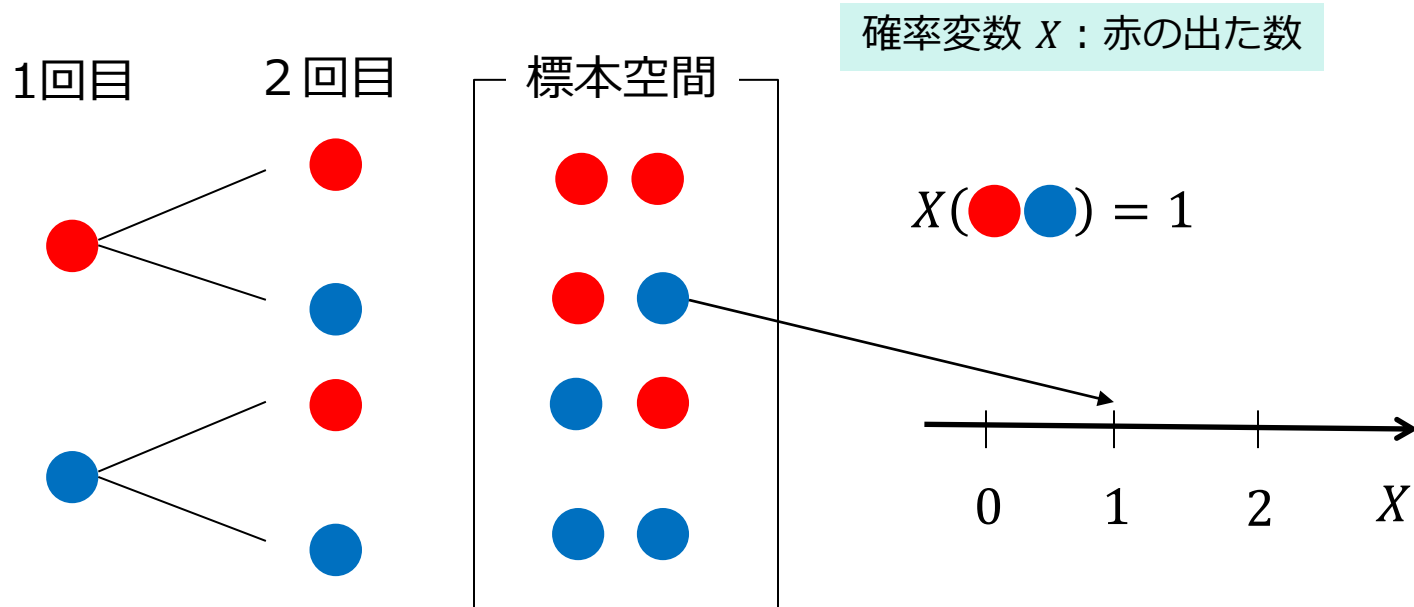
確率変数 X : 赤の出た数



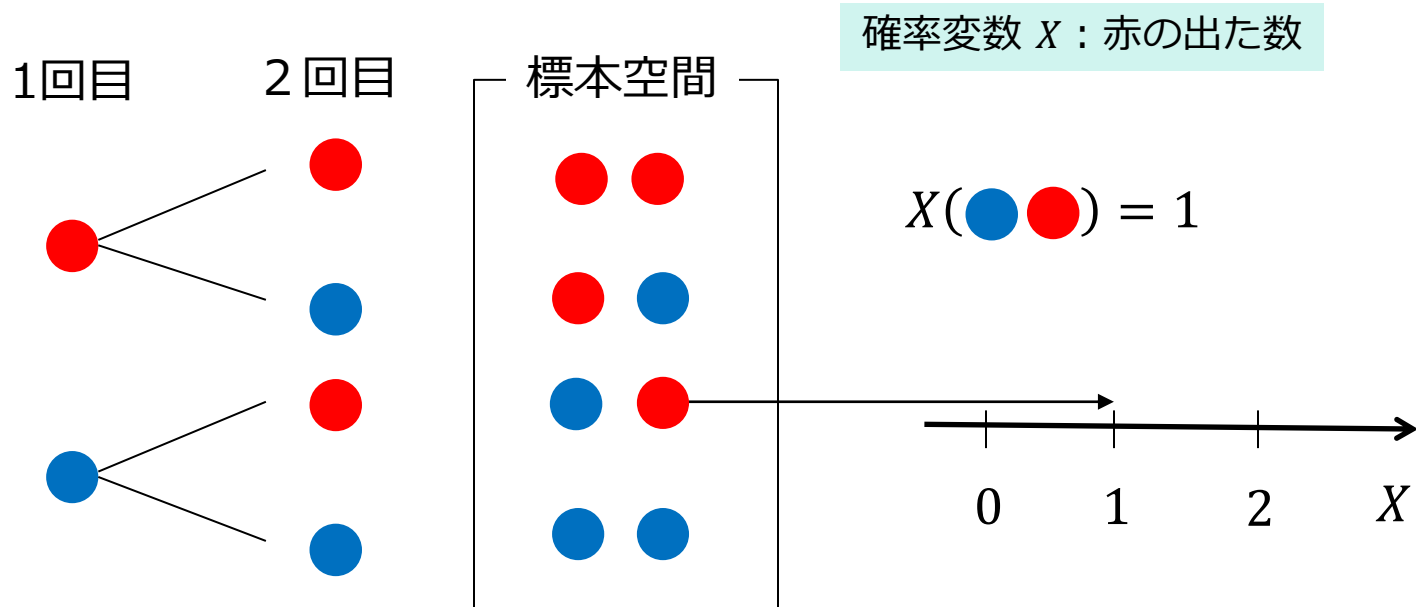
確率変数の例



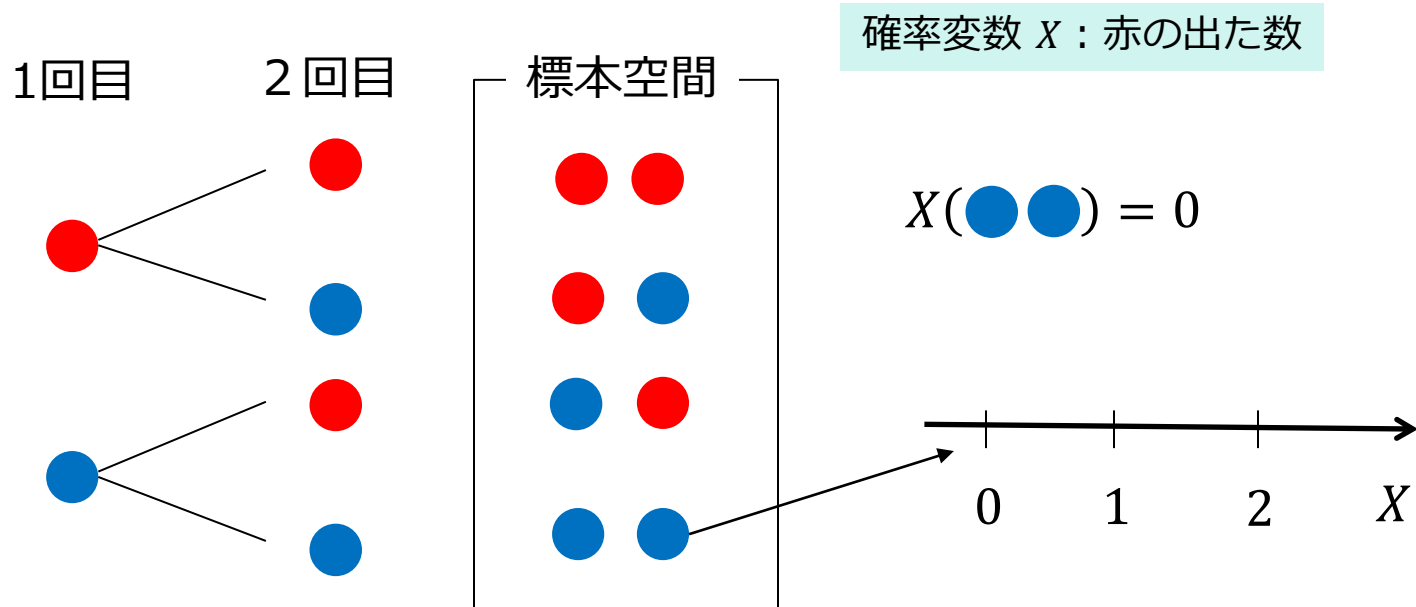
確率変数の例



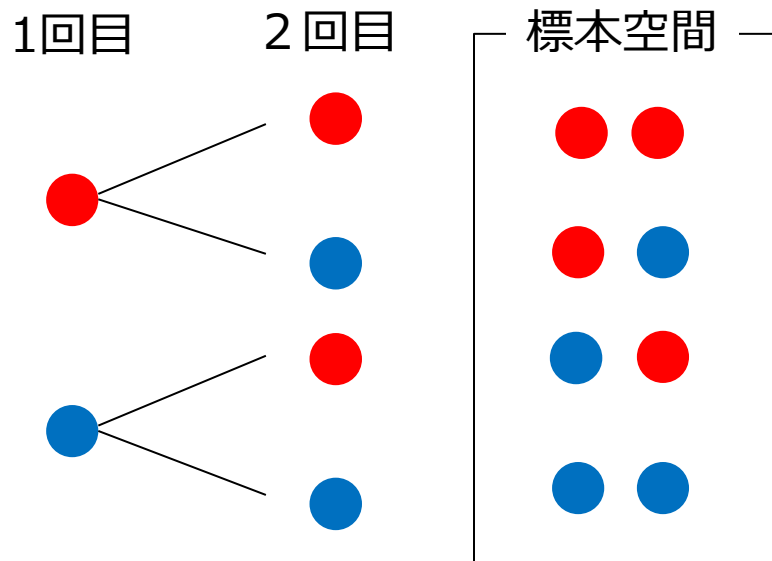
確率変数の例



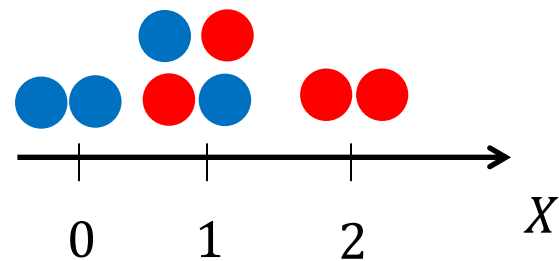
確率変数の例



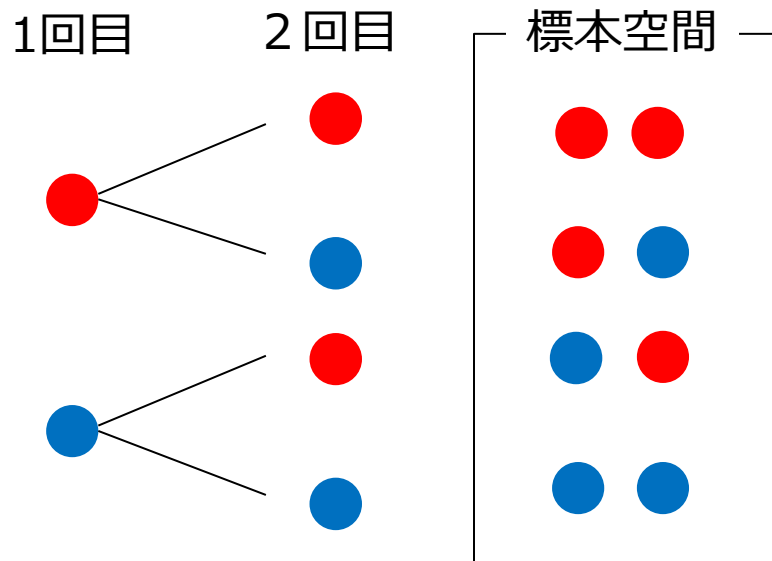
確率変数の例



確率変数 X の確率

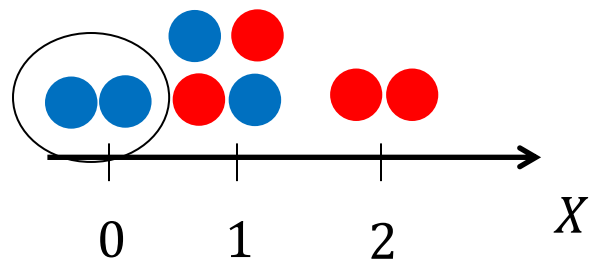


確率変数の例

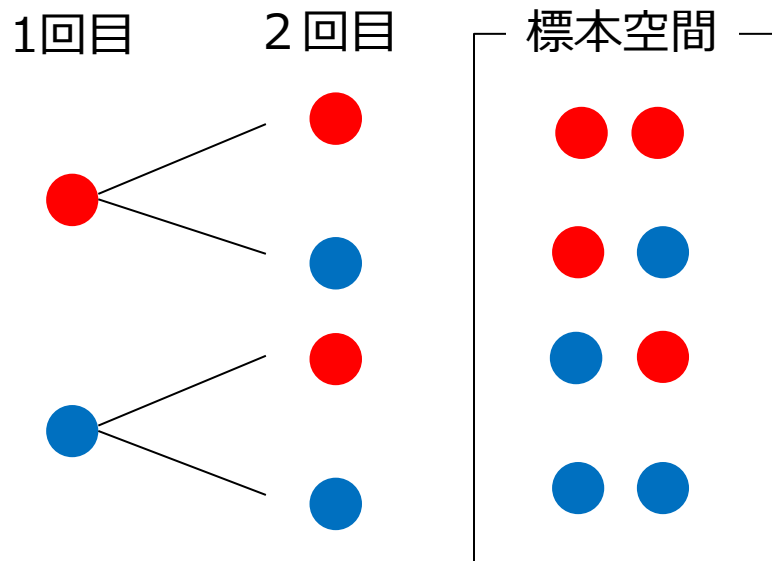


確率変数 X の確率

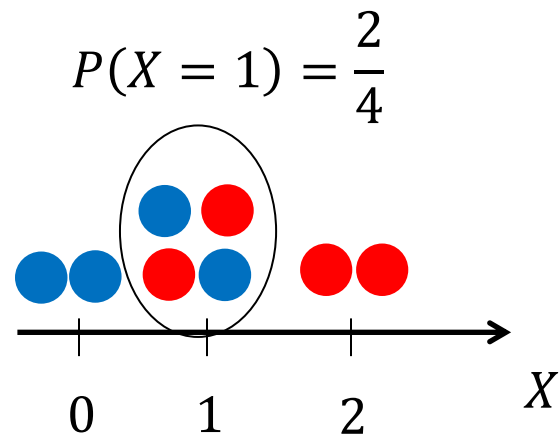
$$P(X = 0) = \frac{1}{4}$$



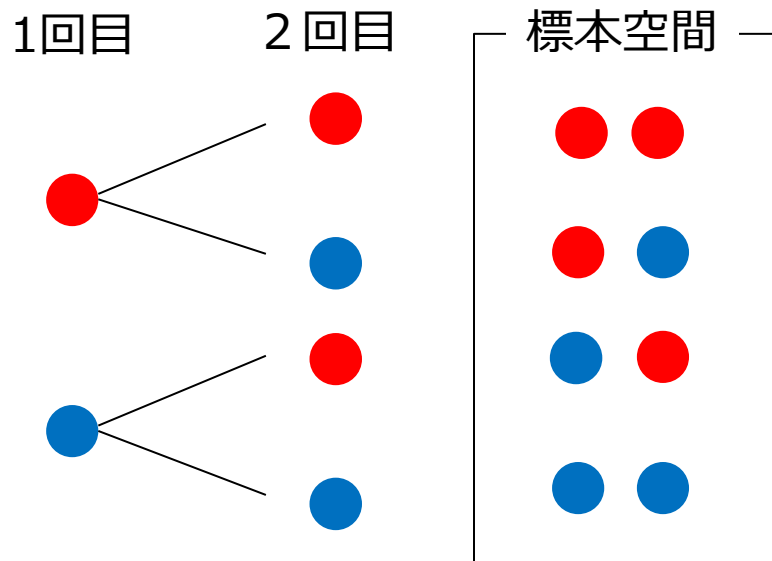
確率変数の例



確率変数 X の確率

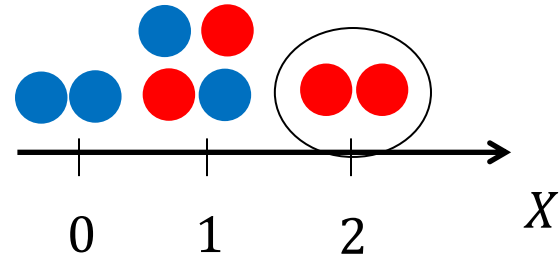


確率変数の例

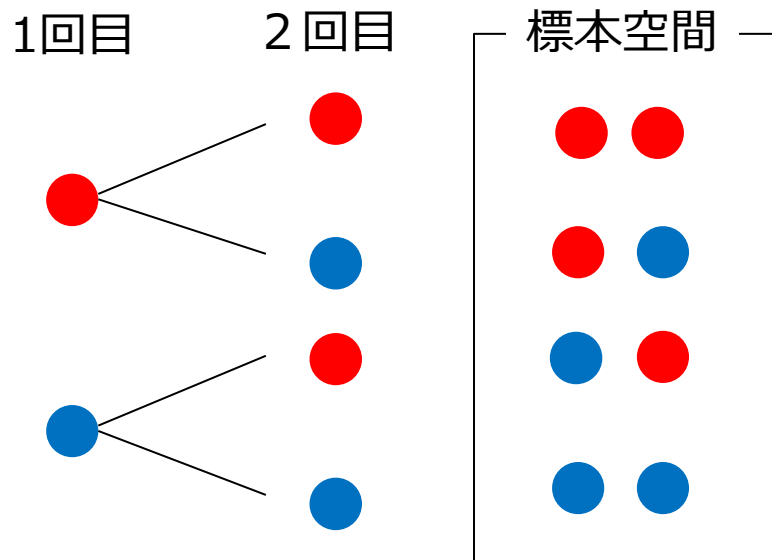


確率変数 X の確率

$$P(X = 2) = \frac{1}{4}$$



確率変数の例



$P(X)$: 確率質量関数

X	0	1	2
$P(X)$	$\frac{1}{4}$	$\frac{2}{4}$	$\frac{1}{4}$

確率変数の例

コイン投げの試行を 3 回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください

確率変数の例

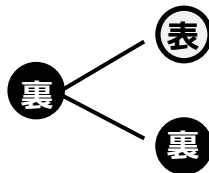
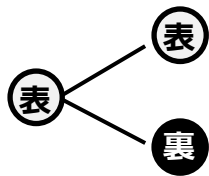
コイン投げの試行を 3 回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください

表

裏

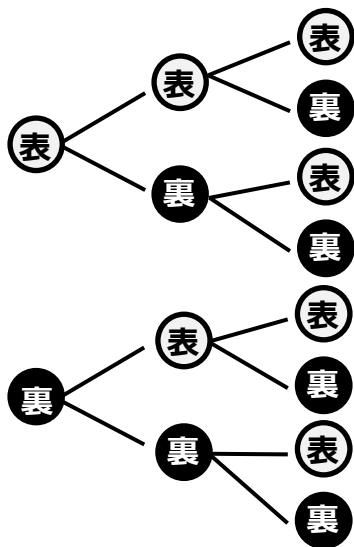
確率変数の例

コイン投げの試行を 3 回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください



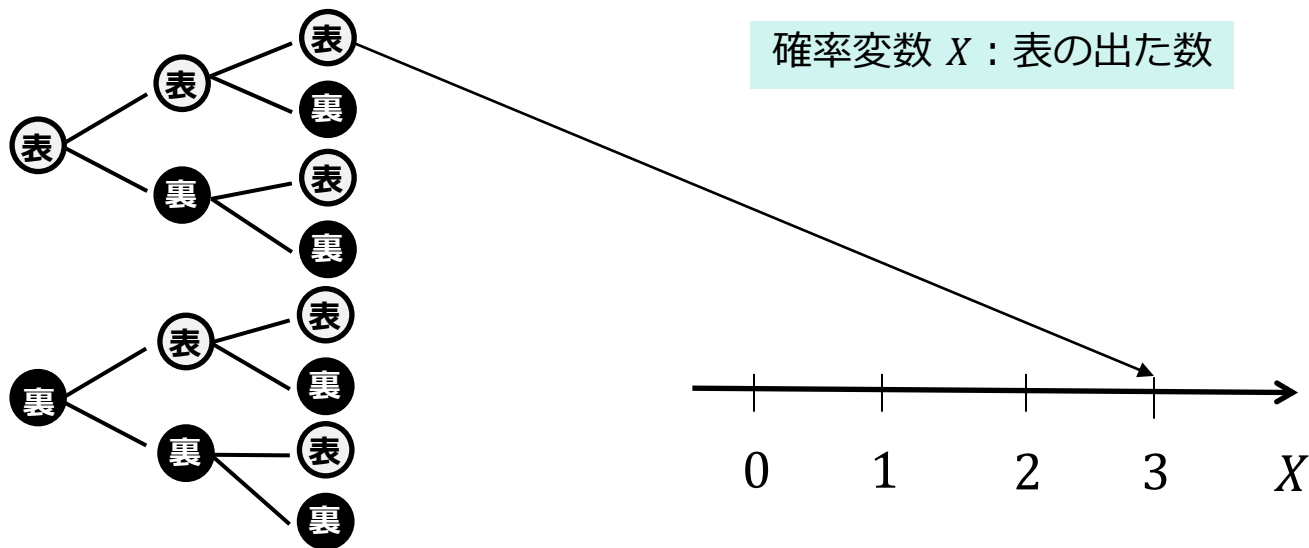
確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください



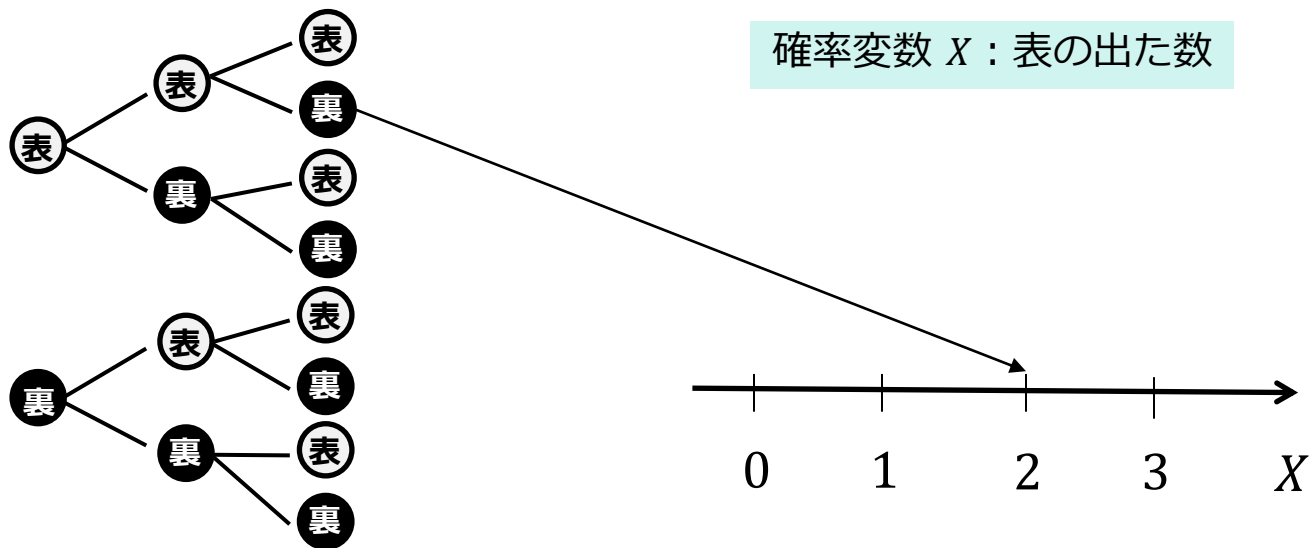
確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください



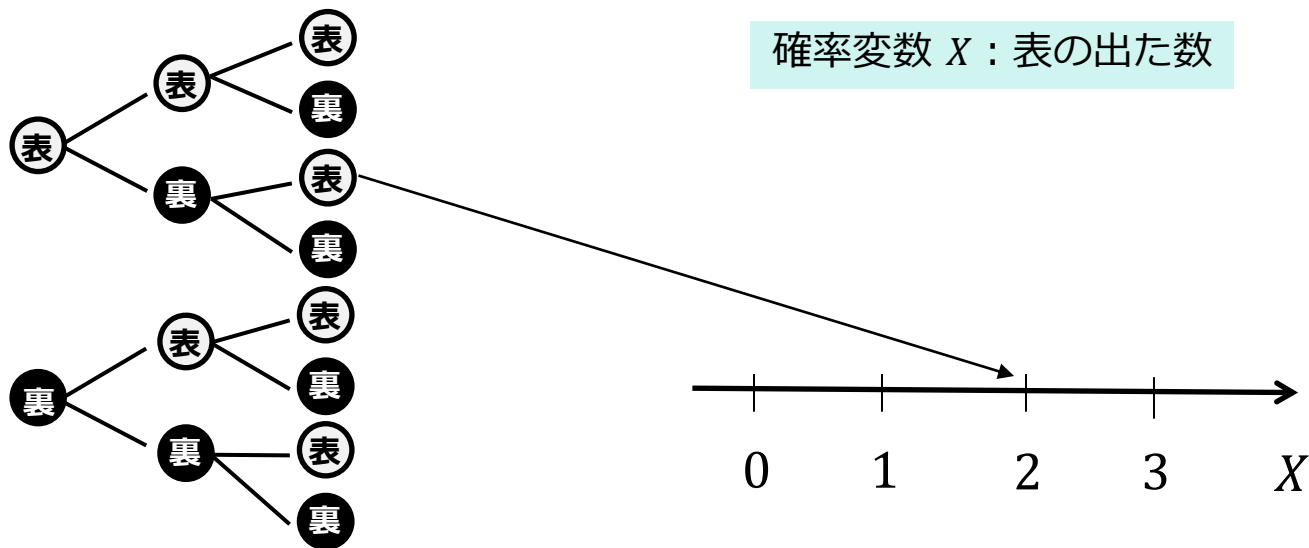
確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください



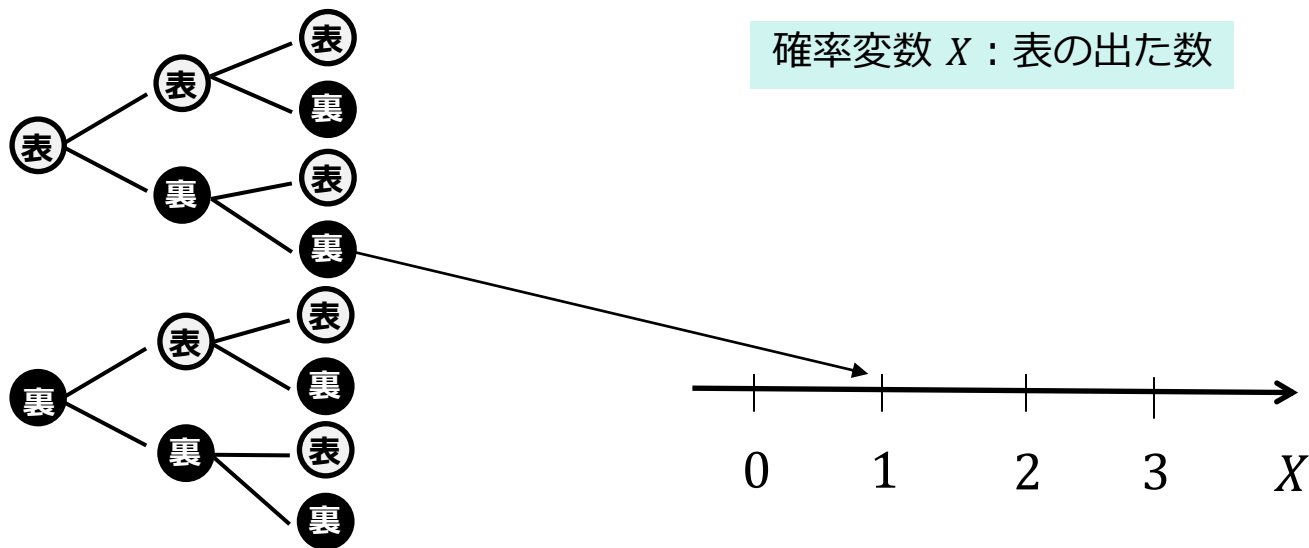
確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください



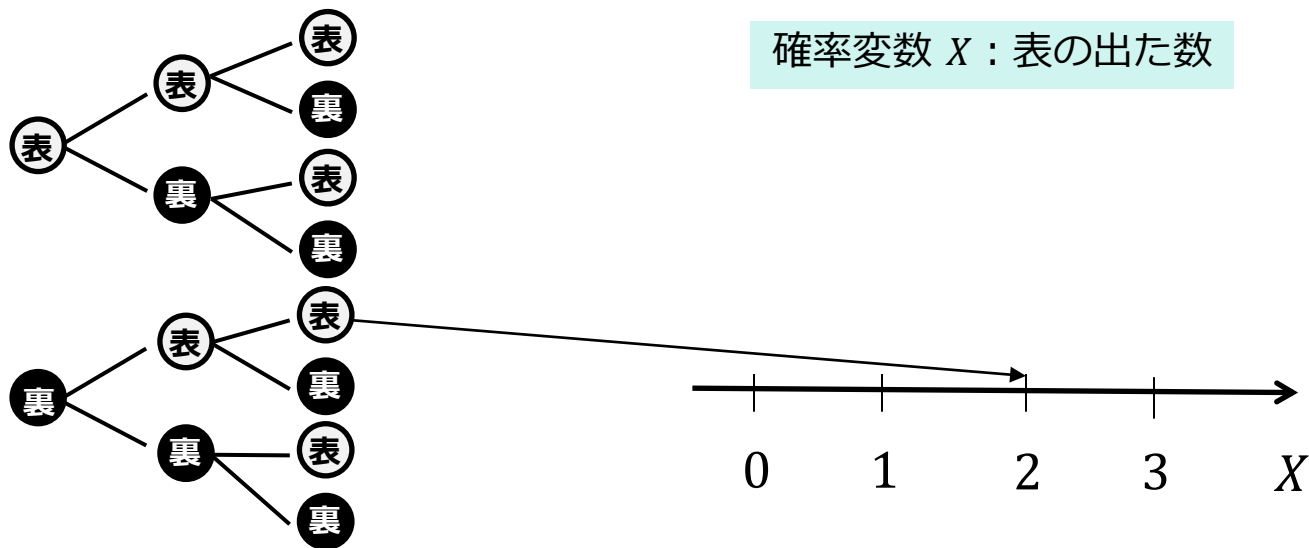
確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください



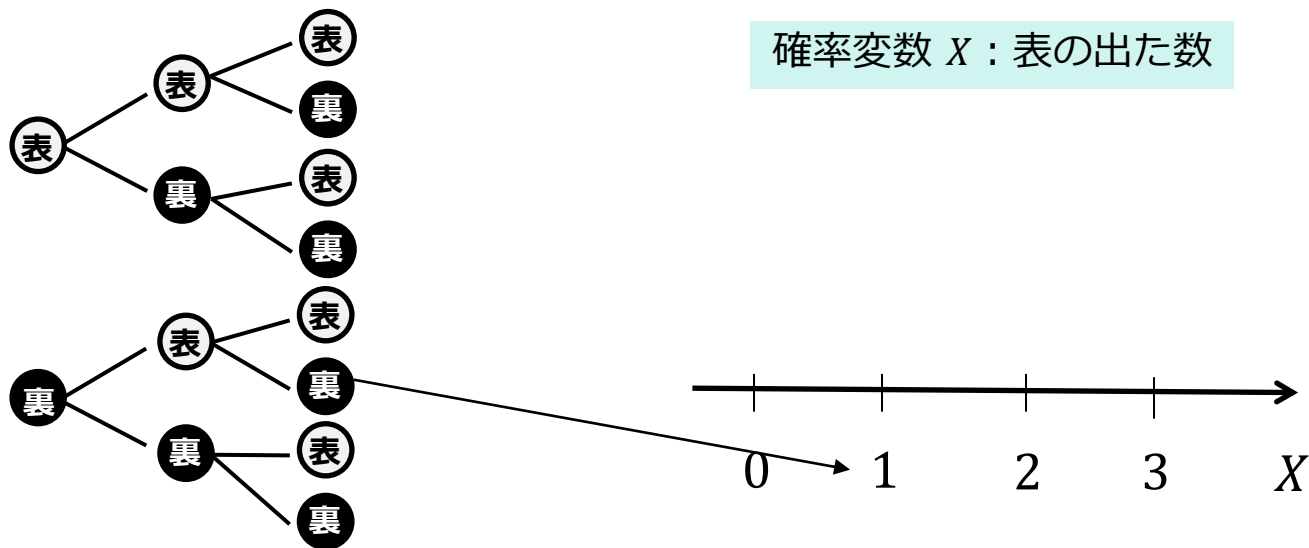
確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください



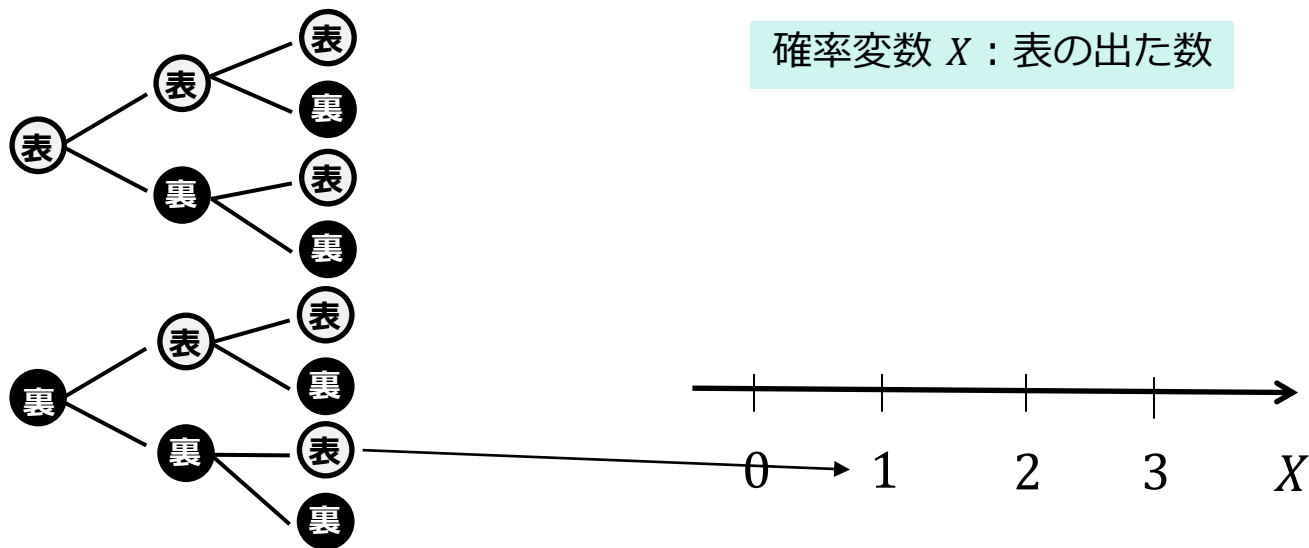
確率変数の例

コイン投げの試行を 3 回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください



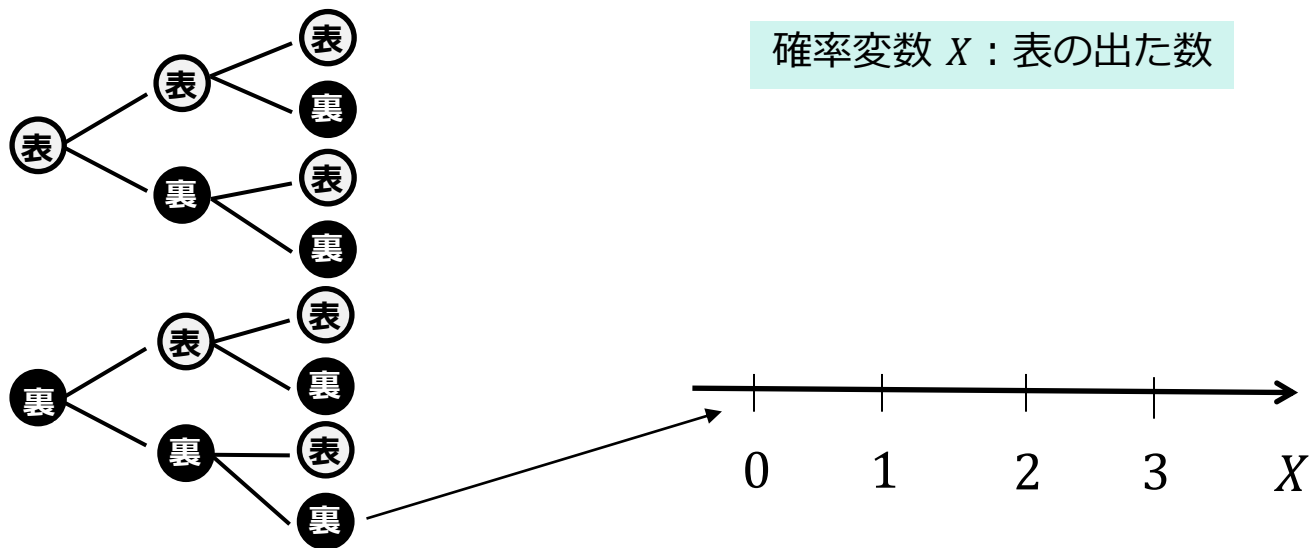
確率変数の例

コイン投げの試行を 3 回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください



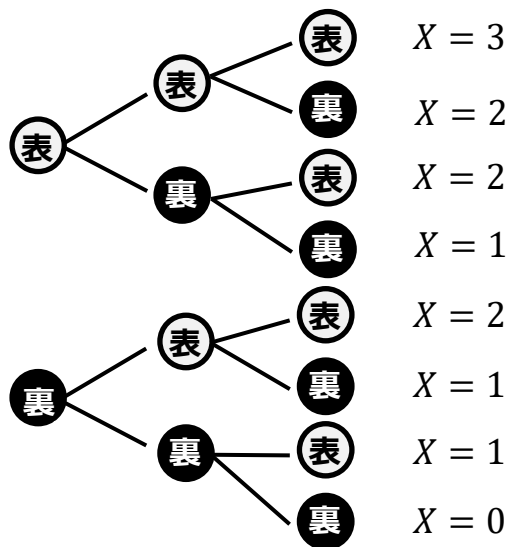
確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください



確率変数の例

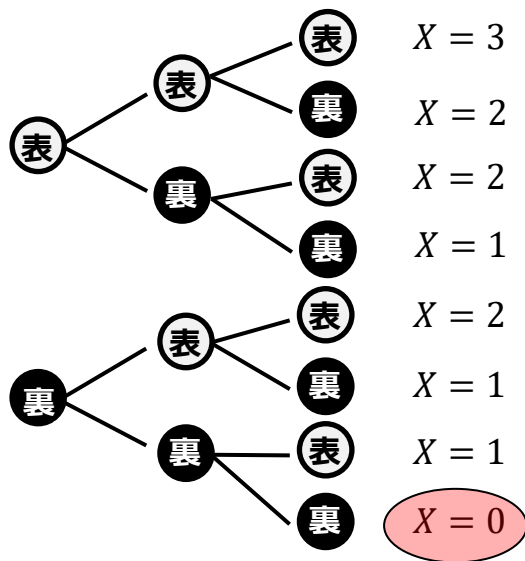
コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください



確率変数 X の確率

確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください

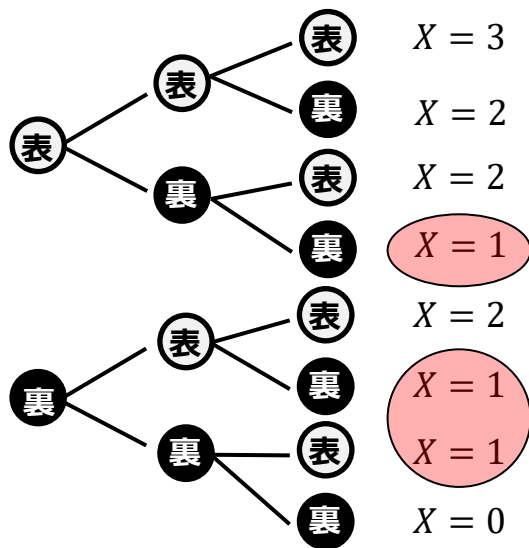


確率変数 X の確率

$$P(X = 0) = \frac{1}{8}$$

確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください

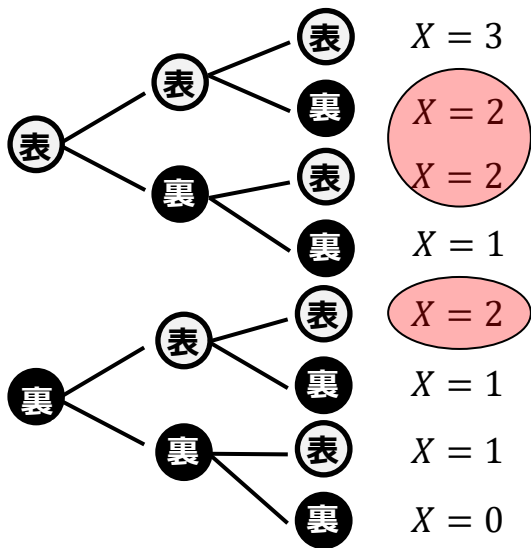


確率変数 X の確率

$$P(X = 1) = \frac{3}{8}$$

確率変数の例

コイン投げの試行を 3 回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください

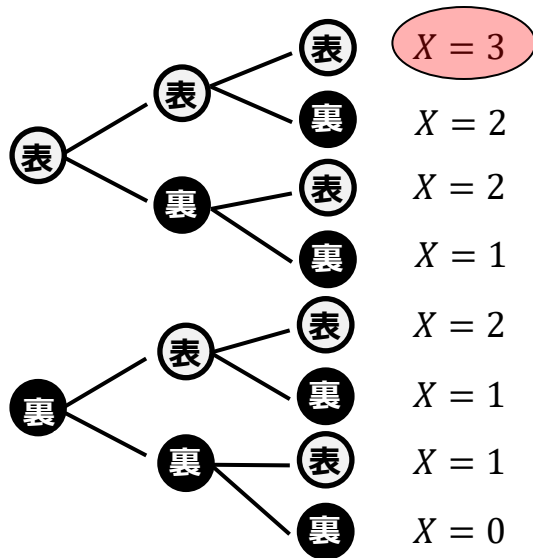


確率変数 X の確率

$$P(X = 2) = \frac{3}{8}$$

確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください

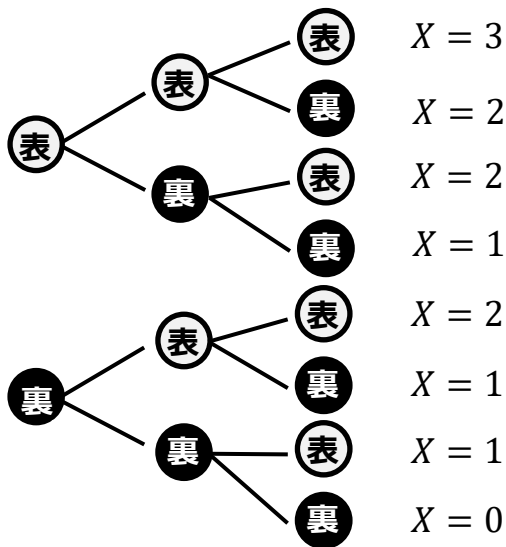


確率変数 X の確率

$$P(X = 3) = \frac{1}{8}$$

確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください

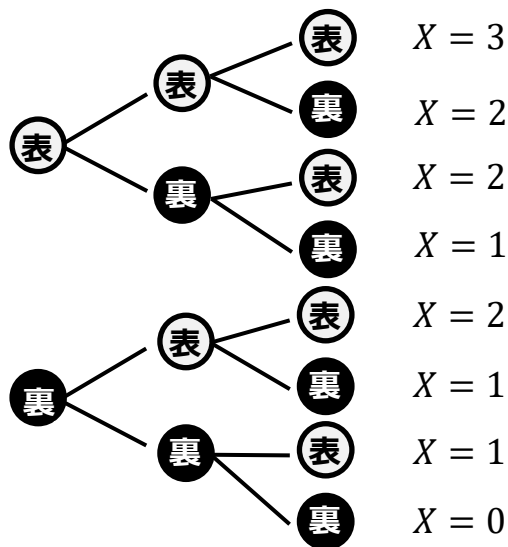


X	0	1	2	3
$P(X)$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$

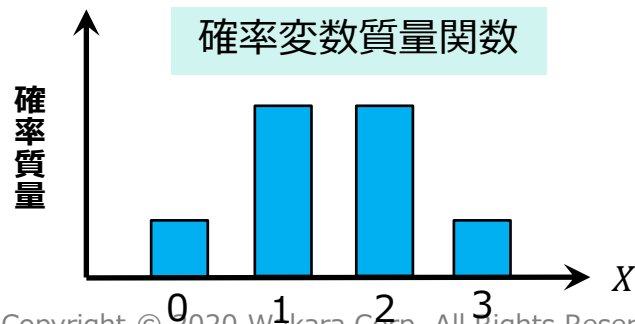
確率変数質量関数

確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください



X	0	1	2	3
$P(X)$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$



確率質量関数

コイン投げの試行を 3 回繰り返した時の、表の出る数を
確率変数とする確率質量関数

X	0	1	2	3
$P(X)$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$

確率質量関数

コイン投げの試行を 3 回繰り返した時の、表の出る数を
確率変数とする確率質量関数

X	0	1	2	3
$P(X)$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$

- 表が 2 回以上出る確率は？

$$P(X \geq 2) = \frac{4}{8}$$

確率質量関数

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とする確率質量関数

X	0	1	2	3
$P(X)$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$

- 表が2回以上出る確率は？

$$P(X \geq 2) = \frac{4}{8}$$

- 表が0回以上2回以下の確率は？

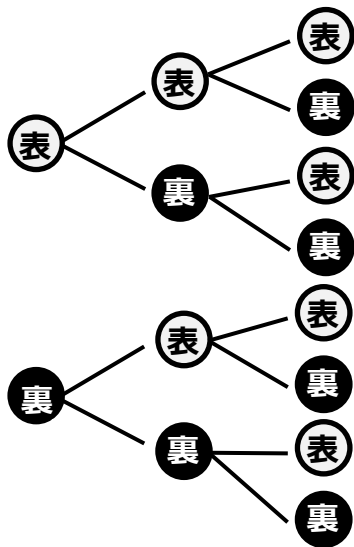
$$P(0 \leq X \leq 2) = \frac{7}{8}$$

確率変数の例

コイン投げの試行を 3 回繰り返した時の、**連続して出た表の数を確率変数とし**、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください

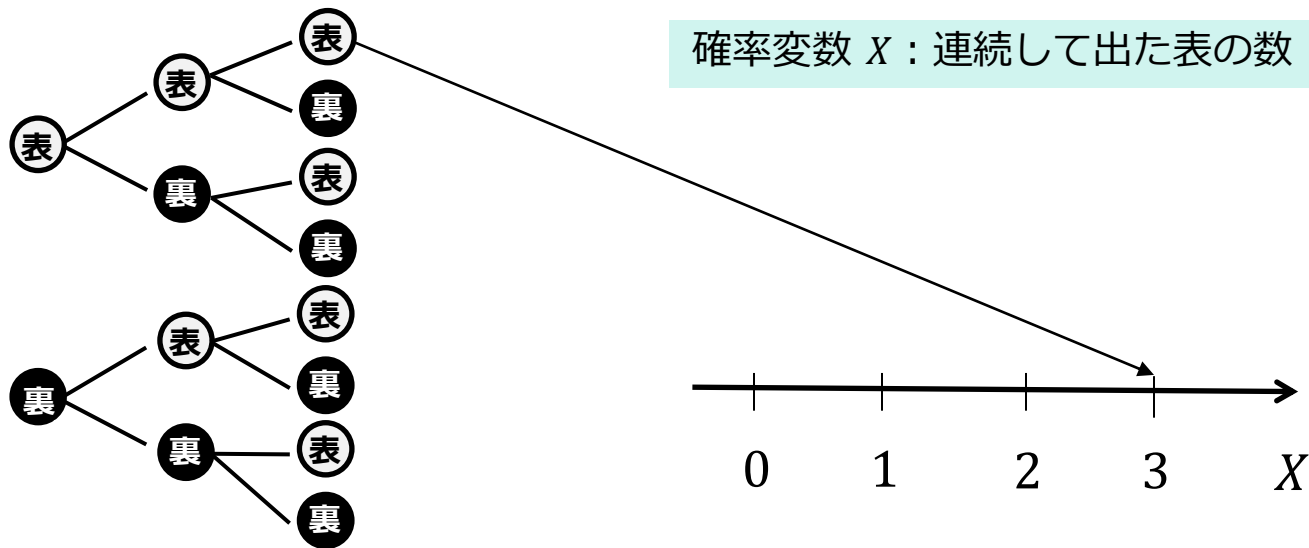
確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、**連続して出た表の数**
を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください



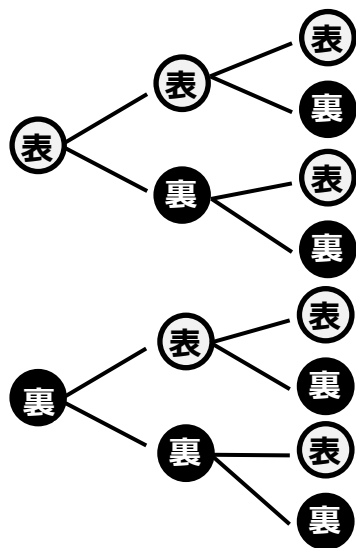
確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、**連続して出た表の数を確率変数とし**、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください

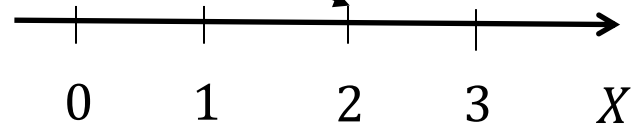


確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、**連続して出た表の数**を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください

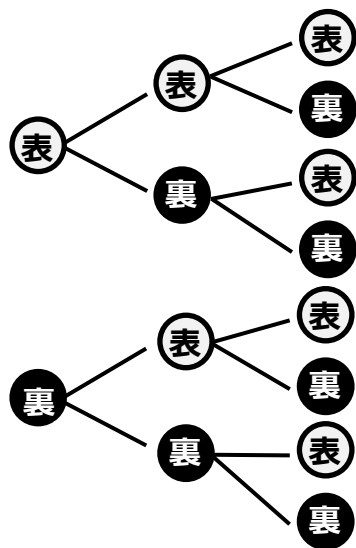


確率変数 X : 連続して出た表の数

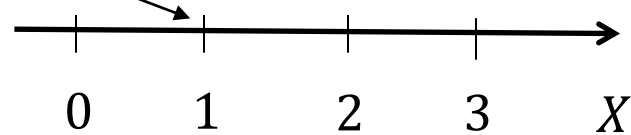


確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、**連続して出た表の数**を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください

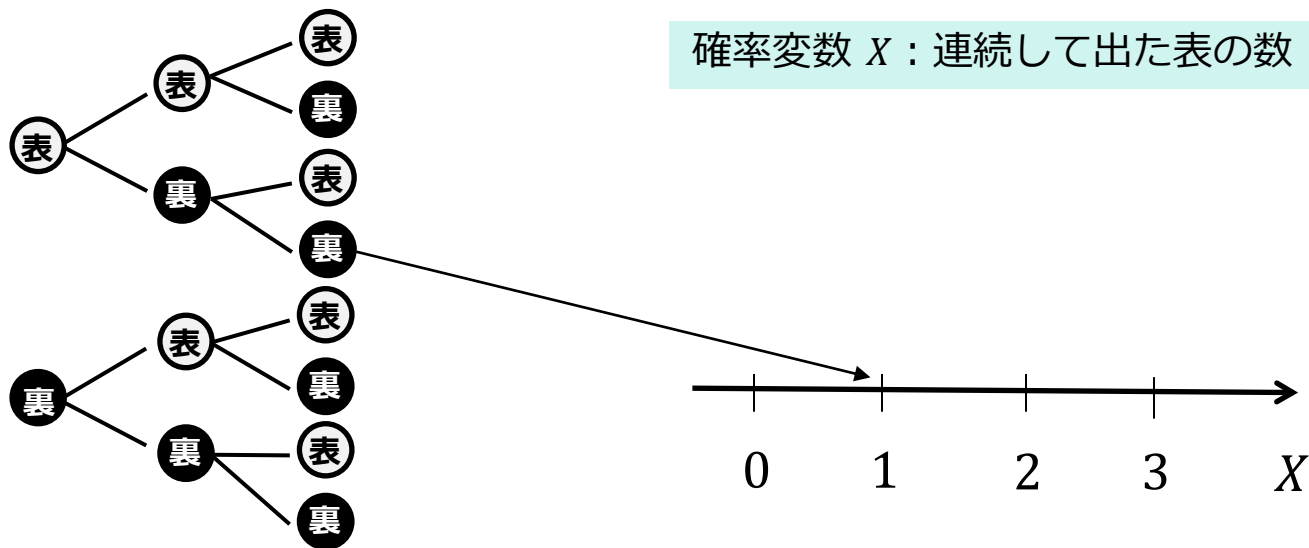


確率変数 X : 連続して出た表の数



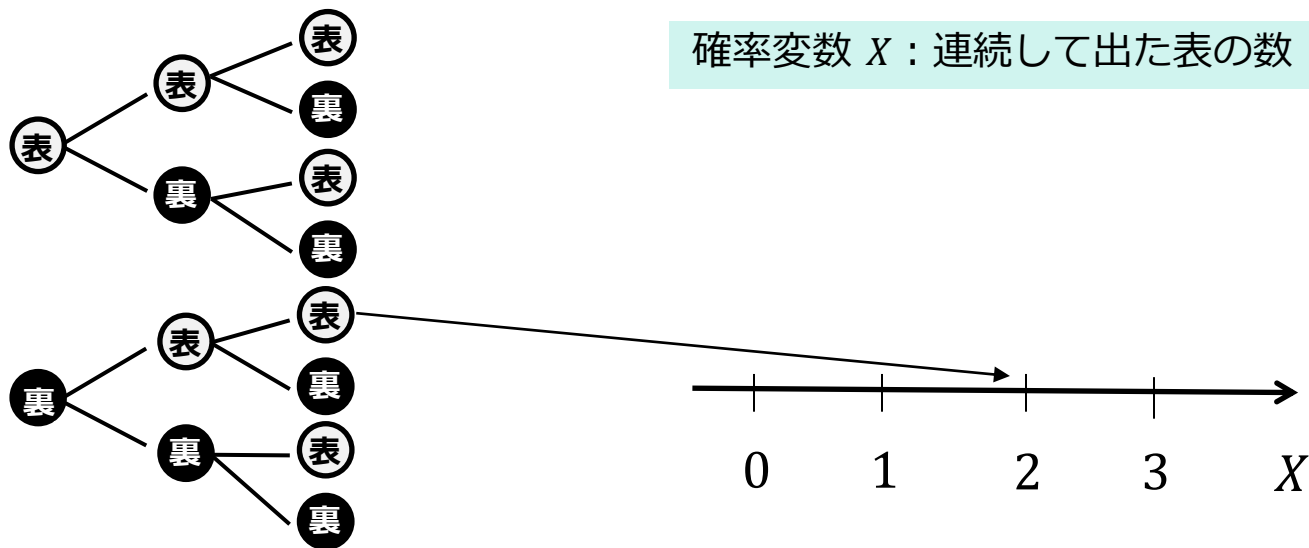
確率変数の例

コイン投げの試行を 3 回繰り返した時の、**連続して出た表の数を確率変数とし**、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください



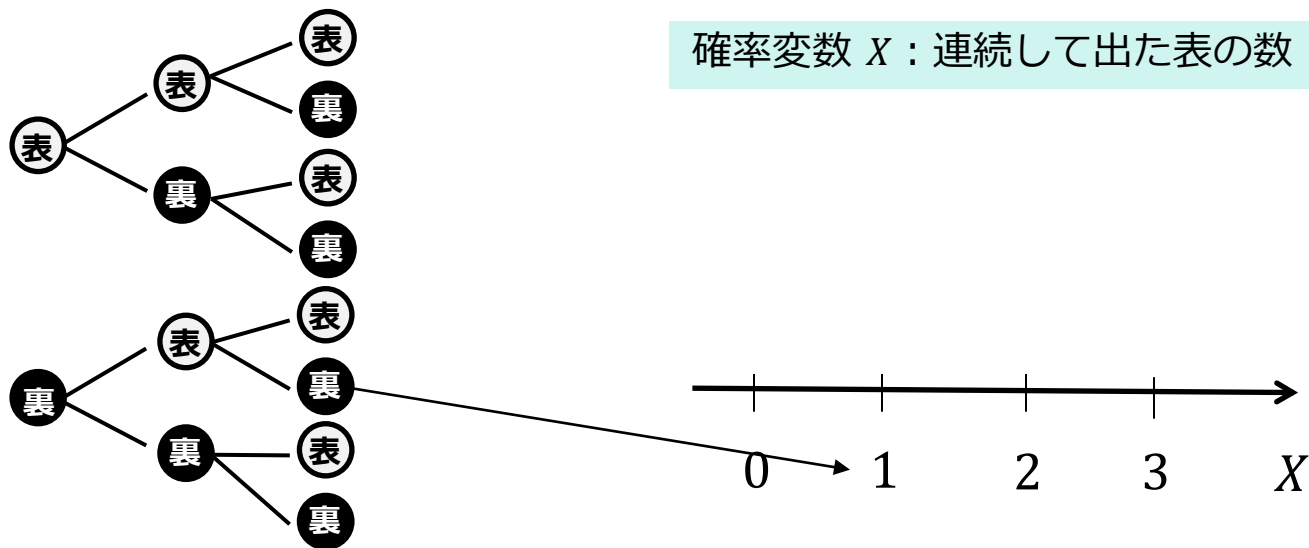
確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、**連続して出た表の数**を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください



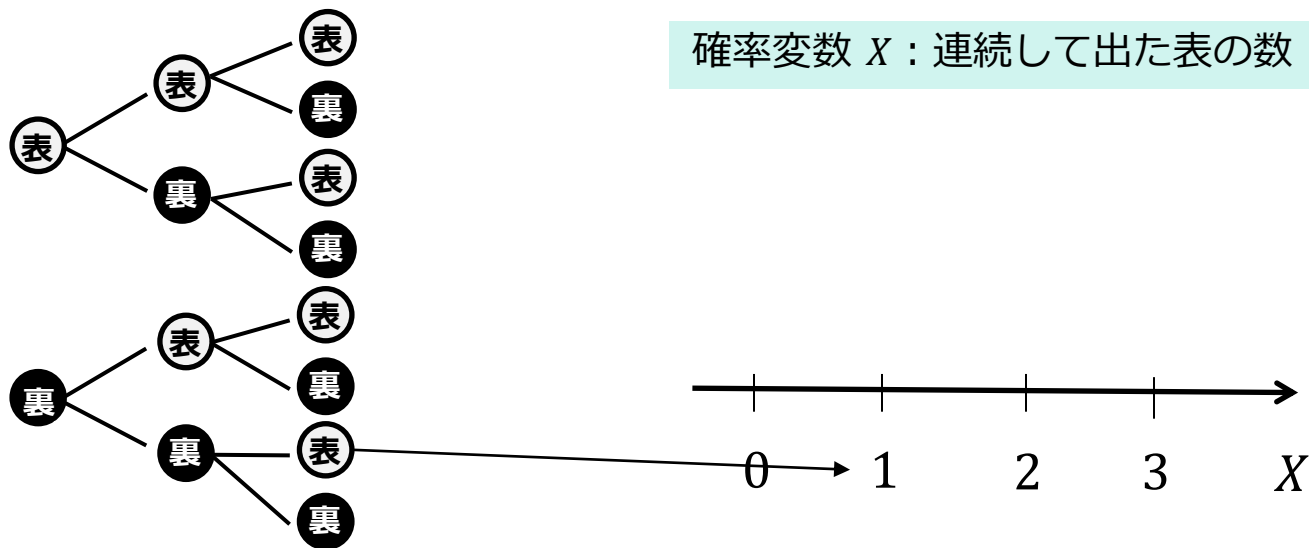
確率変数の例

コイン投げの試行を 3 回繰り返した時の、**連続して出た表の数を確率変数とし**、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください



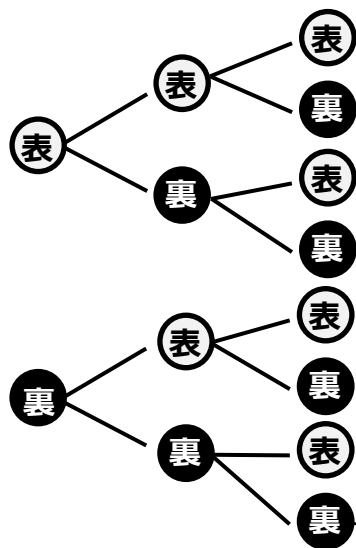
確率変数の例

コイン投げの試行を 3 回繰り返した時の、**連続して出た表の数を確率変数とし**、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください

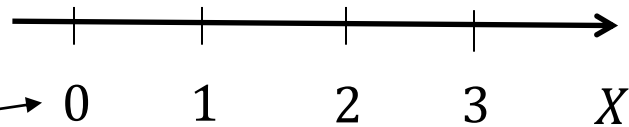


確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、**連続して出た表の数**を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください

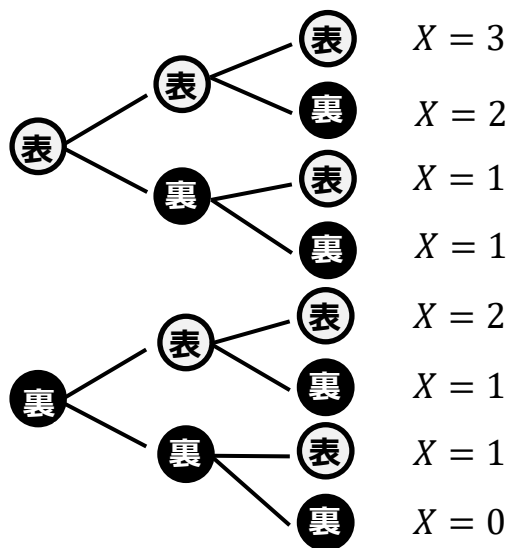


確率変数 X : 連続して出た表の数



確率変数の例

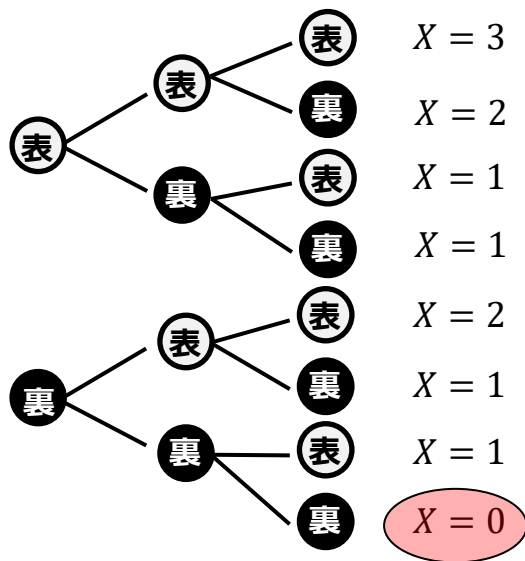
コイン投げの試行を3回繰り返した時の、**連続して出た表の数**を確率変数とし、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください



確率変数 X の確率

確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、**連続して出た表の数**を**確率変数とし**、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください

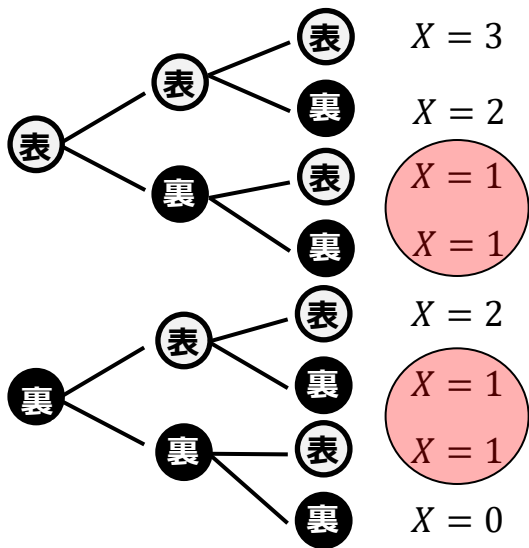


確率変数 X の確率

$$P(X = 0) = \frac{1}{8}$$

確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、**連続して出た表の数を確率変数とし**、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください

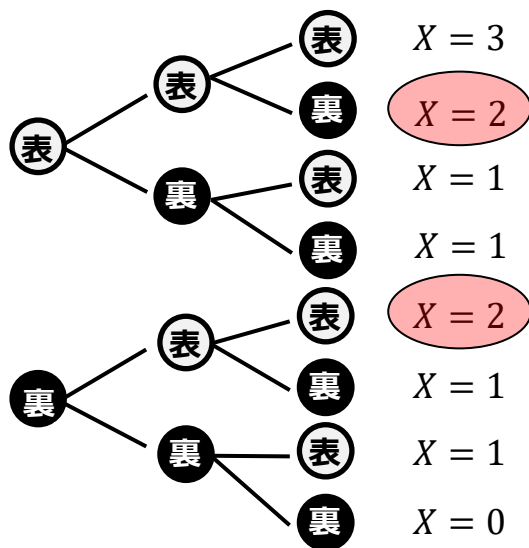


確率変数 X の確率

$$P(X = 1) = \frac{4}{8}$$

確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、**連続して出た表の数**を**確率変数とし**、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください

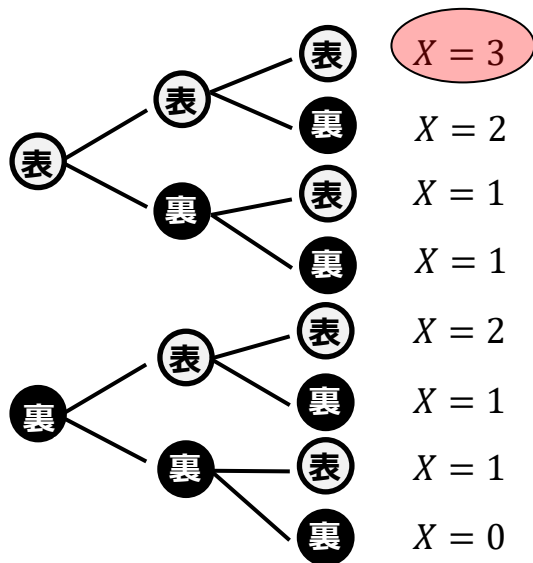


確率変数 X の確率

$$P(X = 2) = \frac{2}{8}$$

確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、**連続して出た表の数**を**確率変数とし**、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください

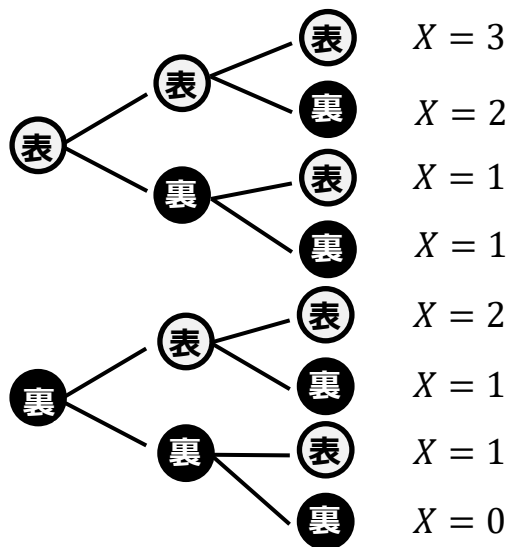


確率変数 X の確率

$$P(X = 3) = \frac{1}{8}$$

確率変数の例

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、**連続して出た表の数**を**確率変数とし**、確率変数それぞれの確率を求め、確率質量関数の表を作成してください



X	0	1	2	3
$P(X)$	$\frac{1}{8}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{2}{8}$	$\frac{1}{8}$

確率変数質量関数

確率質量関数の性質

$$(1) \quad 0 \leq P(x_i) \leq 1$$

$$(2) \quad \sum_{i=1}^n p(x_i) = 1$$

確率質量関数の性質

$$(1) \ 0 \leq P(x_i) \leq 1$$

$$(2) \ \sum_{i=1}^n p(x_i) = 1$$

コインを3回投げ、表の出る数を確率変数とした時の確率質量関数

X	0	1	2	3
$P(X)$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$

確率質量関数の性質

$$(1) \ 0 \leq P(x_i) \leq 1$$

$$(2) \ \sum_{i=1}^n p(x_i) = 1$$

コインを3回投げ、表の出る数を確率変数とした時の確率質量関数

X	0	1	2	3
$P(X)$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$



全て0以上1以下

$$(1) \ 0 \leq P(x_i) \leq 1$$

確率質量関数の性質

$$(1) 0 \leq P(x_i) \leq 1$$

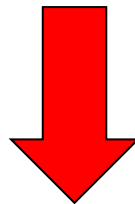
$$(2) \sum_{i=1}^n p(x_i) = 1$$

$$(2) \sum_{i=1}^n p(x_i) = 1$$

$$\sum_{i=1}^4 p(x_i) = p(x_1 = 0) + p(x_2 = 1) + p(x_3 = 2) + p(x_4 = 3)$$

コインを3回投げ、表の出る数を確率変数とした時の確率質量関数

X	0	1	2	3
$P(X)$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$



確率質量関数の性質

$$(1) 0 \leq P(x_i) \leq 1$$

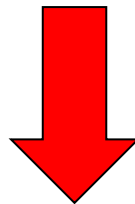
$$(2) \sum_{i=1}^n p(x_i) = 1$$

$$(2) \sum_{i=1}^n p(x_i) = 1$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^4 p(x_i) &= p(x_1 = 0) + p(x_2 = 1) + p(x_3 = 2) + p(x_4 = 3) \\ &= \frac{1}{8} + \frac{3}{8} + \frac{3}{8} + \frac{1}{8} = 1 \end{aligned}$$

コインを3回投げ、表の出る数を確率変数とした時の確率質量関数

X	0	1	2	3
$P(X)$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$



4. 確率変数と確率分布

今日のコンテンツ

- 4-1 確率変数
- 4-2 期待値と分散
- 4-3 離散型と連続型確率変数
- 4-4 確率密度関数と確率
- 4-5 正規分布とz値
- 4-6 t分布

4. 確率変数と確率分布

今日のコンテンツ

4-1 確率変数

4-2 期待値と分散

4-3 離散型と連続型確率変数

4-4 確率密度関数と確率

4-5 正規分布とz値

4-6 t分布

確率変数の期待値

確率変数の期待値

確率変数の期待値とは、確率変数がとる値と、その値をとる確率の積を全て足し合わせたものである。

X	x_1	x_2	\cdots	x_n
$P(X)$	p_1	p_2	\cdots	p_n

確率変数の期待値

確率変数の期待値

確率変数の期待値とは、確率変数がとる値と、その値をとる確率の積を全て足し合わせたものである。

X	x_1	x_2	\dots	x_n
$P(X)$	p_1	p_2	\dots	p_n

確率変数がとる値

確率変数の期待値

確率変数の期待値

確率変数の期待値とは、確率変数がとる値と、その値をとる確率の積を全て足し合わせたものである。

X	x_1	x_2	\cdots	x_n
$P(X)$	p_1	p_2	\cdots	p_n

その値をとる確率

確率変数の期待値

確率変数の期待値

確率変数の期待値とは、確率変数がとる値と、その値をとる確率の積を全て足し合わせたものである。

X	x_1	x_2	\cdots	x_n
$P(X)$	p_1	p_2	\cdots	p_n

期待値の定義式

$$\mu = E[X] = \sum_{i=1}^n x_i \times p_i$$

確率変数の期待値

確率変数の期待値

確率変数の期待値とは、確率変数がとる値と、その値をとる確率の積を全て足し合わせたものである。

X	x_1	x_2	\cdots	x_n
$P(X)$	p_1	p_2	\cdots	p_n

期待値の定義式

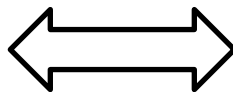
$$\mu = E[X] = \sum_{i=1}^n x_i \times p_i$$

Expectation

確率変数の期待値

$$\mu = E[X] = \sum_{i=1}^n x_i \times p_i$$

期待値



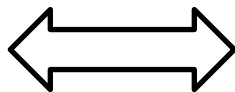
$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

平均

確率変数の期待値

$$\mu = E[X] = \sum_{i=1}^n x_i \times p_i$$

期待値



$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

平均

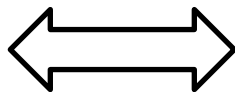
植物 10 本の茎の太さを計測したところ、次のようなデータを得た

5	6	3	5	3	6	4	4	6	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

確率変数の期待値

$$\mu = E[X] = \sum_{i=1}^n x_i \times p_i$$

期待値



$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

平均

植物 10 本の茎の太さを計測したところ、次のようなデータを得た

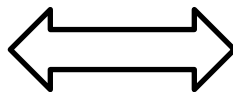
5	6	3	5	3	6	4	4	6	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

茎の太さの平均は？

確率変数の期待値

$$\mu = E[X] = \sum_{i=1}^n x_i \times p_i$$

期待値



$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

平均

植物 10 本の茎の太さを計測したところ、次のようなデータを得た

5	6	3	5	3	6	4	4	6	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

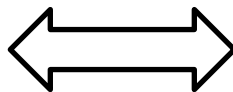
茎の太さの平均は？

$$\mu = \frac{5 + 6 + 3 + 5 + 3 + 6 + 4 + 4 + 6 + 3}{10}$$

確率変数の期待値

$$\mu = E[X] = \sum_{i=1}^n x_i \times p_i$$

期待値



$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

平均

植物 10 本の茎の太さを計測したところ、次のようなデータを得た

5	6	3	5	3	6	4	4	6	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

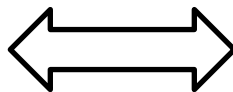
茎の太さの平均は？

$$\mu = \frac{5 + 6 + 3 + 5 + 3 + 6 + 4 + 4 + 6 + 3}{10}$$

確率変数の期待値

$$\mu = E[X] = \sum_{i=1}^n x_i \times p_i$$

期待値



$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

平均

植物 10 本の茎の太さを計測したところ、次のようなデータを得た

5	6	3	5	3	6	4	4	6	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

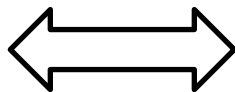
茎の太さの平均は？

$$\mu = \frac{5 + 6 + 3 + 5 + 3 + 6 + 4 + 4 + 6 + 3}{10}$$

確率変数の期待値

$$\mu = E[X] = \sum_{i=1}^n x_i \times p_i$$

期待値



$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

平均

植物 10 本の茎の太さを計測したところ、次のようなデータを得た

5	6	3	5	3	6	4	4	6	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

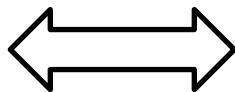
茎の太さの平均は？

$$\mu = \frac{5 + 6 + 3 + 5 + 3 + 6 + 4 + 4 + 6 + 3}{10}$$

確率変数の期待値

$$\mu = E[X] = \sum_{i=1}^n x_i \times p_i$$

期待値



$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

平均

植物 10 本の茎の太さを計測したところ、次のようなデータを得た

5	6	3	5	3	6	4	4	6	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

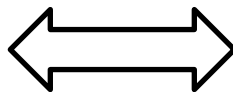
茎の太さの平均は？

$$\mu = \frac{5 + 6 + 3 + 5 + 3 + 6 + 4 + 4 + 6 + 3}{10}$$

確率変数の期待値

$$\mu = E[X] = \sum_{i=1}^n x_i \times p_i$$

期待値



$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

平均

植物 10 本の茎の太さを計測したところ、次のようなデータを得た

5	6	3	5	3	6	4	4	6	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

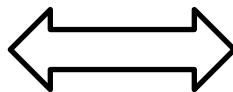
茎の太さの平均は？

$$\mu = \frac{3 \cdot 3 + 4 \cdot 2 + 5 \cdot 2 + 3 \cdot 6}{10}$$

確率変数の期待値

$$\mu = E[X] = \sum_{i=1}^n x_i \times p_i$$

期待値



$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

平均

植物 10 本の茎の太さを計測したところ、次のようなデータを得た

5	6	3	5	3	6	4	4	6	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

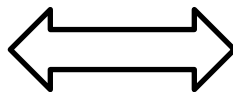
茎の太さの平均は？

$$\mu = 3 \frac{3}{10} + 4 \frac{2}{10} + 5 \frac{2}{10} + 6 \frac{3}{10}$$

確率変数の期待値

$$\mu = E[X] = \sum_{i=1}^n x_i \times p_i$$

期待値



$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

平均

植物 10 本の茎の太さを計測したところ、次のようなデータを得た

5	6	3	5	3	6	4	4	6	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

茎の太さの平均は？

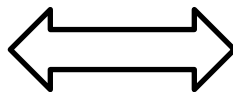
確率変数の値

$$\mu = 3 \frac{3}{10} + 4 \frac{2}{10} + 5 \frac{2}{10} + 6 \frac{3}{10}$$

確率変数の期待値

$$\mu = E[X] = \sum_{i=1}^n x_i \times p_i$$

期待値



$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

平均

植物 10 本の茎の太さを計測したところ、次のようなデータを得た

5	6	3	5	3	6	4	4	6	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

茎の太さの平均は？

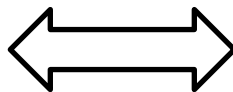
確率変数の確率

$$\mu = 3 \left(\frac{3}{10} \right) + 4 \left(\frac{2}{10} \right) + 5 \left(\frac{2}{10} \right) + 6 \left(\frac{3}{10} \right)$$

確率変数の期待値

$$\mu = E[X] = \sum_{i=1}^n x_i \times p_i$$

期待値



$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

平均

植物 10 本の茎の太さを計測したところ、次のようなデータを得た

5	6	3	5	3	6	4	4	6	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

茎の太さの平均は？

$$\mu = 3 \frac{3}{10} + 4 \frac{2}{10} + 5 \frac{2}{10} + 6 \frac{3}{10} = 4.5$$

確率変数の期待値

確率変数の期待値

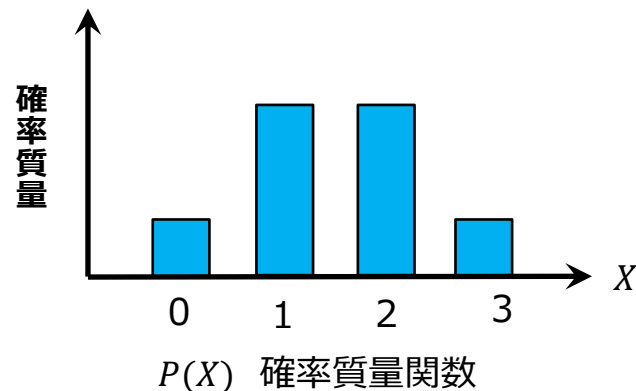
コイン投げの試行を 3 回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とする。期待値を求めよ。

確率変数の期待値

確率変数の期待値

コイン投げの試行を 3 回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とする。期待値を求めよ。

X	0	1	2	3
$P(X)$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$



確率変数の期待値

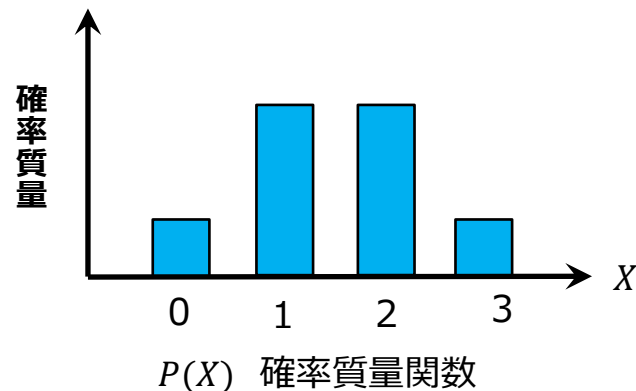
確率変数の期待値

コイン投げの試行を 3 回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とする。期待値を求めよ。

X	0	1	2	3
$P(X)$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$

$$\mu = E[X]$$

$$= 0 \times \frac{1}{8} + 1 \times \frac{3}{8} + 2 \times \frac{3}{8} + 3 \times \frac{1}{8}$$



確率変数の期待値

確率変数の期待値

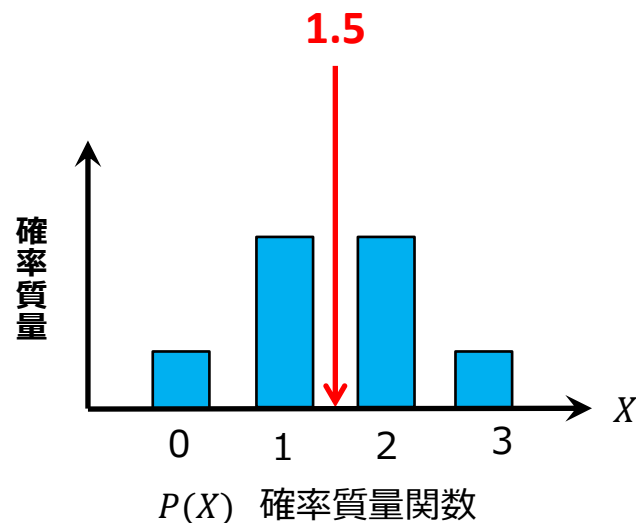
コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とする。期待値を求めよ。

X	0	1	2	3
$P(X)$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$

$$\mu = E[X]$$

$$= 0 \times \frac{1}{8} + 1 \times \frac{3}{8} + 2 \times \frac{3}{8} + 3 \times \frac{1}{8}$$

$$= 1.5$$



確率変数の期待値

サイコロの出る目を確率変数とする時、確率変数 X の期待値を求めよ。

確率変数の期待値

サイコロの出る目を確率変数とする時、確率変数 X の期待値を求めよ。

X	1	2	3	4	5	6
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

確率変数の期待値

サイコロの出る目を確率変数とする時、確率変数 X の期待値を求めよ。

X	1	2	3	4	5	6
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

$$E[X] = \sum_{k=1}^6 k \cdot P(X = k)$$

確率変数の期待値

サイコロの出る目を確率変数とする時、確率変数 X の期待値を求めよ。

X	1	2	3	4	5	6
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

$$\begin{aligned} E[X] &= \sum_{k=1}^6 k \cdot P(X = k) \\ &= 1 \cdot \frac{1}{6} + 2 \cdot \frac{1}{6} + 3 \cdot \frac{1}{6} + 4 \cdot \frac{1}{6} + 5 \cdot \frac{1}{6} + 6 \cdot \frac{1}{6} = 3.5 \end{aligned}$$

確率変数の期待値

サイコロの出る目を確率変数とする時、確率変数 X の期待値を求めよ。

X	1	2	3	4	5	6
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

$$E[X] = \sum_{k=1}^6 k \cdot P(X = k)$$

$$= 1 \cdot \frac{1}{6} + 2 \cdot \frac{1}{6} + 3 \cdot \frac{1}{6} + 4 \cdot \frac{1}{6} + 5 \cdot \frac{1}{6} + 6 \cdot \frac{1}{6} = 3.5$$

サイコロを1回、
振ったときに期
待される値

確率変数の分散

確率変数の分散

確率変数の分散とは「確率変数の取り得る値と期待値の差の2乗」と「確率」の積を全て足し合わせたもの。

X	x_1	x_2	\cdots	x_n
$P(X)$	p_1	p_2	\cdots	p_n

分散の定義式

$$\sigma^2 = V[X] = \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2 \times p_i$$

確率変数の分散

確率変数の分散

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とする。
分散を求めてください。

確率変数の分散

確率変数の分散

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とする。
分散を求めてください。

X	0	1	2	3
$P(X)$	1/8	3/8	3/8	1/8

$$V[X] = \sum_{i=1}^4 (x_i - \mu)^2 \times p_i$$

確率変数の分散

確率変数の分散

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とする。
分散を求めてください。

X	0	1	2	3
$P(X)$	1/8	3/8	3/8	1/8

$$V[X] = \sum_{i=1}^4 (x_i - \mu)^2 \times p_i$$

確率変数の分散

確率変数の分散

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とする。
分散を求めてください。

X	0	1	2	3
$P(X)$	1/8	3/8	3/8	1/8

$$\mu = E[X] = 0 \times \frac{1}{8} + 1 \times \frac{3}{8} + 2 \times \frac{3}{8} + 3 \times \frac{1}{8} = 1.5$$

期待値

$$V[X] = \sum_{i=1}^4 (x_i - \mu)^2 \times p_i$$

確率変数の分散

確率変数の分散

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とする。
分散を求めてください。

X	0	1	2	3
$P(X)$	1/8	3/8	3/8	1/8
$(x_i - \mu)$	-1.5	-0.5	0.5	1.5

$$V[X] = \sum_{i=1}^4 (x_i - \mu)^2 \times p_i$$

確率変数の分散

確率変数の分散

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とする。
分散を求めてください。

X	0	1	2	3
$P(X)$	1/8	3/8	3/8	1/8
$(x_i - \mu)$	-1.5	-0.5	0.5	1.5
$(x_i - \mu)^2$	2.25	0.25	0.25	2.25

$$V[X] = \sum_{i=1}^4 (x_i - \mu)^2 \times p_i$$

確率変数の分散

確率変数の分散

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とする。
分散を求めてください。

X	0	1	2	3
$P(X)$	1/8	3/8	3/8	1/8
$(x_i - \mu)$	-1.5	-0.5	0.5	1.5
$(x_i - \mu)^2$	2.25	0.25	0.25	2.25
$(x_i - \mu)^2 \times p_i$	0.28125	0.09375	0.09375	0.28125

$$V[X] = \sum_{i=1}^4 (x_i - \mu)^2 \times p_i$$

確率変数の分散

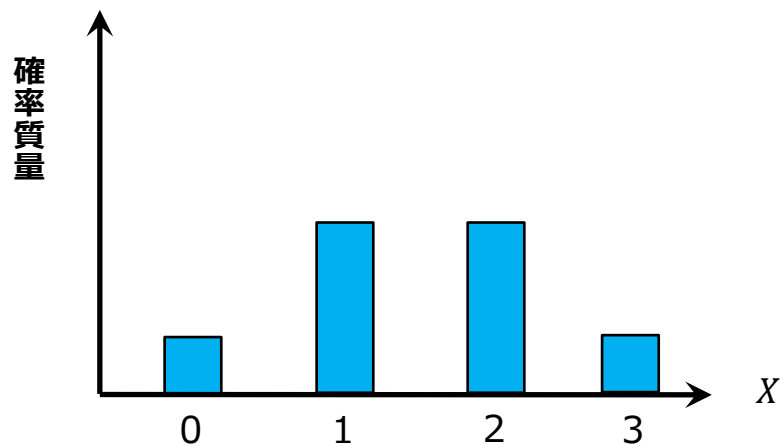
確率変数の分散

コイン投げの試行を3回繰り返した時の、表の出る数を確率変数とする。
分散を求めてください。

X	0	1	2	3
$P(X)$	1/8	3/8	3/8	1/8
$(x_i - \mu)$	-1.5	-0.5	0.5	1.5
$(x_i - \mu)^2$	2.25	0.25	0.25	2.25
$(x_i - \mu)^2 \times p_i$	0.28125	0.09375	0.09375	0.28125

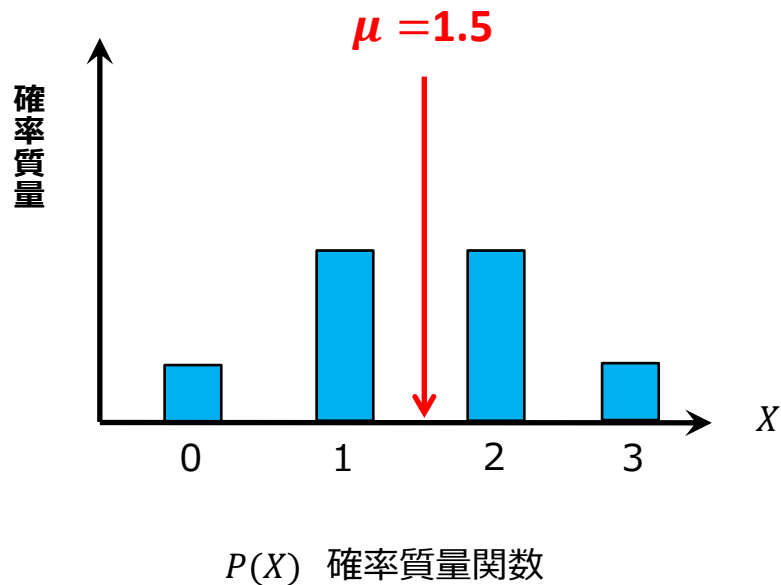
$$V[X] = \sum_{i=1}^4 (x_i - \mu)^2 \times p_i = 0.75$$

確率変数の期待値と分散

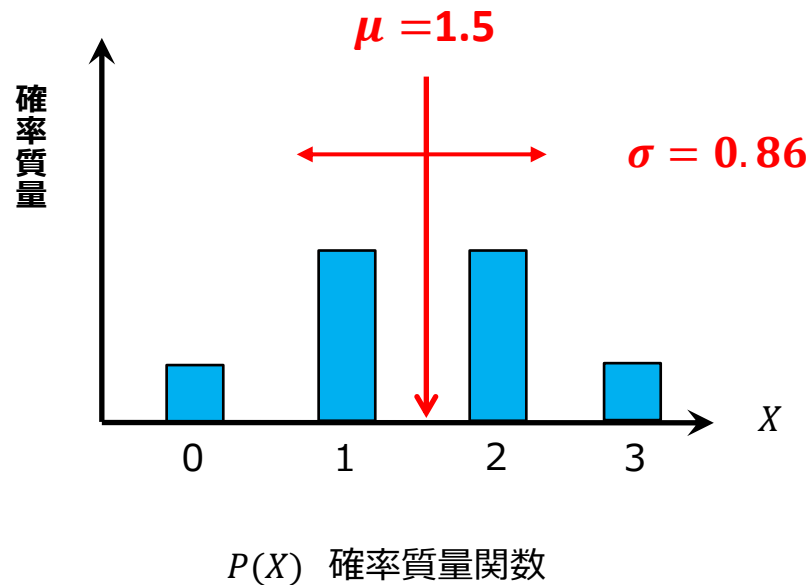


$P(X)$ 確率質量関数

確率変数の期待値と分散



確率変数の期待値と分散



4. 確率変数と確率分布

今日のコンテンツ

4-1 確率変数

4-2 期待値と分散

4-3 離散型と連続型確率変数

4-4 確率密度関数と確率

4-5 正規分布とz値

4-6 t分布

4. 確率変数と確率分布

今日のコンテンツ

4-1 確率変数

4-2 期待値と分散

4-3 離散型と連続型確率変数

4-4 確率密度関数と確率

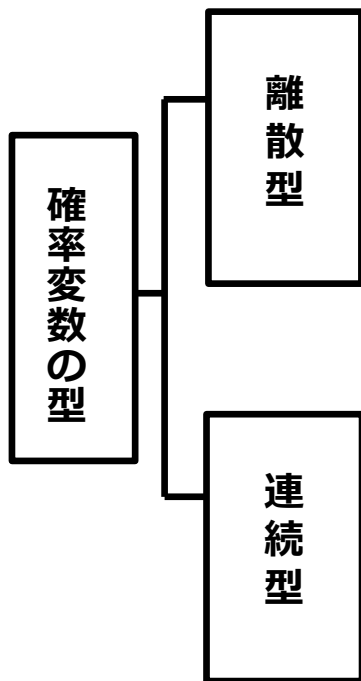
4-5 正規分布とz値

4-6 t分布

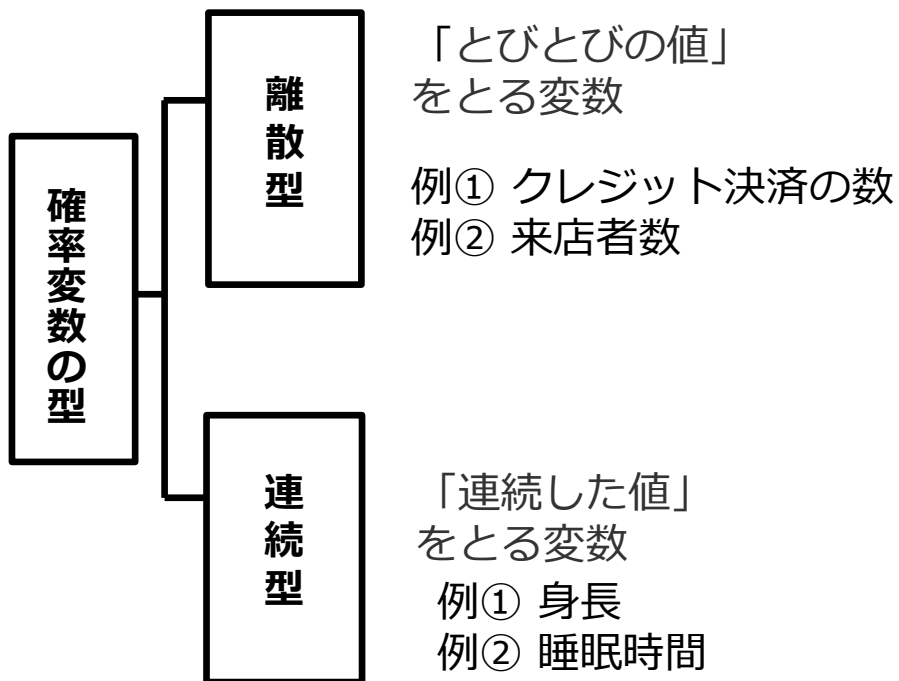
確率変数の型

確率変数の型

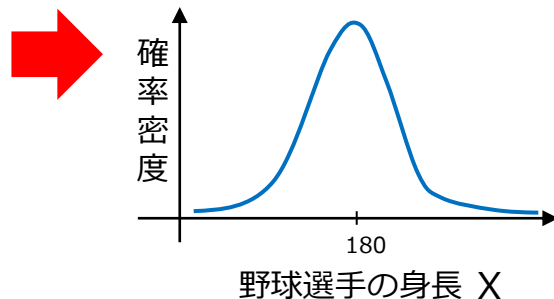
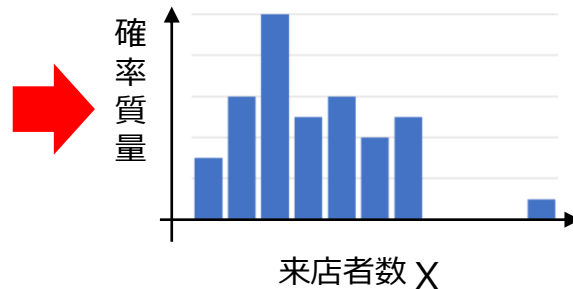
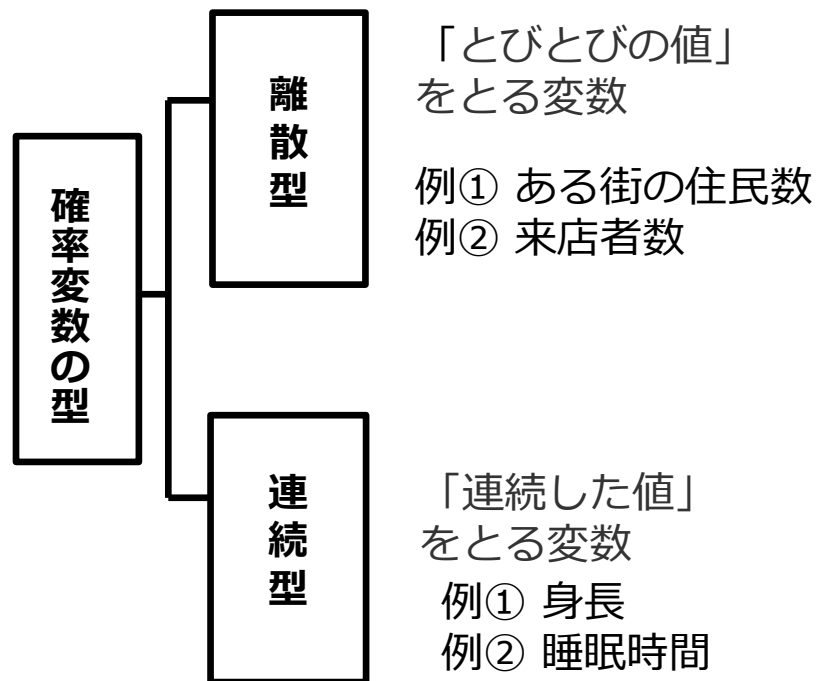
確率変数の型



確率変数の型



確率変数の型



問題

離散型か連続型の確率変数を区別してください

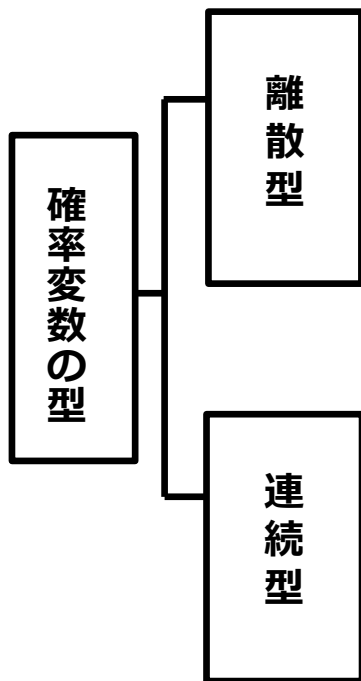
1. 1日に受け取るメールの件数
2. 書籍のページ数 X
3. 大気中の気温 X
4. お酒の中のアルコール度数 X
5. ある成人女性の体重 X
6. 1枚の歪みのないコインで表が出るまで連続で投げた回数 X

解答

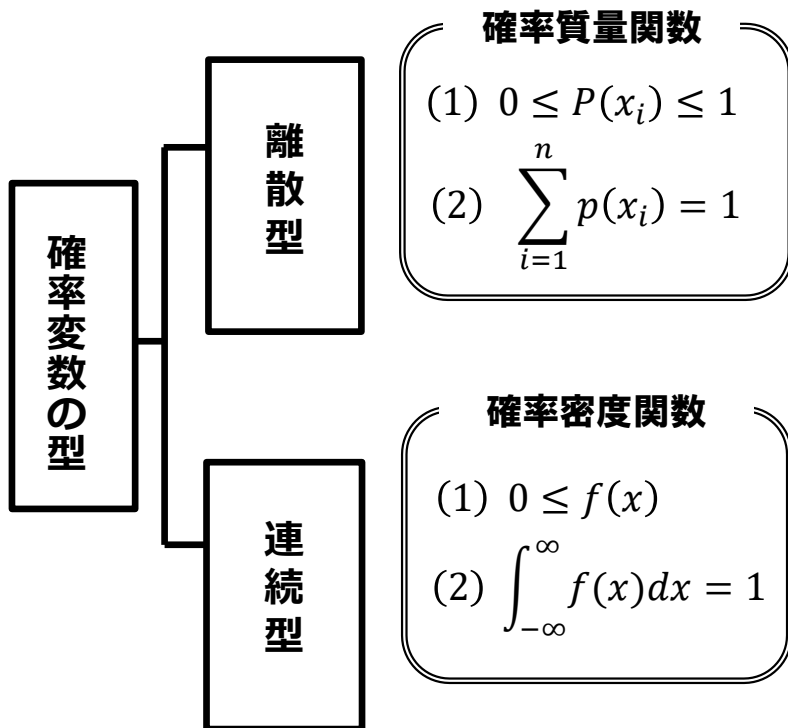
離散型か連続型の確率変数を区別してください

1. 1日に受け取るメールの件数 (離散型)
2. 書籍のページ数 X (離散型)
3. 大気中の気温 X (連続型)
4. お酒の中のアルコール度数 X (連続型)
5. ある成人女性の体重 X (連続型)
6. 1枚の歪みのないコインで表が出るまで連続で投げた回数 X (離散型)

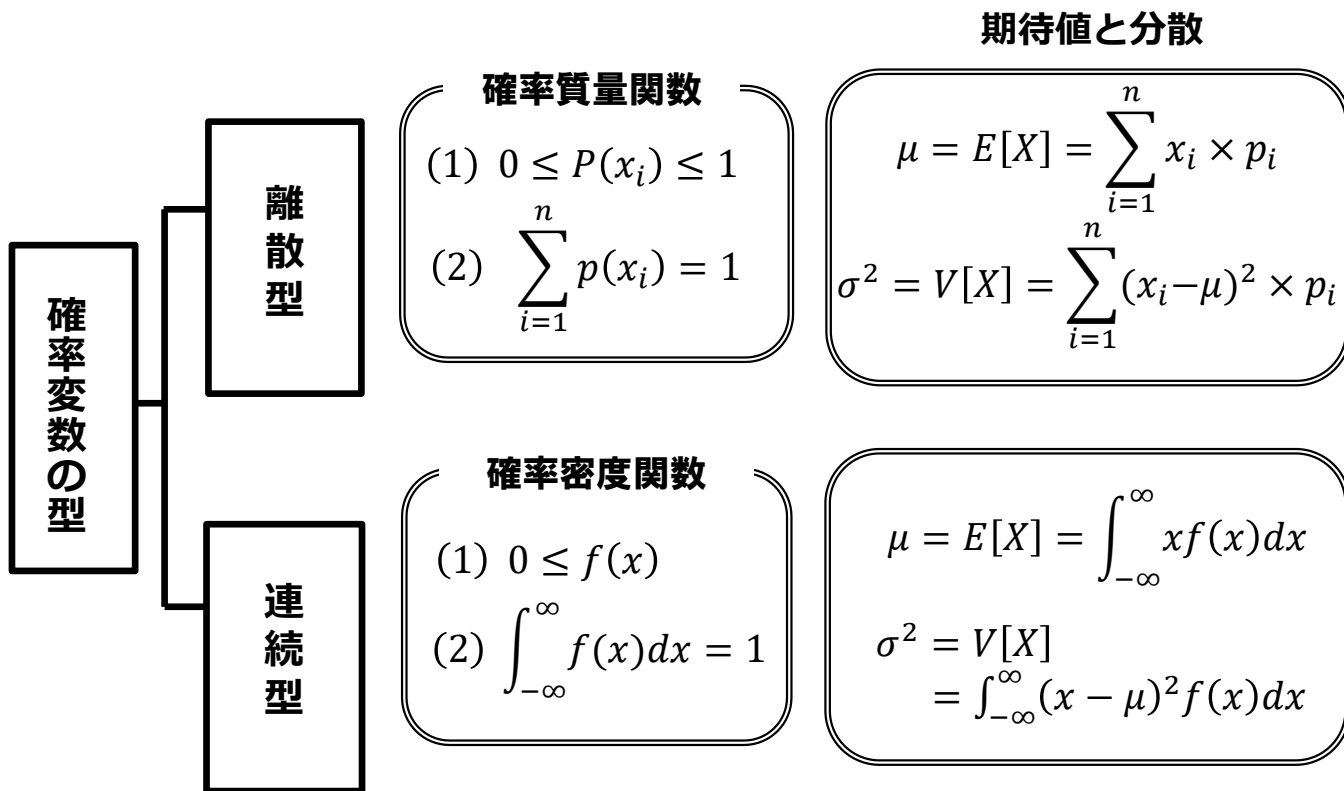
確率変数の型



確率変数の型



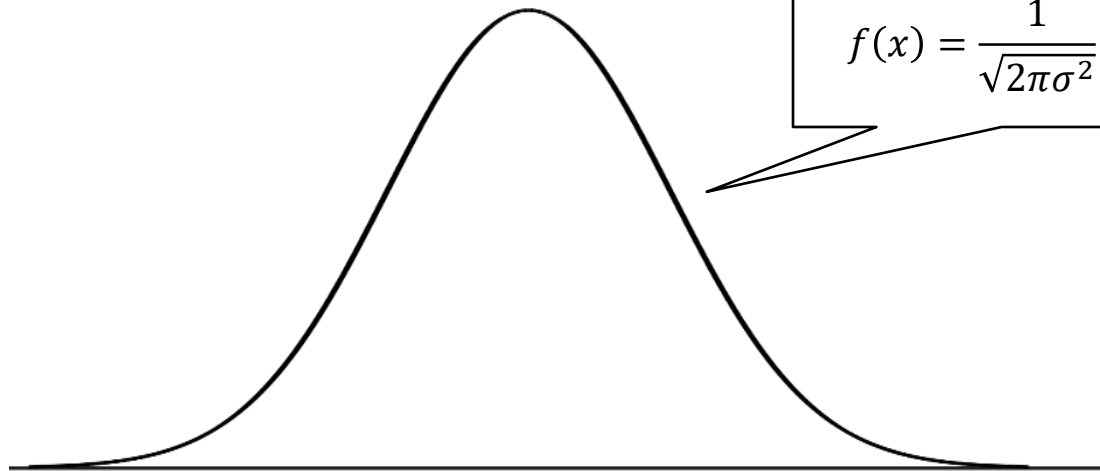
確率変数の型



確率密度関数の例：正規分布

確率密度関数: $f(x)$

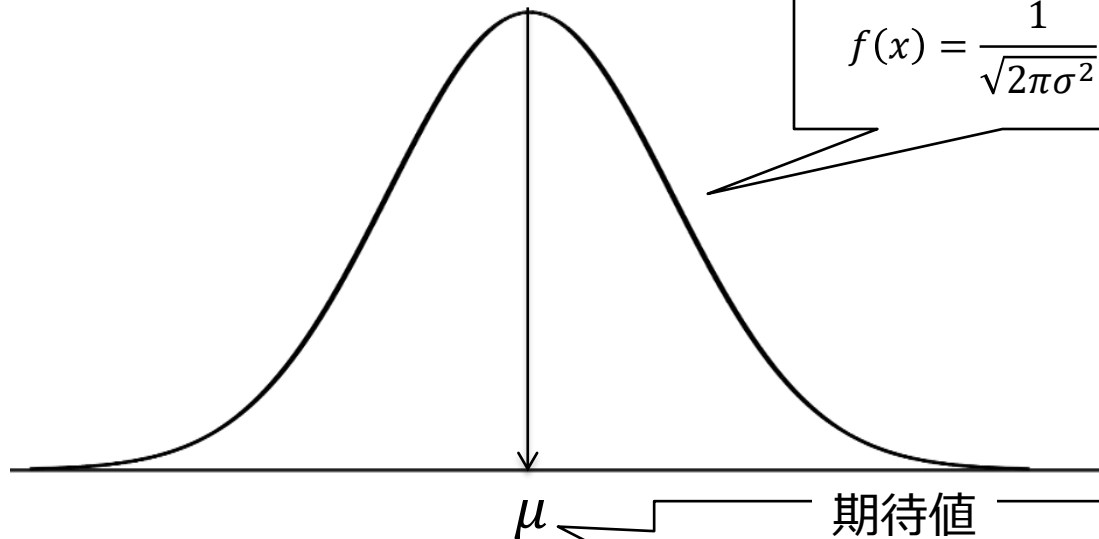
$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$



確率密度関数の例：正規分布

確率密度関数: $f(x)$

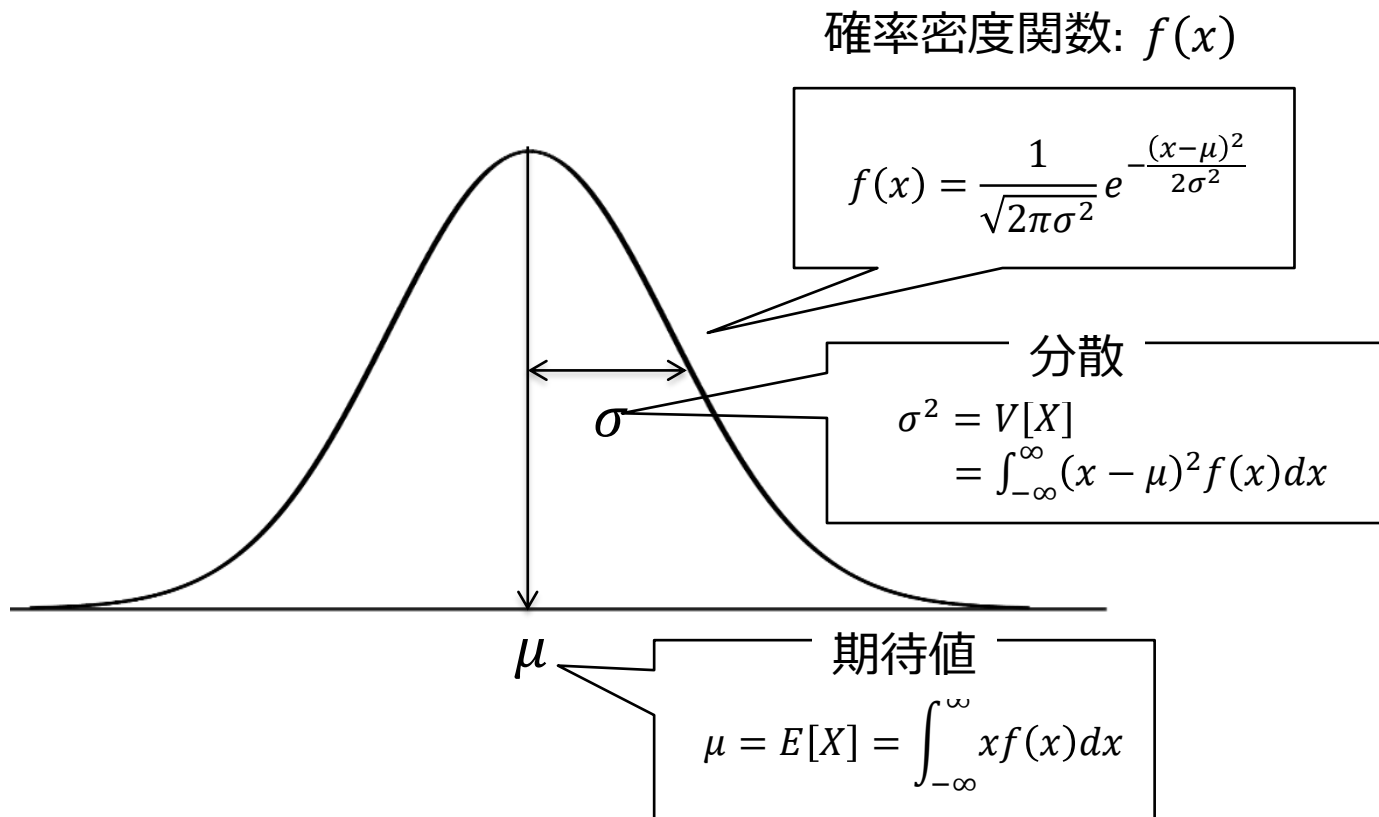
$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$



期待値

$$\mu = E[X] = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx$$

確率密度関数の例：正規分布



確率密度関数の例：正規分布

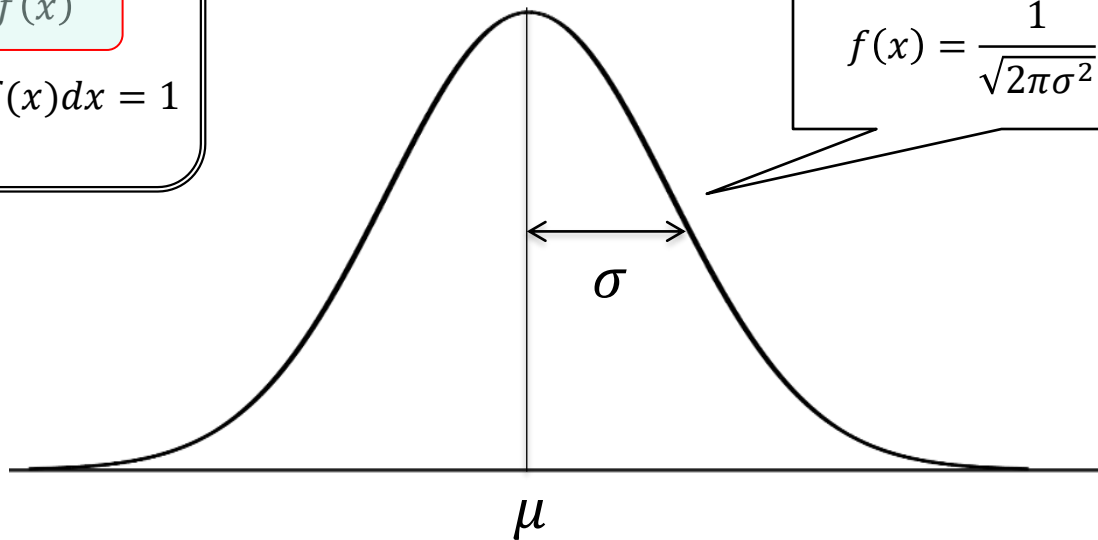
確率密度関数

(1) $0 \leq f(x)$

(2) $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1$

確率密度関数: $f(x)$

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$



確率密度関数の例：正規分布

確率密度関数

(1) $0 \leq f(x)$

(2) $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1$

確率密度関数: $f(x)$

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

正の値をとる

σ

μ

確率密度関数の例：正規分布

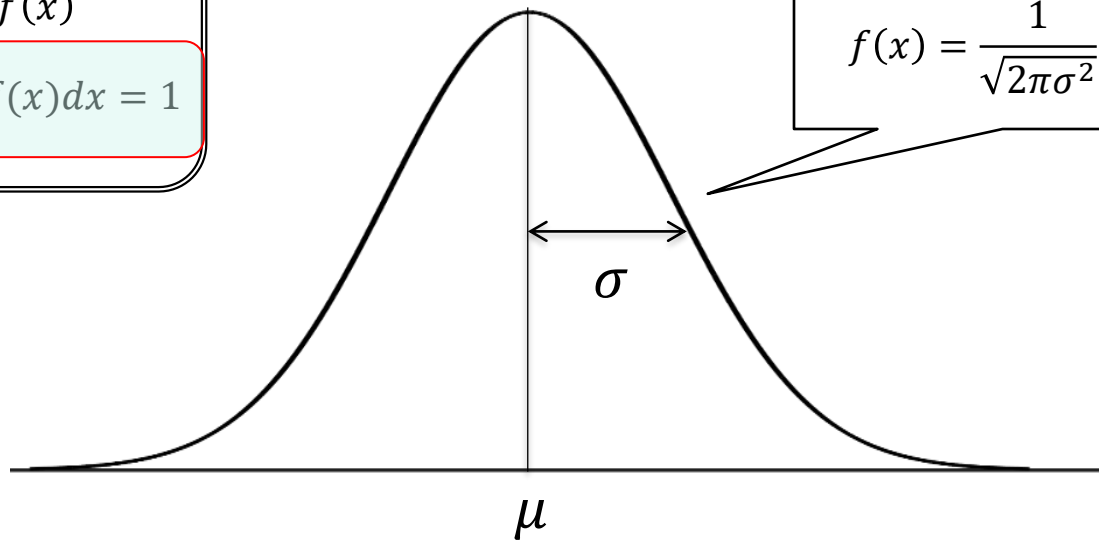
確率密度関数

(1) $0 \leq f(x)$

(2) $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1$

確率密度関数: $f(x)$

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$



確率密度関数の例：正規分布

確率密度関数

(1) $0 \leq f(x)$

(2) $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1$

確率密度関数: $f(x)$

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

面積の総和 = 1

確率密度関数の例：正規分布

確率密度関数

(1) $0 \leq f(x)$

(2) $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1$

確率密度関数: $f(x)$

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

面積の総和 = 1

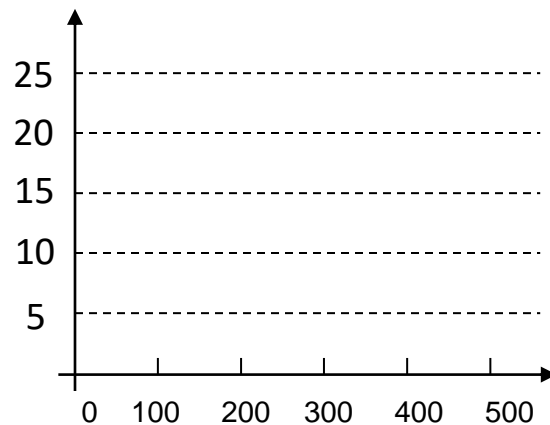
$\longleftrightarrow P(S) = 1$

「確率密度関数はヒストグラムの階級の幅をどんどん狭くしていくとき、ヒストグラムの形が近づいていく曲線

問題演習 1

次のような集計表が得られた。ヒストグラムを作成してください。

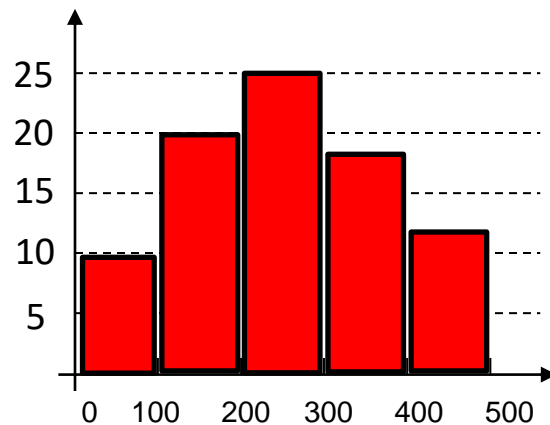
範囲	度数
0 - 100	10
100 - 200	20
200 - 300	25
300 - 400	18
400 - 500	12



問題演習 1

次のような集計表が得られた。ヒストグラムを作成してください。

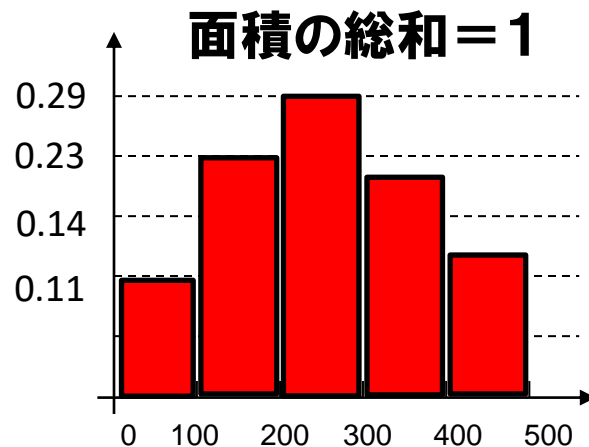
範囲	度数
0 - 100	10
100 - 200	20
200 - 300	25
300 - 400	18
400 - 500	12



問題演習 1

次のような集計表が得られた。ヒストグラムを作成してください。

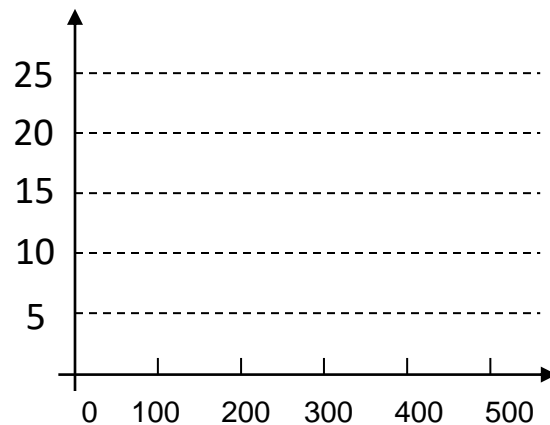
範囲	相対度数
0 - 100	0.11764706
100 - 200	0.23529412
200 - 300	0.29411765
300 - 400	0.21176471
400 - 500	0.14117647



問題演習2

次のような集計表が得られた。ヒストグラムを作成してください。

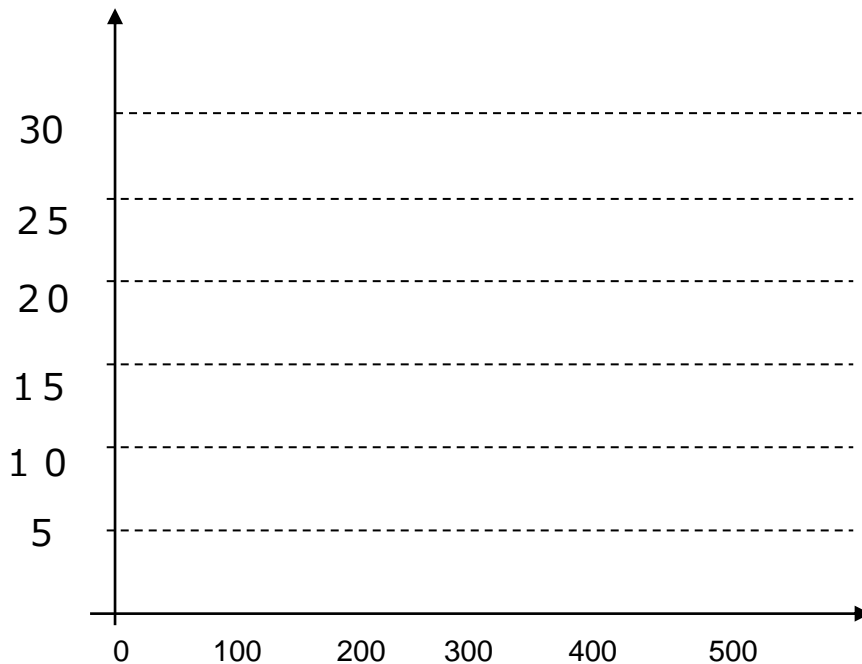
範囲	度数
0 - 100	22
100 - 150	20
150 - 200	25
200 - 300	30
300 - 500	32



問題演習2

範囲	度数
0 - 100	22
100 - 150	20
150 - 200	25
200 - 300	30
300 - 500	32

範囲が一番小さいのは？

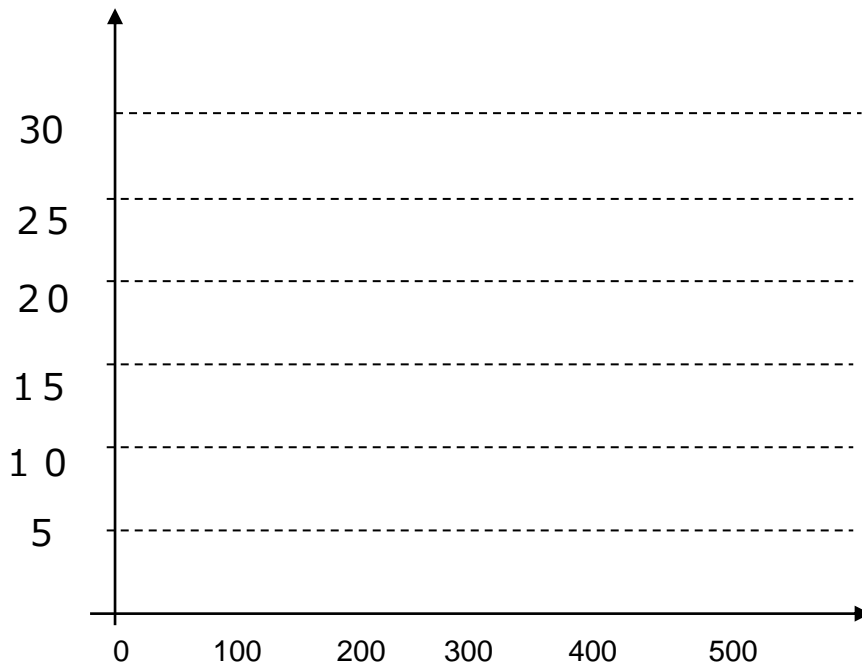


問題演習2

範囲	度数
0 - 100	22
100 - 150	20
150 - 200	25
200 - 300	30
300 - 500	32

範囲が一番小さいのは？

幅 = 50



問題演習2

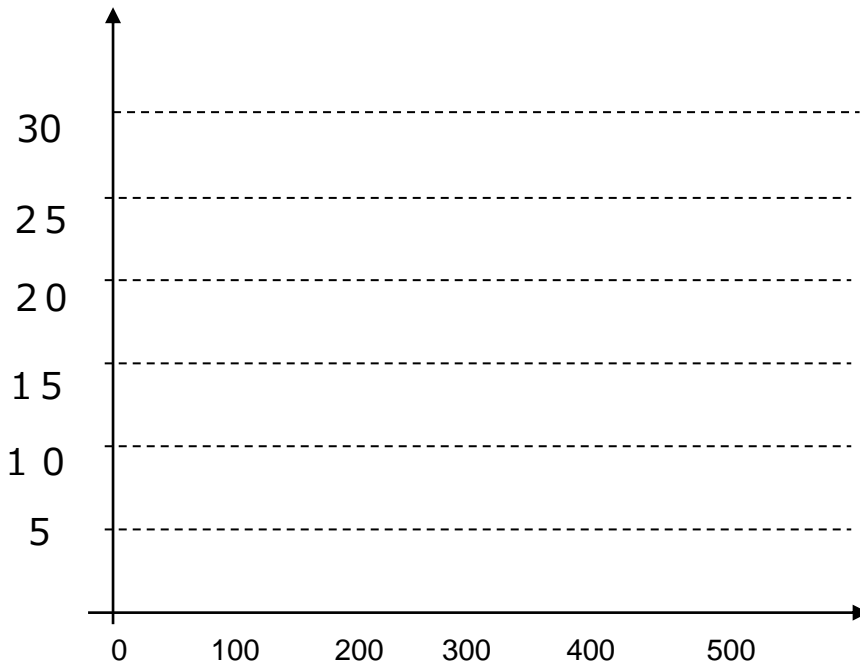
範囲	度数
0 - 100	22
100 - 150	20
150 - 200	25
200 - 300	30
300 - 500	32

範囲が一番小さいのは？

幅 = 50 \longleftrightarrow 幅 = "1"



(この幅を基準にする)



問題演習2

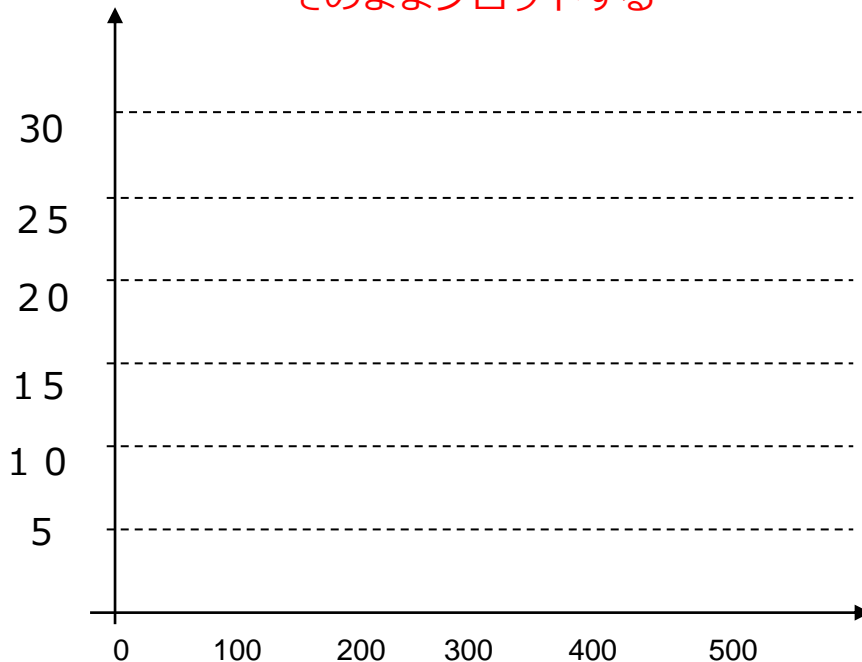
範囲	度数
0 - 100	22
100 - 150	20
150 - 200	25
200 - 300	30
300 - 500	32

範囲が一番小さいのは？

幅 = 50

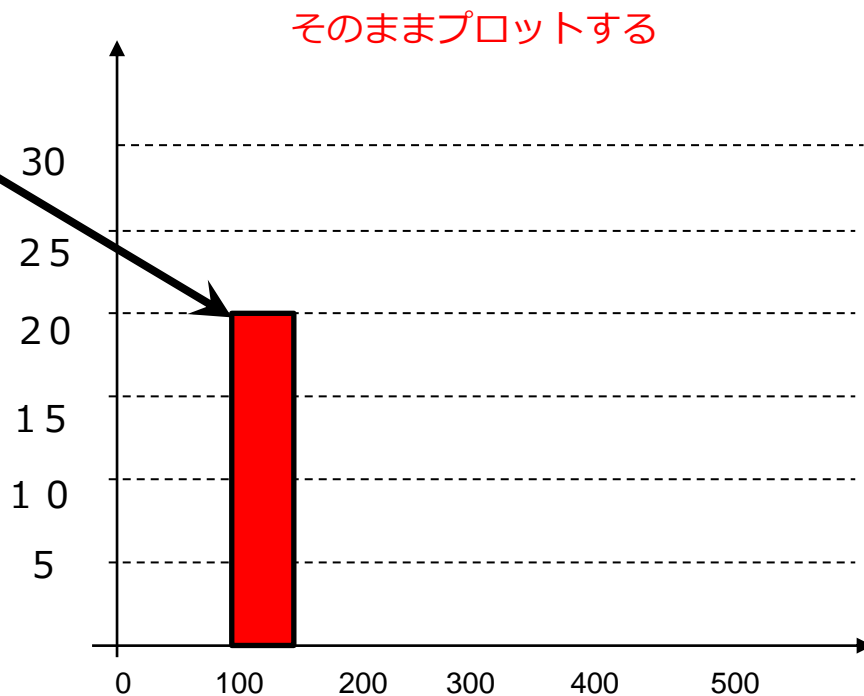
(基準幅)

そのままプロットする

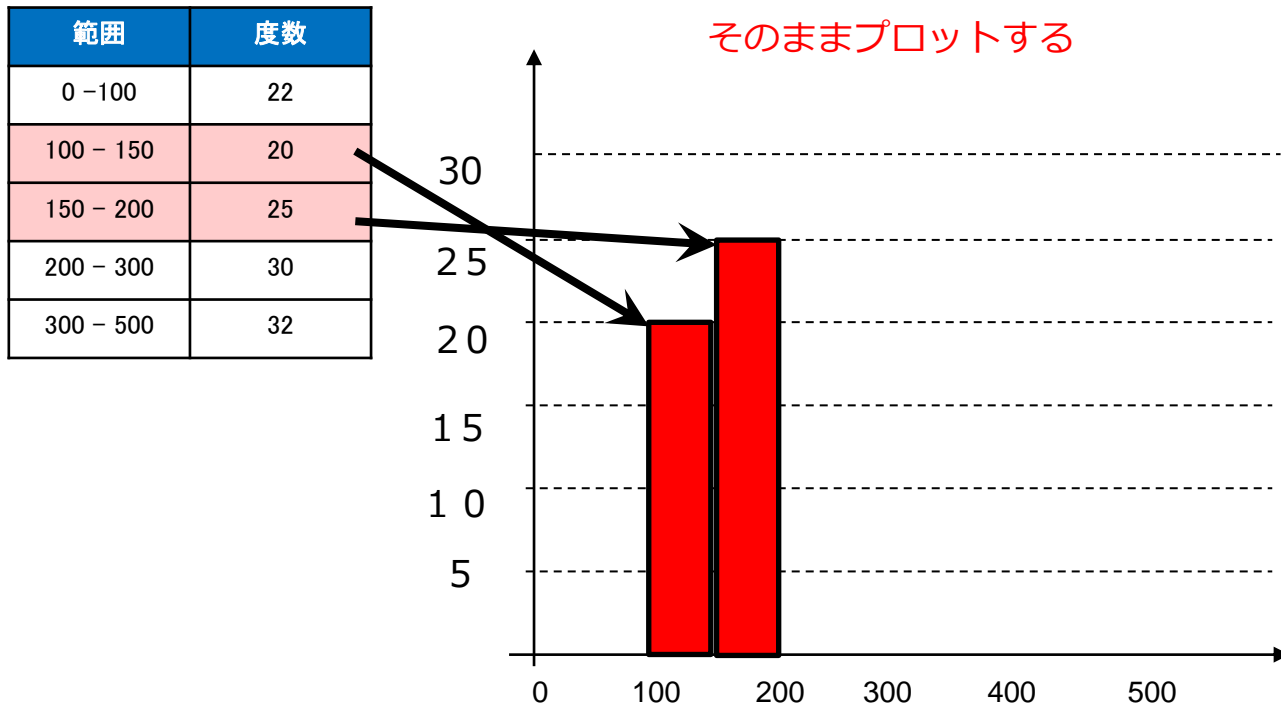


問題演習2

範囲	度数
0 - 100	22
100 - 150	20
150 - 200	25
200 - 300	30
300 - 500	32



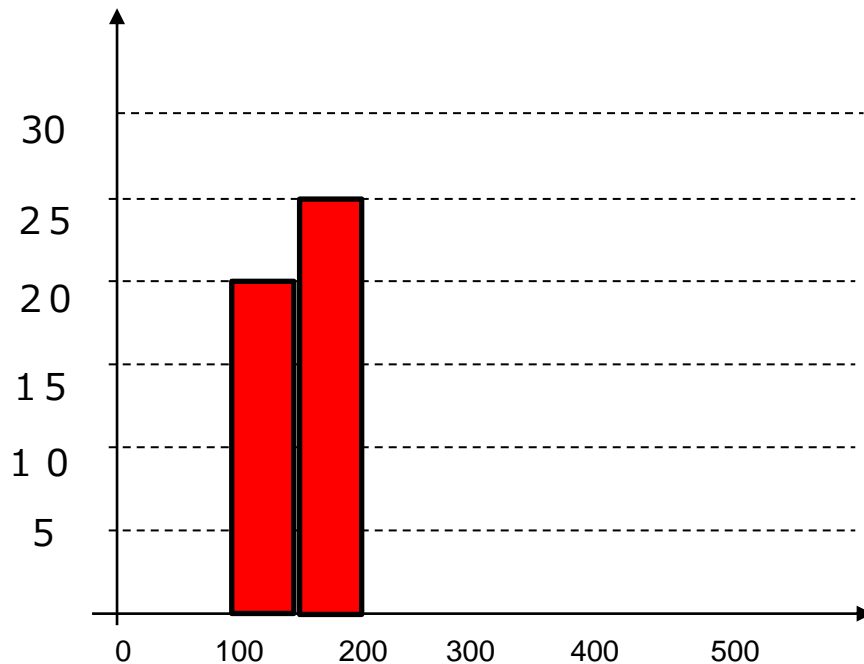
問題演習2



問題演習2

範囲	度数
0 - 100	22
100 - 150	20
150 - 200	25
200 - 300	30
300 - 500	32

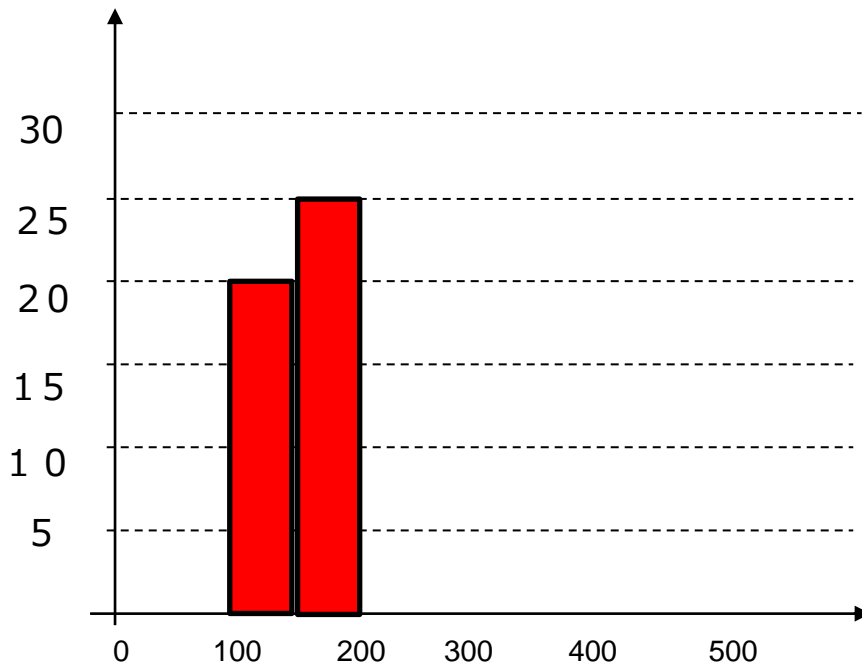
幅 = 100
(基準幅の2倍)



問題演習2

範囲	度数
0 - 100	22
100 - 150	20
150 - 200	25
200 - 300	30
300 - 500	32

幅 = 100 \longleftrightarrow 幅 = "2"
(基準幅の2倍)



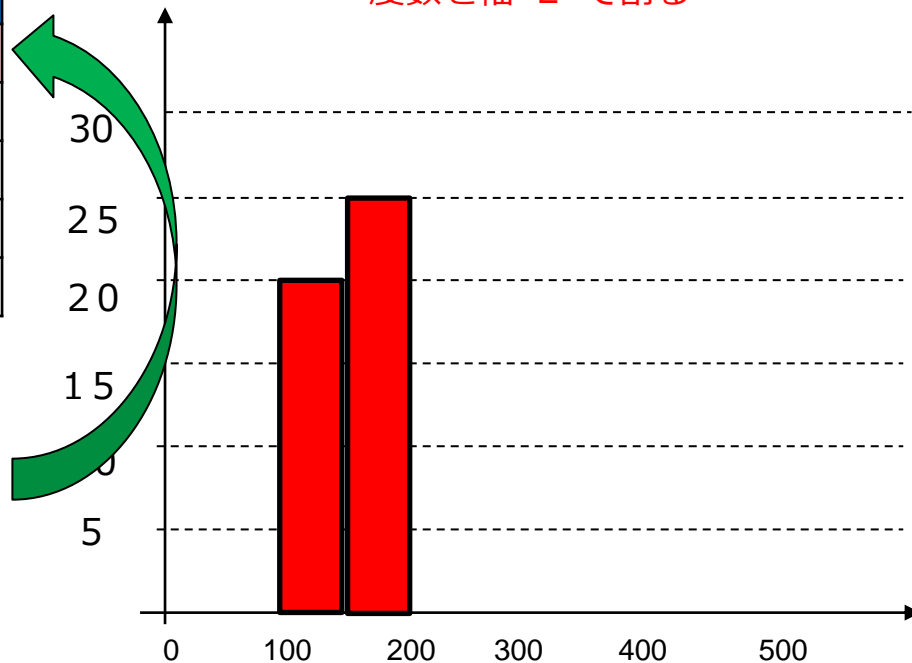
問題演習2

範囲	度数
0 - 100	22
100 - 150	20
150 - 200	25
200 - 300	30
300 - 500	32

幅 = 100
(基準幅の2倍)

幅 = "2"

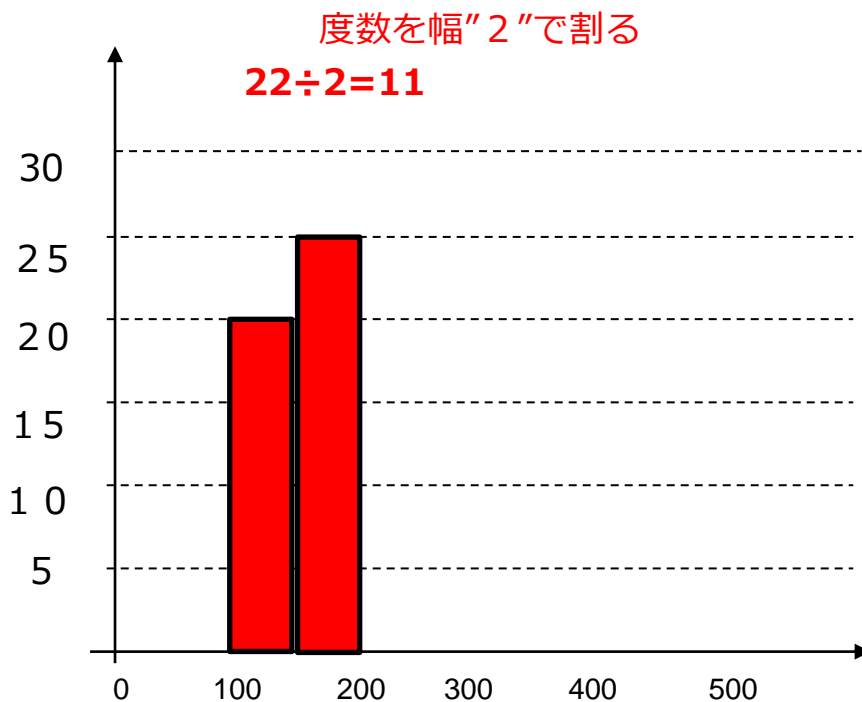
度数を幅"2"で割る



問題演習2

範囲	度数
0 - 100	22
100 - 150	20
150 - 200	25
200 - 300	30
300 - 500	32

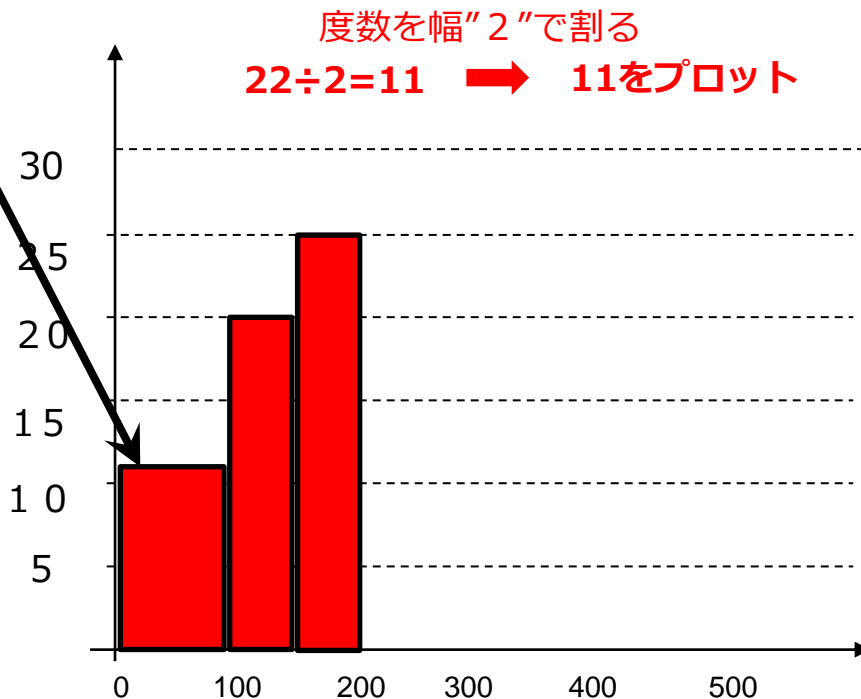
幅 = 100 \longleftrightarrow 幅 = "2"
(基準幅の2倍)



問題演習2

範囲	度数
0 - 100	22
100 - 150	20
150 - 200	25
200 - 300	30
300 - 500	32

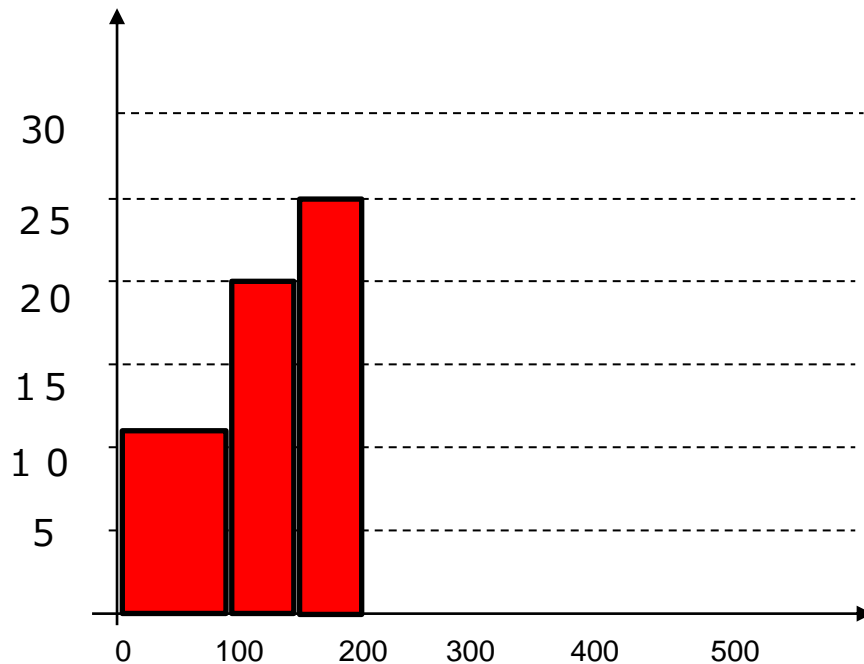
幅 = 100 \longleftrightarrow 幅 = "2"
(基準幅の2倍)



問題演習2

範囲	度数
0 - 100	22
100 - 150	20
150 - 200	25
200 - 300	30
300 - 500	32

幅 = 100 \longleftrightarrow 幅 = "2"
(基準幅の2倍)

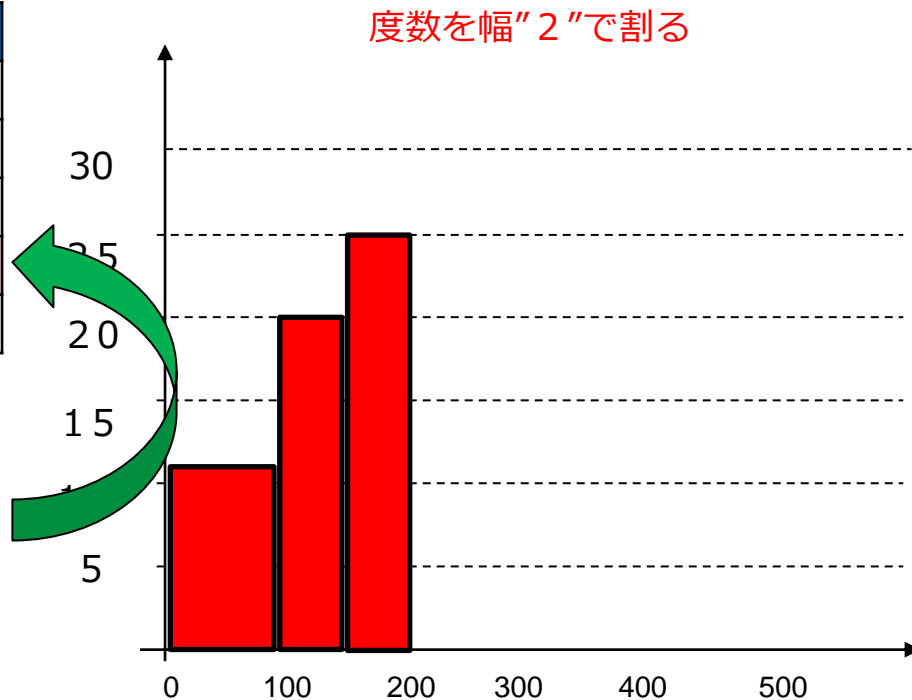


問題演習2

範囲	度数
0 - 100	22
100 - 150	20
150 - 200	25
200 - 300	30
300 - 500	32

幅 = 100
(基準幅の2倍)

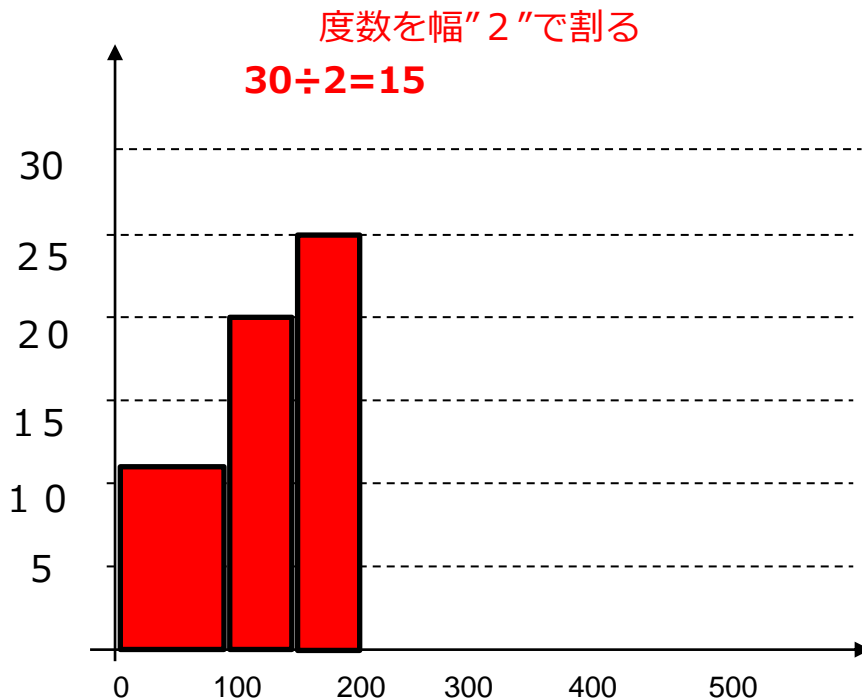
幅 = "2"



問題演習2

範囲	度数
0 - 100	22
100 - 150	20
150 - 200	25
200 - 300	30
300 - 500	32

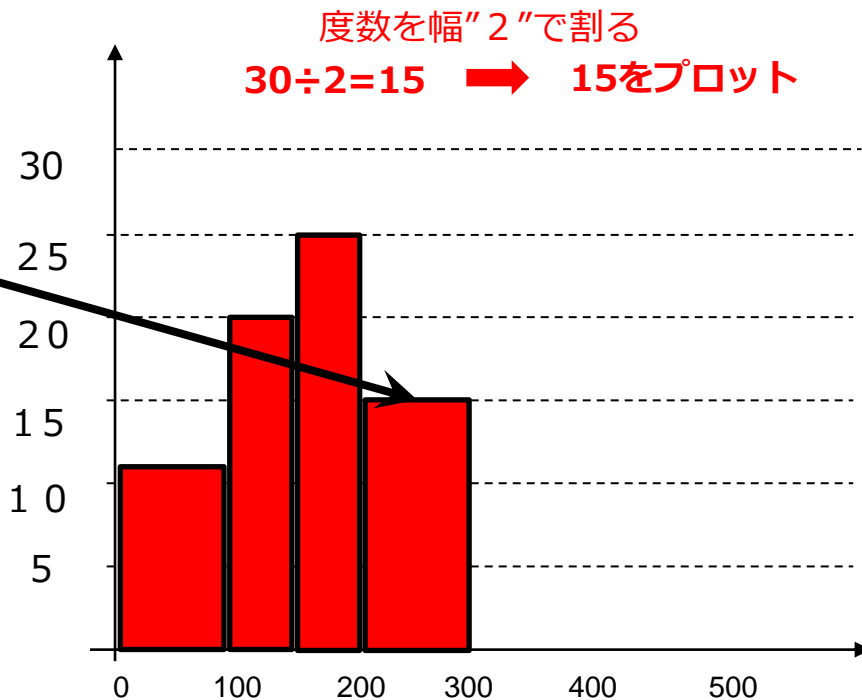
幅 = 100 \longleftrightarrow 幅 = "2"
(基準幅の2倍)



問題演習2

範囲	度数
0 - 100	22
100 - 150	20
150 - 200	25
200 - 300	30
300 - 500	32

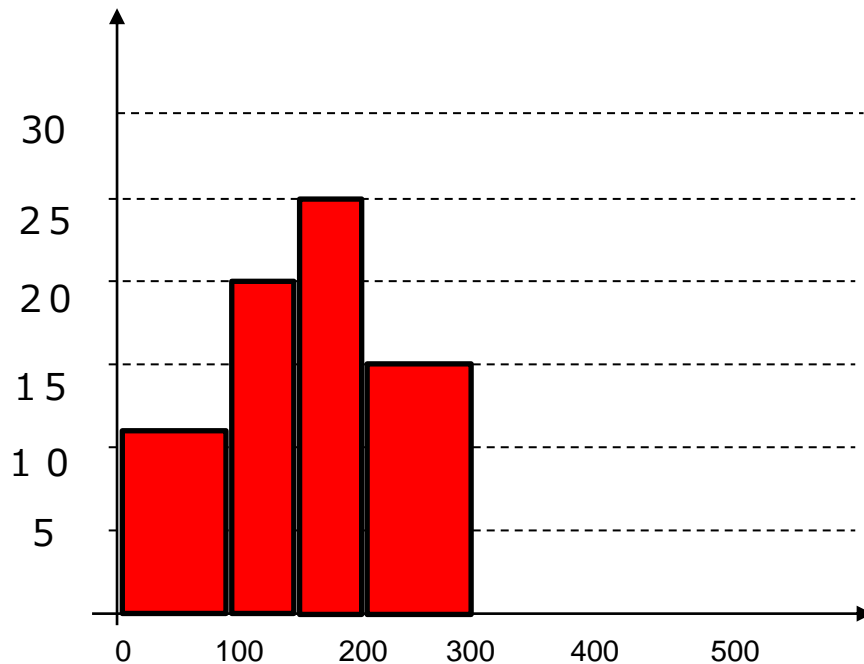
幅 = 100 \longleftrightarrow 幅 = "2"
(基準幅の2倍)



問題演習2

範囲	度数
0 - 100	22
100 - 150	20
150 - 200	25
200 - 300	30
300 - 500	32

幅 = 200
(基準幅の4倍)

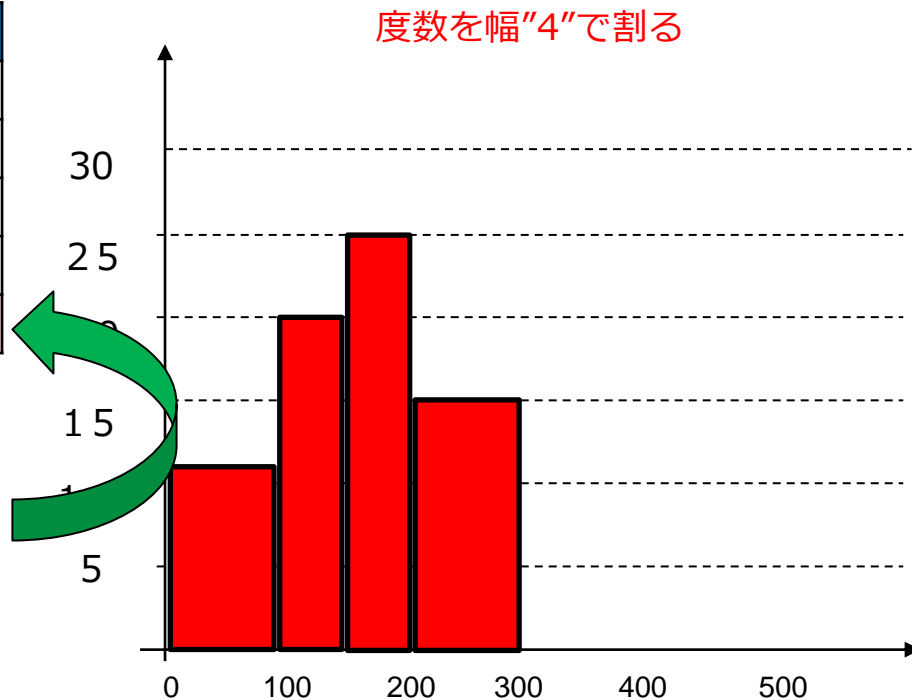


問題演習2

範囲	度数
0 - 100	22
100 - 150	20
150 - 200	25
200 - 300	30
300 - 500	32

幅 = 200
(基準幅の4倍)

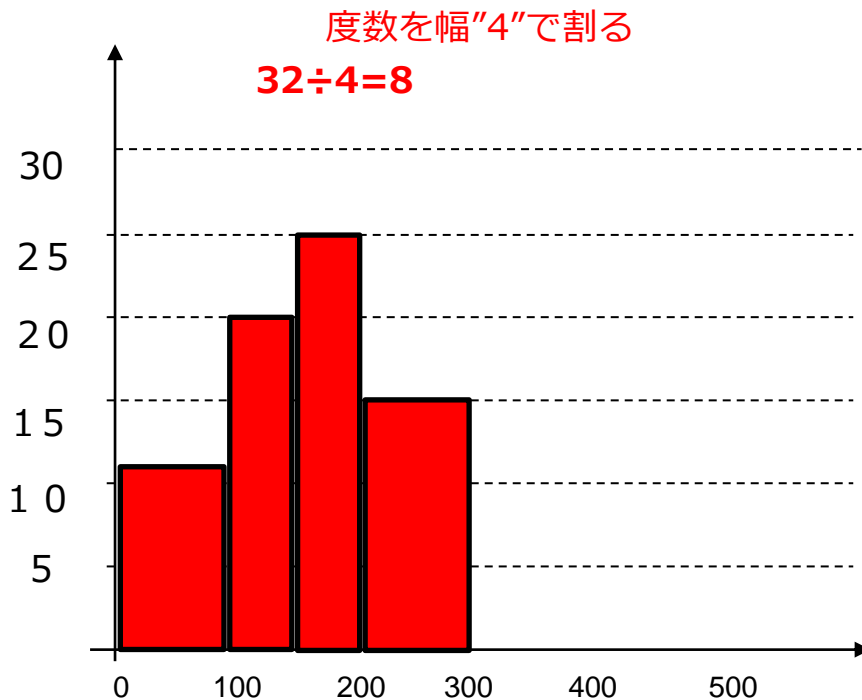
幅 = "4"



問題演習2

範囲	度数
0 - 100	22
100 - 150	20
150 - 200	25
200 - 300	30
300 - 500	32

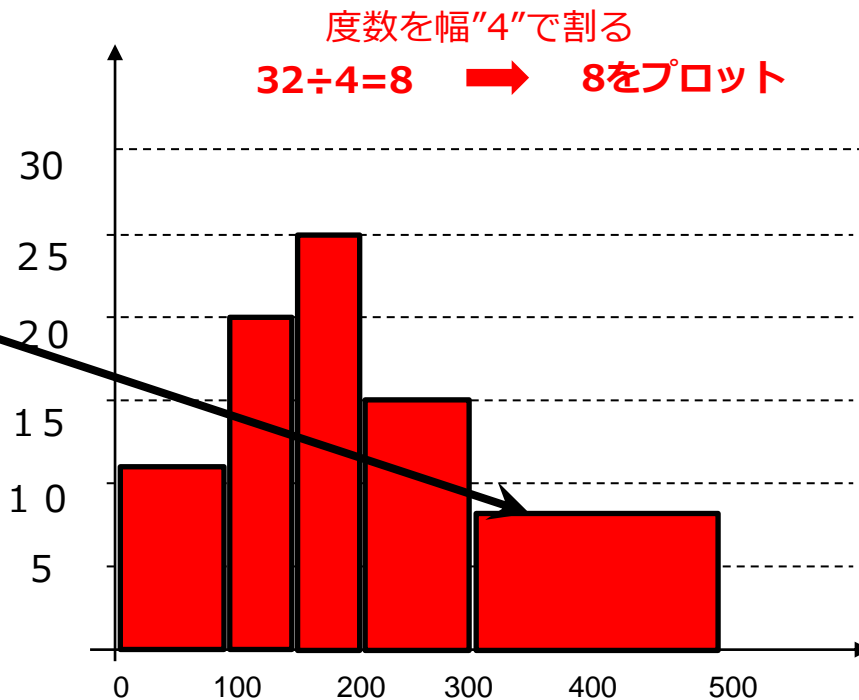
幅 = 200 \longleftrightarrow 幅 = "4"
(基準幅の4倍)



問題演習2

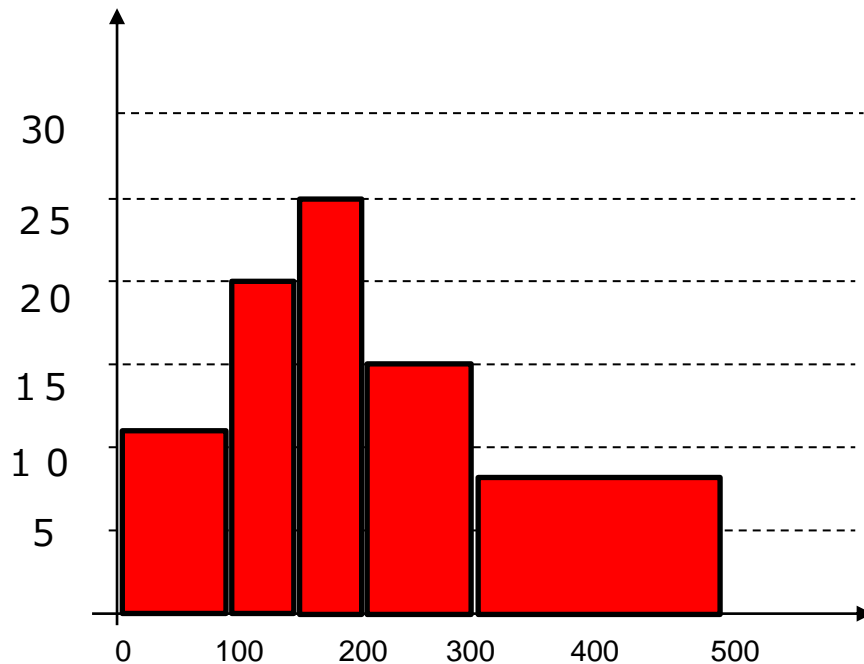
範囲	度数
0 - 100	22
100 - 150	20
150 - 200	25
200 - 300	30
300 - 500	32

幅 = 200 \longleftrightarrow 幅 = "4"
(基準幅の4倍)



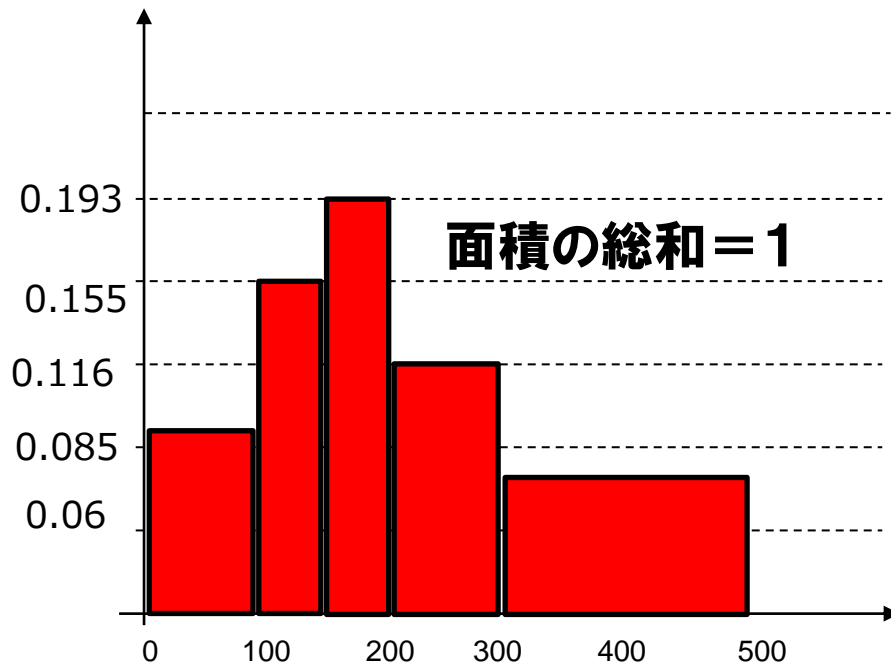
問題演習2

範囲	度数
0 - 100	22
100 - 150	20
150 - 200	25
200 - 300	30
300 - 500	32






問題演習2

範囲	度数
0 - 100	22
100 - 150	20
150 - 200	25
200 - 300	30
300 - 500	32



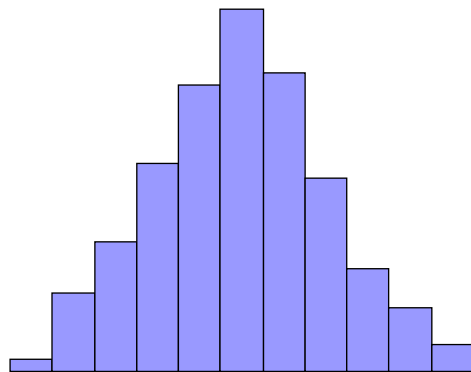
ヒストグラムの意味

ヒストグラムの3つの構成要素

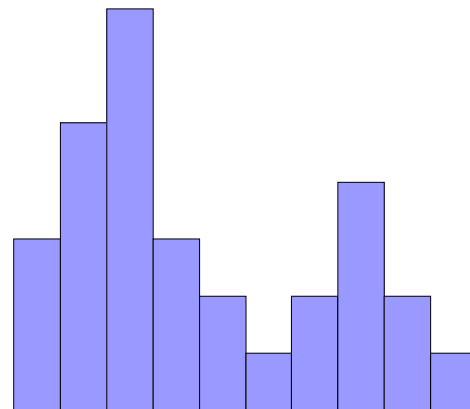
- ・ 横軸  データの数値軸
- ・ 棒の高さ  起こりやすさ（注目すべき事柄）
- ・ 棒の面積  割合・度数

分布のチェックポイント

「単峰」か「多峰」か？



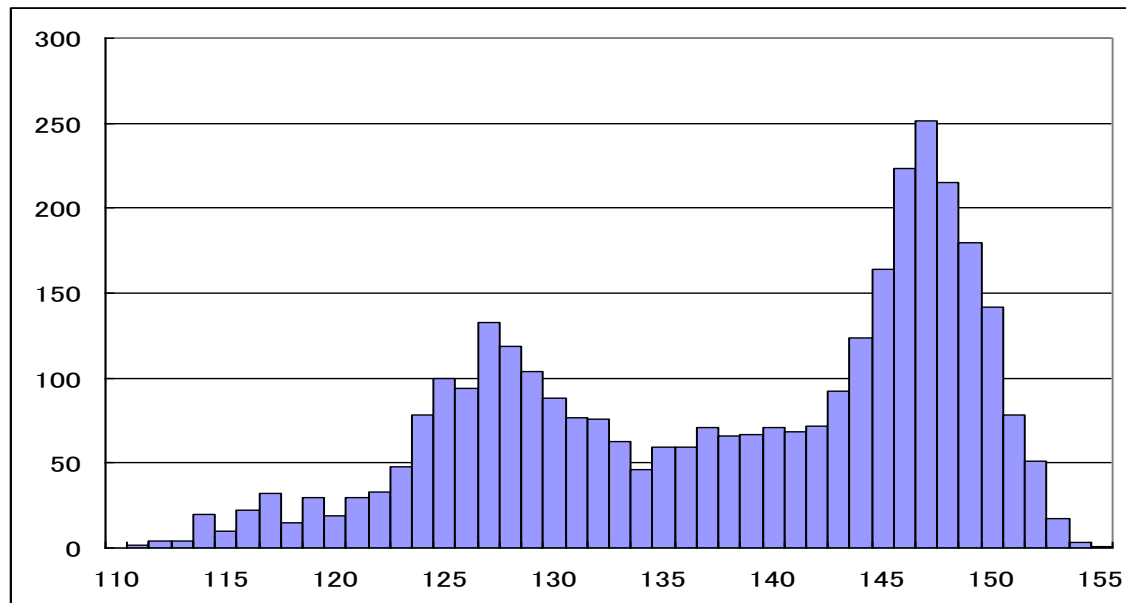
単峰で左右対称なヒストグラム



2 峰性のヒストグラム

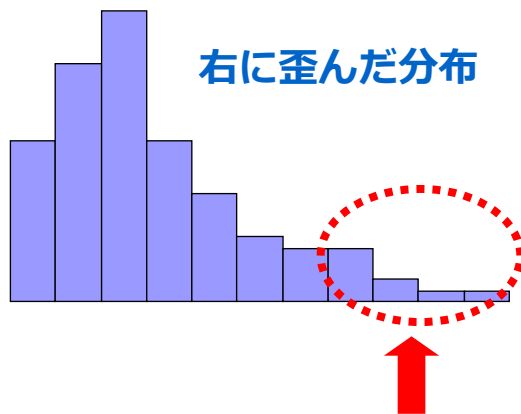
2 峰性の例

松坂投手の球速のヒストグラム

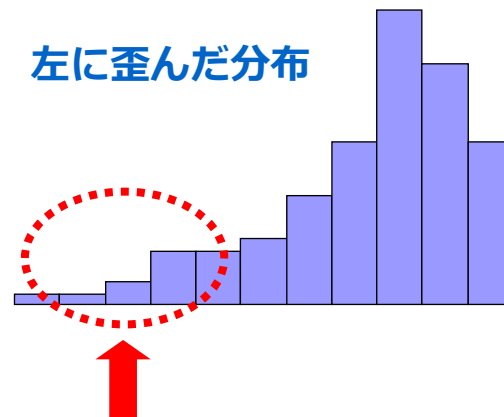


分布のチェックポイント

「対称」か「非対称」か？

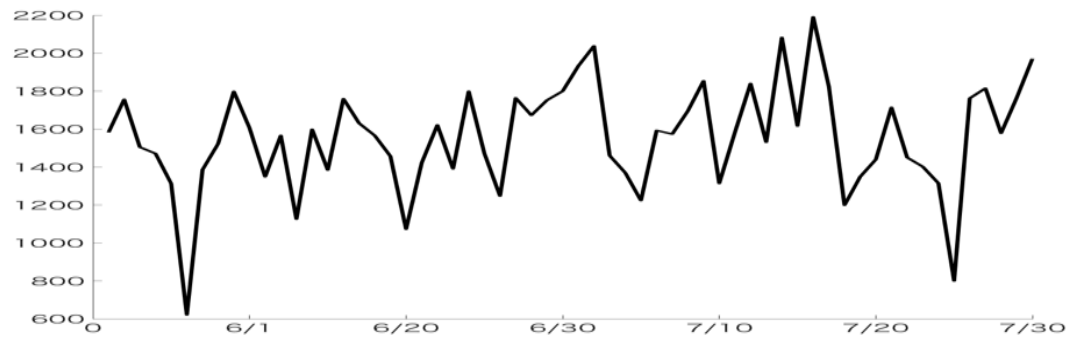


右方向に裾をひく分布

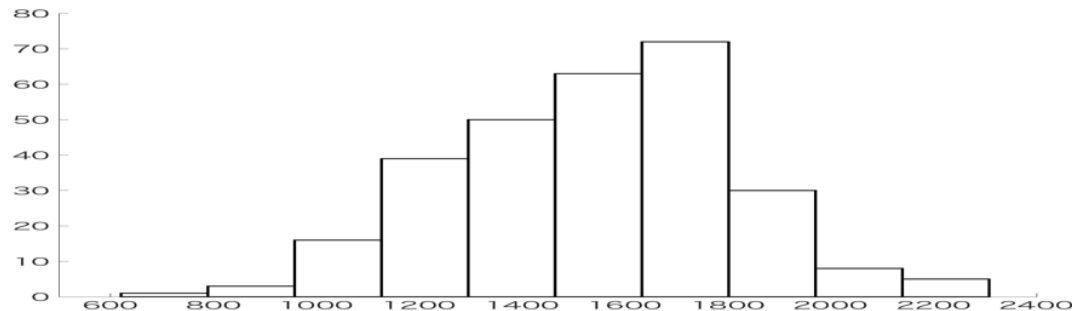


左方向に裾をひく分布

ヒストグラムを使った分析例



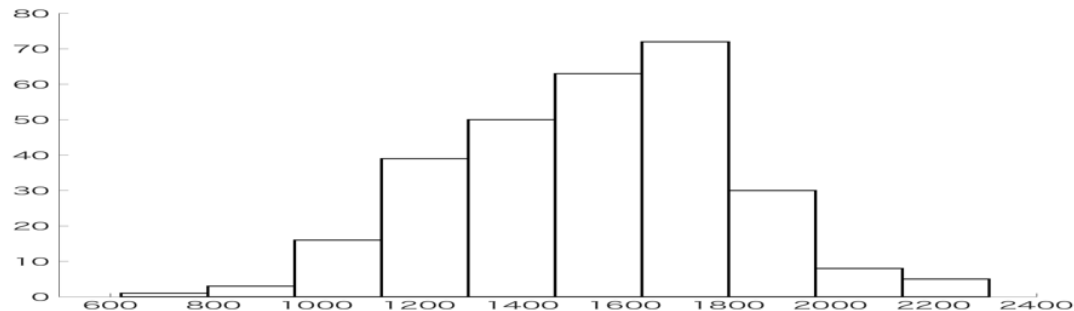
ヒストグラムを使った分析例



ヒストグラムを使った分析例



時間に関する情報を失ってしまう



クラスターに分解する

日付	応募者数
6月1日	657
6月2日	814
6月3日	718
6月4日	554
6月5日	569
6月6日	664
6月7日	1059
6月8日	950

クラスターに分解する

日付	応募者数	曜日
6月1日	657	木曜
6月2日	814	金曜
6月3日	718	土曜
6月4日	554	日曜
6月5日	569	月曜
6月6日	664	火曜
6月7日	1059	水曜
6月8日	950	木曜

クラスターに分解する

日付	応募者数	曜日
6月1日	657	木曜
6月2日	814	金曜
6月3日	718	土曜
6月4日	554	日曜
6月5日	569	月曜
6月6日	664	火曜
6月7日	1059	水曜
6月8日	950	木曜

クラスターに分解する

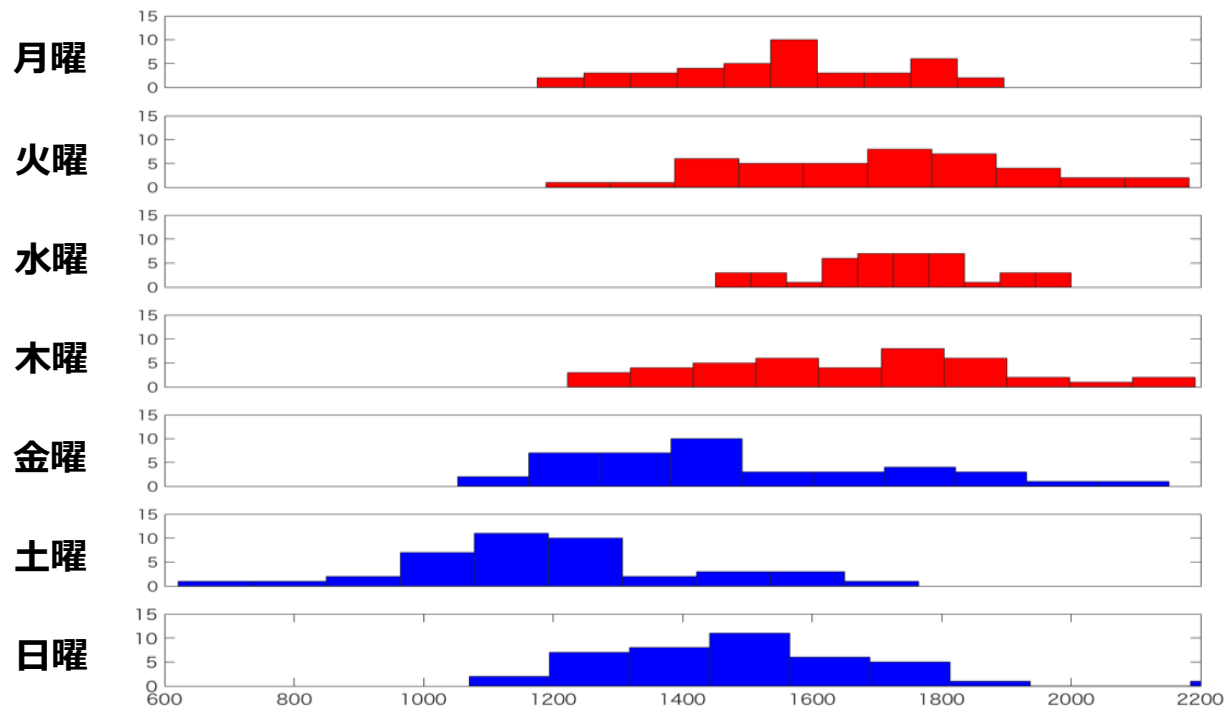
日付	応募者数	曜日
6月1日	657	木曜
6月2日	814	金曜
6月3日	718	土曜
6月4日	554	日曜
6月5日	569	月曜
6月6日	664	火曜
6月7日	1059	水曜
6月8日	950	木曜



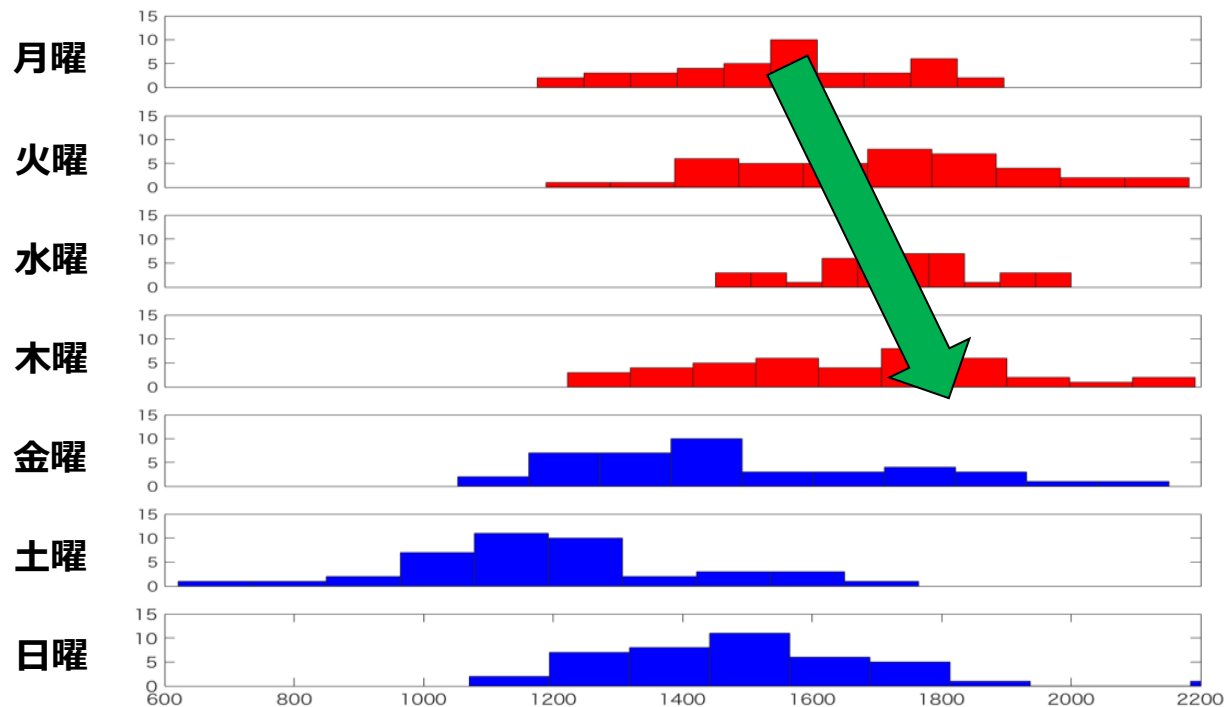
曜日毎のデータに分解

木曜日
657
950
1120
1202
982
1239
1220
1056
921

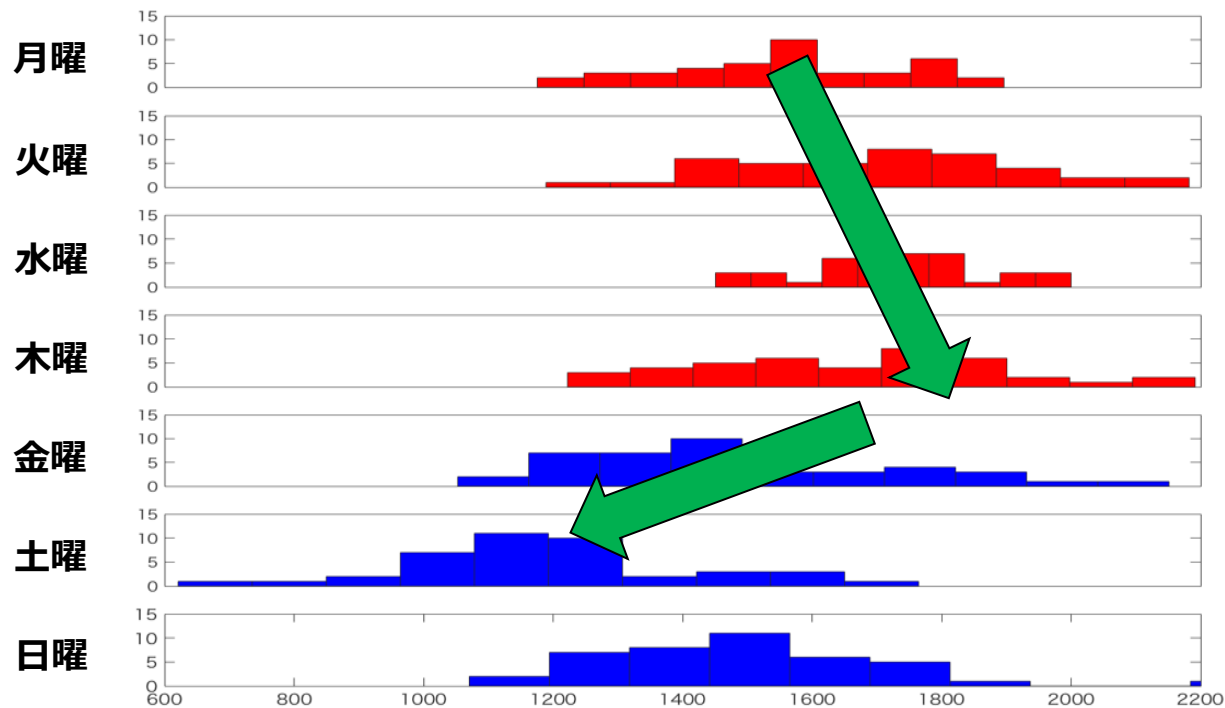
クラスターに分解してヒストグラム



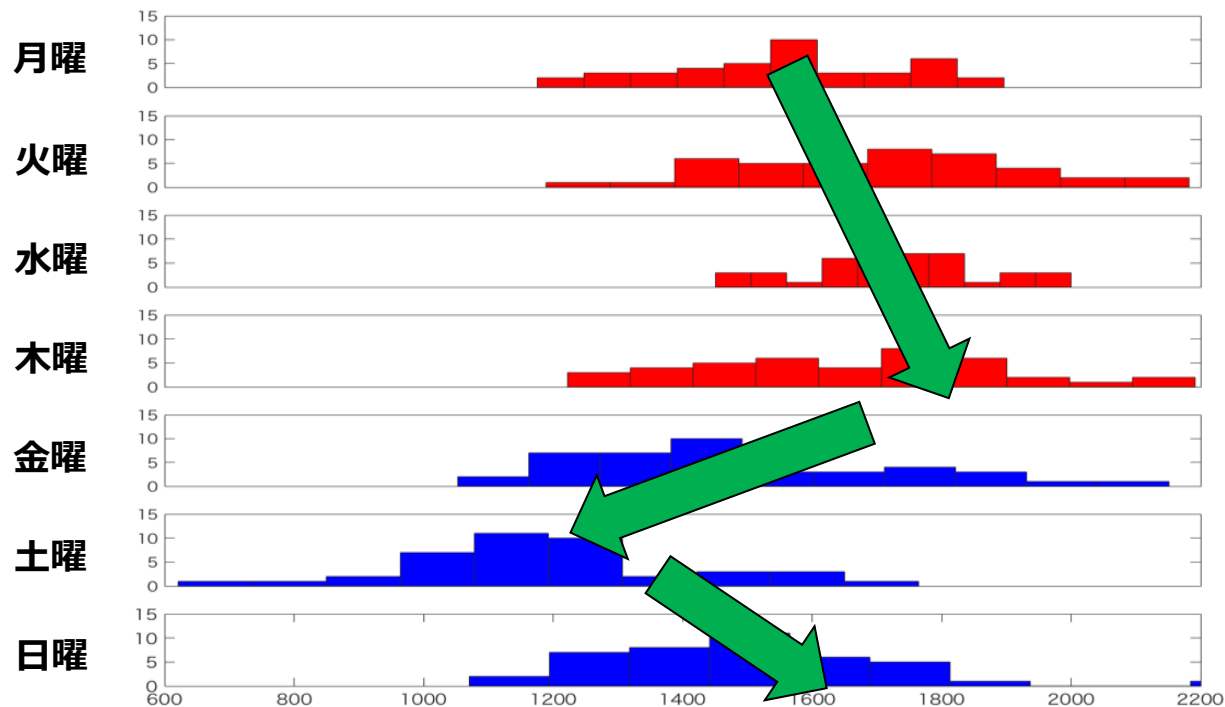
クラスターに分解してヒストグラム



クラスターに分解してヒストグラム



クラスターに分解してヒストグラム



4. 確率変数と確率分布

今日のコンテンツ

4-1 確率変数

4-2 期待値と分散

4-3 離散型と連続型確率変数

4-4 確率密度関数と確率

4-5 正規分布とz値

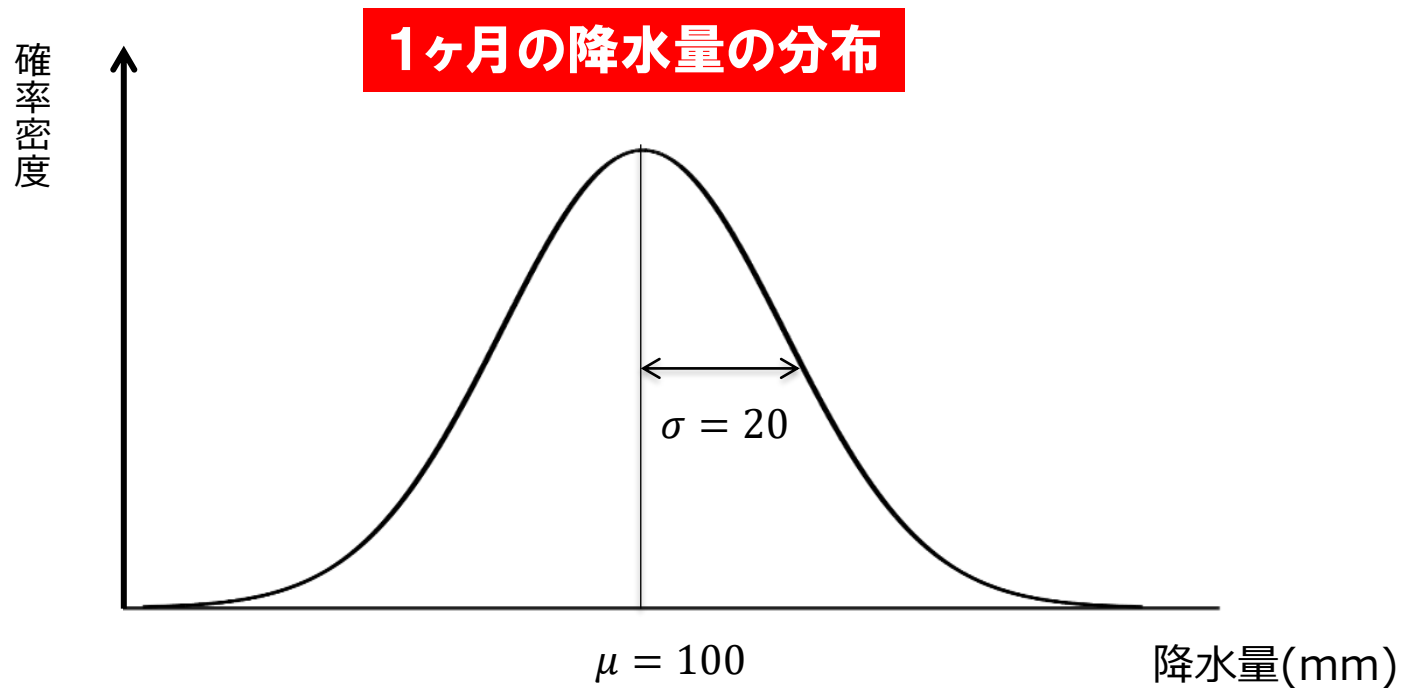
4-6 t分布

4. 確率変数と確率分布

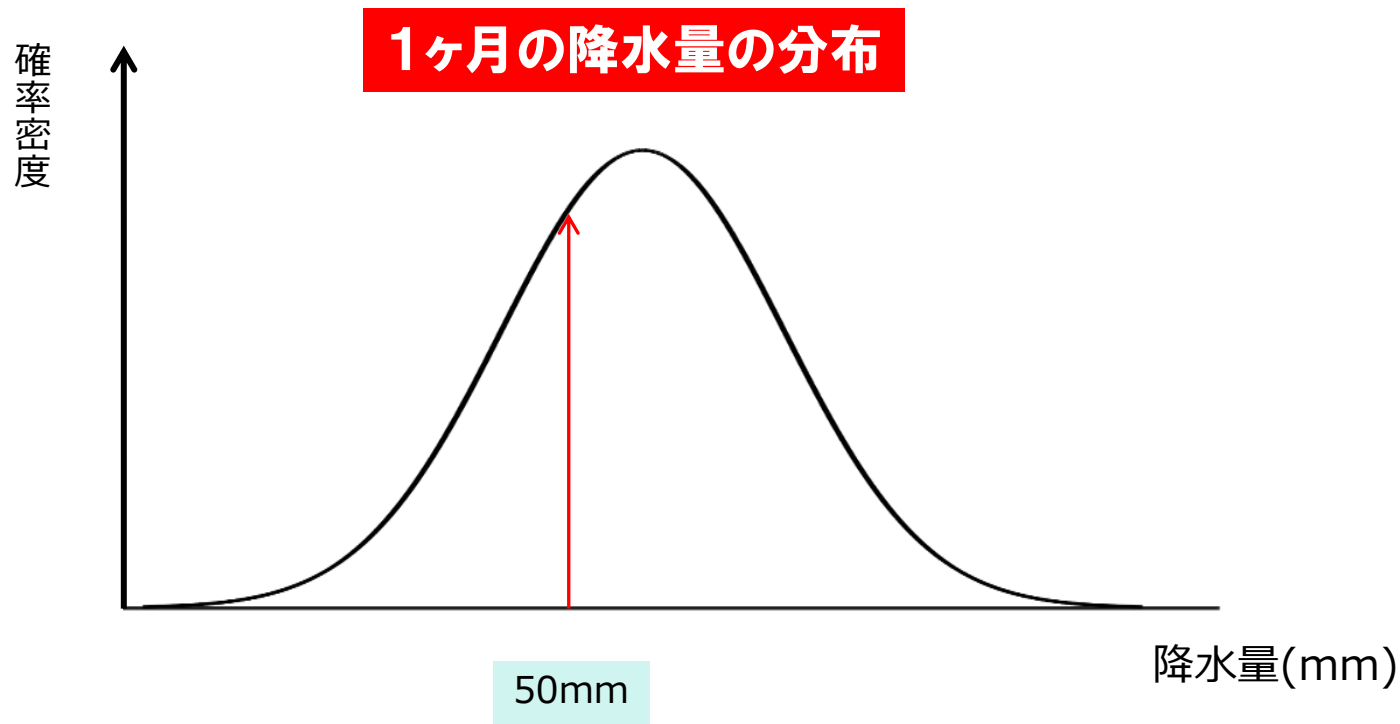
今日のコンテンツ

- 4-1 確率変数
- 4-2 期待値と分散
- 4-3 離散型と連続型確率変数
- 4-4 確率密度関数と確率
- 4-5 正規分布とz値
- 4-6 t分布

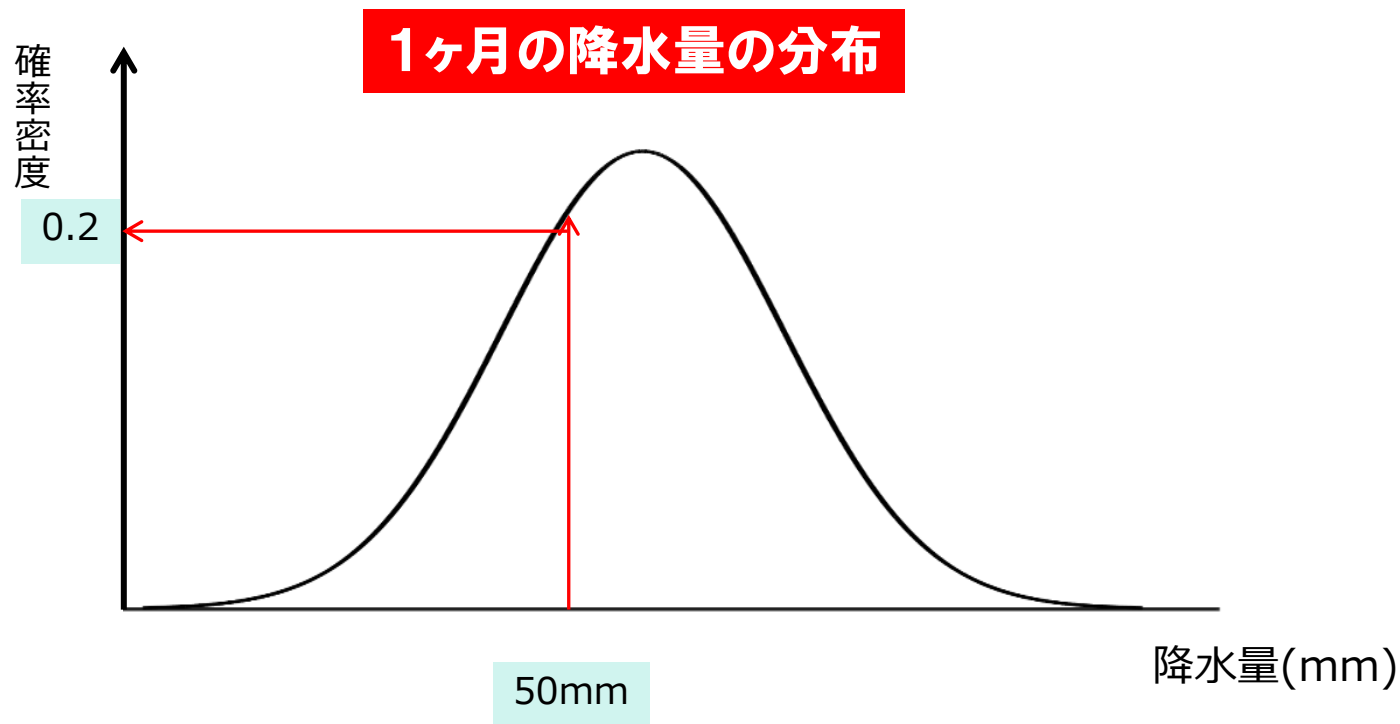
確率密度関数と確率



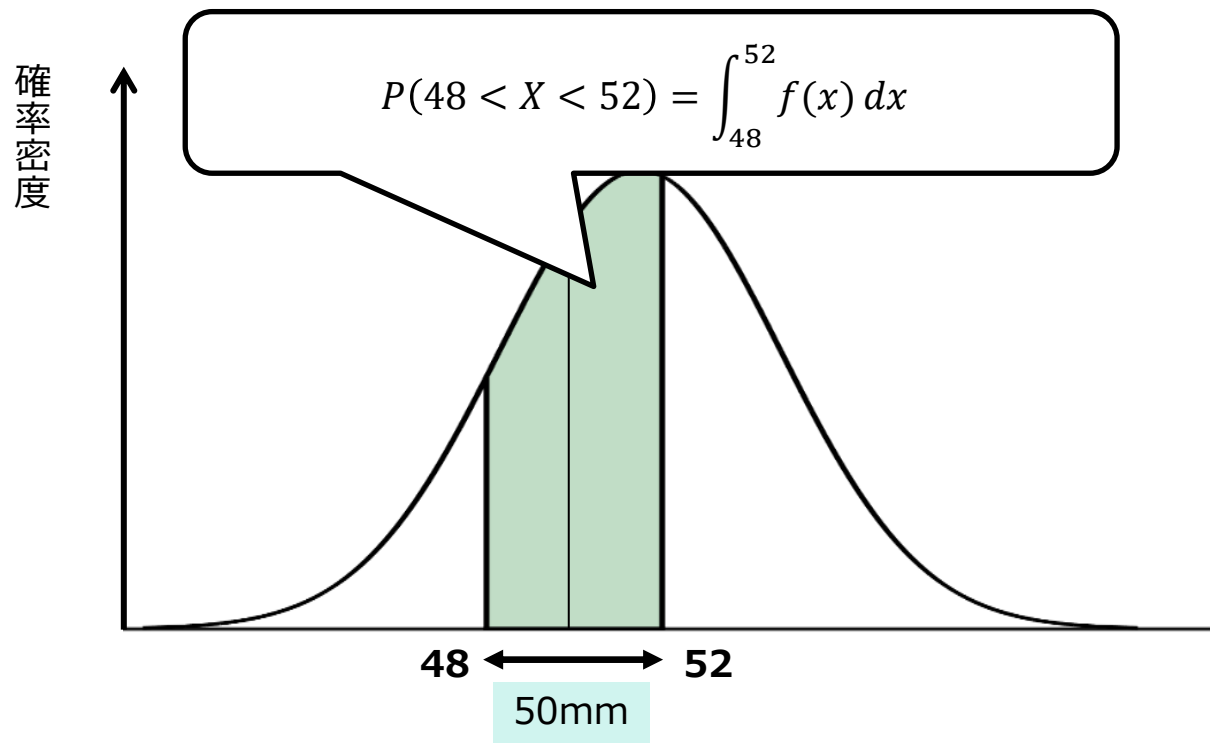
確率密度関数と確率



確率密度関数と確率



確率密度関数と確率



問題

箱の中に1～5までの実数の番号がついたカードが入っている。
その中から取り出したカード番号を X とするとき、 X の確率分布
はどのようなになるか。

問題

箱の中に1～5までの実数の番号がついたカードが入っている。
その中から取り出したカード番号を X とするとき、 X の確率分布
はどのようなになるか。

X は1～5までの実数をとるので**連続分布**

解答

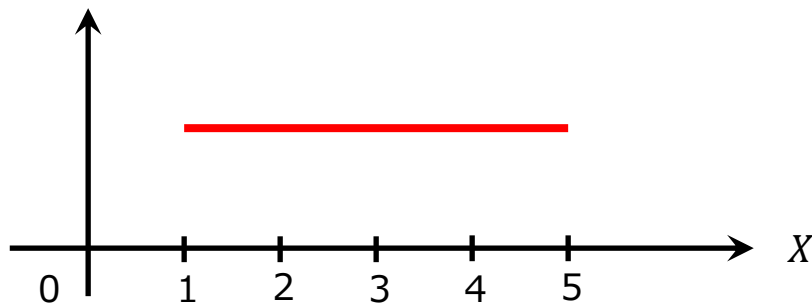
箱の中に1～5までの実数の番号がついたカードが入っている。
その中から取り出したカード番号を X とするとき、 X の確率分布
はどのようなになるか。

X は1～5までの実数をとるので**連続分布**
どのカードも**一様に同じ確率**。

解答

箱の中に1～5までの実数の番号がついたカードが入っている。
その中から取り出したカード番号を X とするとき、 X の確率分布
はどのようなになるか。

X は1～5までの実数をとるので**連続分布**
どのカードも**一様に同じ確率**。



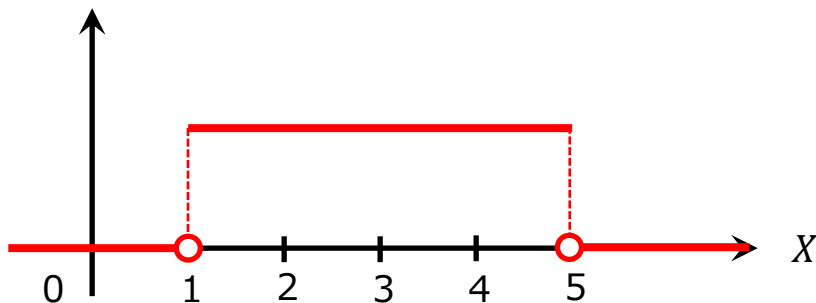
解答

箱の中に1～5までの実数の番号がついたカードが入っている。
その中から取り出したカード番号を X とすると、 X の確率分布
はどのようなになるか。

X は1～5までの実数をとるので**連続分布**

どのカードも**一様に同じ確率**。

1未満の数、5より大きな数を引く確率は**0**



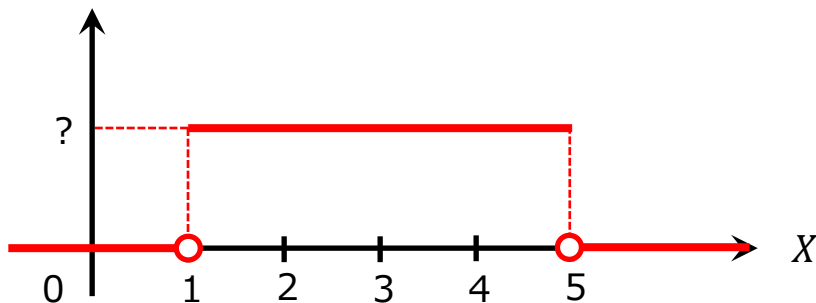
解答

箱の中に1～5までの実数の番号がついたカードが入っている。
その中から取り出したカード番号を X とすると、 X の確率分布
はどのようなになるか。

X は1～5までの実数をとるので**連続分布**

どのカードも**一様に同じ確率**。

1未満の数、5より大きな数を引く確率は**0**



解答

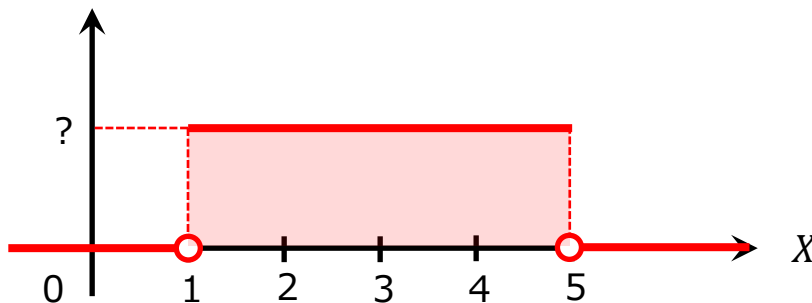
箱の中に1～5までの実数の番号がついたカードが入っている。
その中から取り出したカード番号を X とするとき、 X の確率分布
はどのようなになるか。

X は1～5までの実数をとるので**連続分布**

どのカードも**一様に同じ確率**。

1未満の数、5より大きな数を引く確率は**0**

全確率=面積は1



解答

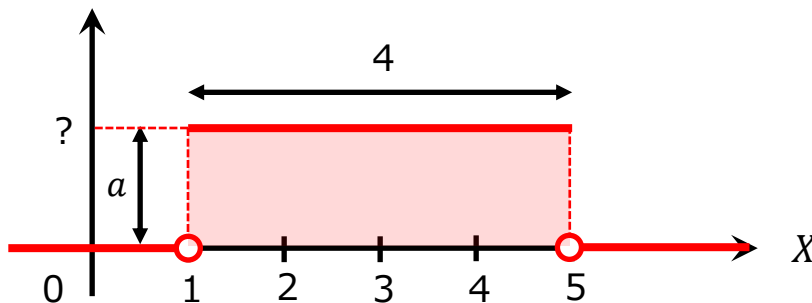
箱の中に1～5までの実数の番号がついたカードが入っている。
その中から取り出したカード番号を X とすると、 X の確率分布
はどのようなになるか。

X は1～5までの実数をとるので**連続分布**

どのカードも**一様に同じ確率**。

1未満の数、5より大きな数を引く確率は**0**

全確率=面積は1



解答

箱の中に1～5までの実数の番号がついたカードが入っている。
その中から取り出したカード番号を X とするとき、 X の確率分布
はどのようなになるか。

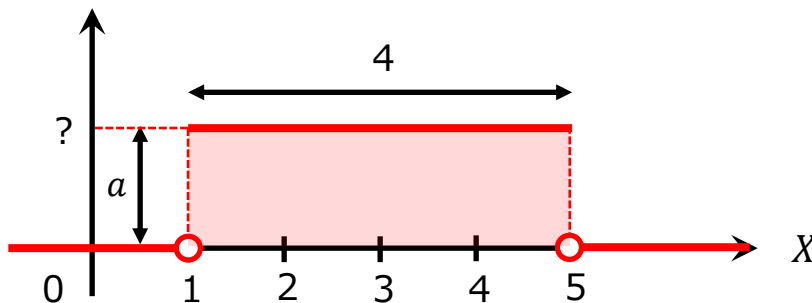
X は1～5までの実数をとるので**連続分布**

どのカードも**一様に同じ確率**。

1未満の数、5より大きな数を引く確率は**0**

全確率=面積は1

$$a \times 4 = 1$$



解答

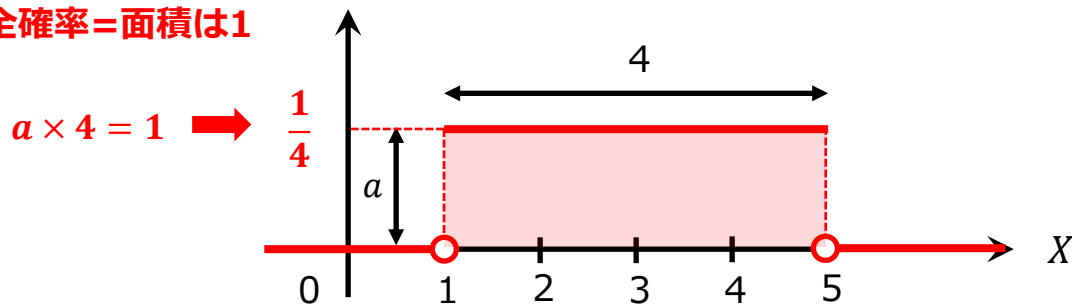
箱の中に1～5までの実数の番号がついたカードが入っている。
その中から取り出したカード番号を X とすると、 X の確率分布
はどのようなになるか。

X は1～5までの実数をとるので**連続分布**

どのカードも**一様に同じ確率**。

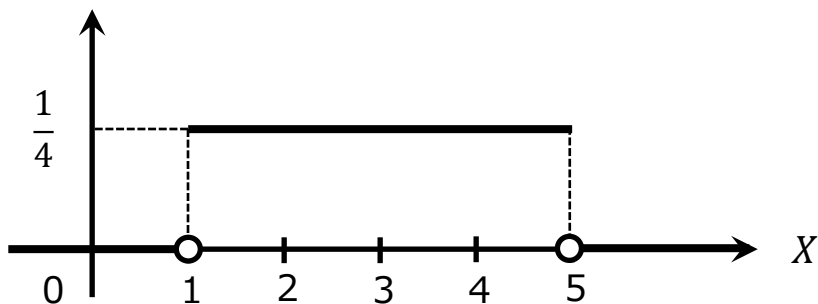
1未満の数、5より大きな数を引く確率は**0**

全確率=面積は1



解答

箱の中に1～5までの実数の番号がついたカードが入っている。
その中から取り出したカード番号を X とすると、 X の確率分布
はどのようなになるか。

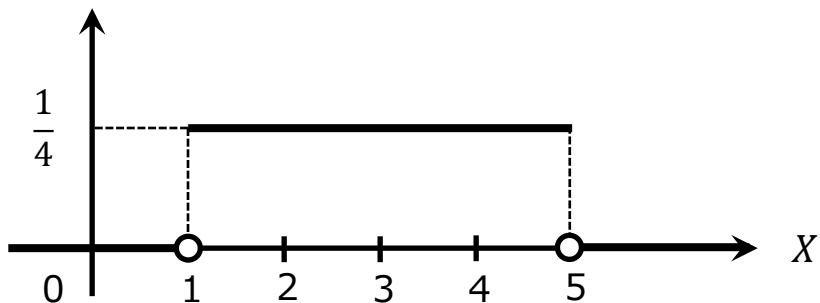


X の確率分布(連続一様分布 $U(1,5)$)

解答

箱の中に1～5までの実数の番号がついたカードが入っている。
その中から取り出したカード番号を X とするとき、 X の確率分布
はどのようなになるか。

2のカードを引く確率 $P(X = 2)$

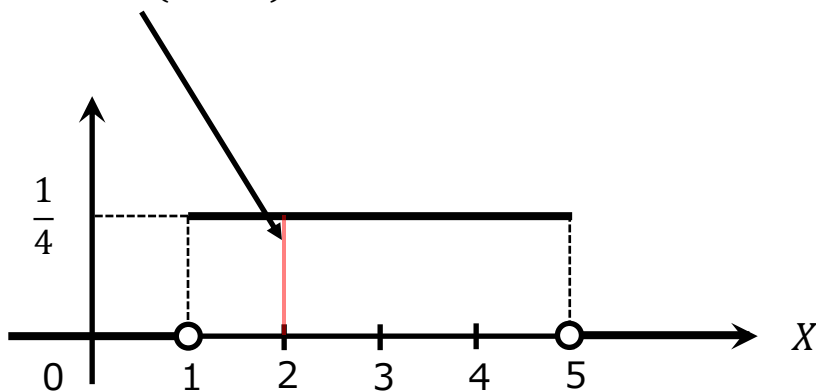


X の確率分布(連続一様分布 $U(1, 5)$)

解答

箱の中に1～5までの実数の番号がついたカードが入っている。
その中から取り出したカード番号を X とすると、 X の確率分布
はどのようなになるか。

2のカードを引く確率 $P(X = 2)$

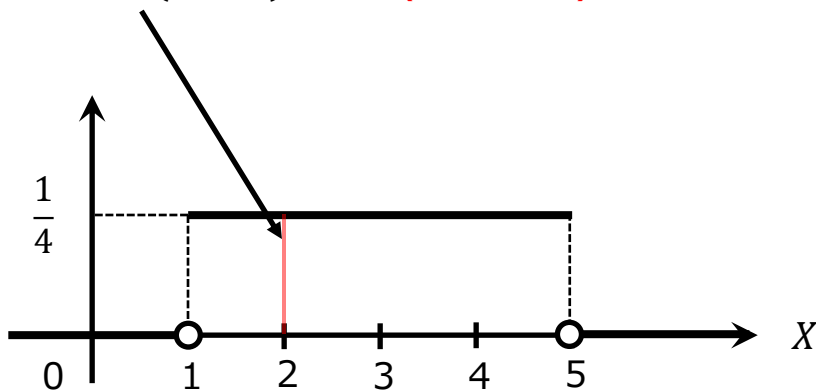


X の確率分布(連続一様分布 $U(1,5)$)

解答

箱の中に1～5までの実数の番号がついたカードが入っている。
その中から取り出したカード番号を X とするとき、 X の確率分布
はどのようなになるか。

2のカードを引く確率 $P(X = 2) = 0$ (測れない)

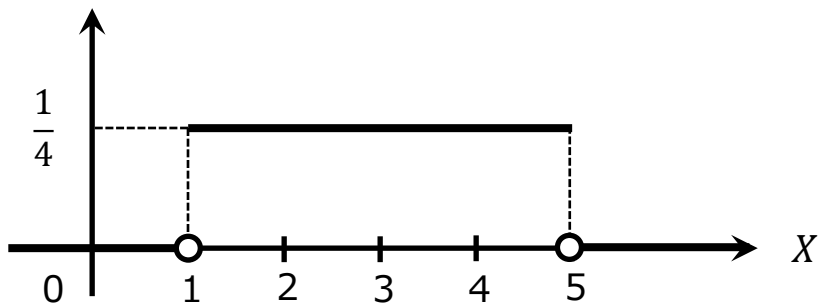


X の確率分布(連続一様分布 $U(1,5)$)

解答

箱の中に1～5までの実数の番号がついたカードが入っている。
その中から取り出したカード番号を X とすると、 X の確率分布
はどのようなになるか。

2～4のカードを引く確率 $P(2 \leq X \leq 4)$

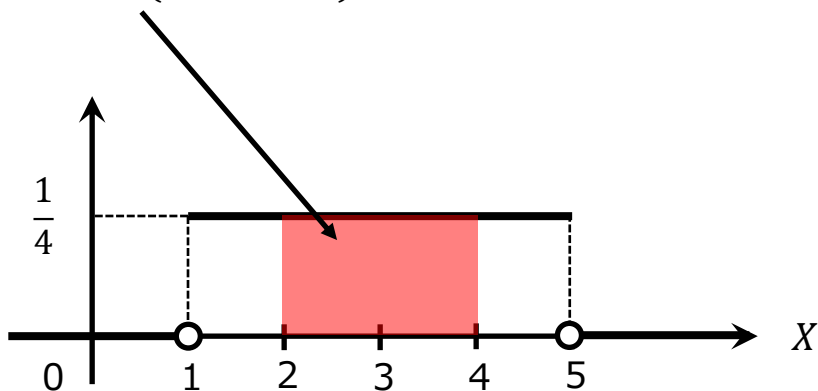


X の確率分布(連続一様分布 $U(1,5)$)

解答

箱の中に1～5までの実数の番号がついたカードが入っている。
その中から取り出したカード番号を X とすると、 X の確率分布
はどのようなになるか。

2～4のカードを引く確率 $P(2 \leq X \leq 4)$

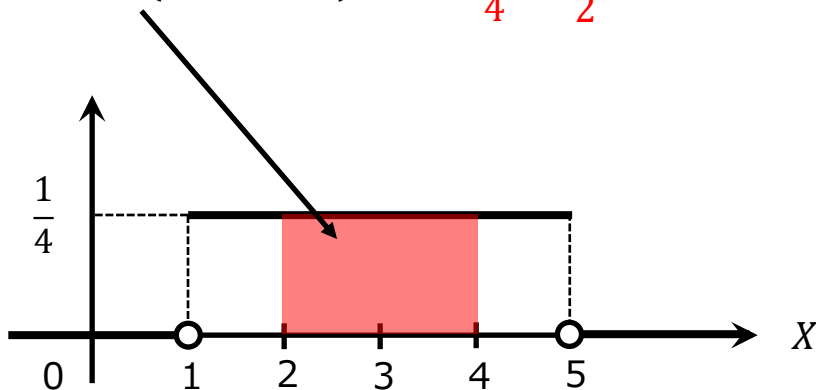


X の確率分布(連続一様分布 $U(1,5)$)

解答

箱の中に1～5までの実数の番号がついたカードが入っている。
その中から取り出したカード番号を X とするとき、 X の確率分布
はどのようなになるか。

2～4のカードを引く確率 $P(2 \leq X \leq 4) = 2 \times \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$



X の確率分布(連続一様分布 $U(1, 5)$)

4. 確率変数と確率分布

今日のコンテンツ

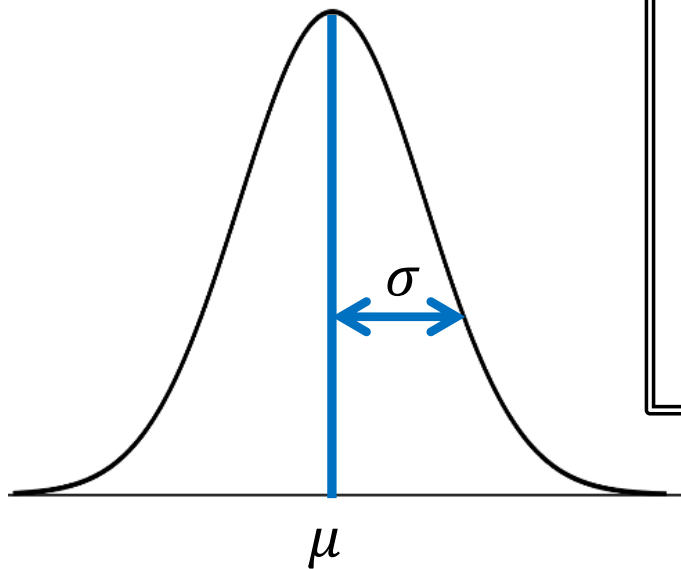
- 4-1 確率変数
- 4-2 期待値と分散
- 4-3 離散型と連続型確率変数
- 4-4 確率密度関数と確率
- 4-5 正規分布とz値

4. 確率変数と確率分布

今日のコンテンツ

- 4-1 確率変数
- 4-2 期待値と分散
- 4-3 離散型と連続型確率変数
- 4-4 確率密度関数と確率
- 4-5 正規分布とz値

正規分布

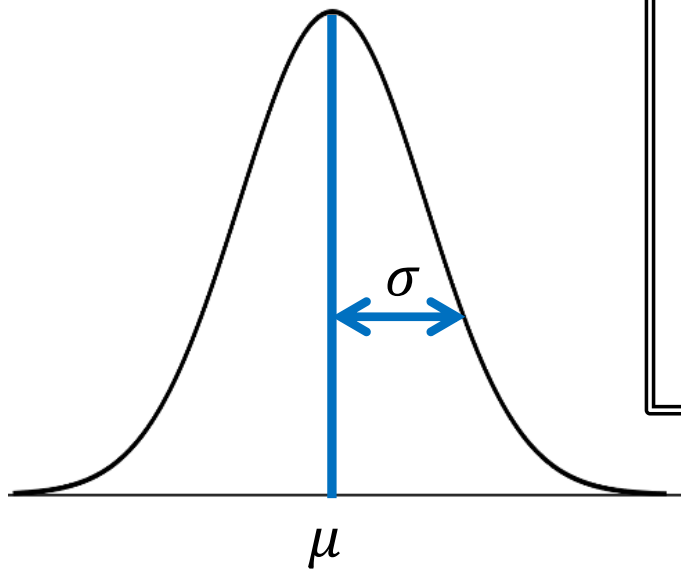


・ 左右対称になった西洋の釣鐘と似た形状の曲線（ベルカーブ）

・ 平均値 μ 、標準偏差 σ の2つのパラメータが決まると形が決まる。

正規分布

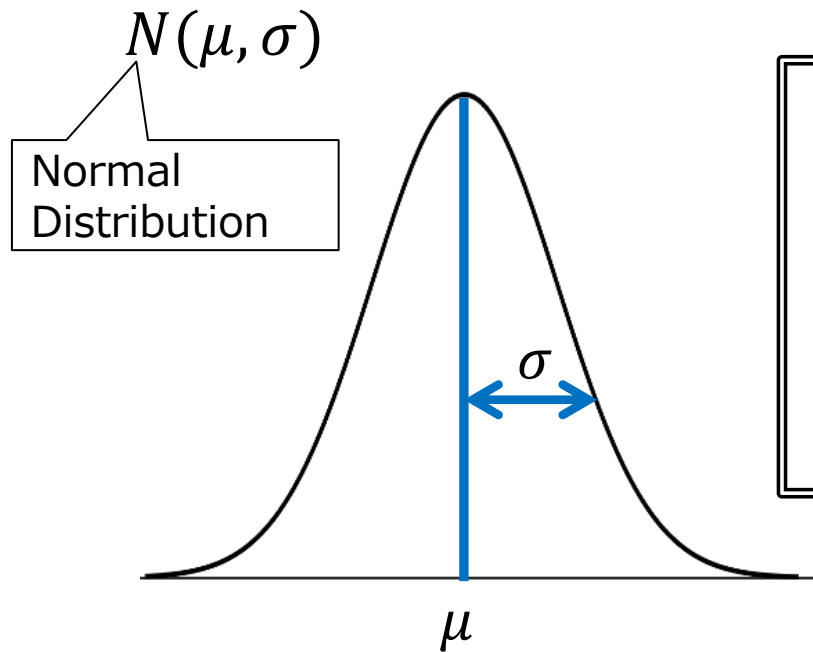
$N(\mu, \sigma)$



- ・ 左右対称になった西洋の釣鐘と似た形状の曲線（ベルカーブ）

- ・ 平均値 μ 、標準偏差 σ の2つのパラメータが決まると形が決まる。

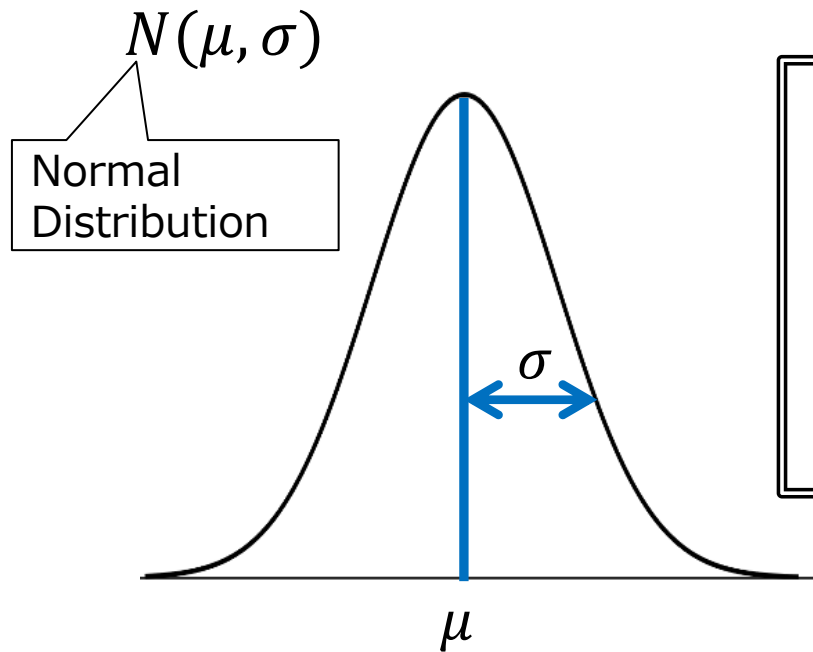
正規分布



- ・ 左右対称になった西洋の釣鐘と似た形状の曲線（ベルカーブ）

- ・ 平均値 μ 、標準偏差 σ の2つのパラメータが決まると形が決まる。

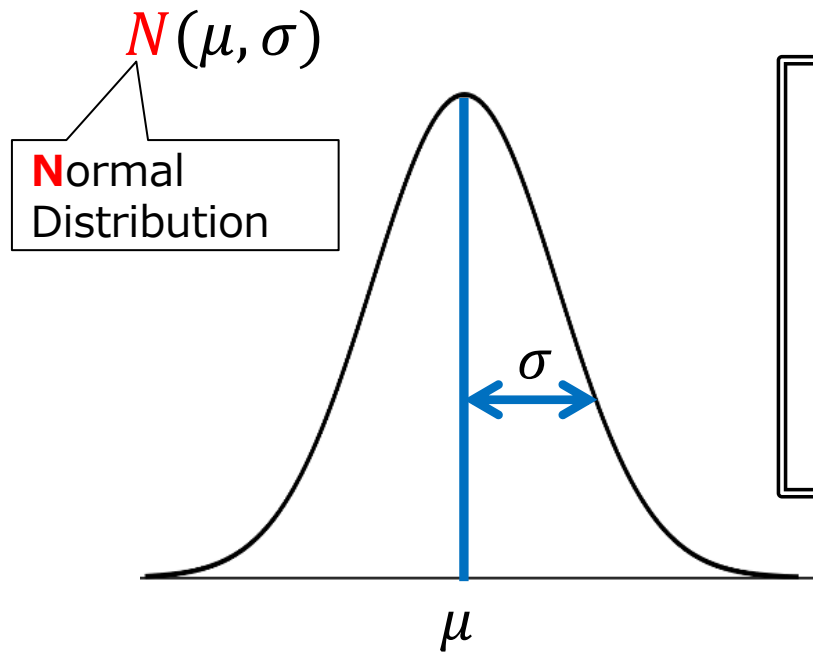
正規分布



- ・ 左右対称になった西洋の釣鐘と似た形状の曲線（ベルカーブ）

- ・ 平均値 μ 、標準偏差 σ の2つのパラメータが決まると形が決まる。

正規分布

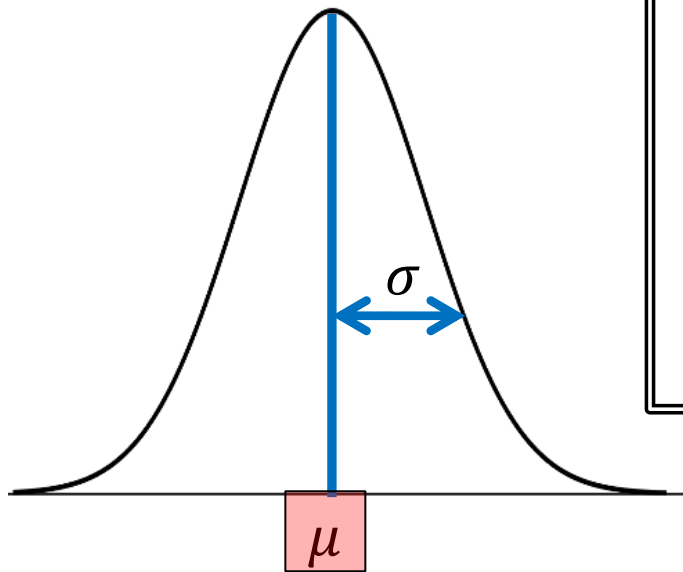


- ・ 左右対称になった西洋の釣鐘と似た形状の曲線（ベルカーブ）

- ・ 平均値 μ 、標準偏差 σ の2つのパラメータが決まると形が決まる。

正規分布

$$N(\mu, \sigma)$$

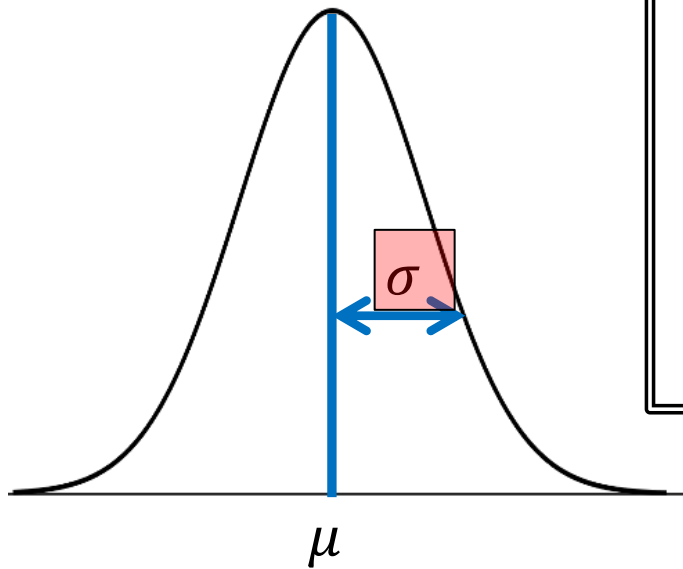


・ 左右対称になった西洋の釣鐘と似た形状の曲線（ベルカーブ）

・ 平均値 μ 、標準偏差 σ の2つのパラメータが決まると形が決まる。

正規分布

$$N(\mu, \sigma)$$



・ 左右対称になった西洋の釣鐘と似た形状の曲線（ベルカーブ）

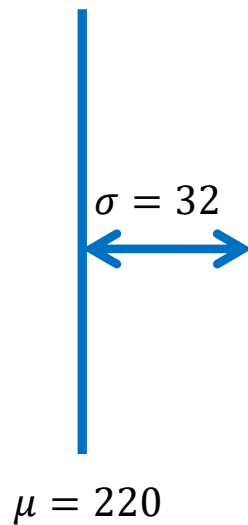
・ 平均値 μ 、標準偏差 σ の2つのパラメータが決まると形が決まる。

2つのパラメータで形が決まる

$$N(220,32)$$

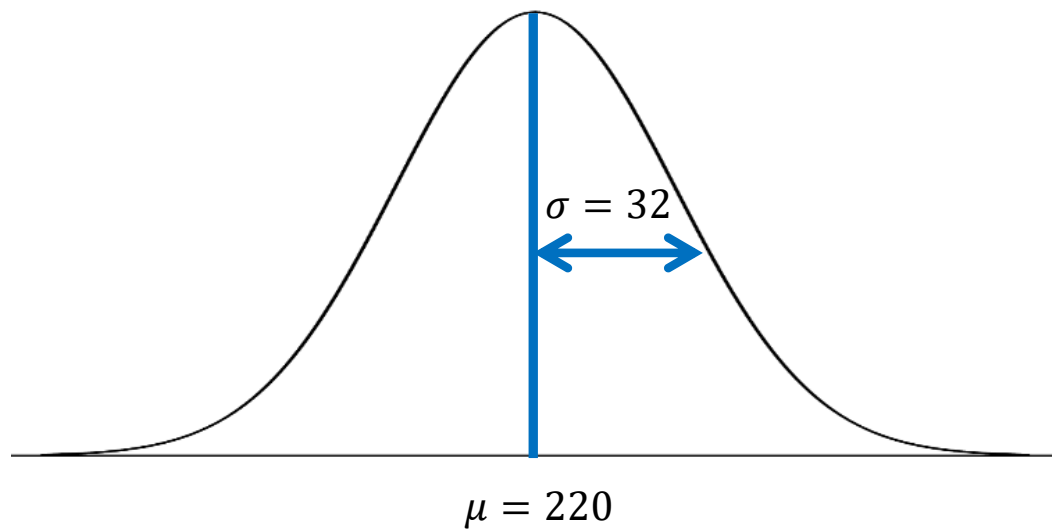
2つのパラメータで形が決まる

$$N(220, 32)$$



2つのパラメータで形が決まる

$N(220, 32)$

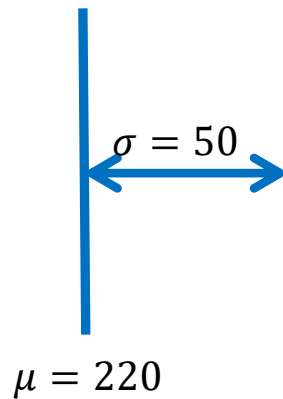


2つのパラメータで形が決まる

$$N(220, 50)$$

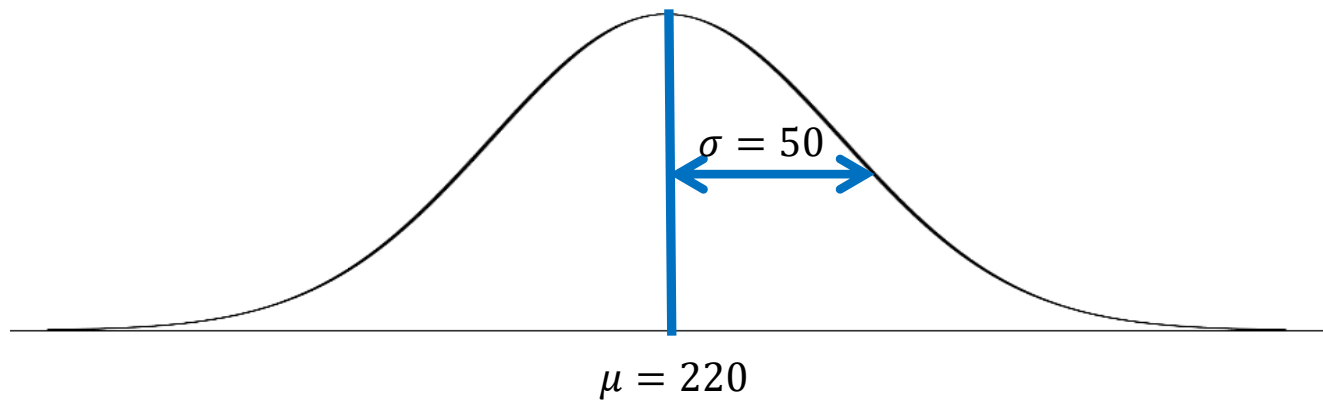
2つのパラメータで形が決まる

$$N(220, 50)$$



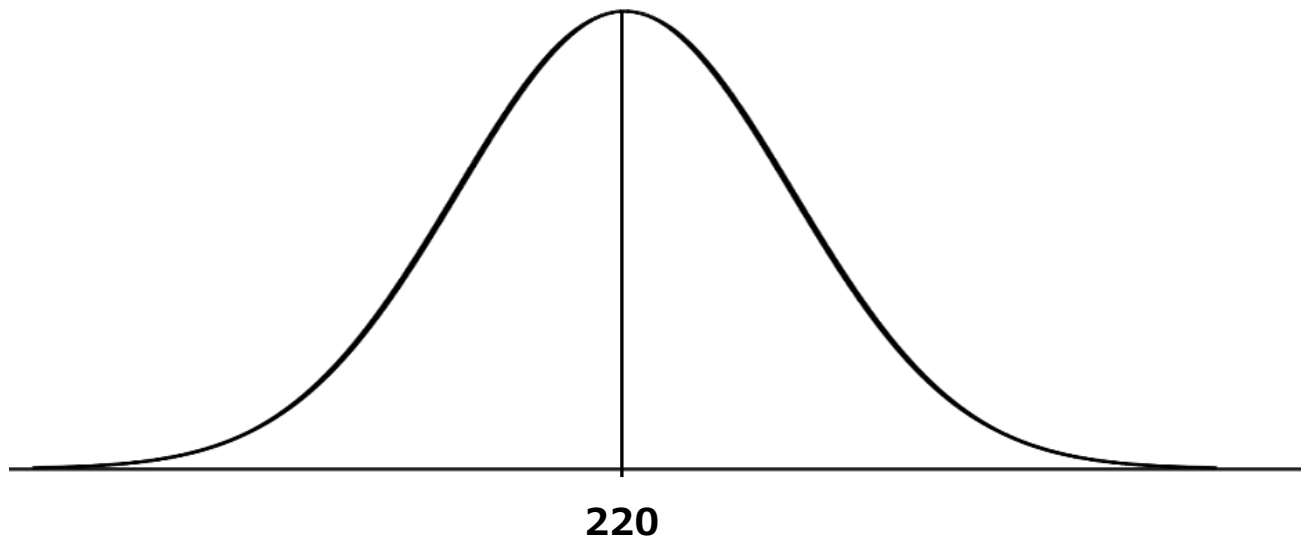
2つのパラメータで形が決まる

$N(220, 50)$



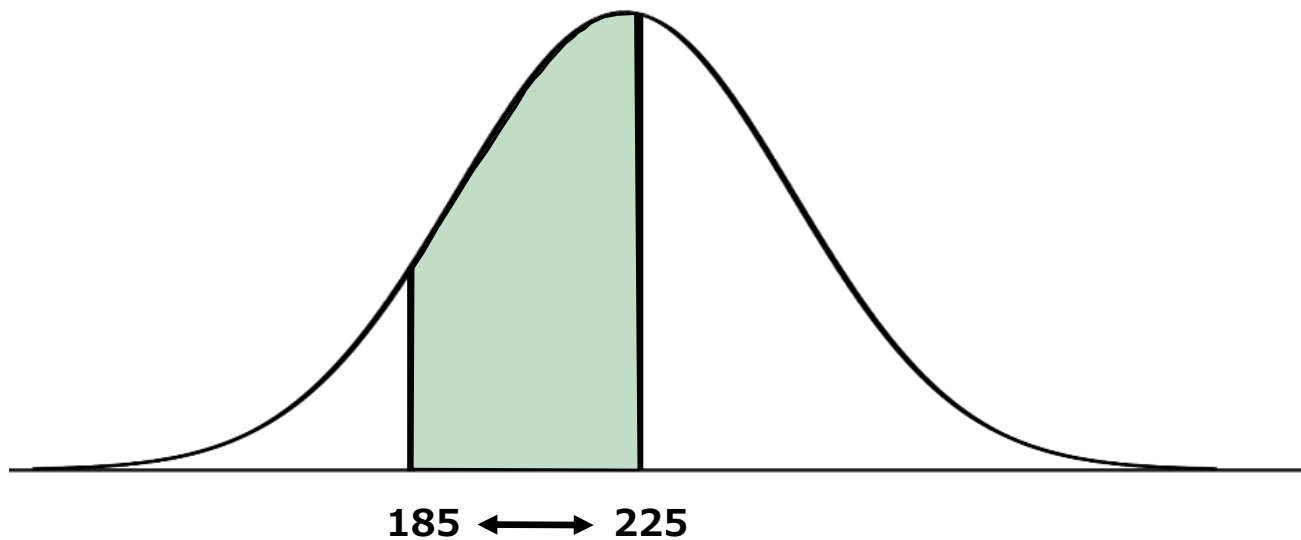
株価が 1 8 5 円から 2 2 5 円の間にある確率は？

$N(220, 32)$ の株価

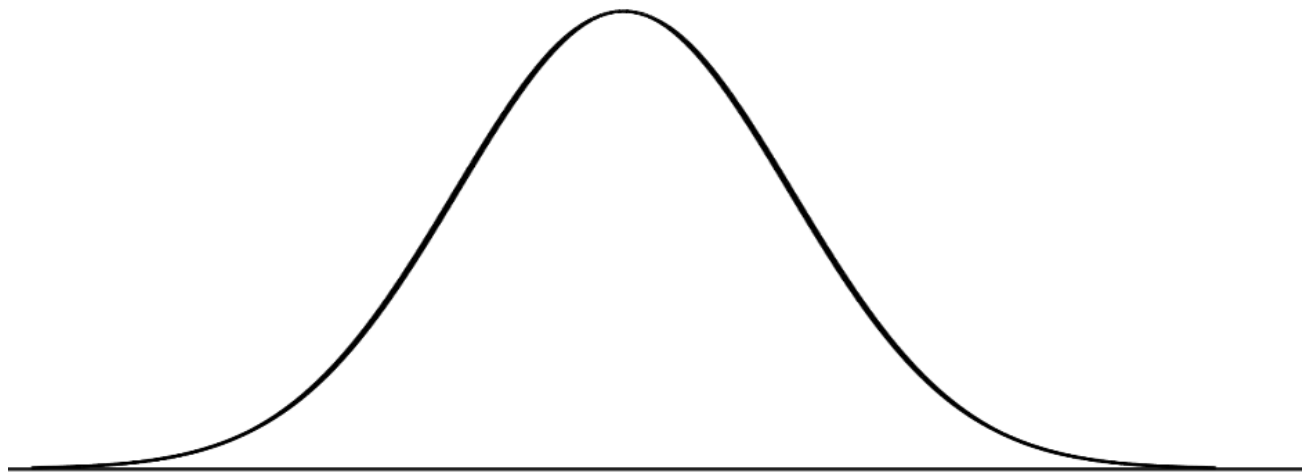


株価が 1 8 5 円から 2 2 5 円の間にある確率は？

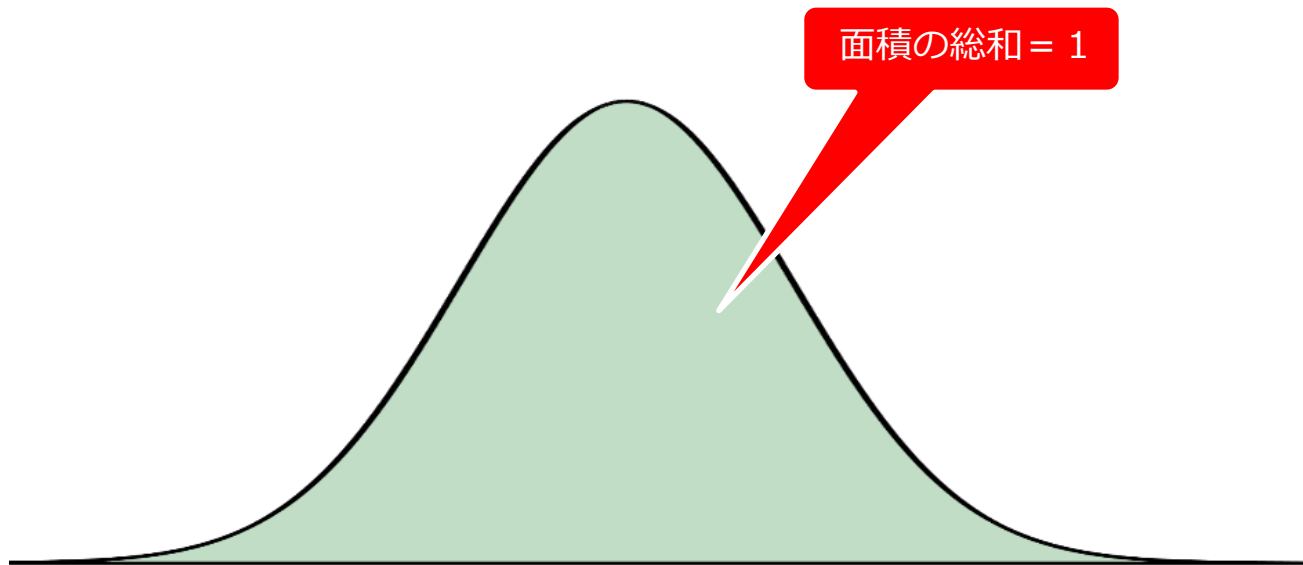
$N(220, 32)$ の株価



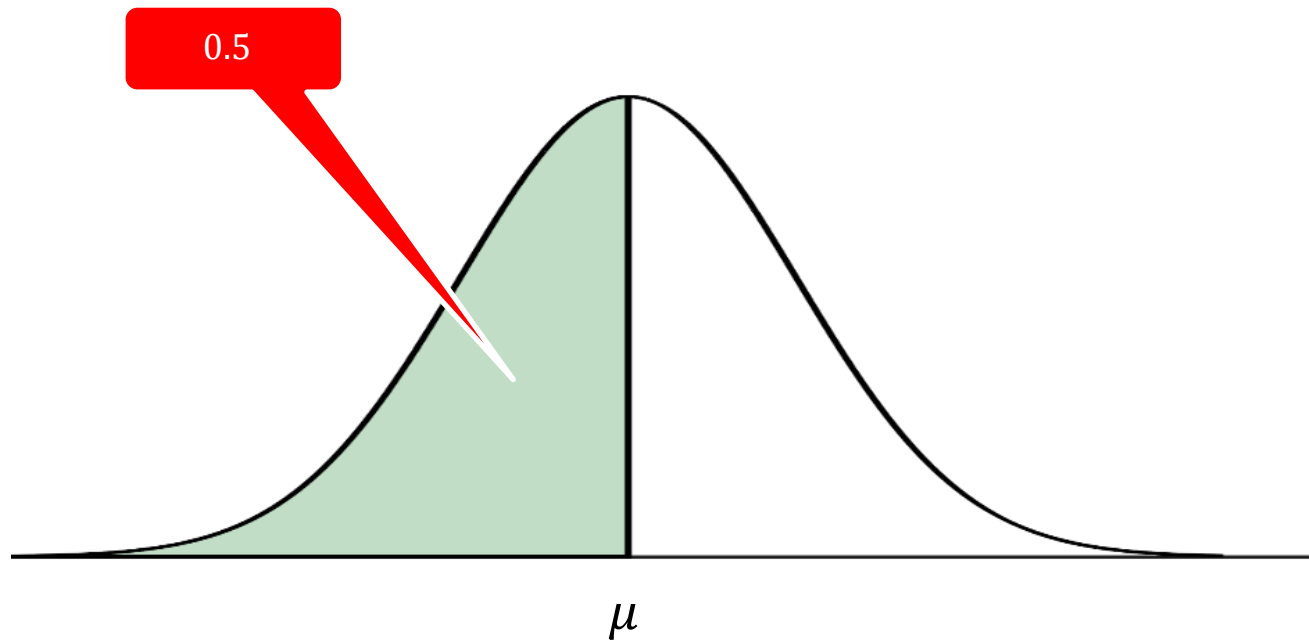
正規分布の面積の総和は？



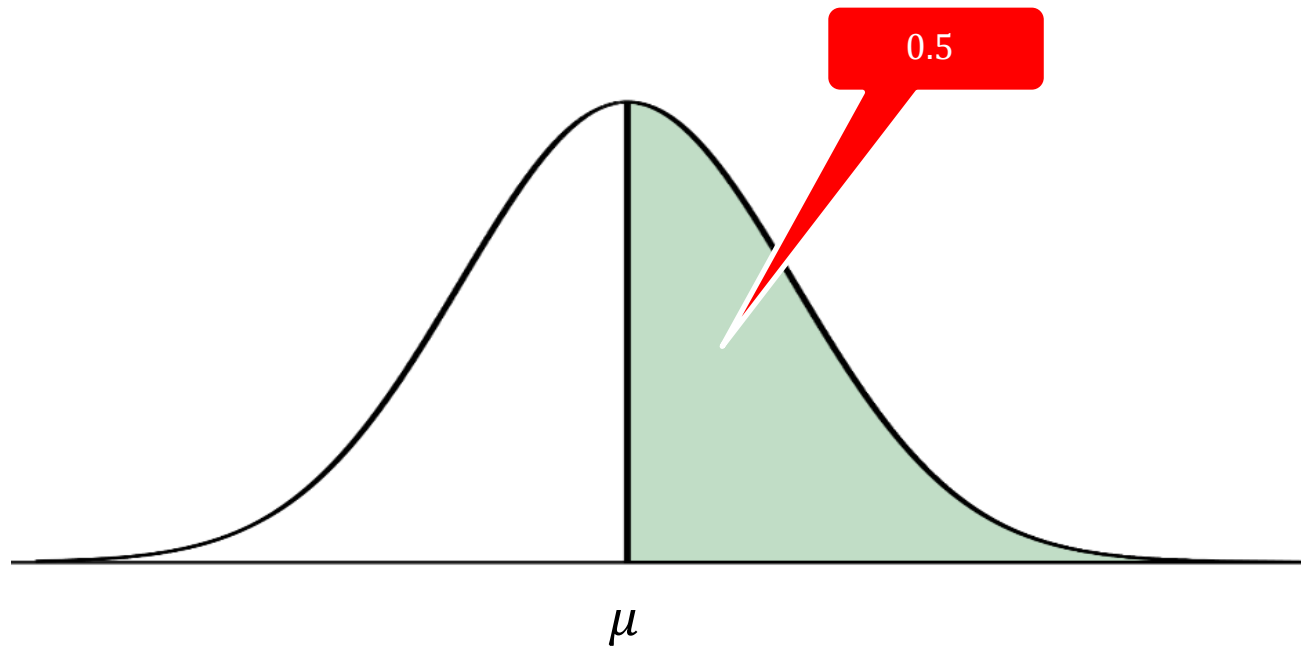
正規分布の面積の総和は？



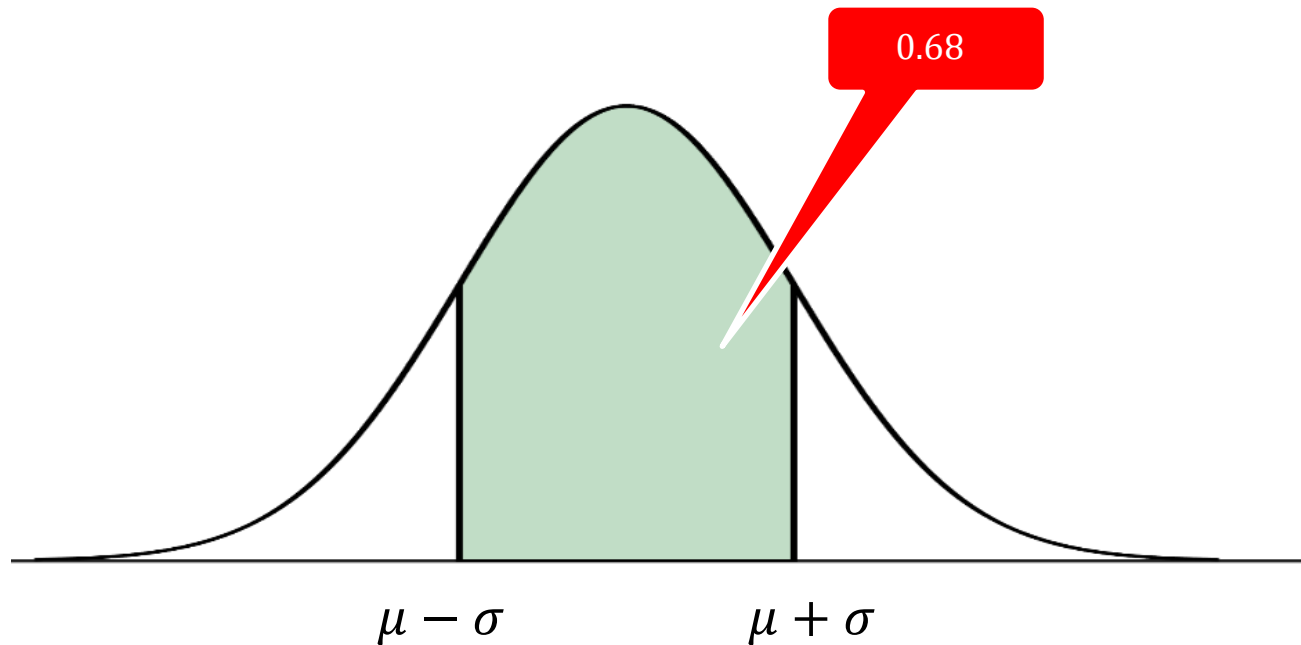
次の面積を求めよ



次の面積を求めよ



次の面積は？（1σルール）

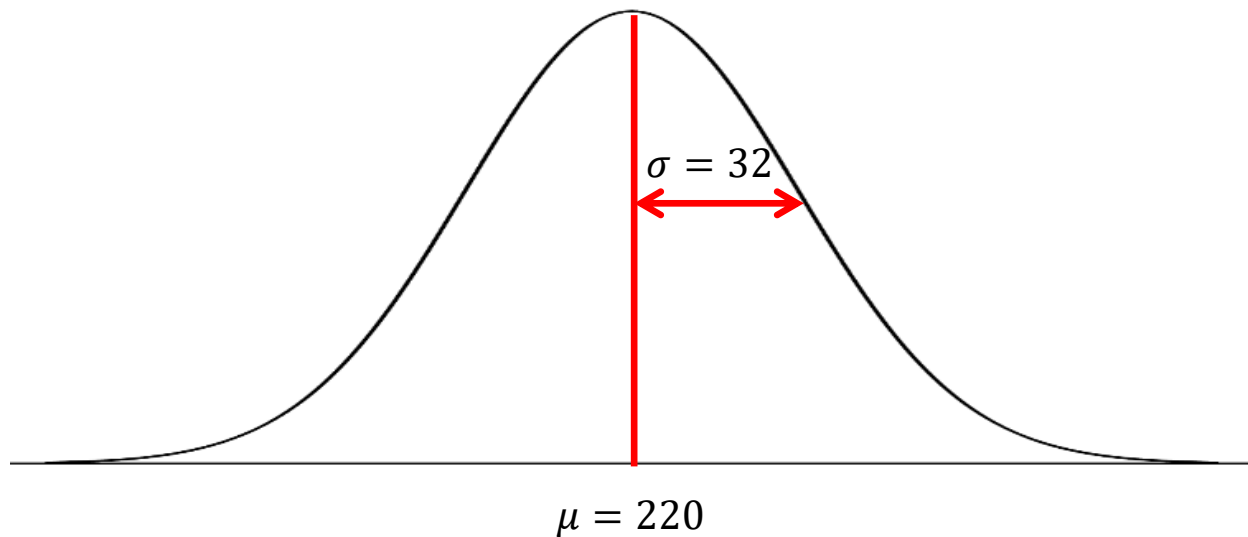


1 8 8 円から 2 5 2 円に変動する確率は？

平均 2 2 0 円、標準偏差が 3 2 円で正規分布に株価があるとする。この株価が 1 8 8 円から 2 5 2 円を変動する確率は？

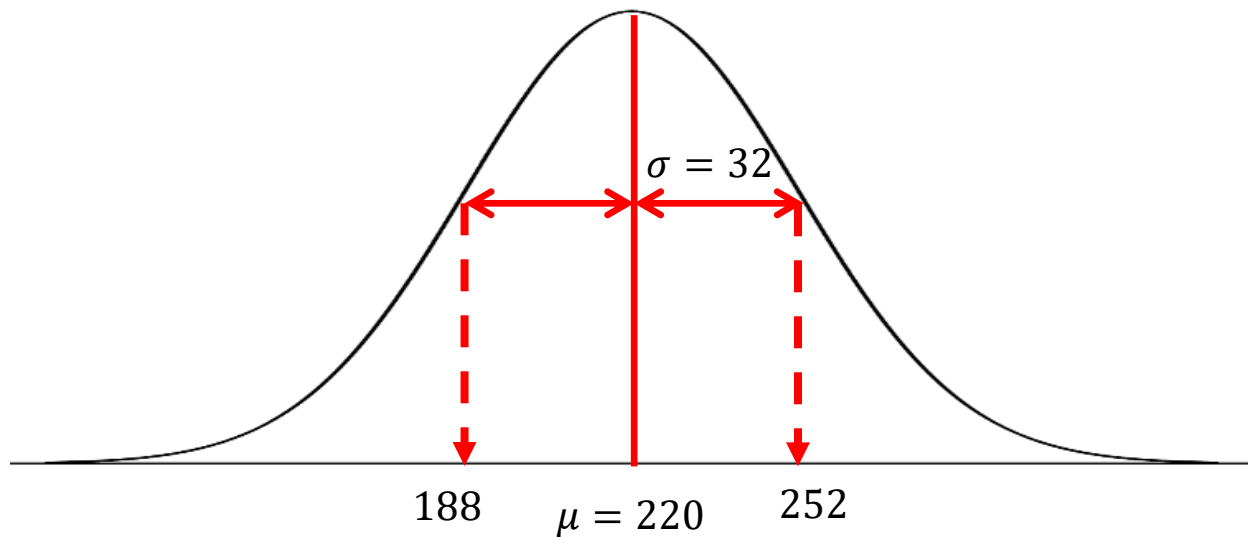
188円から252円に変動する確率は？

平均220円、標準偏差が32円で正規分布に株価があるとする。この株価が188円から252円に変動する確率は？



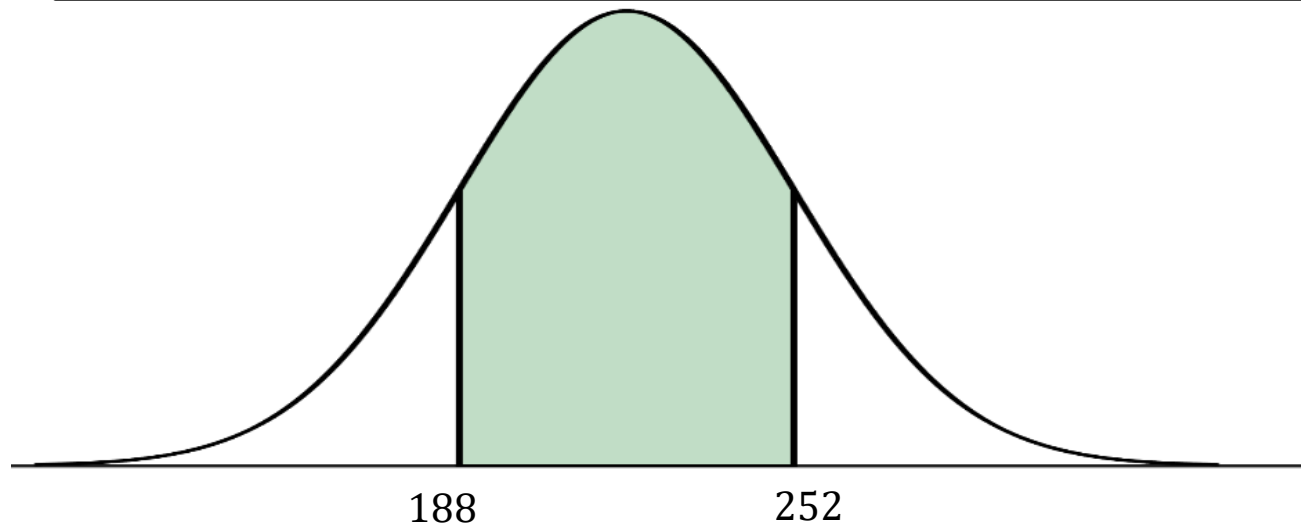
188円から252円で変動する確率は？

平均220円、標準偏差が32円で正規分布に株価があるとする。この株価が188円から252円を変動する確率は？



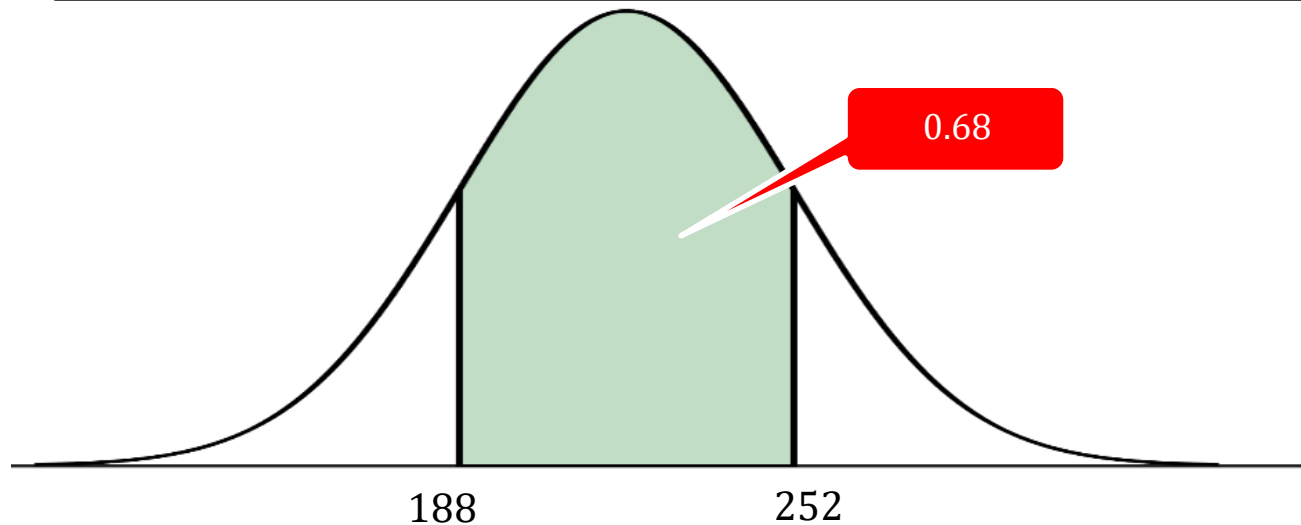
188円から252円に変動する確率は？

平均220円、標準偏差が32円で正規分布に株価があるとする。この株価が188円から252円に変動する確率は？

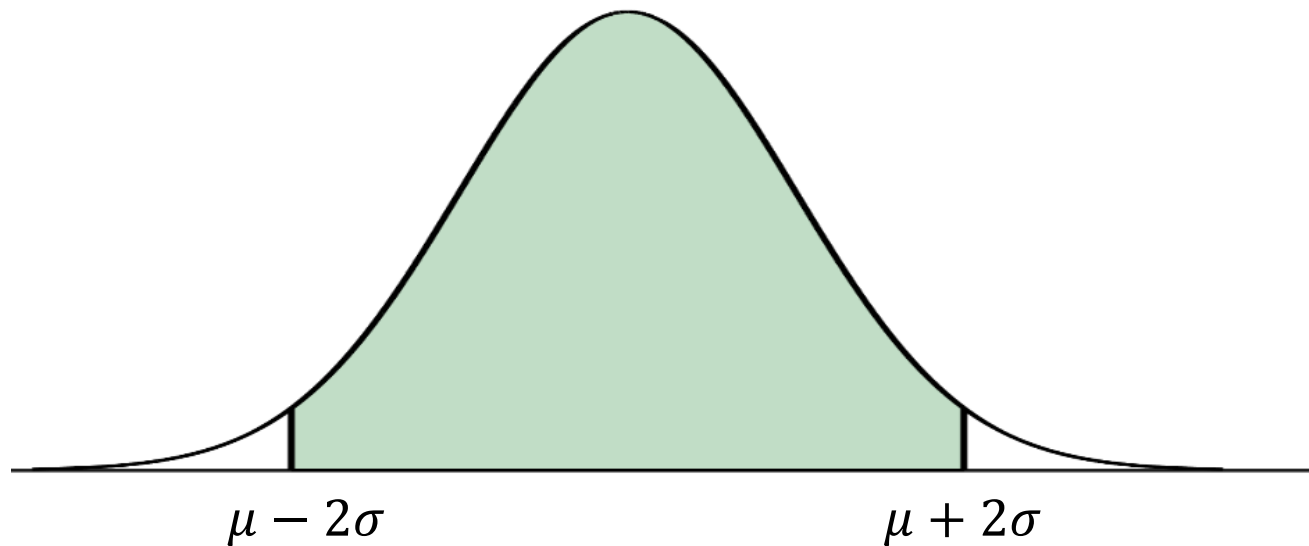


188円から252円に変動する確率は？

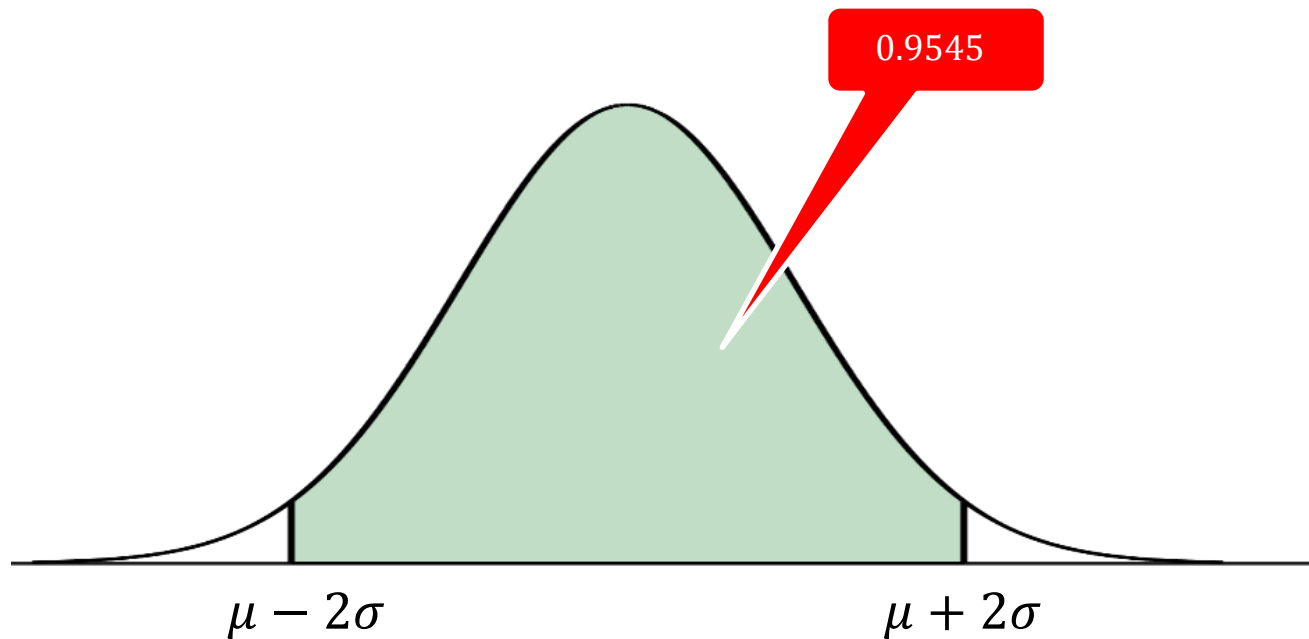
平均220円、標準偏差が32円で正規分布に株価があるとする。この株価が188円から252円に変動する確率は？



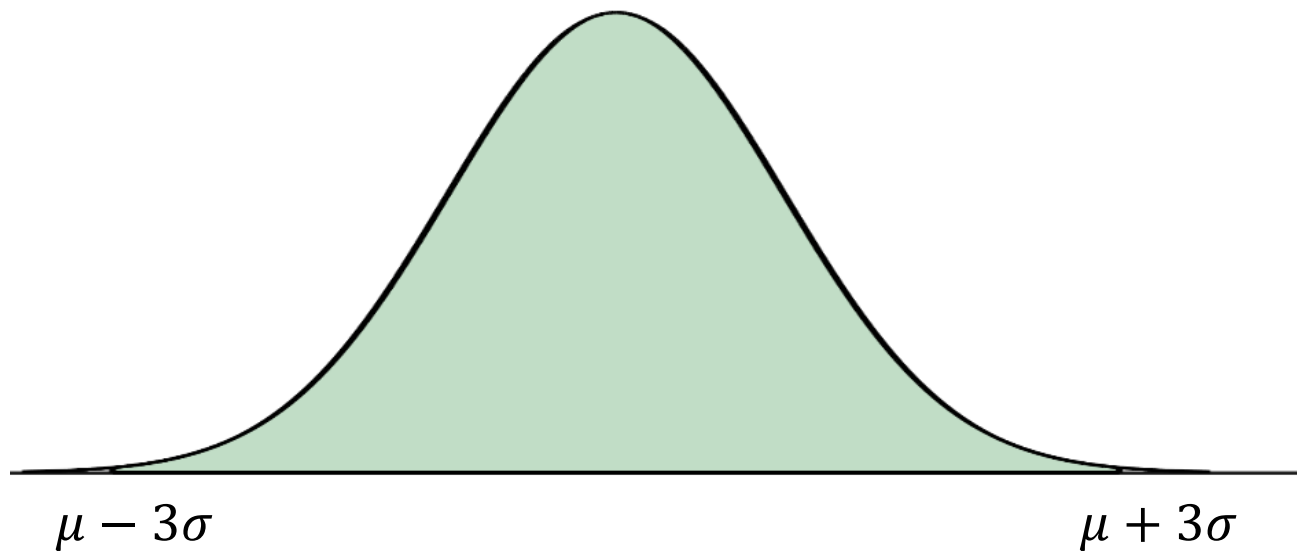
次の面積は？（2σルール）



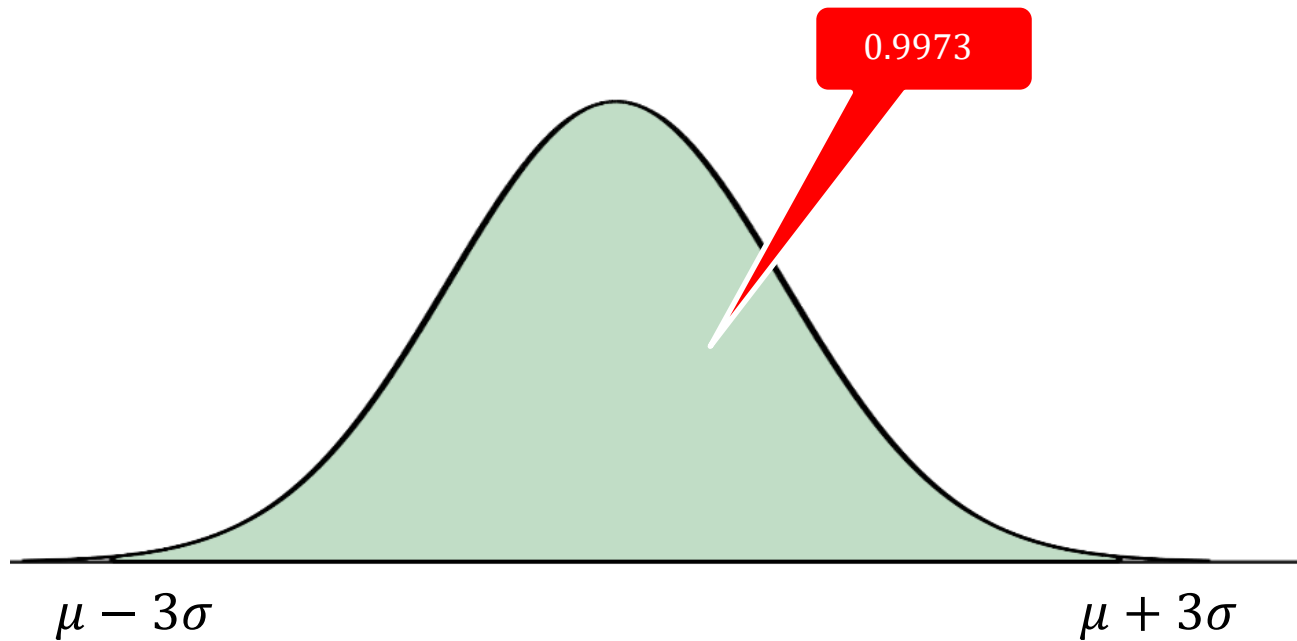
次の面積は？（2σルール）



次の面積は？（2σルール）

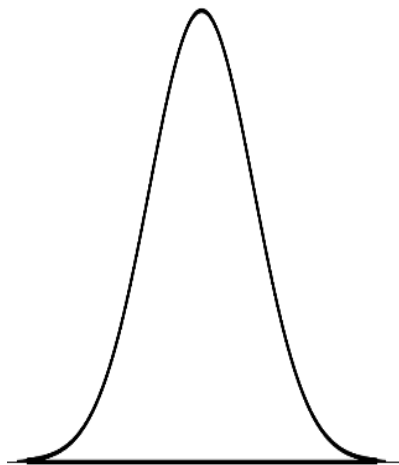


次の面積は？（3σルール）

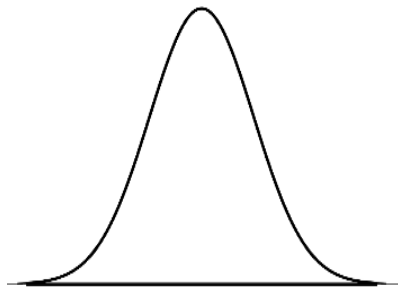


無限通りの正規分布 $N(\mu, \sigma)$

$N(120, 30)$



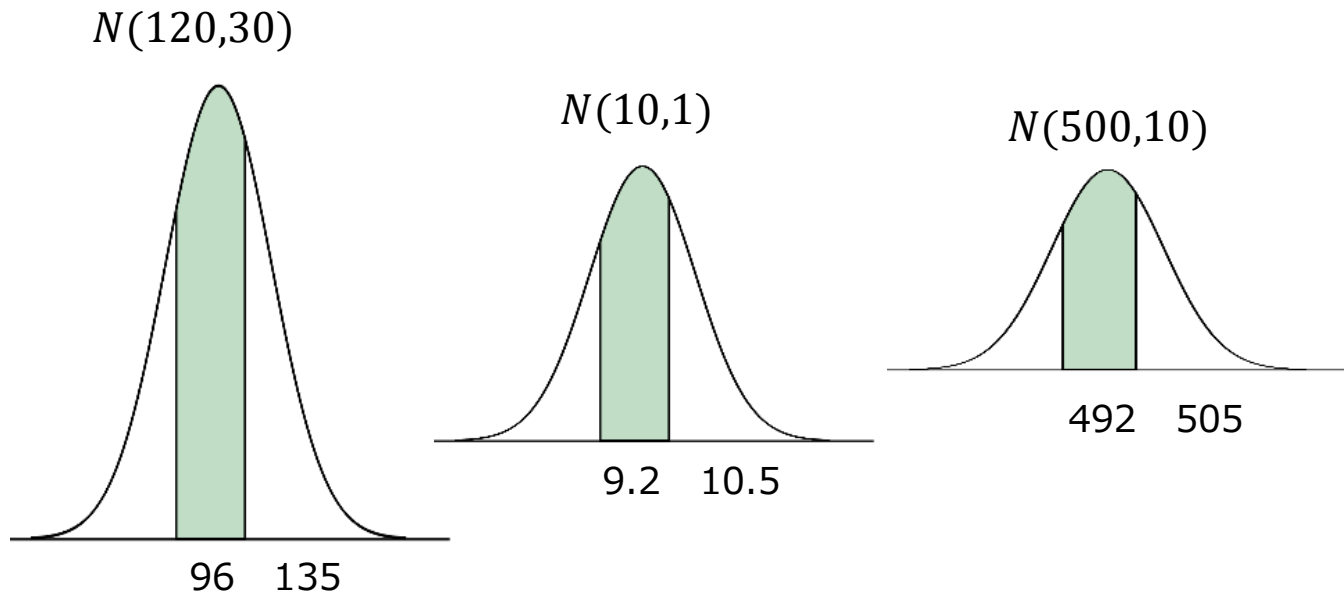
$N(10, 1)$



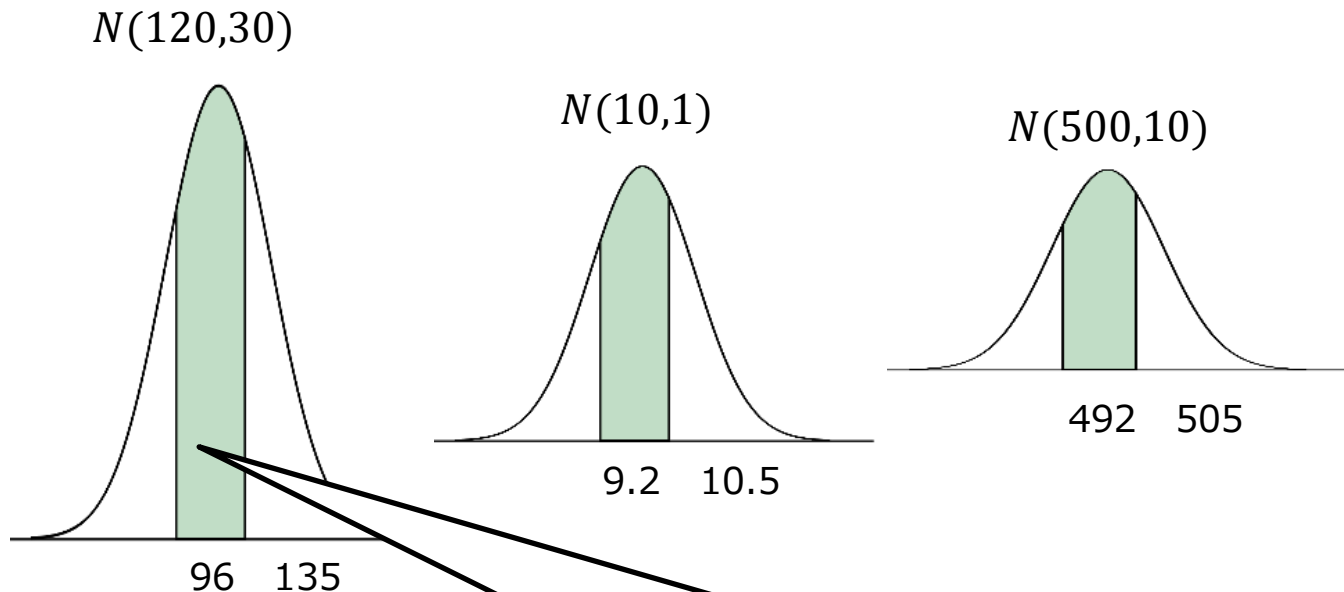
$N(500, 10)$



無限通りの正規分布 $N(\mu, \sigma)$

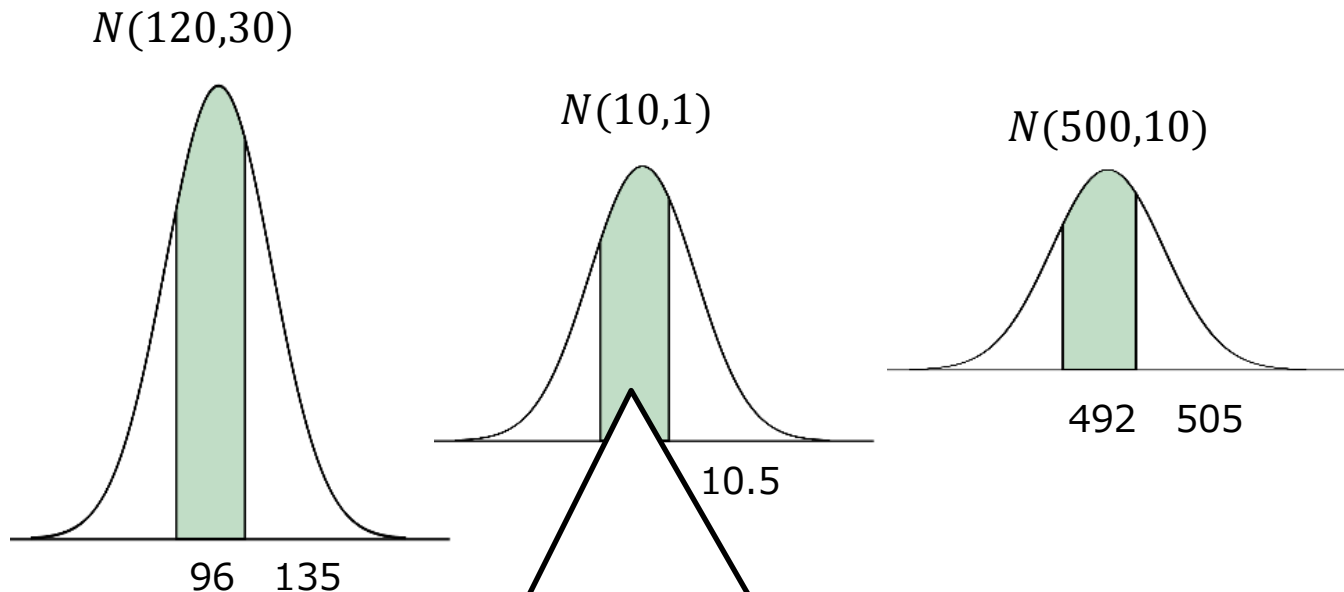


無限通りの正規分布 $N(\mu, \sigma)$



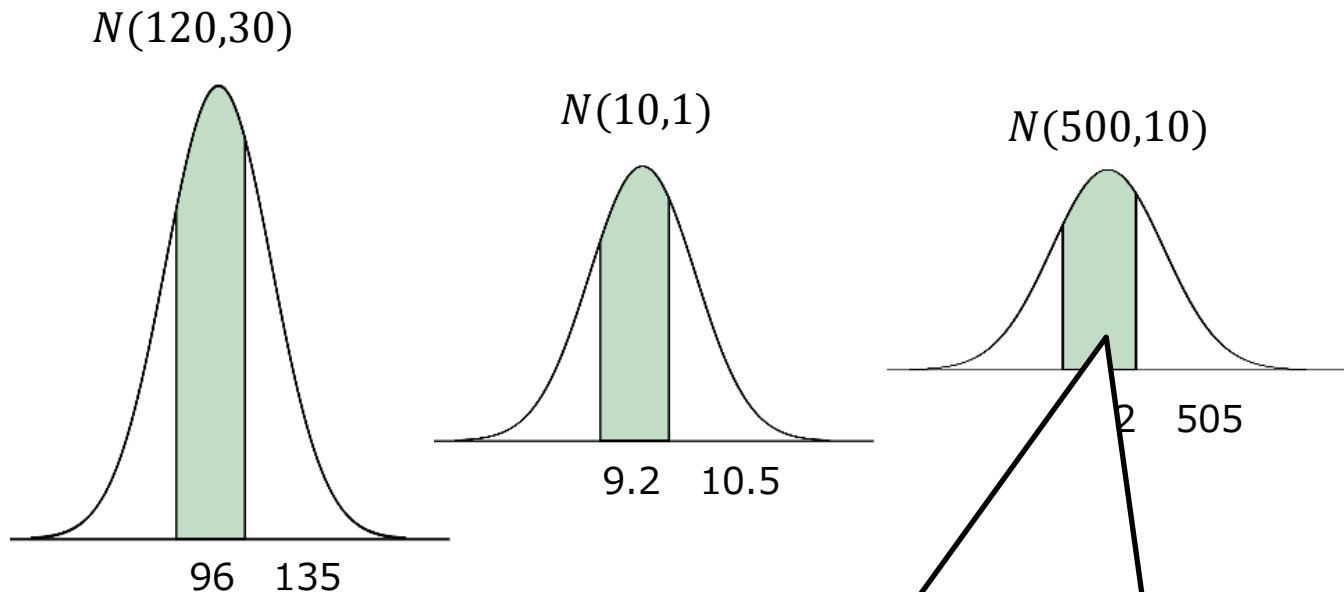
$$P(96 < X < 135) = \int_{96}^{135} \frac{1}{\sqrt{2\pi 30^2}} \exp\left(-\frac{(x - 120)^2}{2 \times 30^2}\right) dx$$

無限通りの正規分布 $N(\mu, \sigma)$



$$P(9.2 < X < 10.5) = \int_{9.2}^{10.5} \frac{1}{\sqrt{2\pi}1^2} \exp\left(-\frac{(x-10)^2}{2 \times 1^2}\right) dx$$

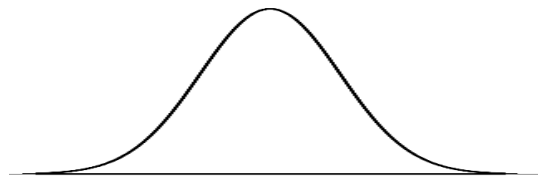
無限通りの正規分布 $N(\mu, \sigma)$



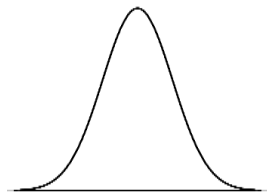
$$P(492 < X < 505) = \int_{492}^{505} \frac{1}{\sqrt{2\pi 10^2}} \exp\left(-\frac{(x - 500)^2}{2 \times 10^2}\right) dx$$

一つの正規分布に統一する

$N(120,30)$



$N(10,1)$

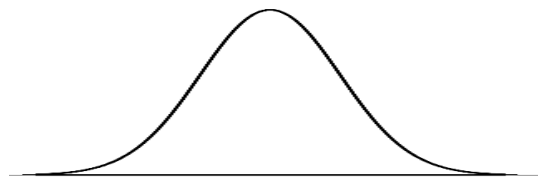


$N(500,10)$

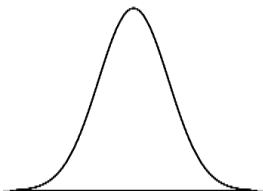


一つの正規分布に統一する

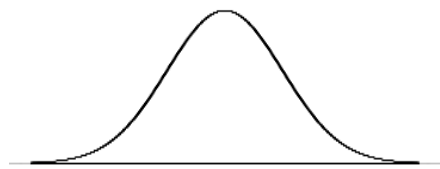
$N(120,30)$



$N(10,1)$

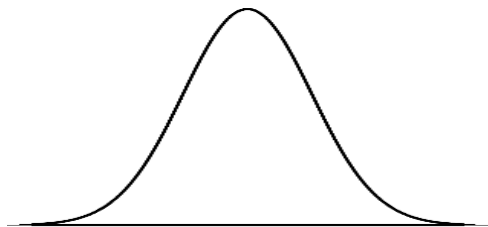


$N(500,10)$



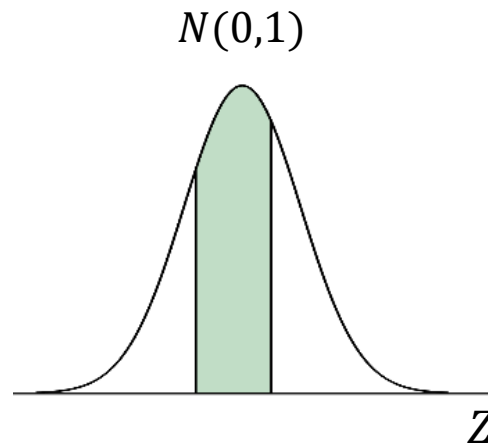
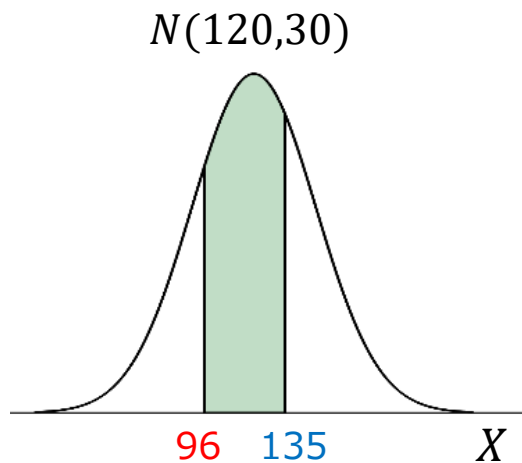
変換公式

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

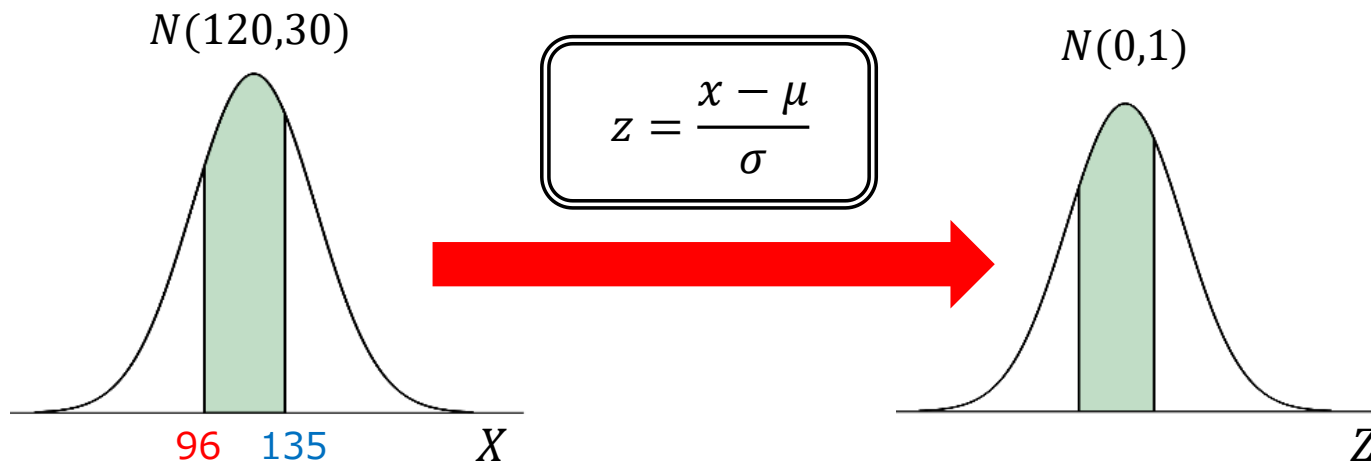


標準化正規分布
 $N(0,1)$

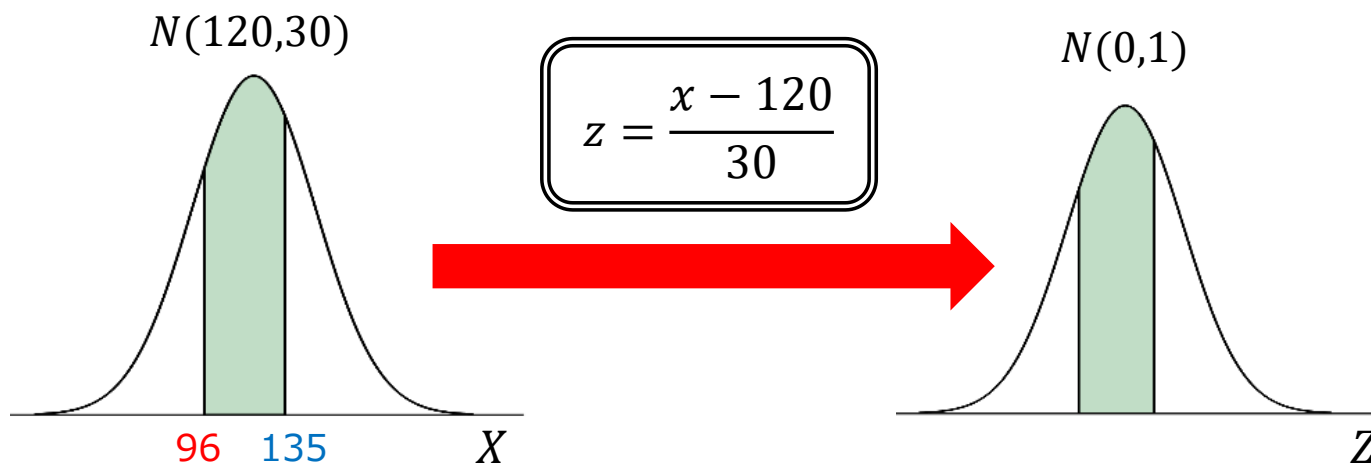
標準化正規分布に変換する



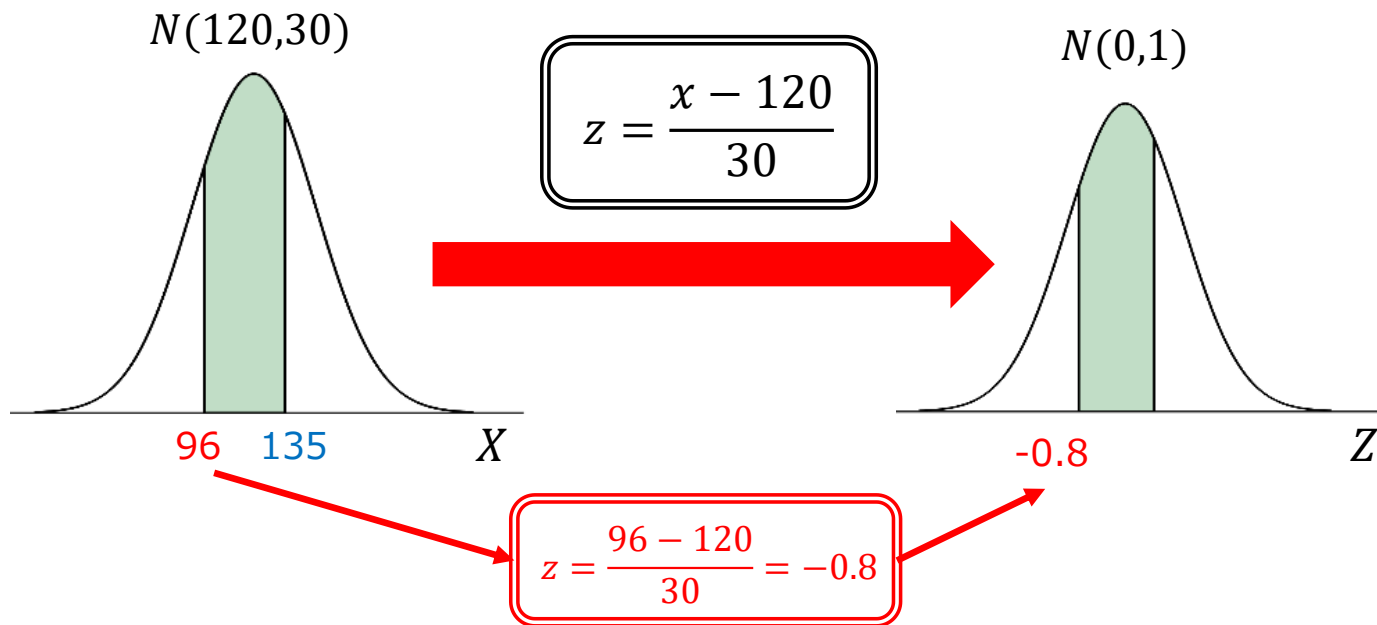
標準化正規分布に変換する



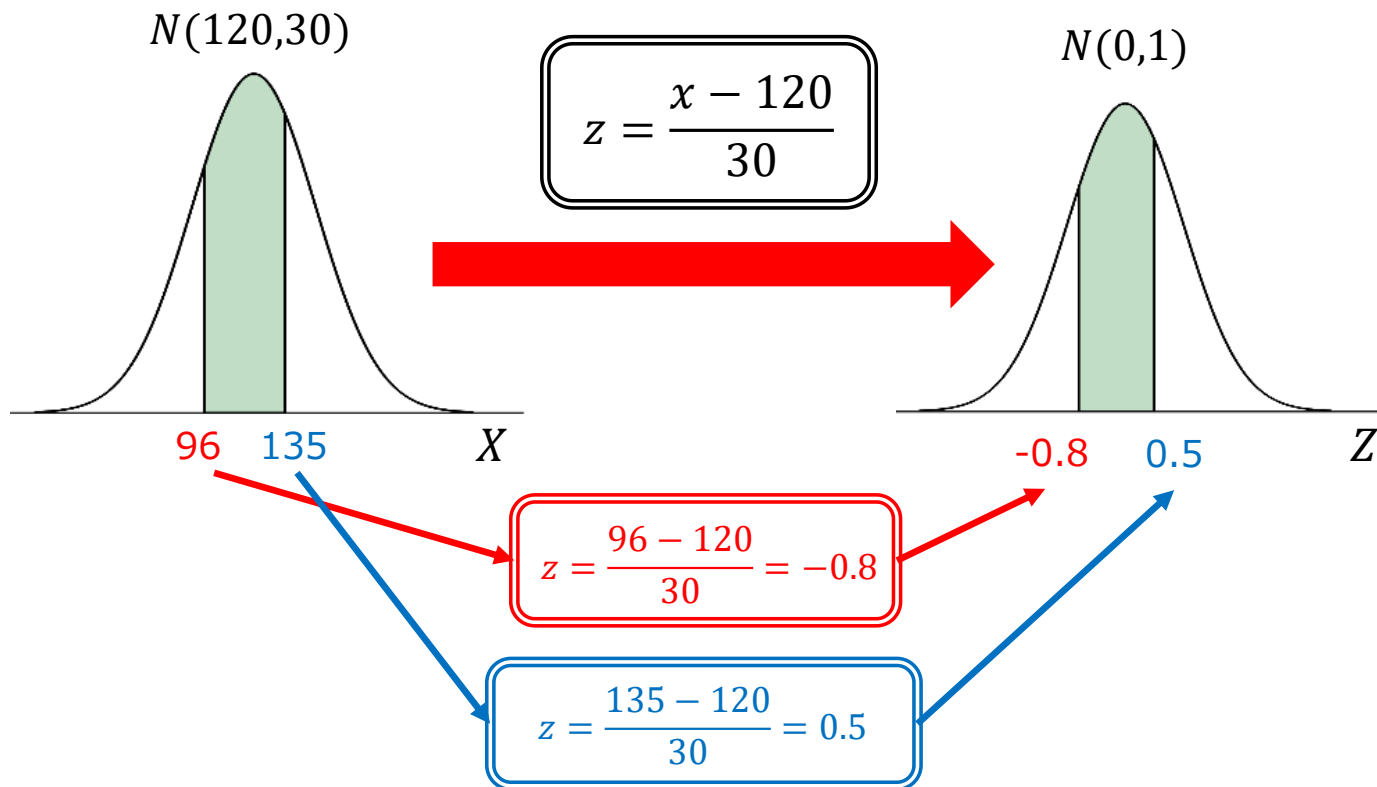
標準化正規分布に変換する



標準化正規分布に変換する

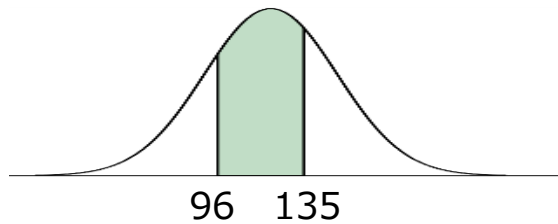


標準化正規分布に変換する

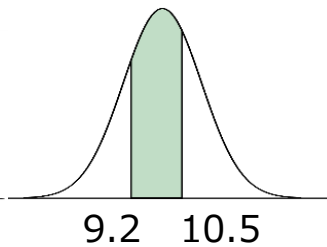


一つの正規分布に統一する

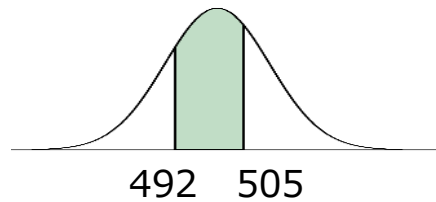
$N(120,30)$



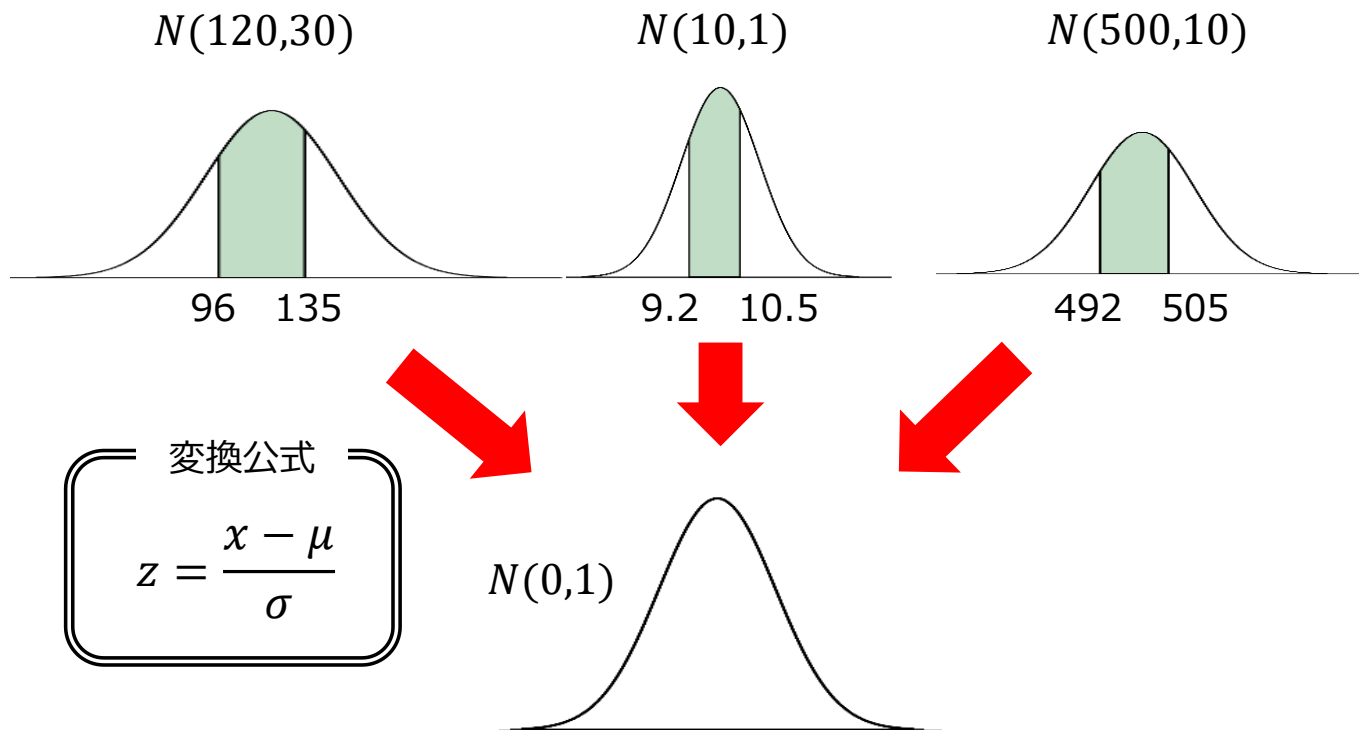
$N(10,1)$



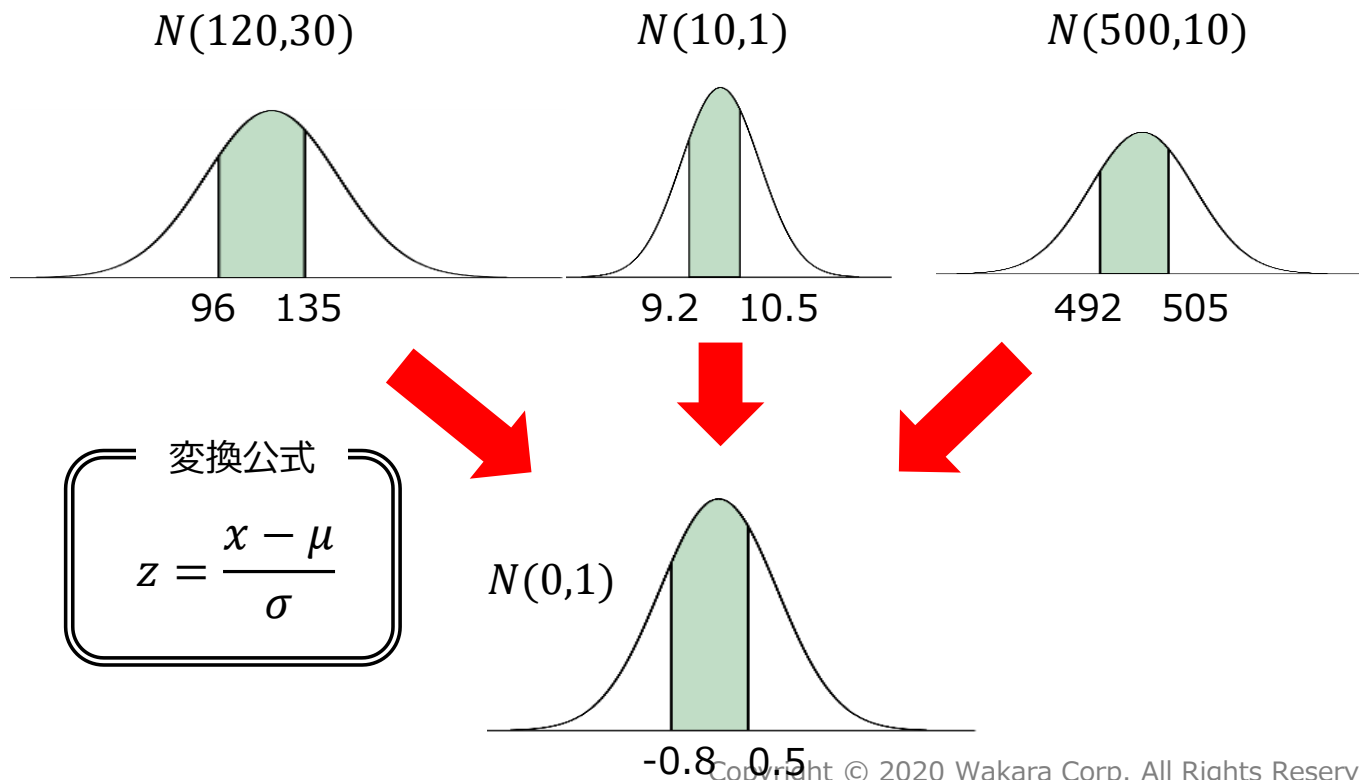
$N(500,10)$



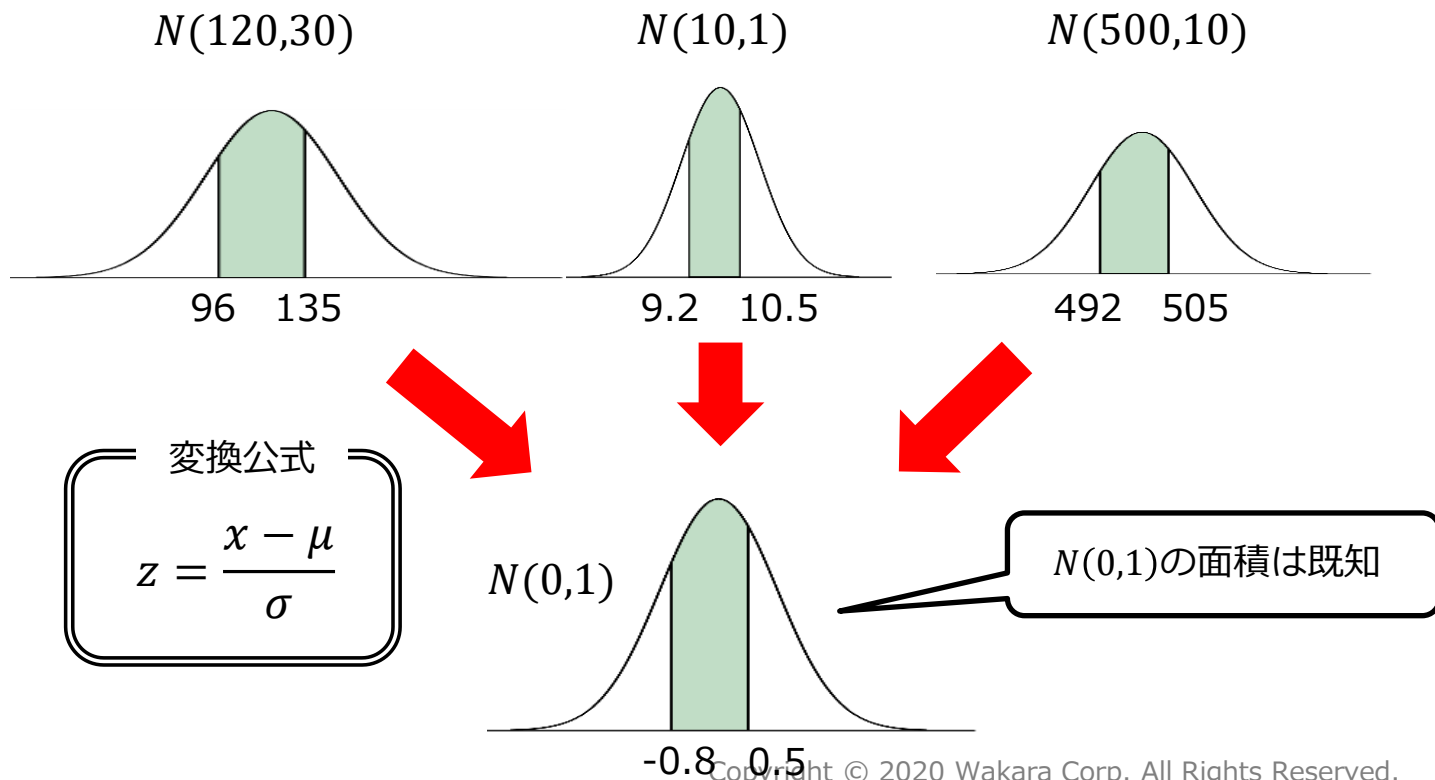
一つの正規分布に統一する



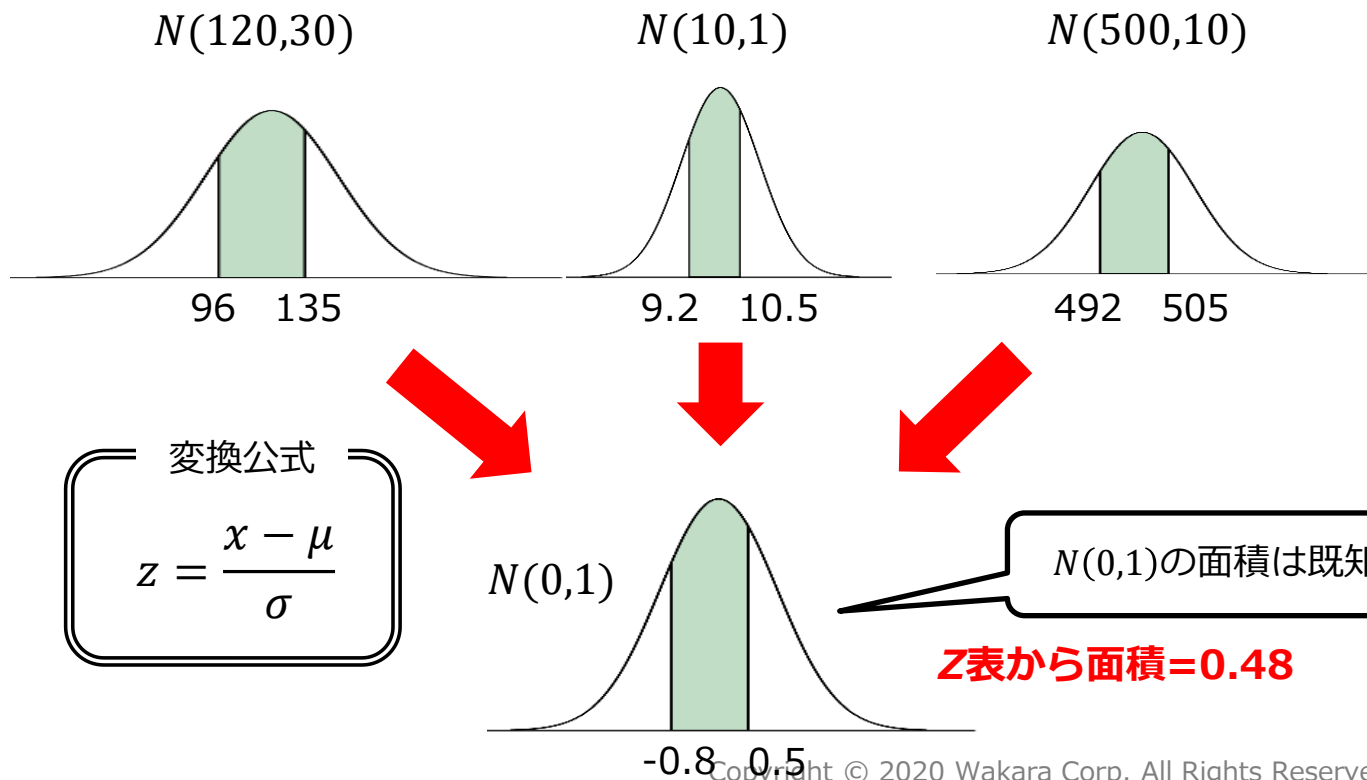
一つの正規分布に統一する



一つの正規分布に統一する

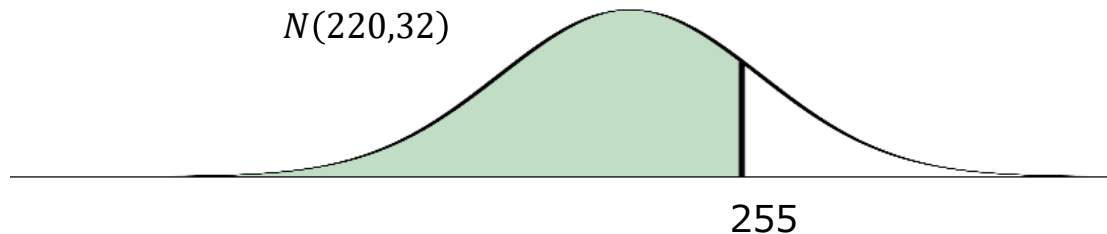


一つの正規分布に統一する



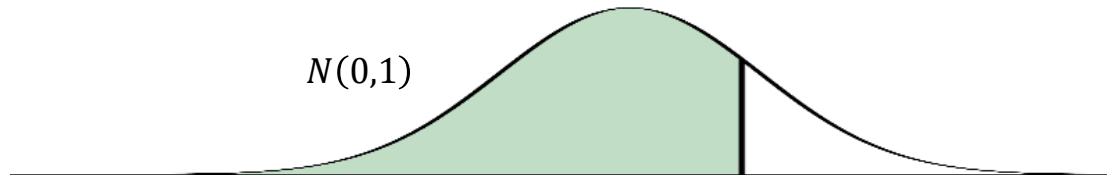
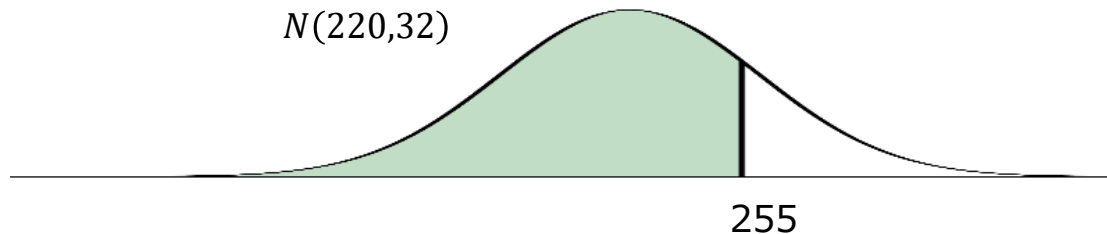
Z表を使って確率を求める

$N(220,32)$ の正規分布において、255以下の確率を求めよ



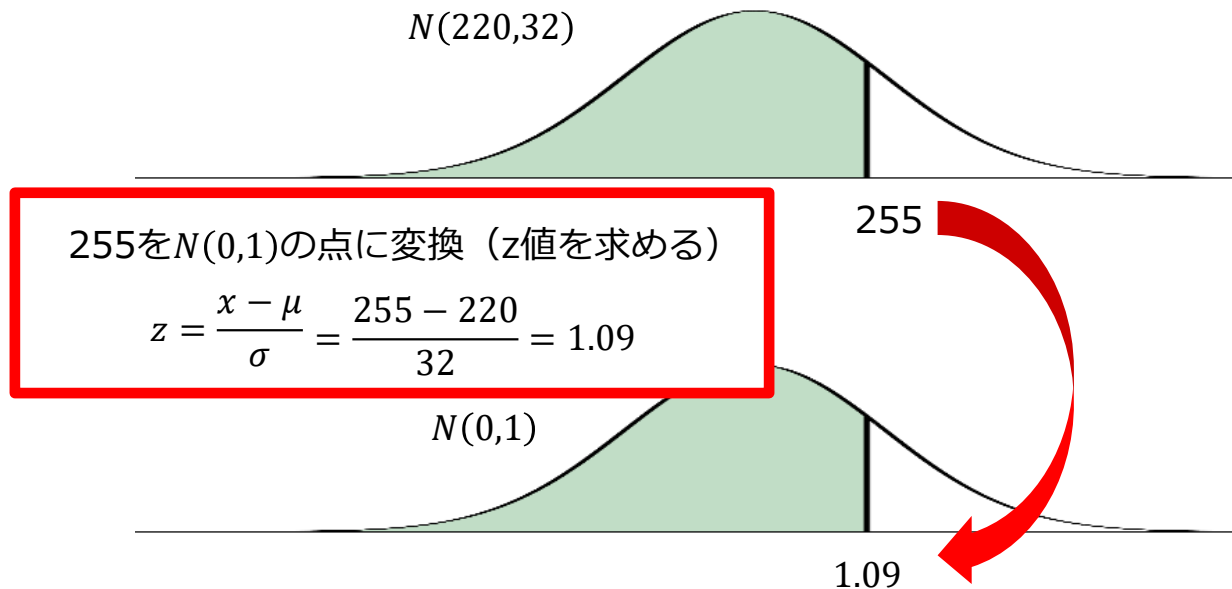
Z表を使って確率を求める

$N(220,32)$ の正規分布において、255以下の確率を求めよ



Z表を使って確率を求める

$N(220,32)$ の正規分布において、255以下の確率を求めよ



Z表の読み方

Standard Normal Probabilities

$z = 1.09$

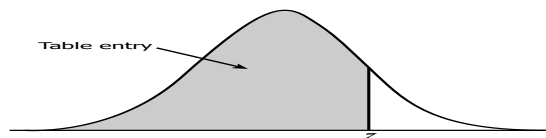
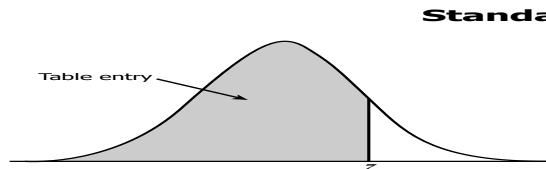


Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z .

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

Z表の読み方



Standard Normal Probabilities

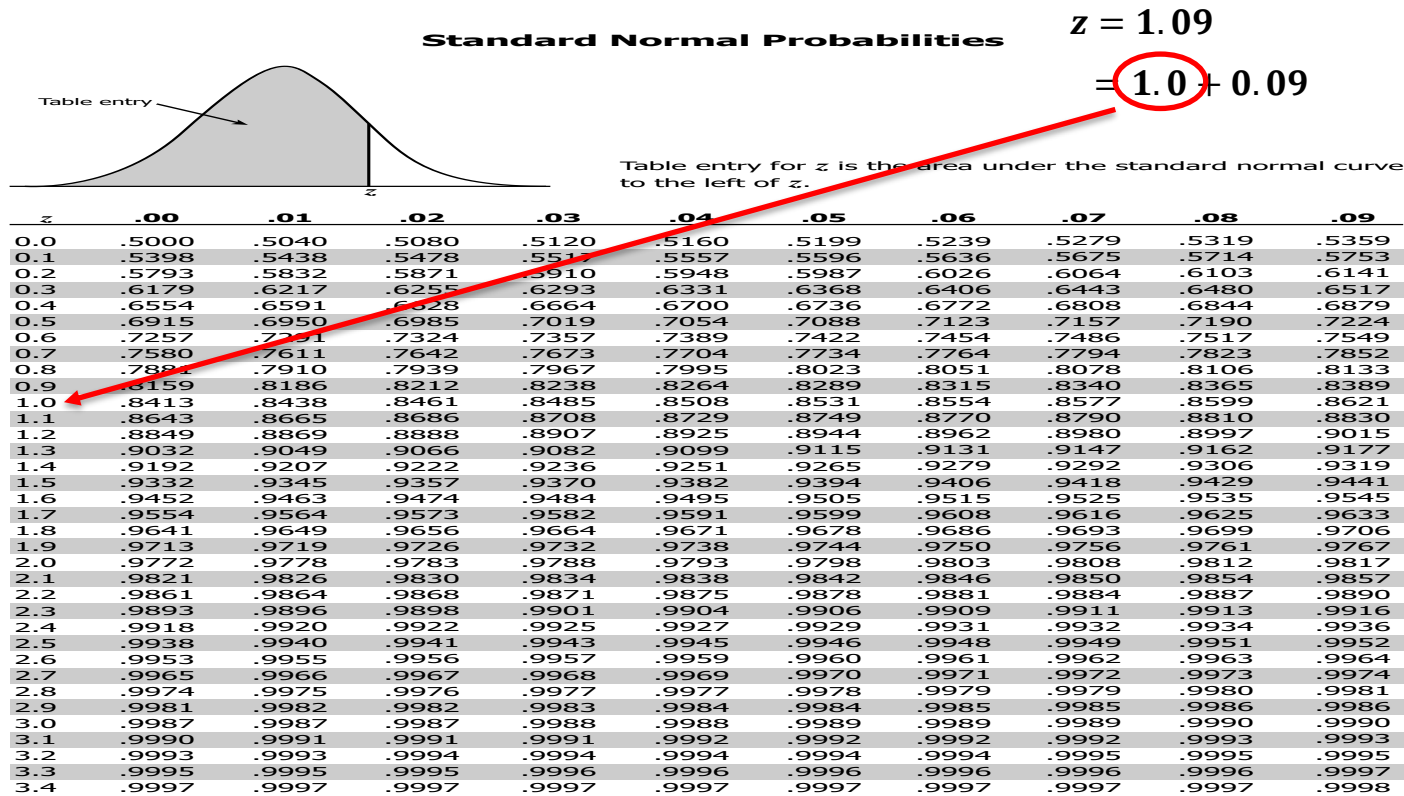
$z = 1.09$

$= 1.0 + 0.09$

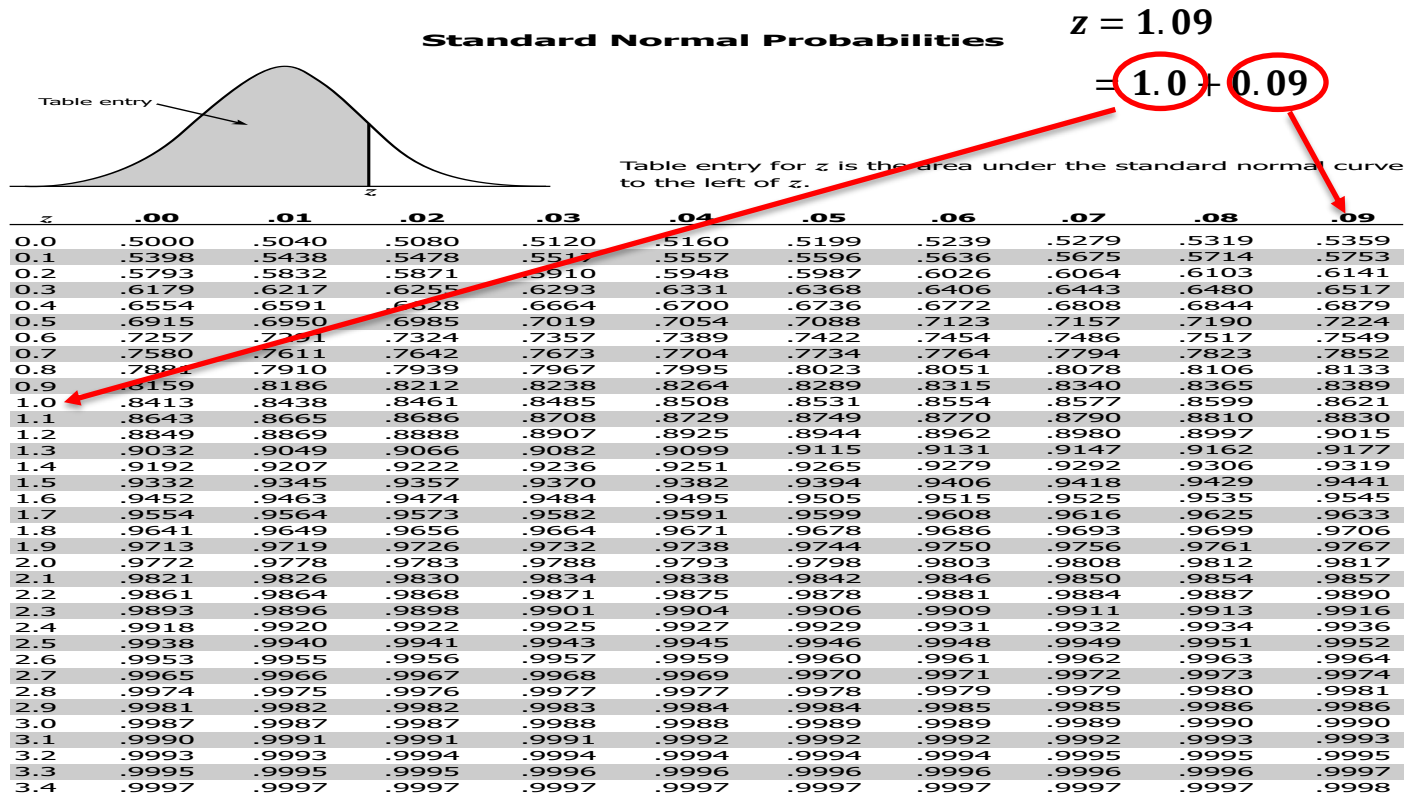
Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z .

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

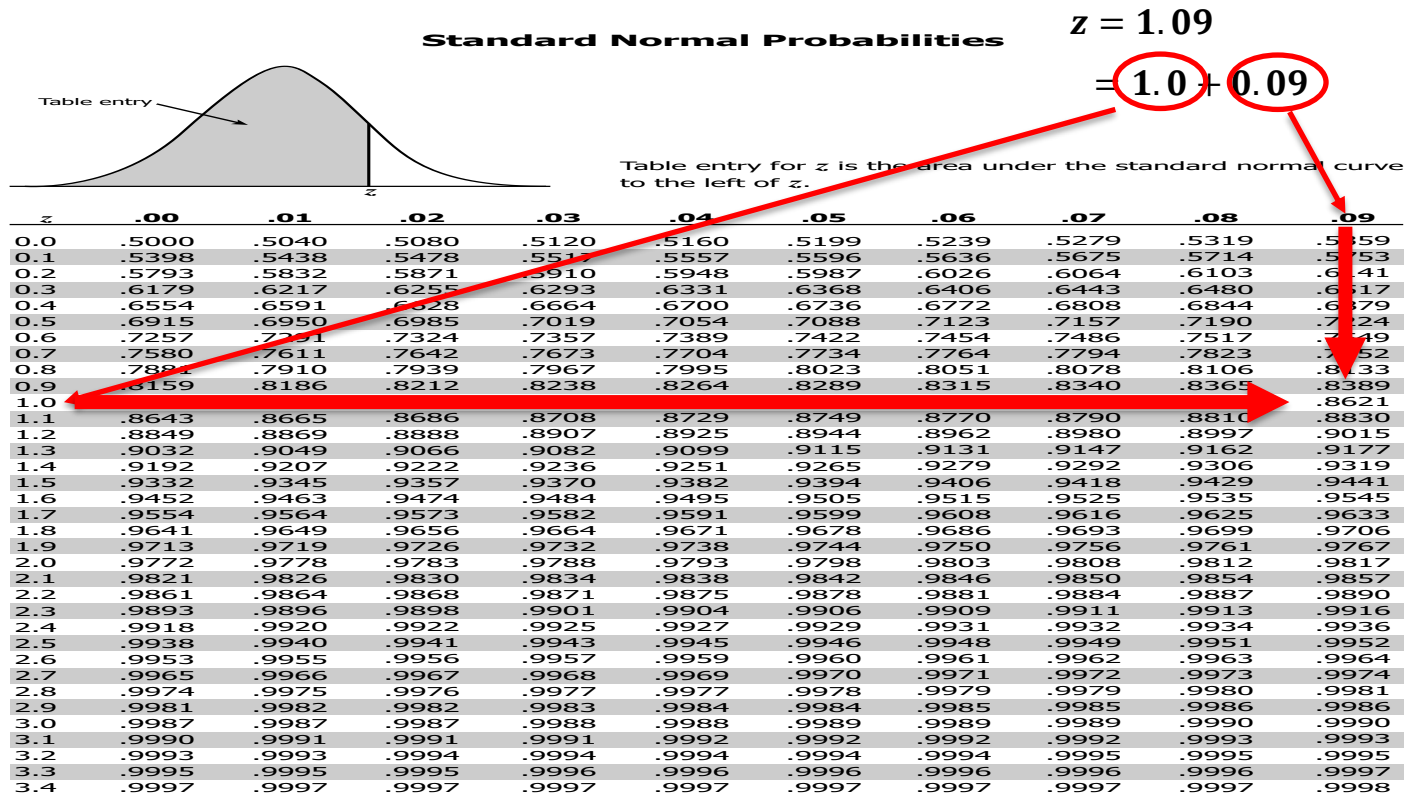
Z表の読み方



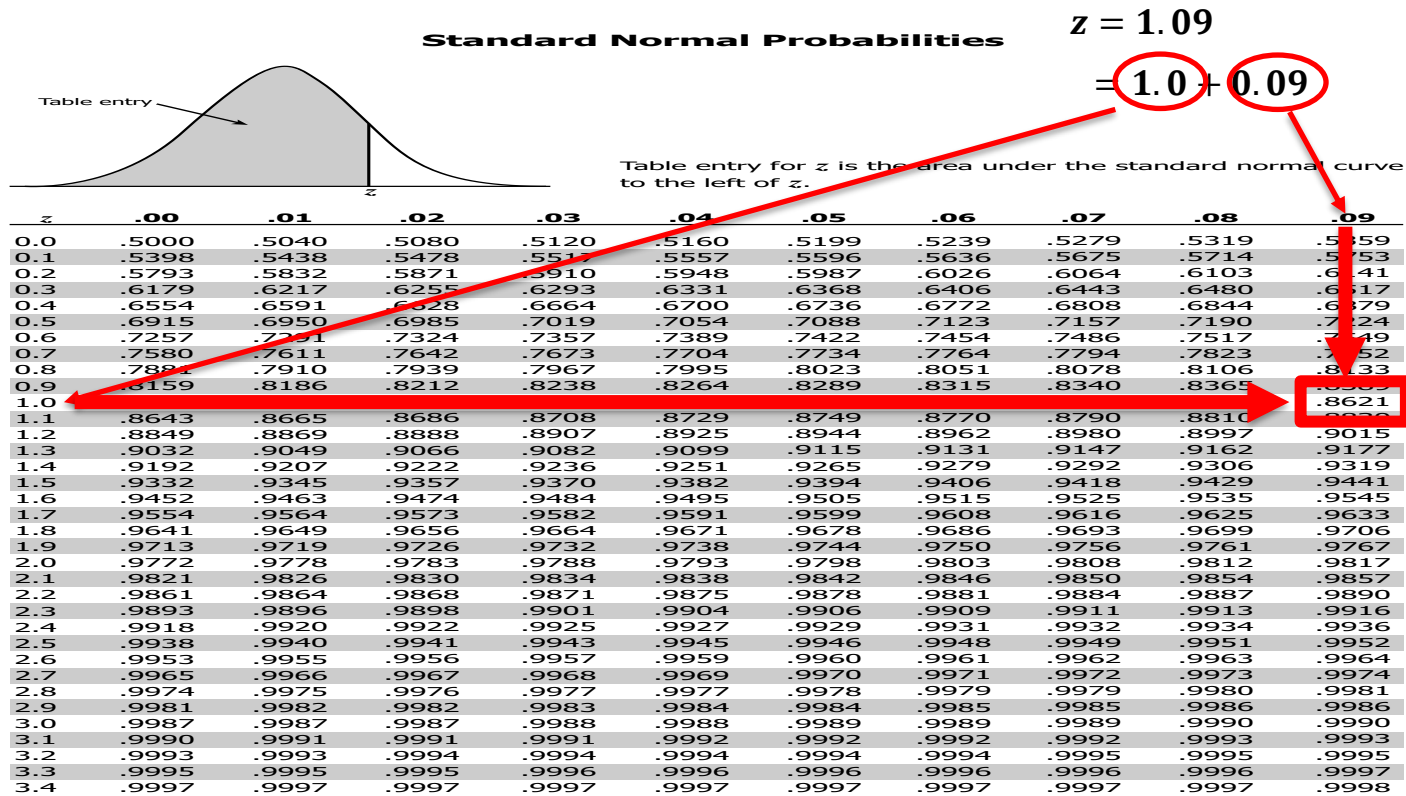
Z表の読み方



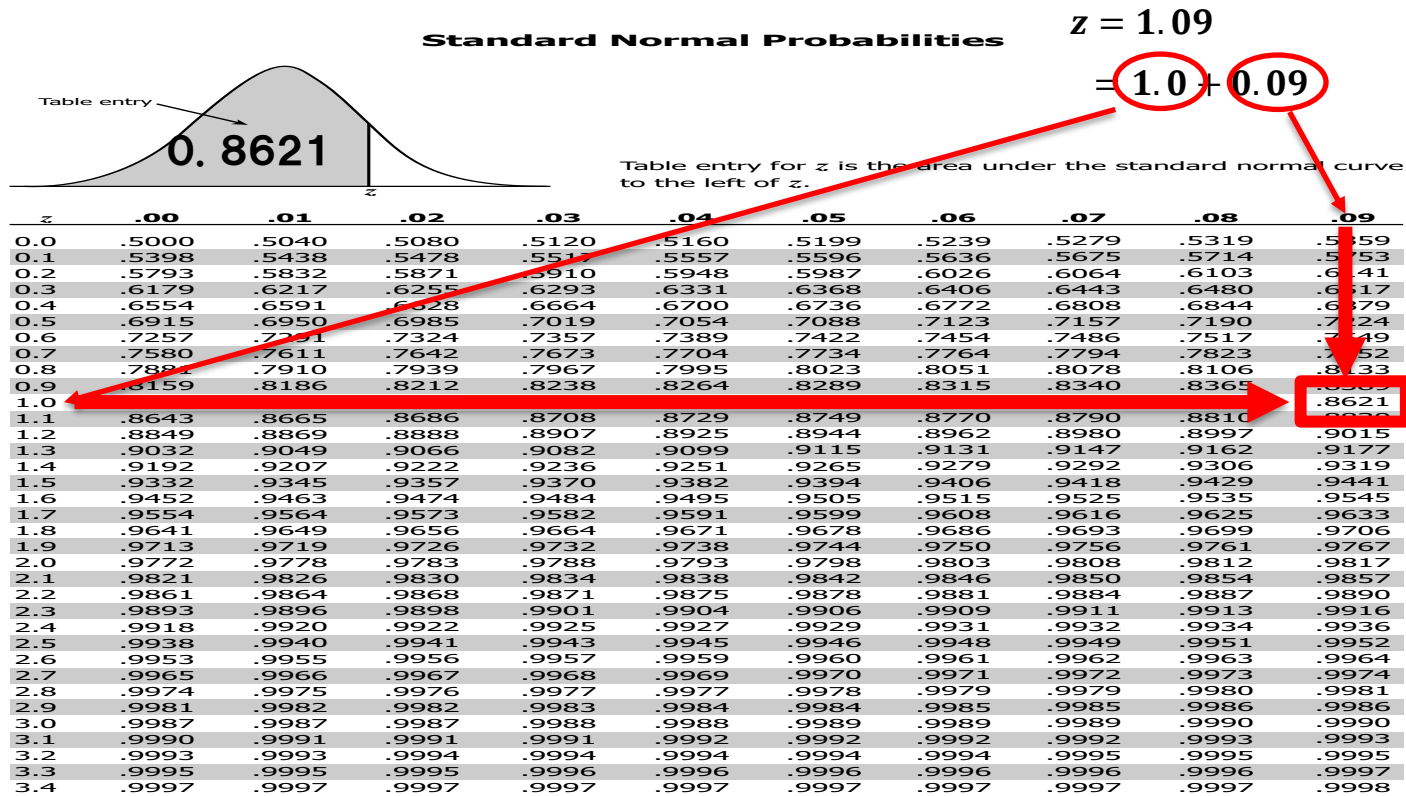
Z表の読み方



Z表の読み方

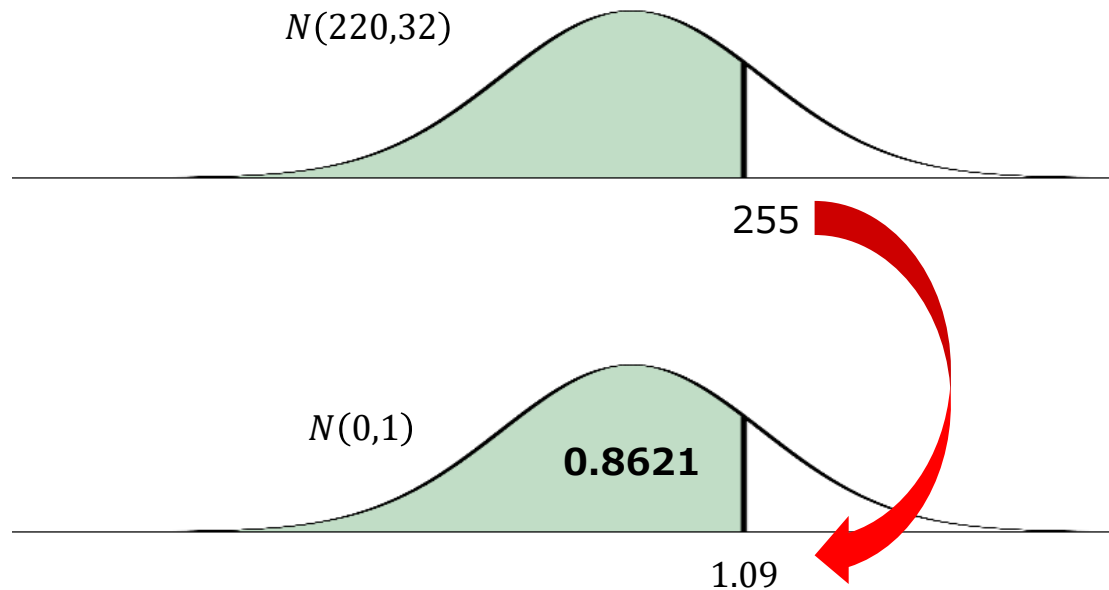


Z表の読み方



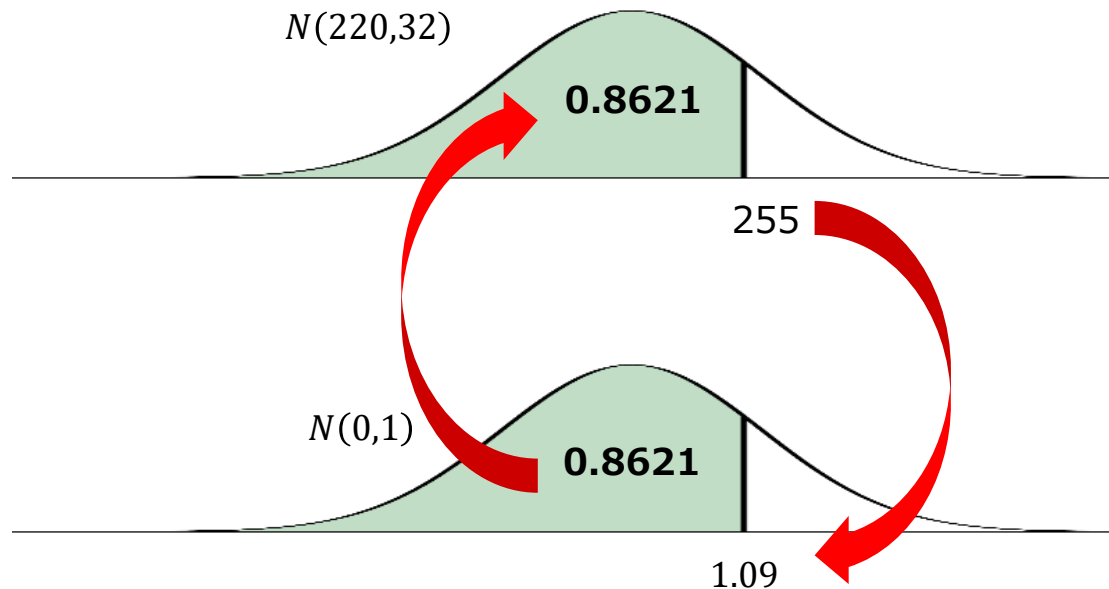
Z表を使って確率を求める

$N(220,32)$ の正規分布において、255以下の確率を求めよ



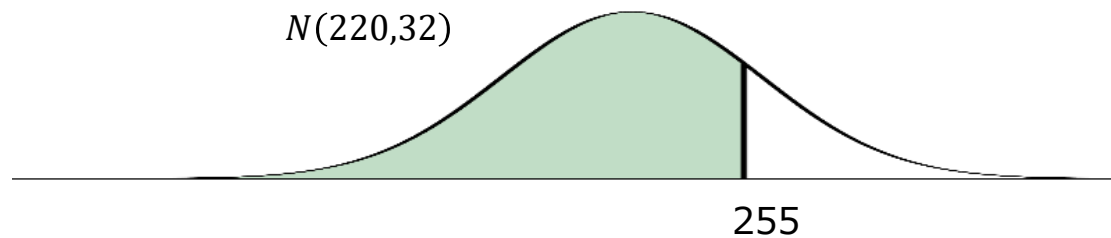
Z表を使って確率を求める

$N(220,32)$ の正規分布において、255以下の確率を求めよ



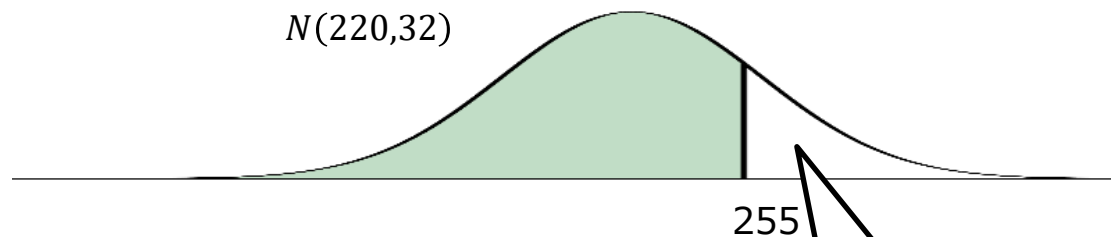
Z表を使って確率を求める

$N(220,32)$ の正規分布において、255以上の確率を求めよ



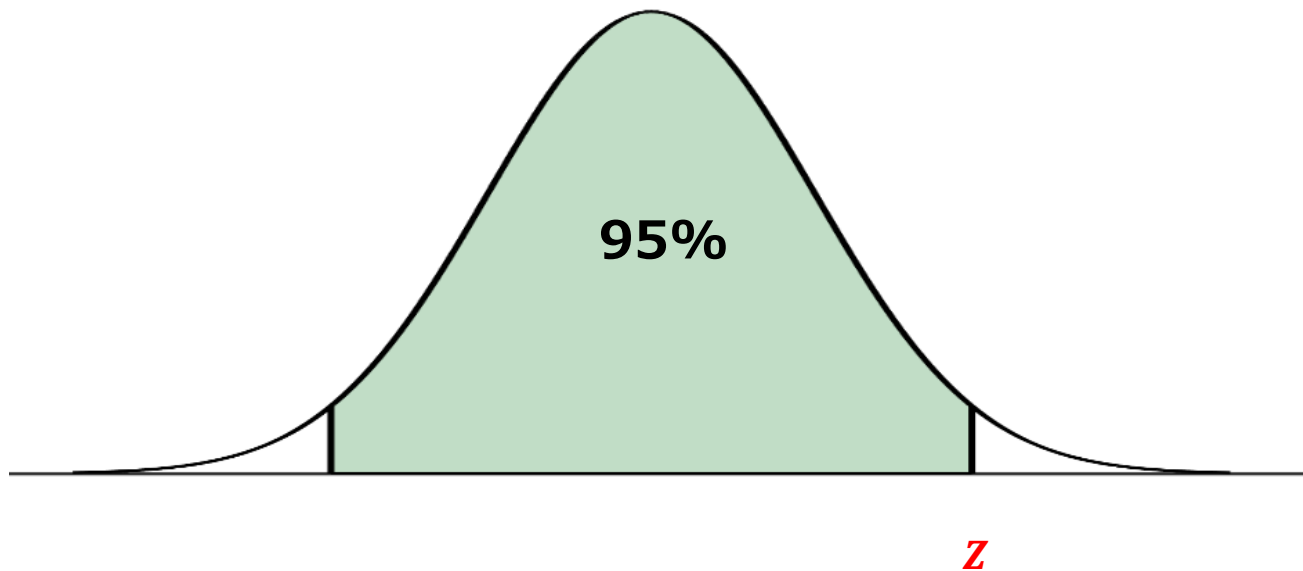
Z表を使って確率を求める

$N(220,32)$ の正規分布において、255以上の確率を求めよ

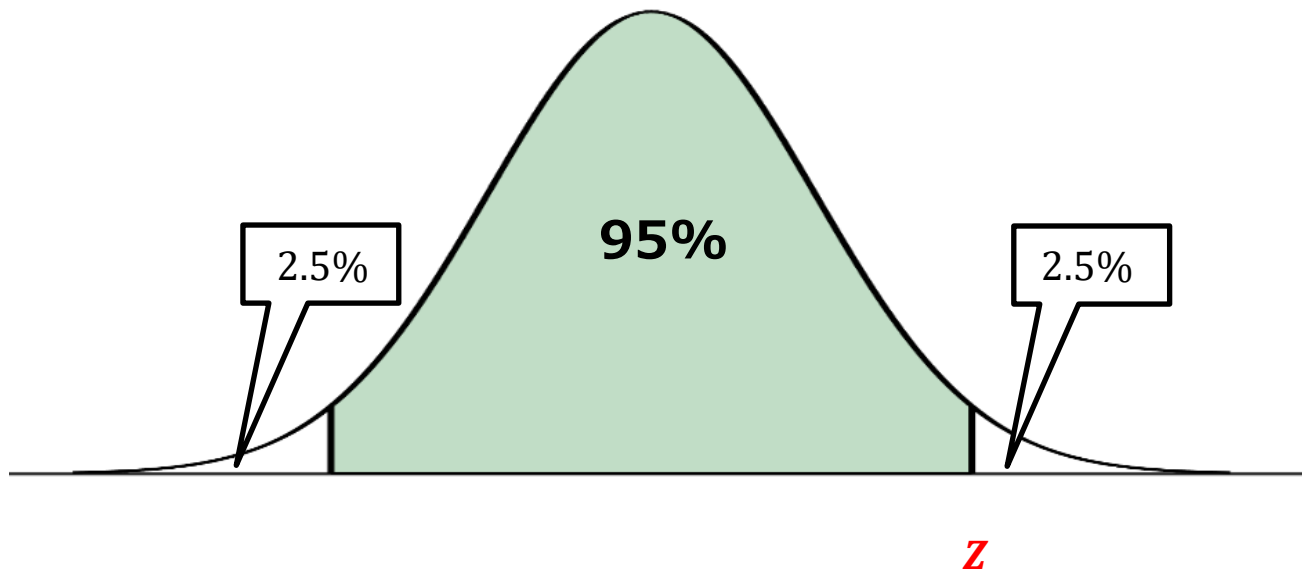


$$\begin{aligned} P(A^c) &= 1 - P(A) \\ 1 - 0.8621 &= 0.1379 \end{aligned}$$

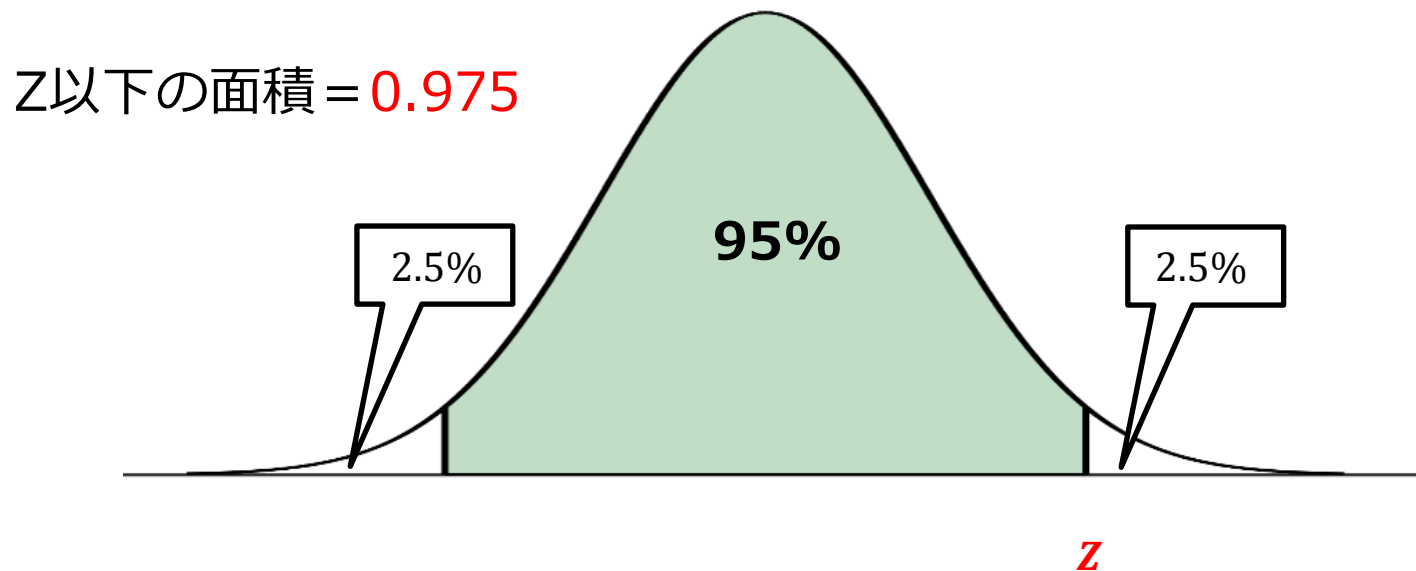
問題：zの値を特定せよ



問題：zの値を特定せよ



問題：zの値を特定せよ



Z表の読み方

Standard Normal Probabilities

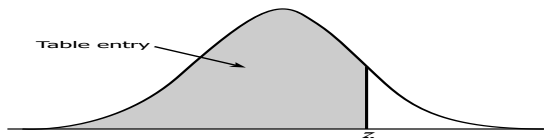
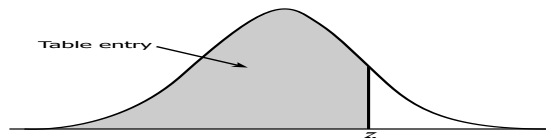


Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z .

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

Z表の読み方

Standard Normal Probabilities



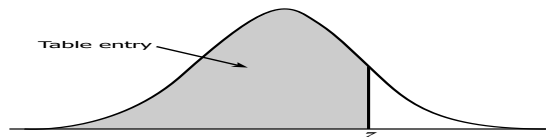
0.975を探す！

Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z .

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

Z表の読み方

Standard Normal Probabilities



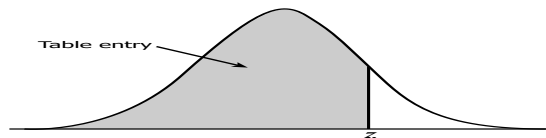
0.975を探す！

Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z .

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

Z表の読み方

Standard Normal Probabilities



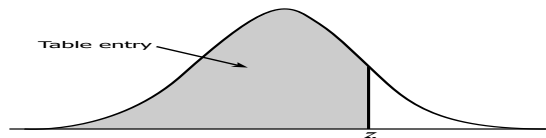
0.975を探す！

Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z .

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

Z表の読み方

Standard Normal Probabilities

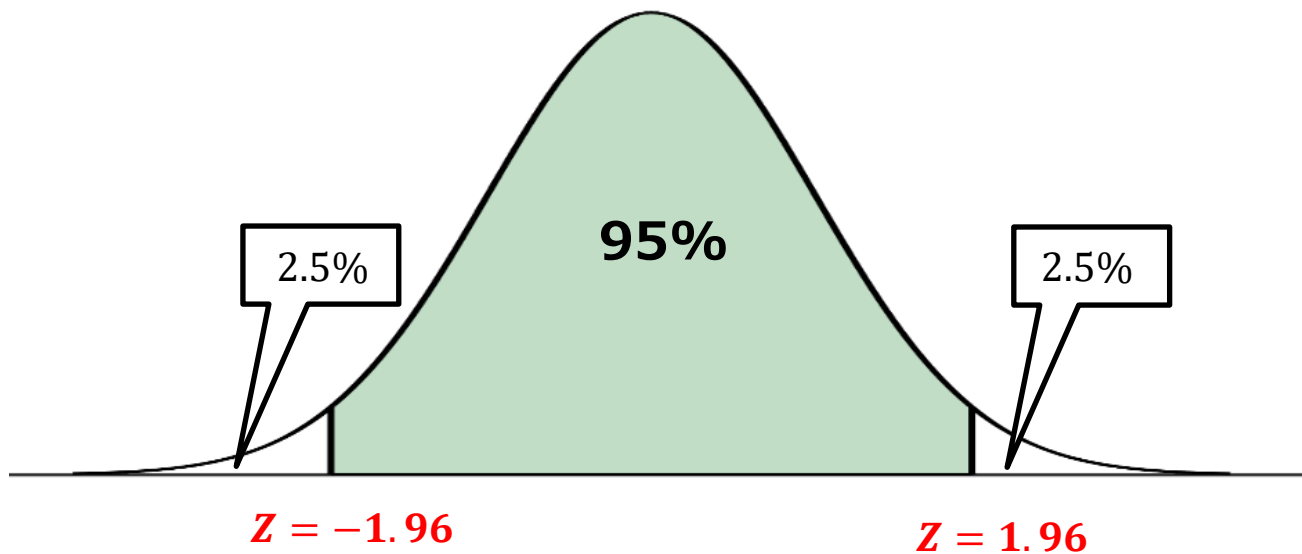


0.975を探す！ $Z = 1.96$

Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z .

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

$z=1.96$ は重要な数値！

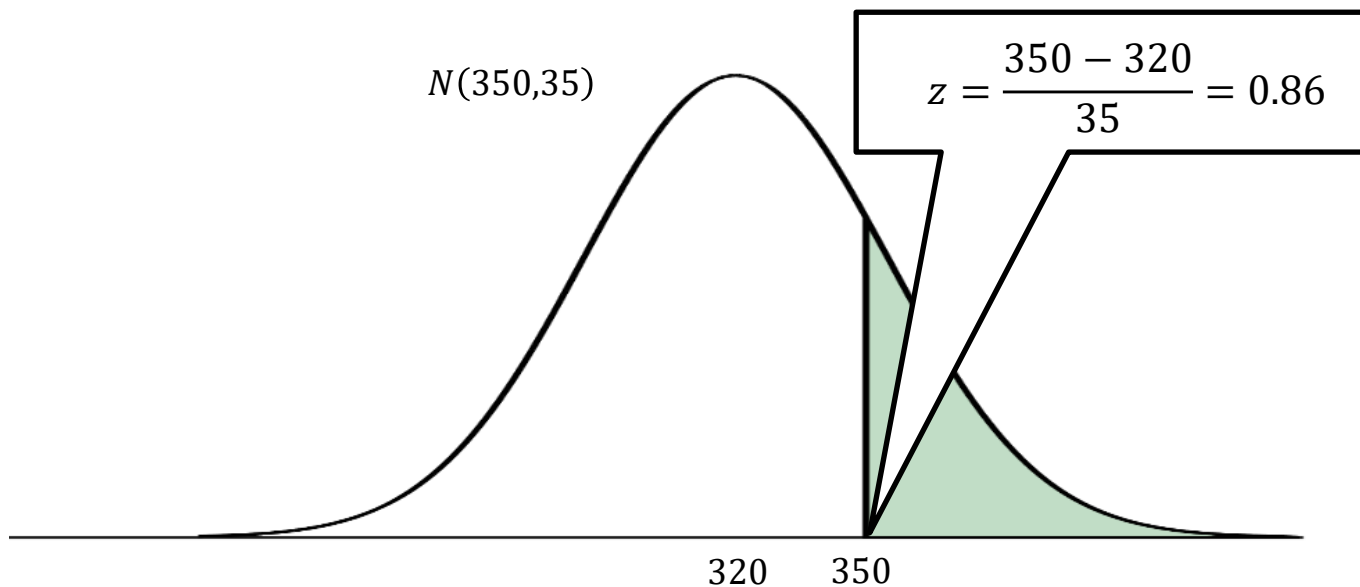


問題

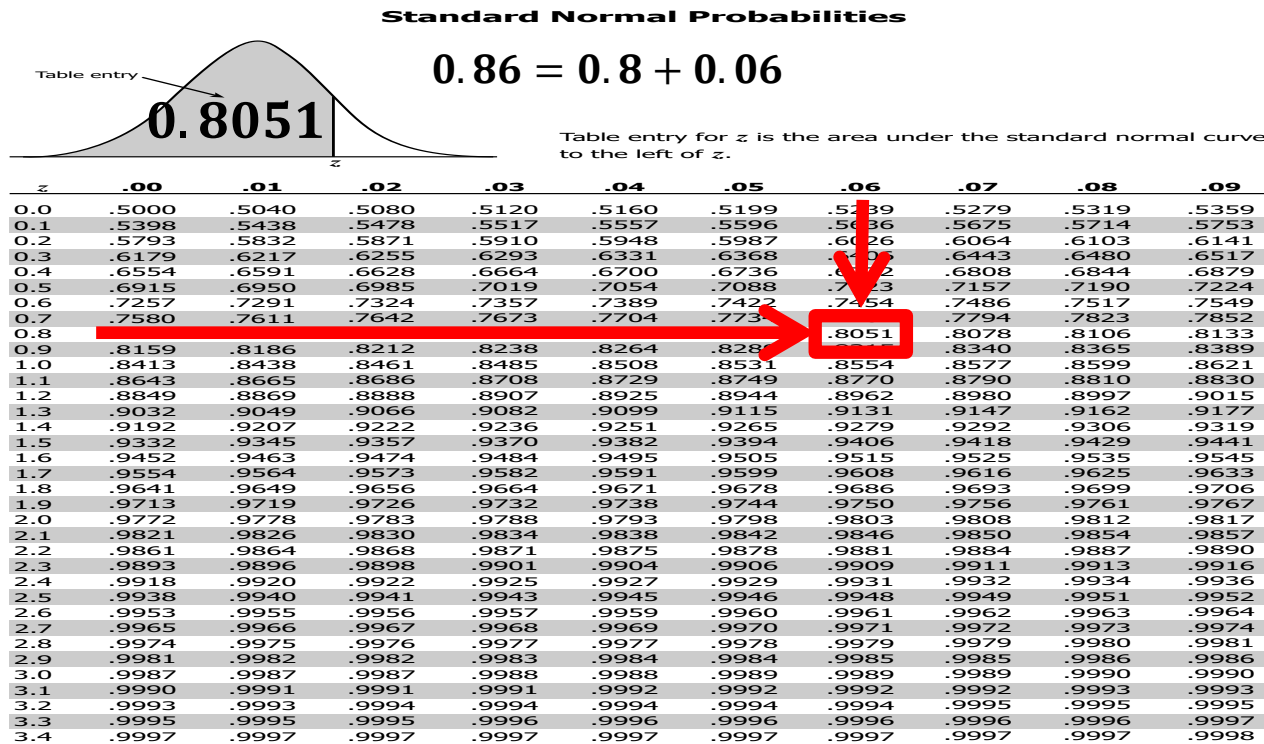
ある企業がイベントを開催すると、過去のデータから来客数の平均が320人、標準偏差が35人であることが分かっている。この企業が開催する次回イベントで

- (1) 来客数が350人以上である確率を求めよ。
- (2) 客数が300人以下である確率を求めよ。

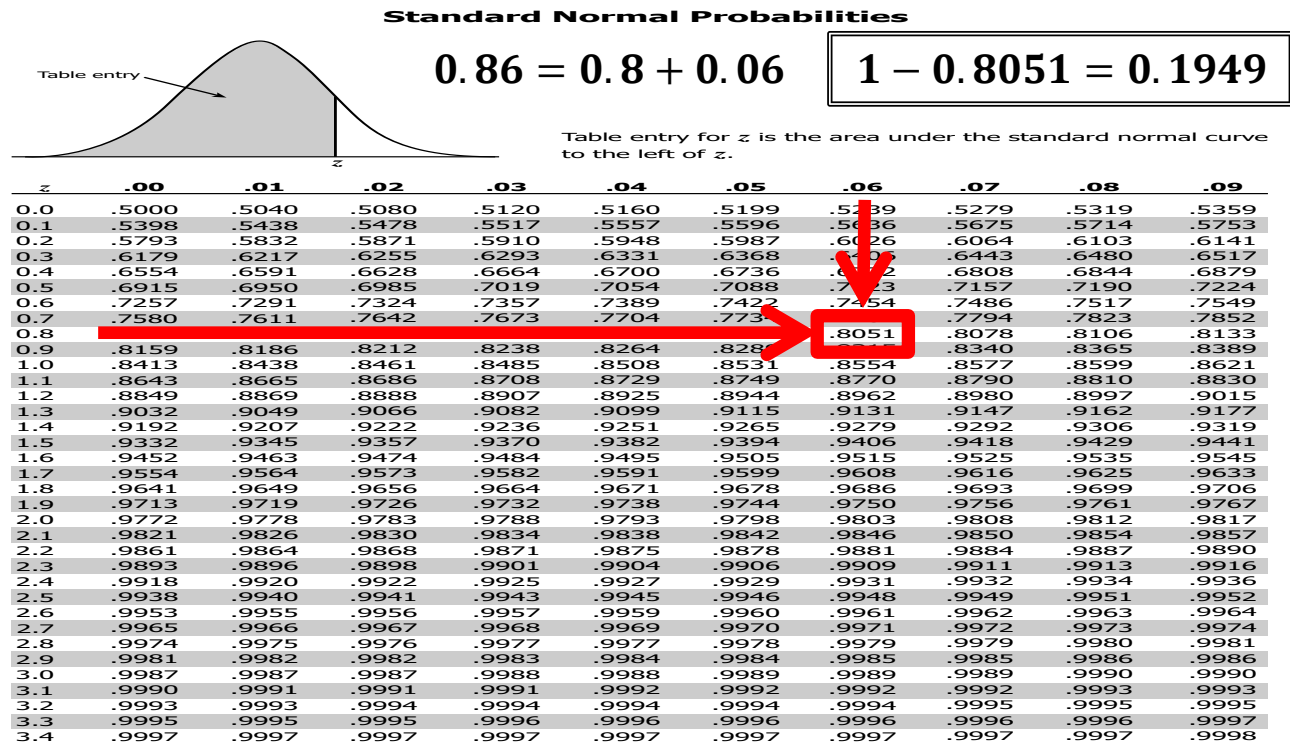
350人以上の確率（z表を使った求め方）



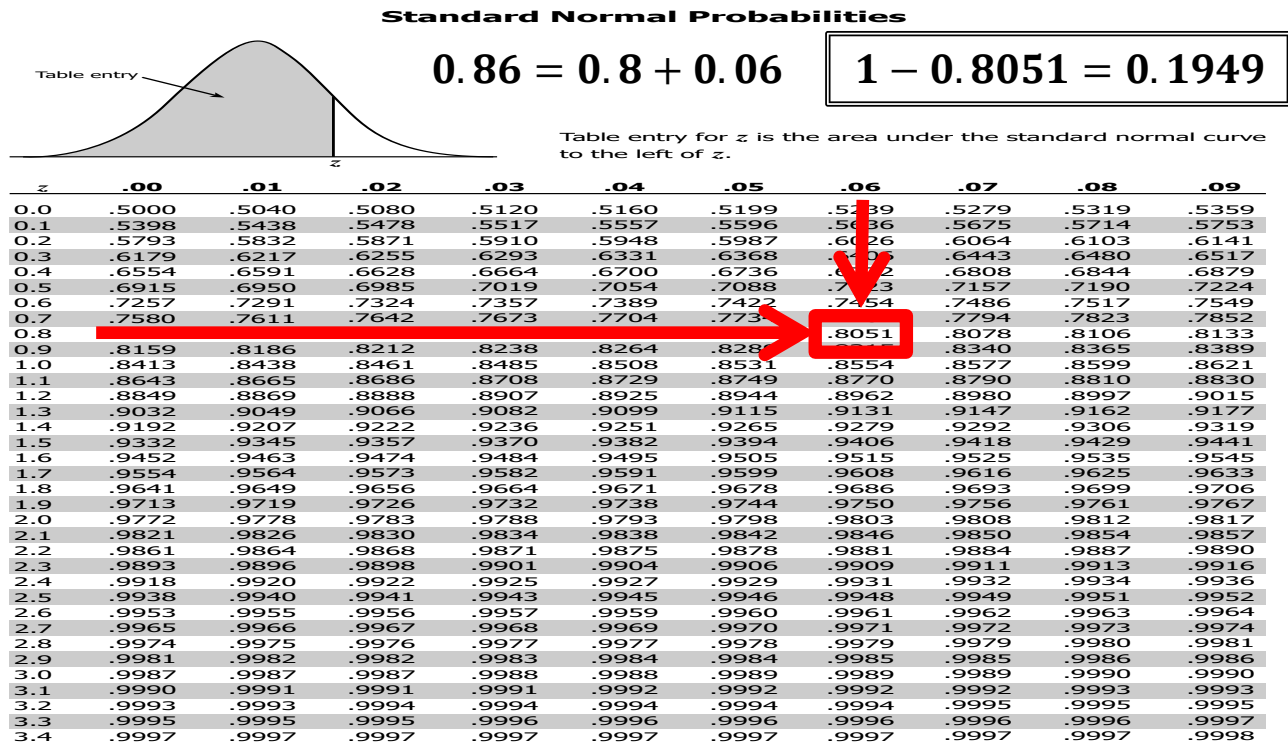
350人以上の確率（z表を使った求め方）



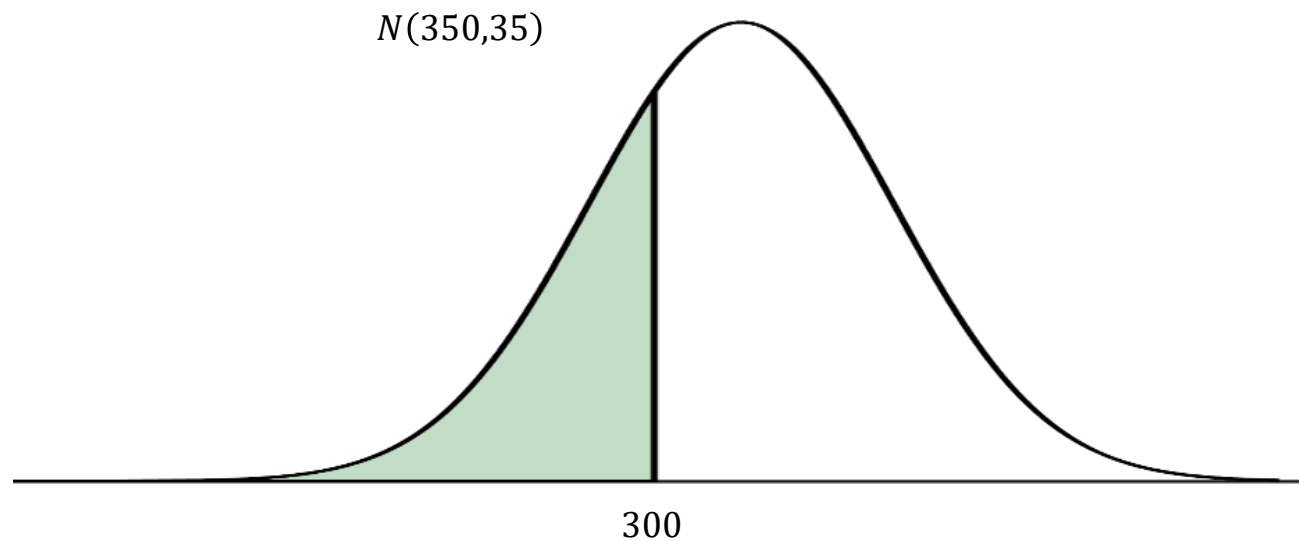
350人以上の確率（z表を使った求め方）



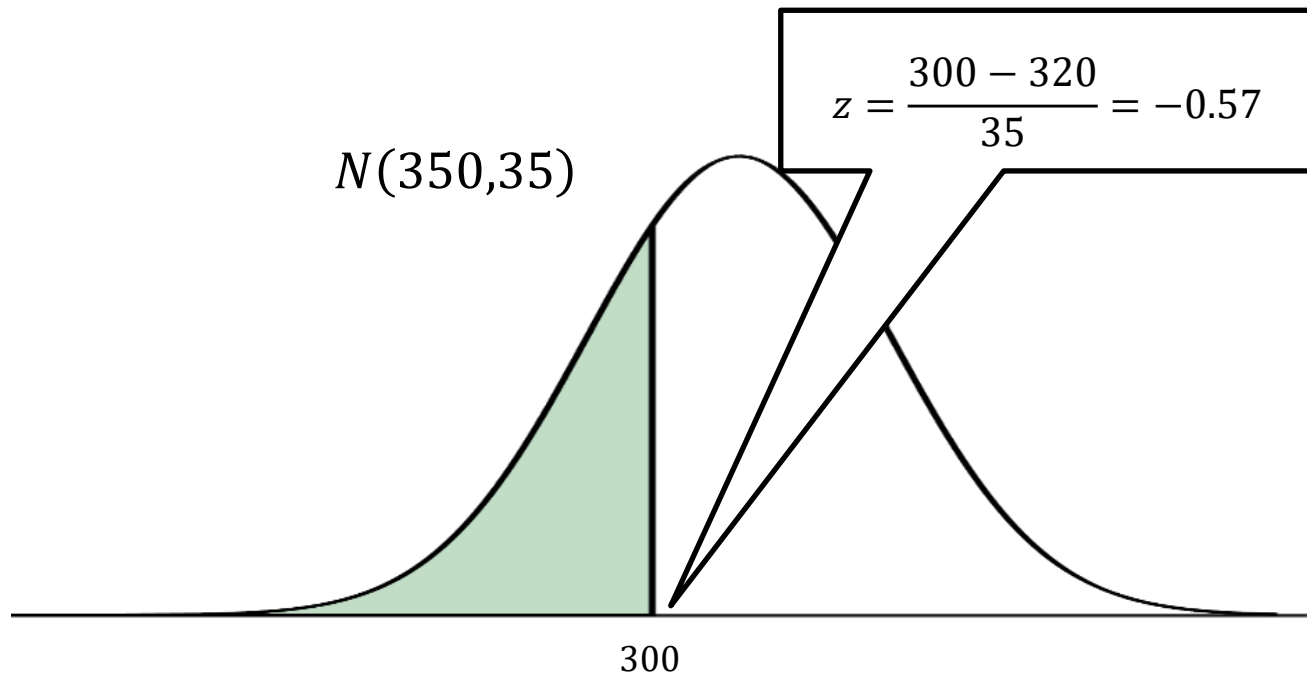
350人以上の確率（z表を使った求め方）



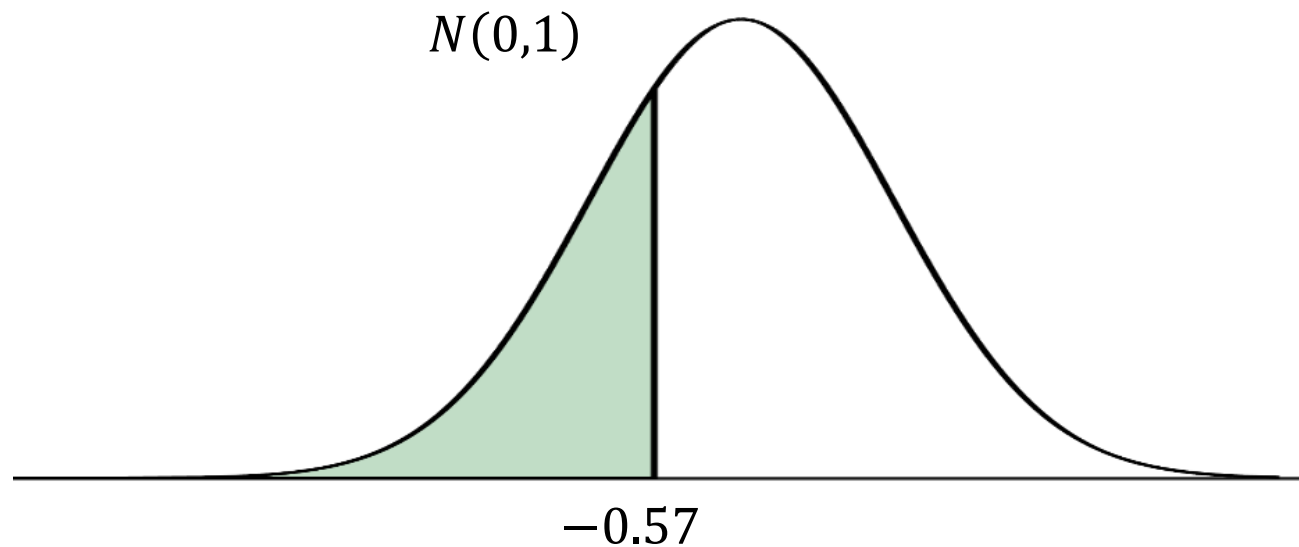
300人以下の確率（z表を使った求め方）



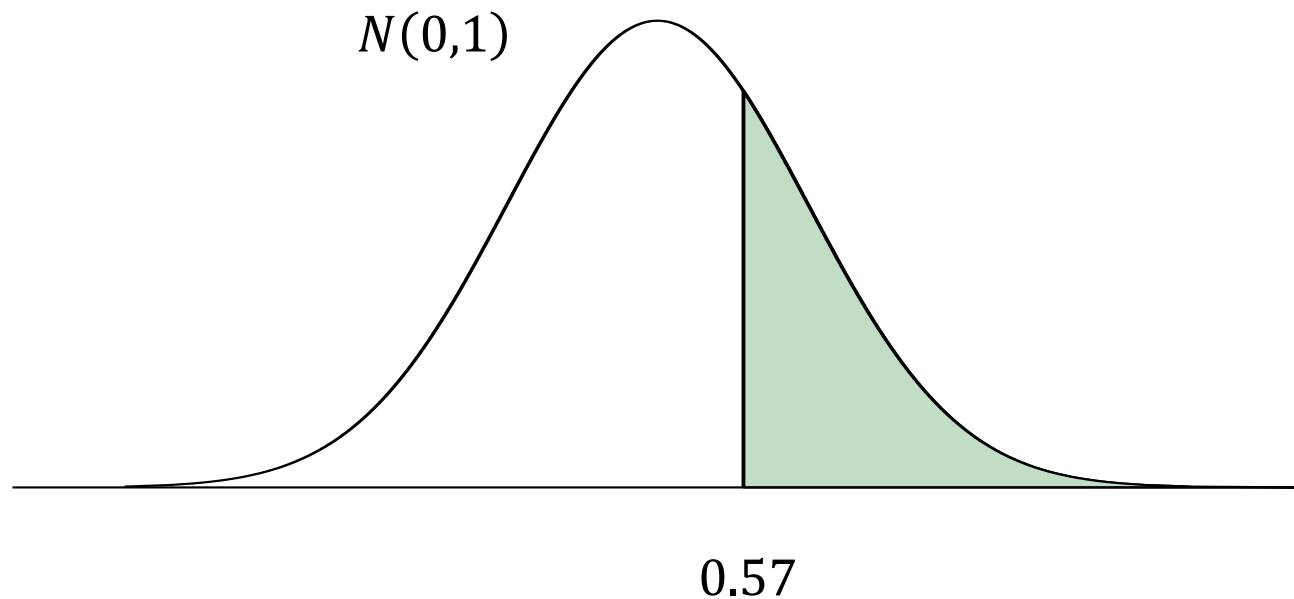
300人以下の確率（z表を使った求め方）



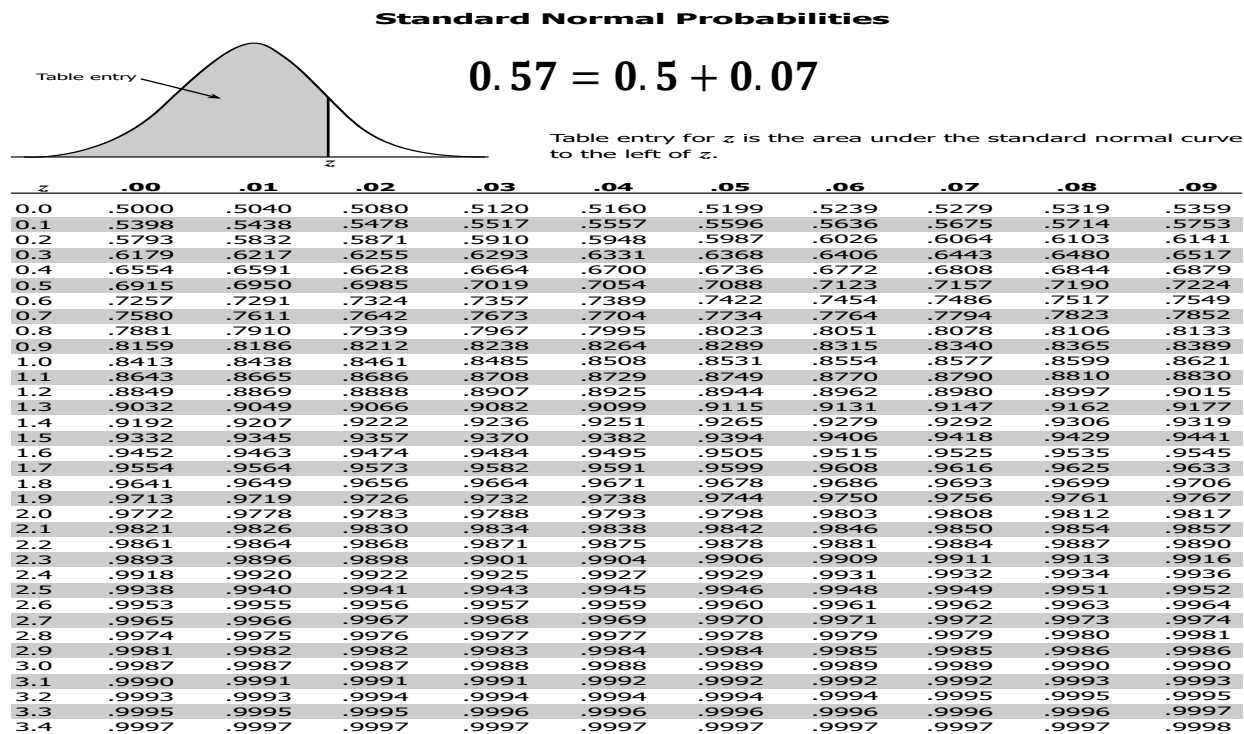
300人以下の確率（z表を使った求め方）



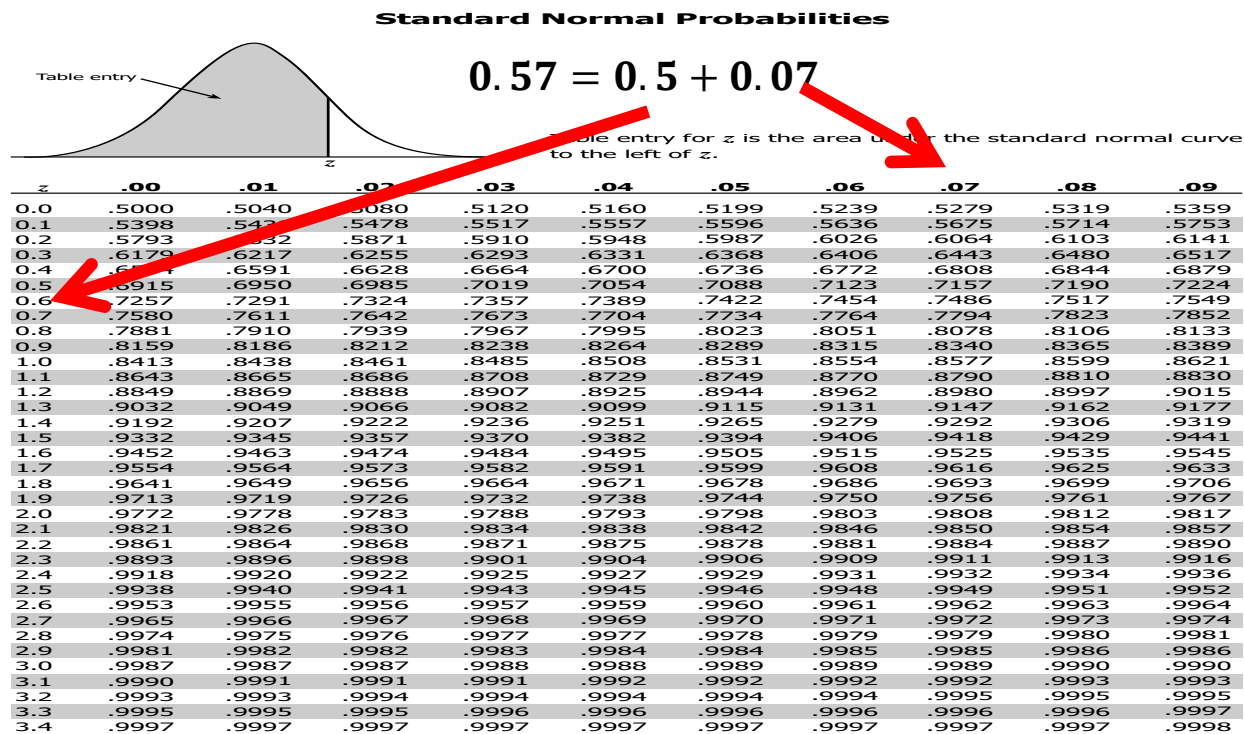
300人以下の確率（z表を使った求め方）



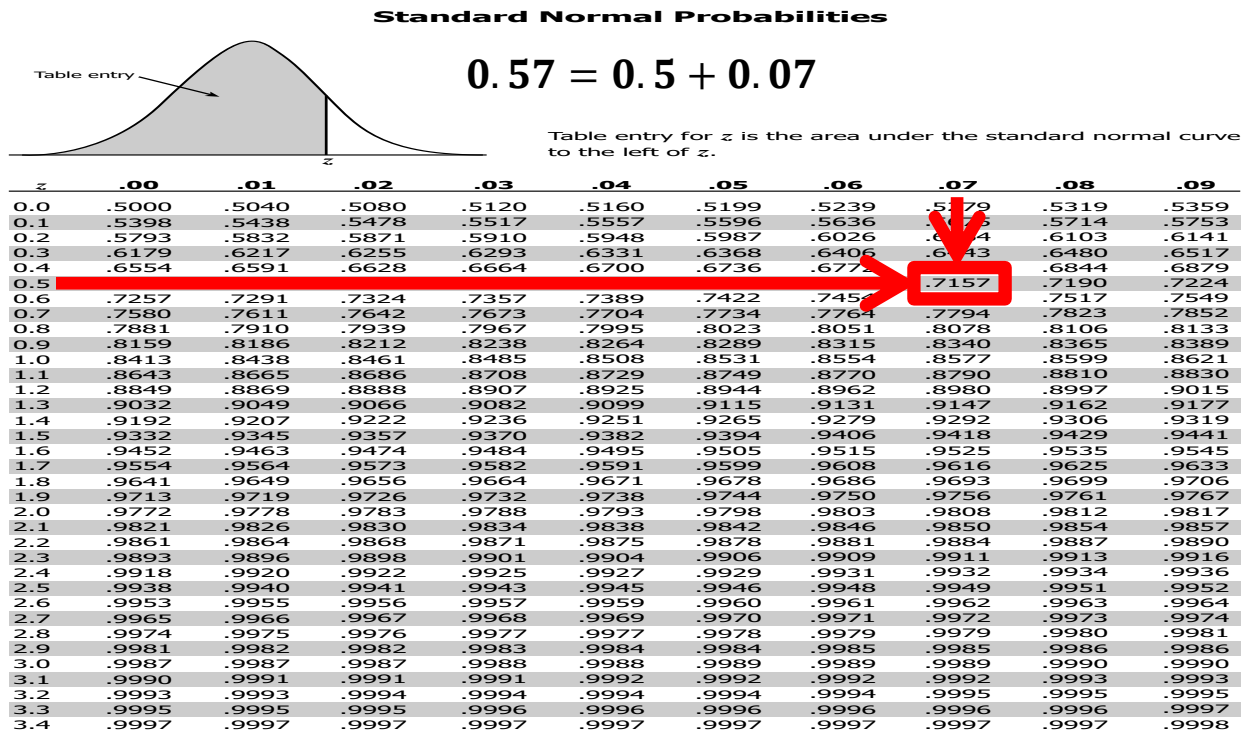
300人以下の確率（z表を使った求め方）



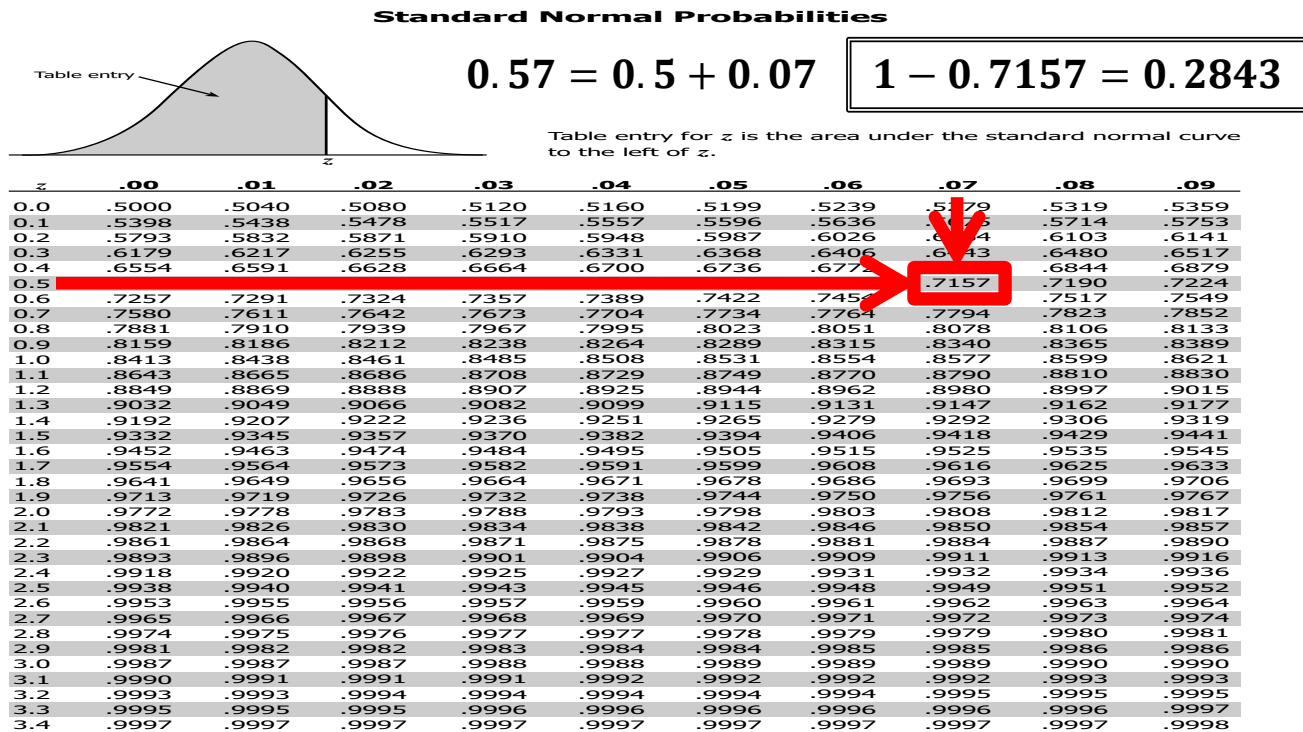
300人以下の確率（z表を使った求め方）



300人以下の確率（z表を使った求め方）

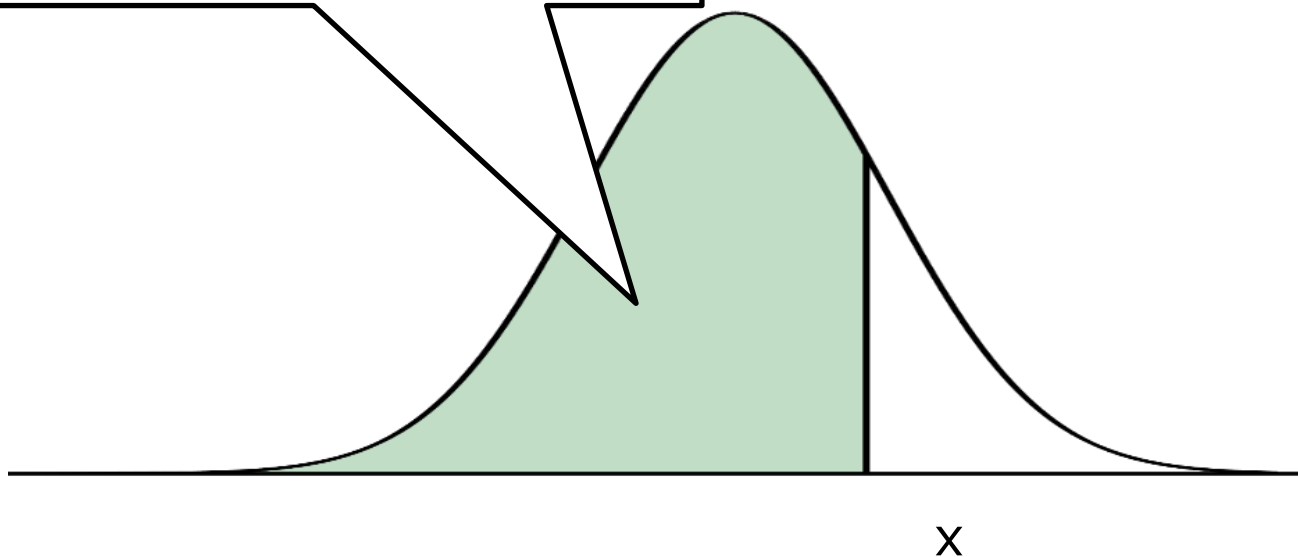


300人以下の確率（z表を使った求め方）

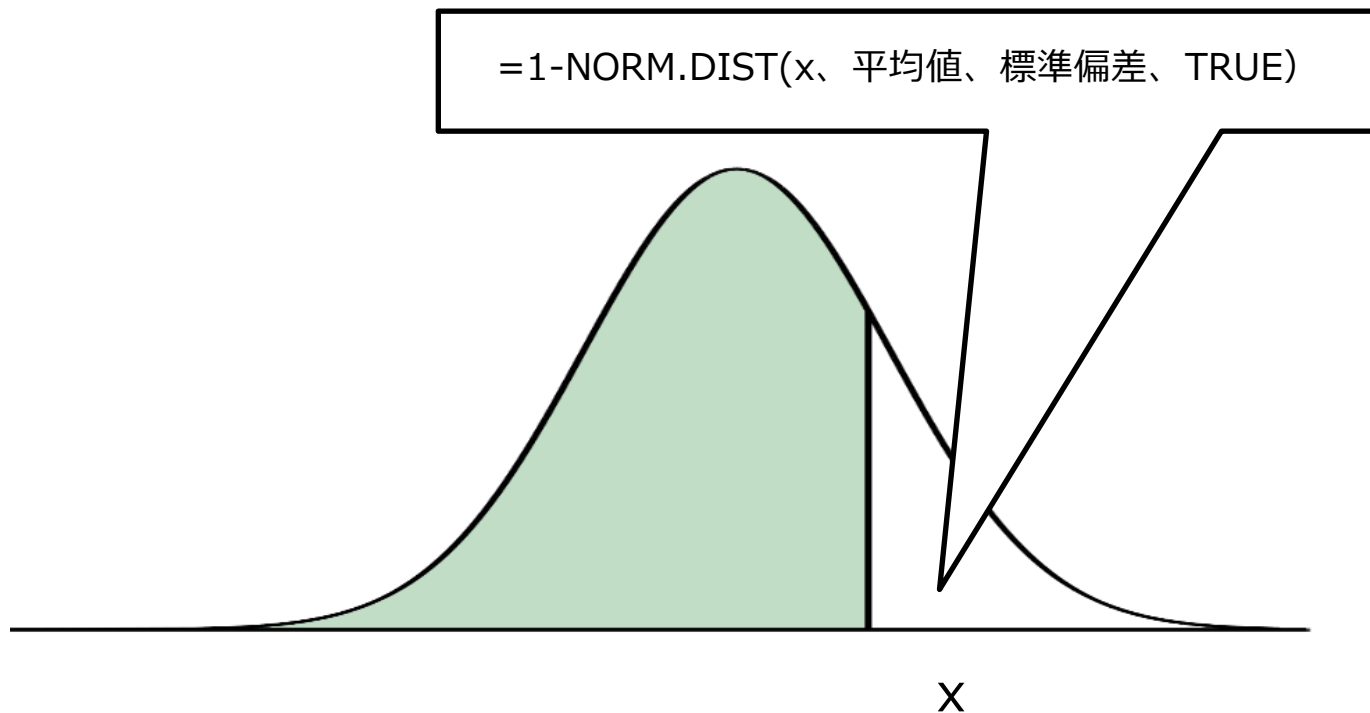


エクセル関数を使った確率の求め方

=NORM.DIST(x、平均値、標準偏差、TRUE)



エクセル関数を使った確率の求め方

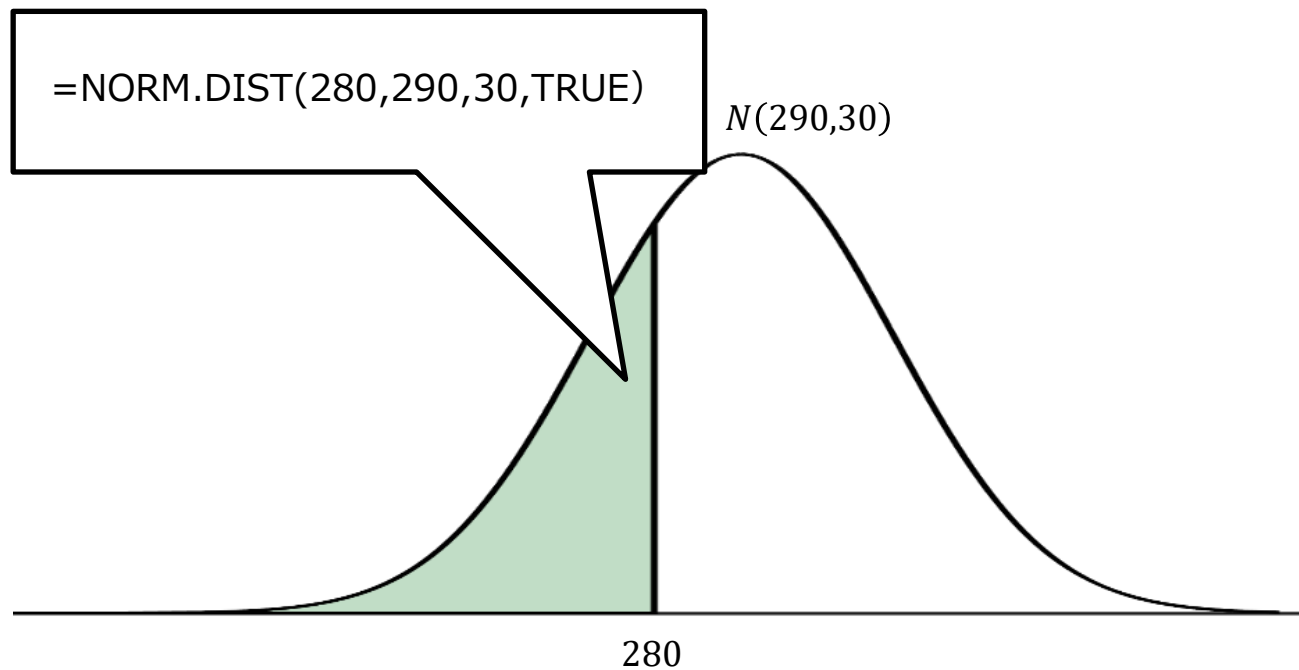


問題 1 (Excel) 演習

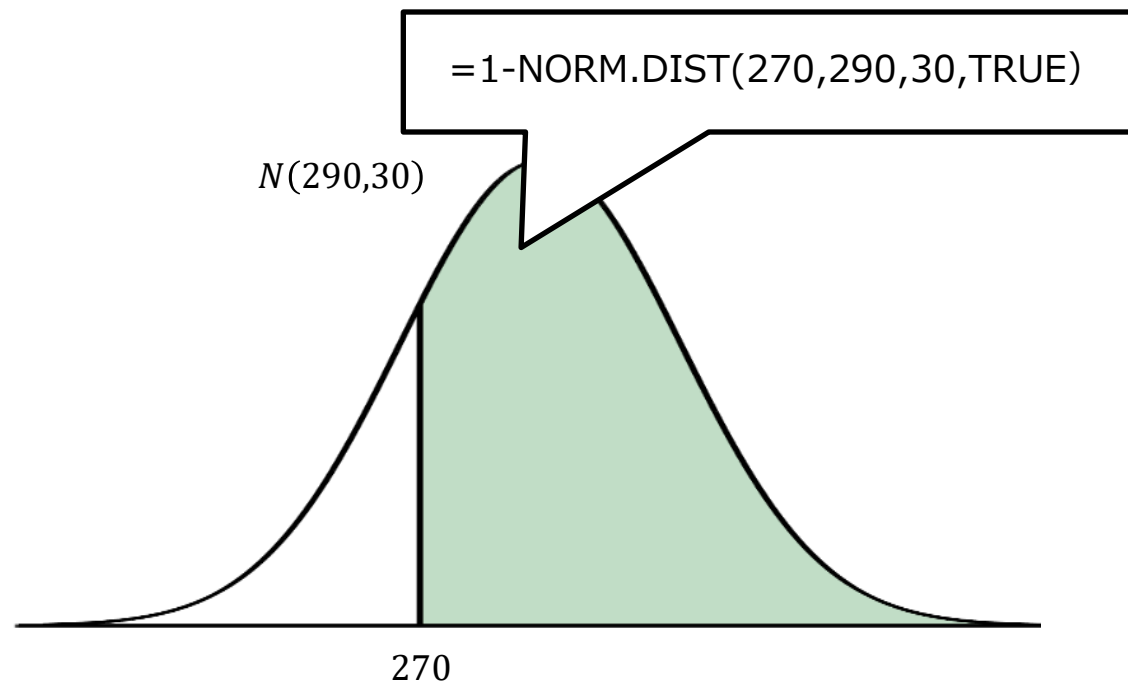
株価Aは平均株価が290円、標準偏差が30円の正規分布に従い、変動することがわかっています。この時、

- (1) 株価Aが280円以下を変動する確率を求めよ。
- (2) 株価Aが270円以上を変動する確率を求めよ。

株価Aが280円以下を変動する確率



株価Aが270円以上を変動する確率



4. 確率変数と確率分布

今日のコンテンツ

- 4-1 確率変数
- 4-2 期待値と分散
- 4-3 離散型と連続型確率変数
- 4-4 確率密度関数と確率
- 4-5 正規分布とz値
- 4-6 t分布

4. 確率変数と確率分布

今日のコンテンツ

- 4-1 確率変数
- 4-2 期待値と分散
- 4-3 離散型と連続型確率変数
- 4-4 確率密度関数と確率
- 4-5 正規分布とz値
- 4-6 t分布

理論分布の例

▼ 現象を表現

- 2項分布
- 負の2項分布
- 幾何分布
- 超幾何分布
- ポアソン分布
- 正規分布
- 指数分布
- ワイブル分布
-

▼ 統計量の分布

- t分布
- F分布
- χ^2 乗分布
- ...

t分布とは？

- (1) t分布は母平均についての推定 や検定の問題に利用される分布。
- (2) t分布は標準正規分布とよく似た形の分布で、パラメータである「自由度」によって分布の形が変わるという特徴を持っている
- (3) 自由度が大きくなるにつれて、標準正規分布に近づく

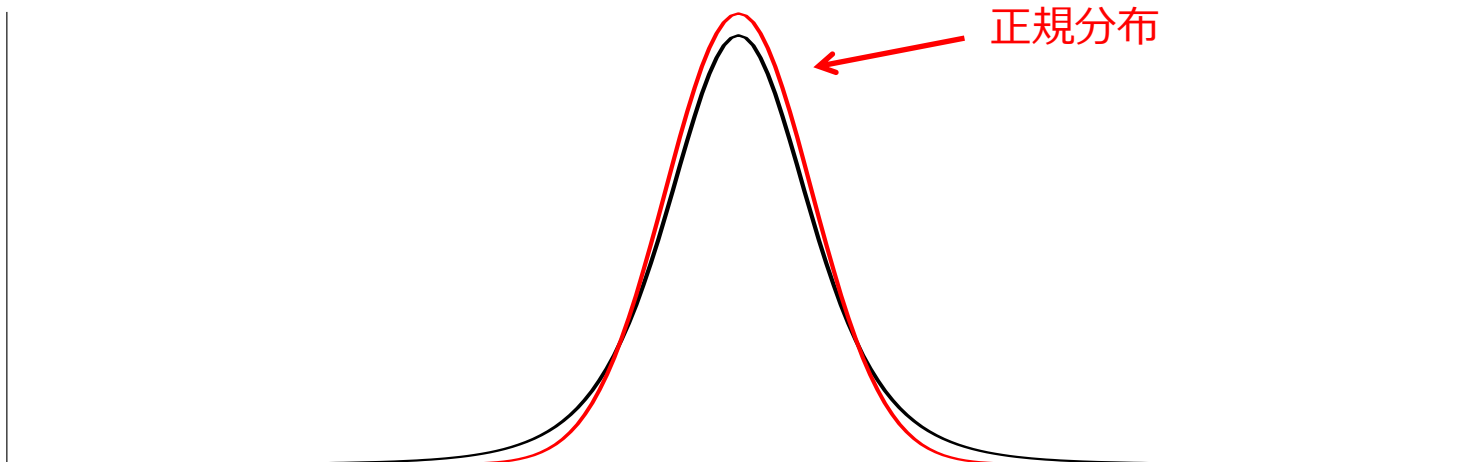
t分布とは？

- (1) t分布は母平均についての推定 や検定の問題に利用される分布。
- (2) t分布は標準正規分布とよく似た形の分布で、パラメータである「自由度」によって分布の形が変わるという特徴を持っている
- (3) 自由度が大きくなるにつれて、標準正規分布に近づく

$N(\mu, \sigma^2)$ に従う母集団から n 個のサンプルが抽出された場合、統計量 t は、自由度 $(n - 1)$ の t 分布に従う。

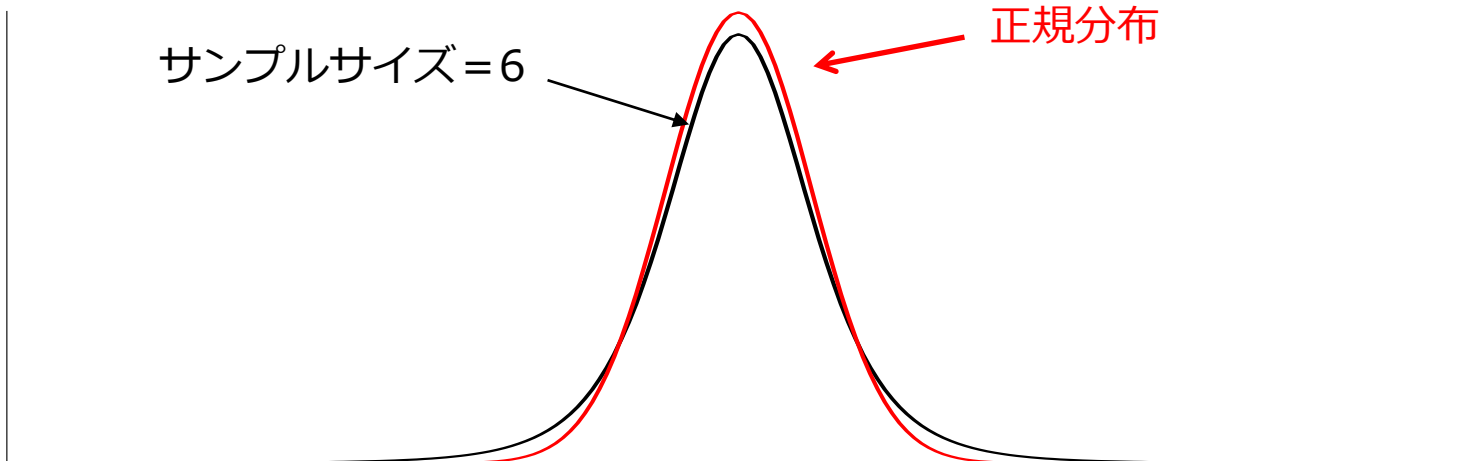
t分布とは？

- (1) t分布は母平均についての推定 や検定の問題に利用される分布。
- (2) t分布は標準正規分布とよく似た形の分布で、パラメータである「自由度」によって分布の形が変わるという特徴を持っている
- (3) 自由度が大きくなるにつれて、標準正規分布に近づく



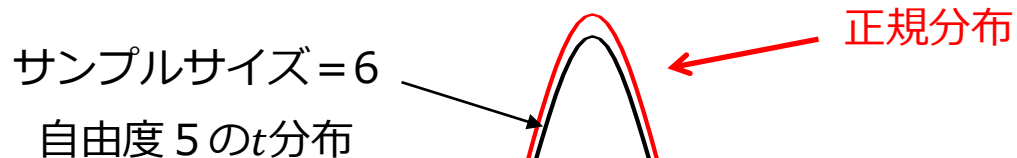
t分布とは？

- (1) t分布は母平均についての推定 や検定の問題に利用される分布。
- (2) t分布は標準正規分布とよく似た形の分布で、パラメータである「自由度」によって分布の形が変わるという特徴を持っている
- (3) 自由度が大きくなるにつれて、標準正規分布に近づく



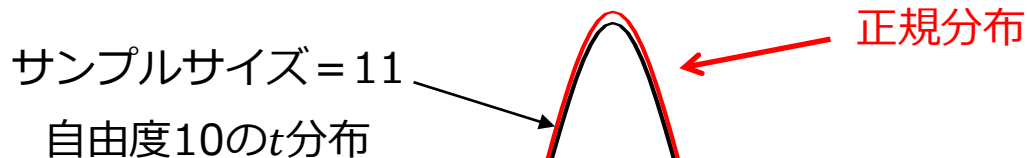
t分布とは？

- (1) t分布は母平均についての推定 や検定の問題に利用される分布。
- (2) t分布は標準正規分布とよく似た形の分布で、パラメータである「自由度」によって分布の形が変わるという特徴を持っている
- (3) 自由度が大きくなるにつれて、標準正規分布に近づく



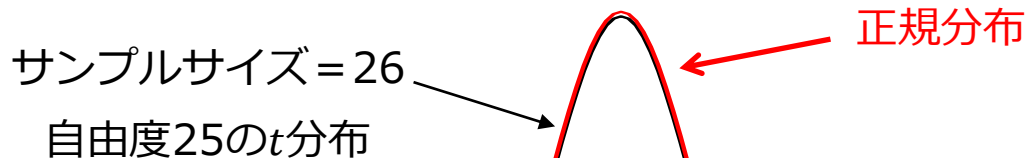
t分布とは？

- (1) t分布は母平均についての推定 や検定の問題に利用される分布。
- (2) t分布は標準正規分布とよく似た形の分布で、パラメータである「自由度」によって分布の形が変わるという特徴を持っている
- (3) 自由度が大きくなるにつれて、標準正規分布に近づく



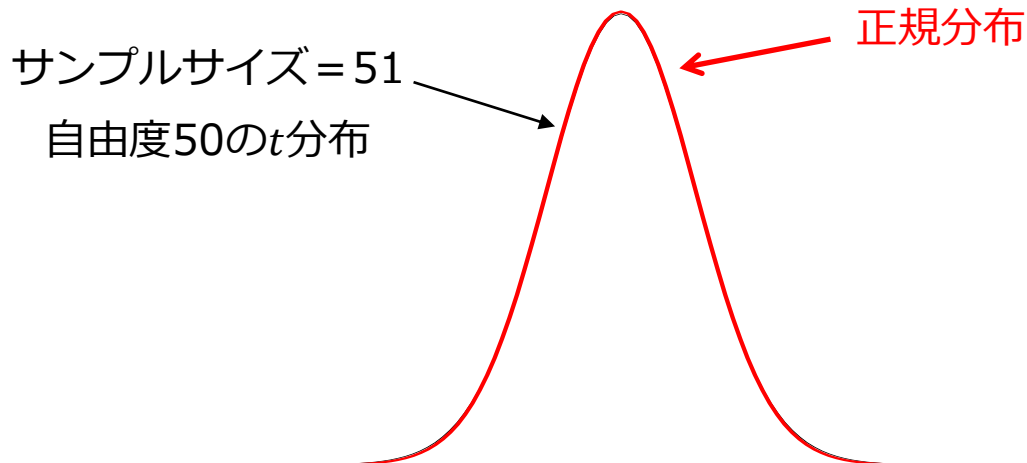
t分布とは？

- (1) t分布は母平均についての推定 や検定の問題に利用される分布。
- (2) t分布は標準正規分布とよく似た形の分布で、パラメータである「自由度」によって分布の形が変わるという特徴を持っている
- (3) 自由度が大きくなるにつれて、標準正規分布に近づく

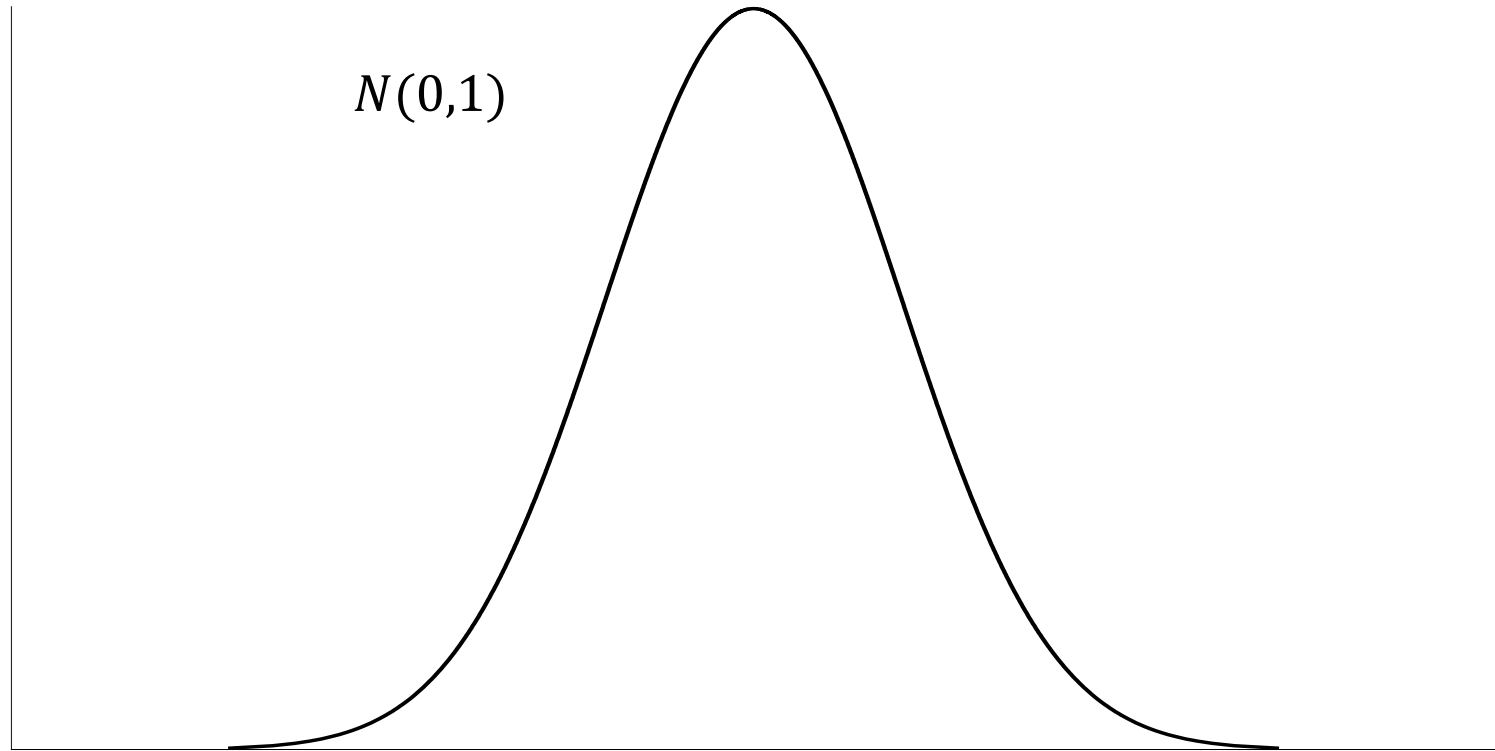


t分布とは？

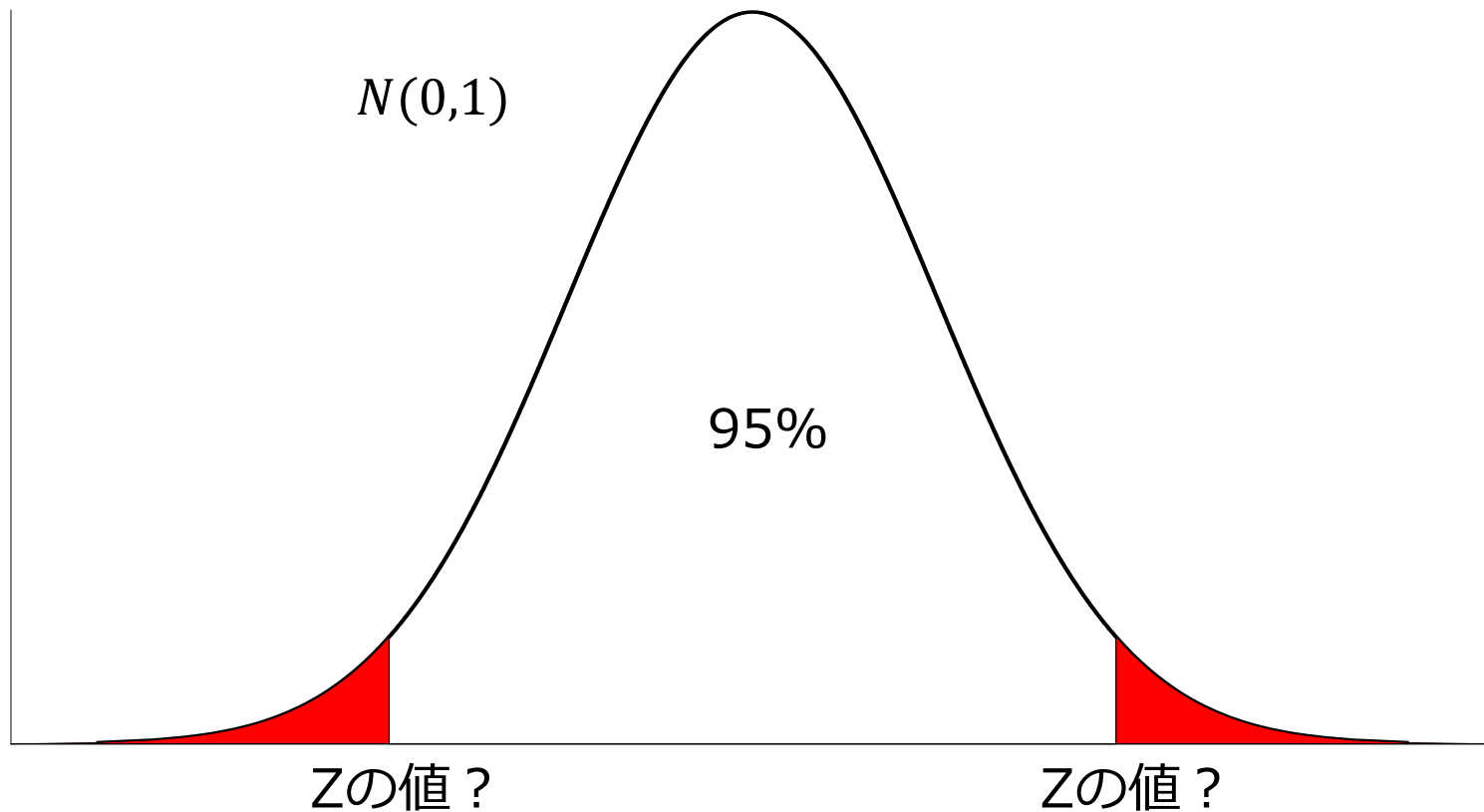
- (1) t分布は母平均についての推定 や検定の問題に利用される分布。
- (2) t分布は標準正規分布とよく似た形の分布で、パラメータである「自由度」によって分布の形が変わるという特徴を持っている
- (3) 自由度が大きくなるにつれて、標準正規分布に近づく



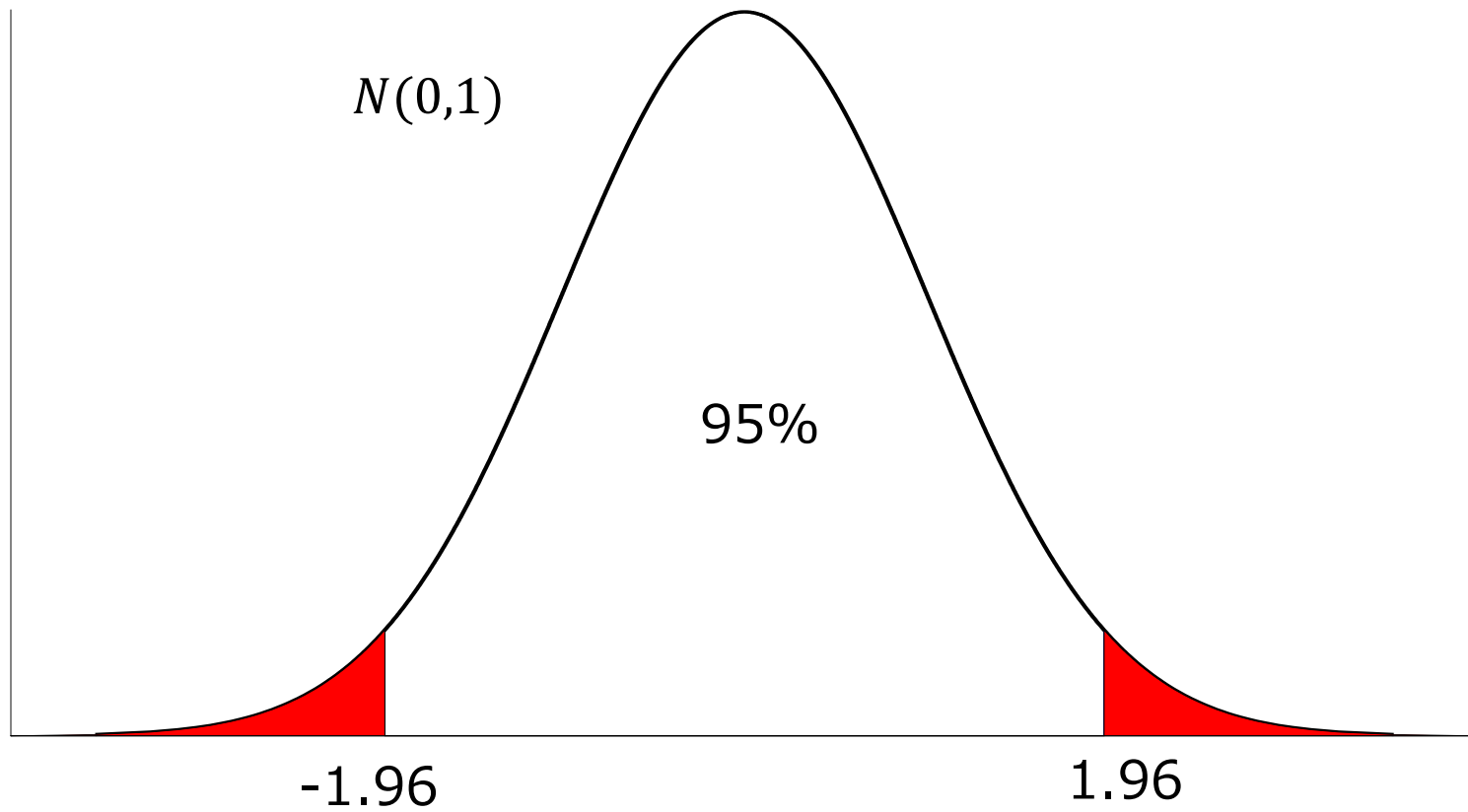
t分布とは？



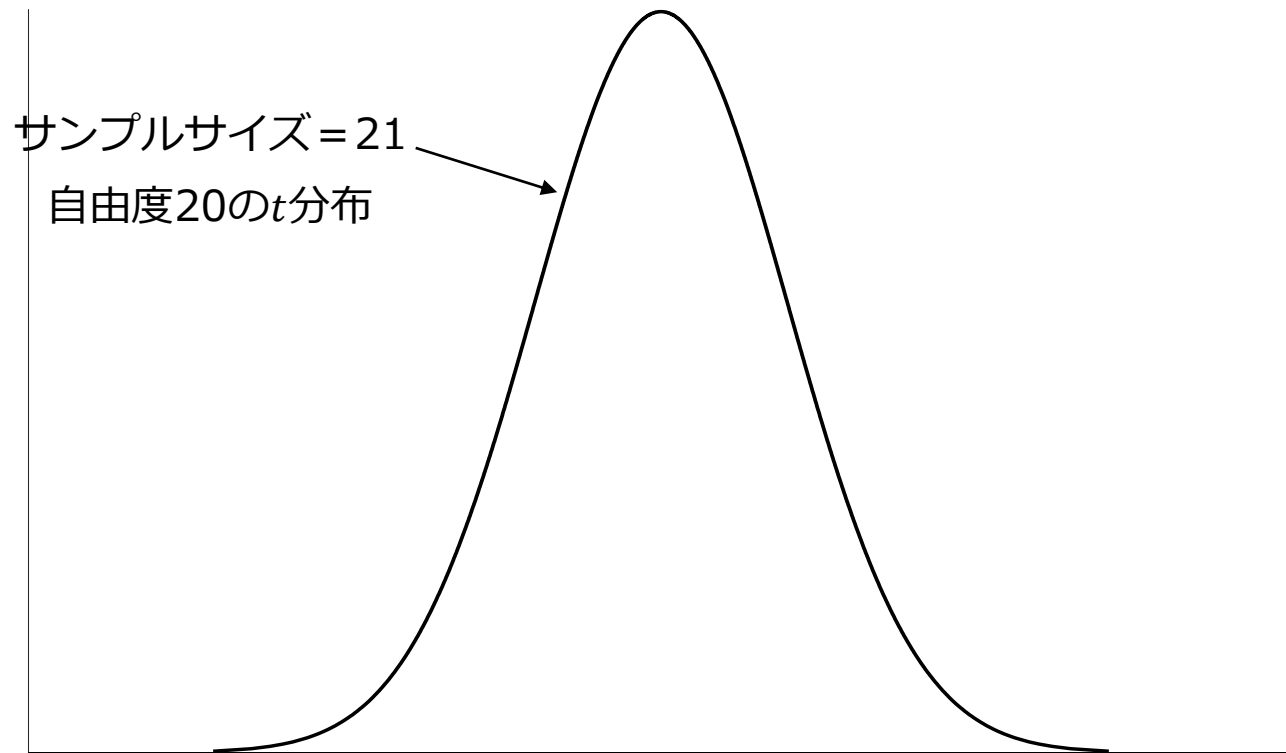
t分布とは？



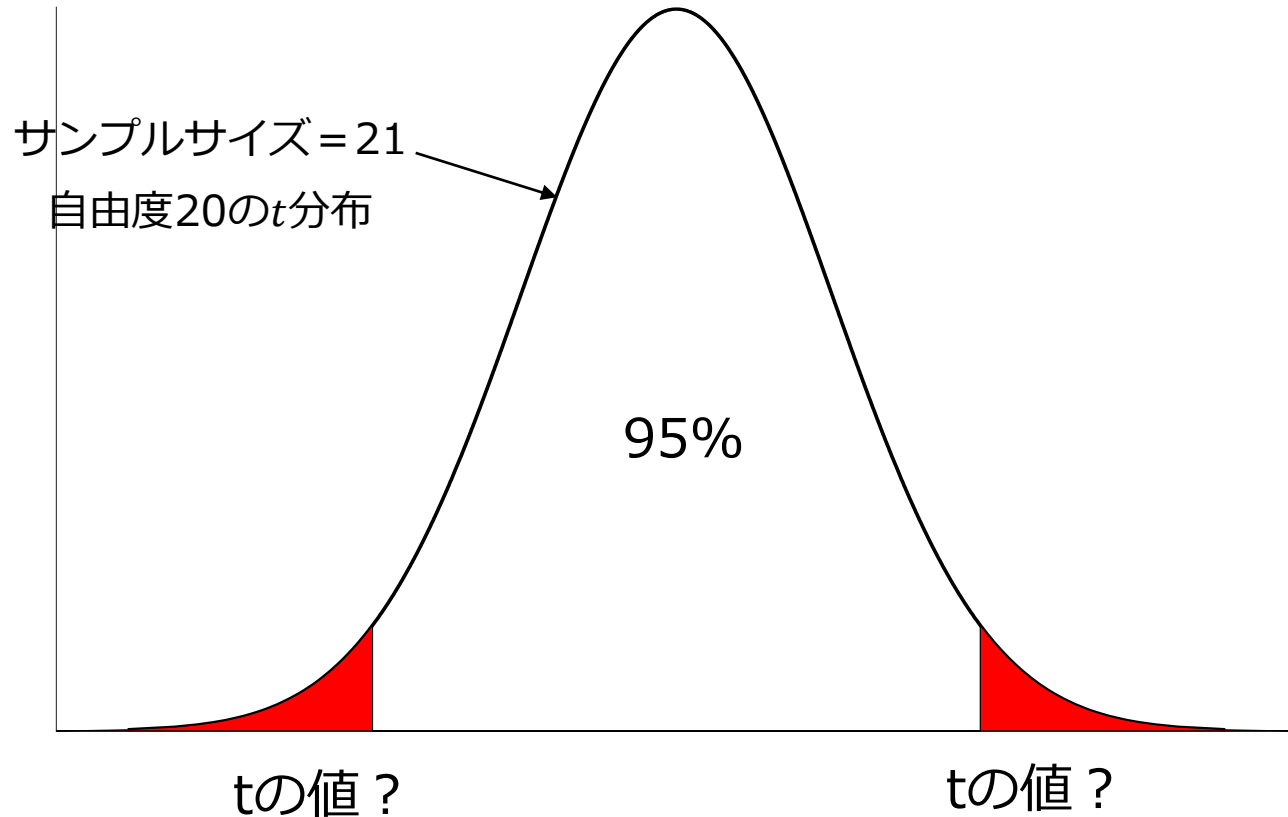
t分布とは？



t分布とは？



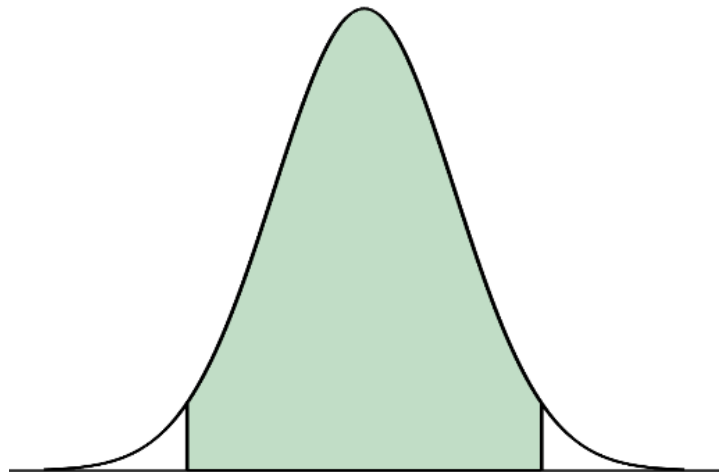
t分布とは？



T表の読み方

t分布表(危険率 α 、両側)

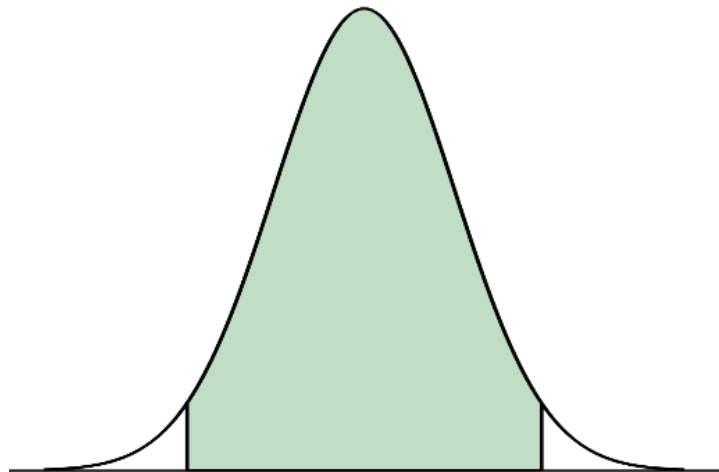
自由度 f	α			
	0.1	0.05	0.02	0.01
1	6.314	12.706	31.821	63.657
2	2.920	4.303	6.965	9.925
3	2.353	3.182	4.541	5.841
4	2.132	2.776	3.747	4.604
5	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.729	2.093	2.539	2.851
20	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.699	2.045	2.462	2.758
30	1.697	2.042	2.457	2.750



T表の読み方

t分布表(危険率 α 、両側)

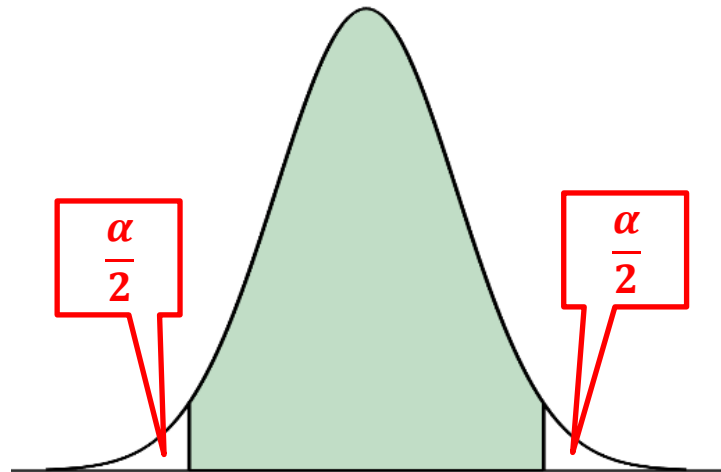
自由度 f	α			
	0.1	0.05	0.02	0.01
1	6.314	12.706	31.821	63.657
2	2.920	4.303	6.965	9.925
3	2.353	3.182	4.541	5.841
4	2.132	2.776	3.747	4.604
5	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.729	2.093	2.539	2.851
20	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.699	2.045	2.462	2.758
30	1.697	2.042	2.457	2.750



T表の読み方

t分布表(危険率 α 、両側)

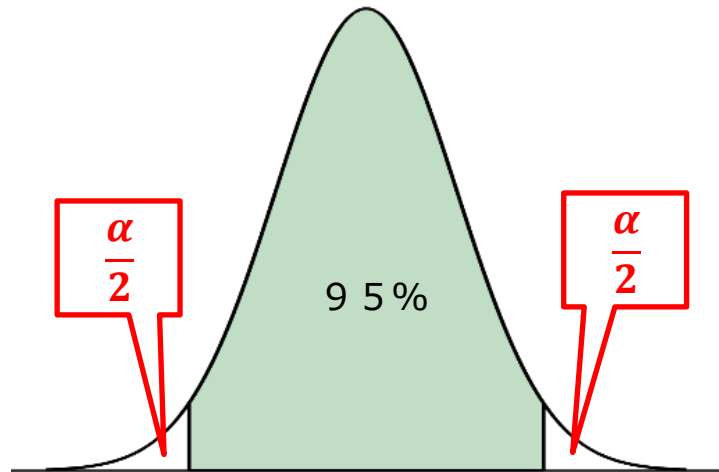
自由度 f	α			
	0.1	0.05	0.02	0.01
1	6.314	12.706	31.821	63.657
2	2.920	4.303	6.965	9.925
3	2.353	3.182	4.541	5.841
4	2.132	2.776	3.747	4.604
5	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.729	2.093	2.539	2.851
20	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.699	2.045	2.462	2.758
30	1.697	2.042	2.457	2.750



T表の読み方

t分布表(危険率 α 、両側)

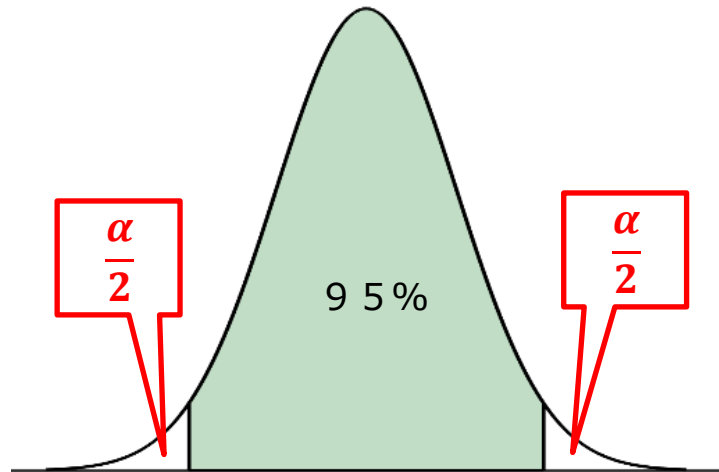
自由度 f	α			
	0.1	0.05	0.02	0.01
1	6.314	12.706	31.821	63.657
2	2.920	4.303	6.965	9.925
3	2.353	3.182	4.541	5.841
4	2.132	2.776	3.747	4.604
5	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.729	2.093	2.539	2.851
20	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.699	2.045	2.462	2.758
30	1.697	2.042	2.457	2.750



T表の読み方

t分布表(危険率 α 、両側)

自由度 f	α			
	0.1	0.05	0.02	0.01
1	6.314	12.706	31.821	63.657
2	2.920	4.303	6.965	9.925
3	2.353	3.182	4.541	5.841
4	2.132	2.776	3.747	4.604
5	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.729	2.093	2.539	2.851
20	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.699	2.045	2.462	2.758
30	1.697	2.042	2.457	2.750

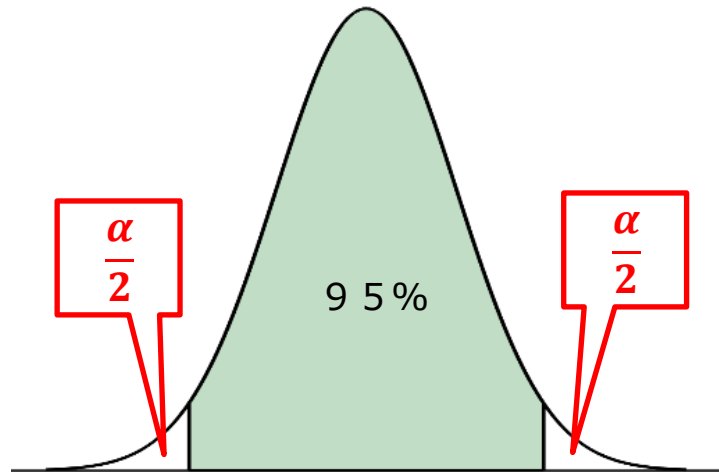


T表の読み方

t分布表(危険率 α 、両側)

自由度 f	α			
	0.1	0.05	0.02	0.01
1	6.314	12.706	31.821	63.657
2	2.920	4.303	6.965	9.925
3	2.353	3.182	4.541	5.841
4	2.132	2.776	3.747	4.604
5	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.729	2.093	2.539	2.851
20	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.699	2.045	2.462	2.758
30	1.697	2.042	2.457	2.750

自由度 = 20

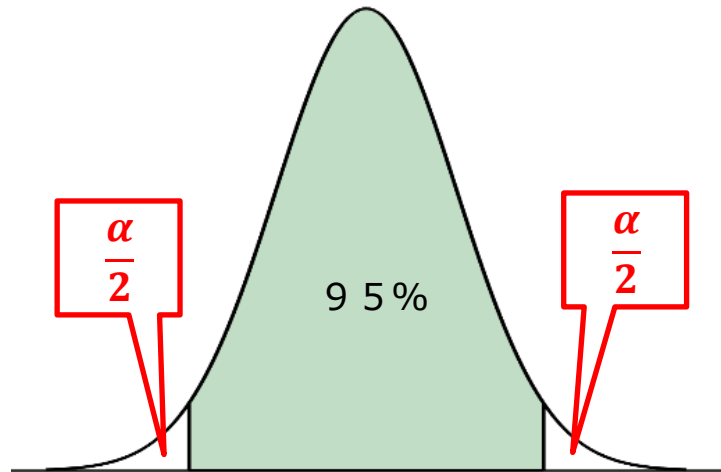


T表の読み方

t分布表(危険率 α 、両側)

自由度 f	α			
	0.1	0.05	0.02	0.01
1	6.314	12.706	31.821	63.657
2	2.920	4.303	6.965	9.925
3	2.353	3.182	4.541	5.841
4	2.132	2.776	3.747	4.604
5	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.699	2.045	2.462	2.758
30	1.697	2.042	2.457	2.750

自由度 = 20

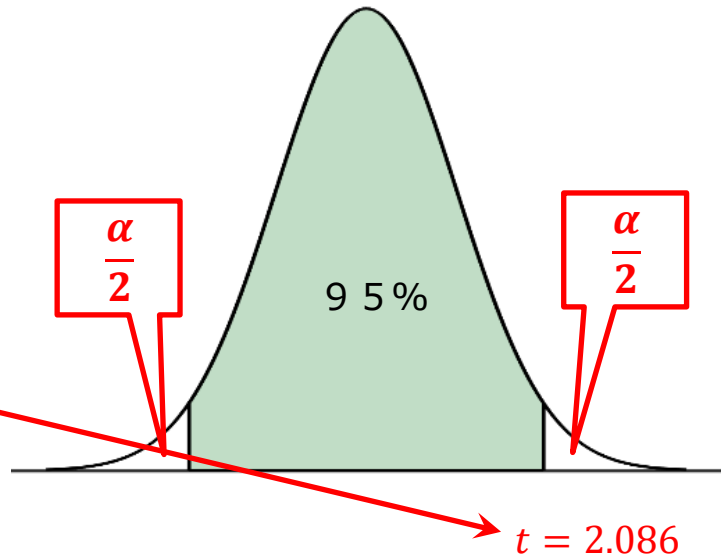


T表の読み方

t分布表(危険率 α 、両側)

自由度 f	α 0.1	0.05	0.02	0.01
1	6.314	12.706	31.821	63.657
2	2.920	4.303	6.965	9.925
3	2.353	3.182	4.541	5.841
4	2.132	2.776	3.747	4.604
5	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.699	2.045	2.462	2.758
30	1.697	2.042	2.457	2.750

自由度 = 20



問題：それぞれt値を求めよ（95%）

データ数	T値
3	
11	
31	
101	

t分布表(危険率 α 、両側)

自由度 f	α			
	0.1	0.05	0.02	0.01
1	6.314	12.706	31.821	63.657
2	2.920	4.303	6.965	9.925
3	2.353	3.182	4.541	5.841
4	2.132	2.776	3.747	4.604
5	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.729	2.093	2.539	2.851
20	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.699	2.045	2.462	2.758
30	1.697	2.042	2.457	2.750

問題：それぞれt値を求めよ（95%）

データ数	T値
3	4.303
11	
31	
101	

t分布表(危険率 α 、両側)

自由度 f	α			
	0.1	0.05	0.02	0.01
1	6.314	12.706	31.821	63.657
2	2.920	4.303	6.965	9.925
3	2.353	3.182	4.541	5.841
4	2.132	2.776	3.747	4.604
5	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.729	2.093	2.539	2.851
20	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.699	2.045	2.462	2.758
30	1.697	2.042	2.457	2.750

問題：それぞれt値を求めよ（95%）

データ数	T値
3	4.303
11	2.228
31	
101	

t分布表(危険率 α 、両側)

自由度 f	α			
	0.1	0.05	0.02	0.01
1	6.314	12.706	31.821	63.657
2	2.920	4.303	6.965	9.925
3	2.353	3.182	4.541	5.841
4	2.132	2.776	3.747	4.604
5	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.729	2.093	2.539	2.851
20	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.699	2.045	2.462	2.758
30	1.697	2.042	2.457	2.750

問題：それぞれt値を求めよ（95%）

データ数	T値
3	4.303
11	2.228
31	2.042
101	

t分布表(危険率 α 、両側)

自由度 f	α			
	0.1	0.05	0.02	0.01
1	6.314	12.706	31.821	63.657
2	2.920	4.303	6.965	9.925
3	2.353	3.182	4.541	5.841
4	2.132	2.776	3.747	4.604
5	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.729	2.093	2.539	2.851
20	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.699	2.045	2.462	2.758
30	1.697	2.042	2.457	2.750

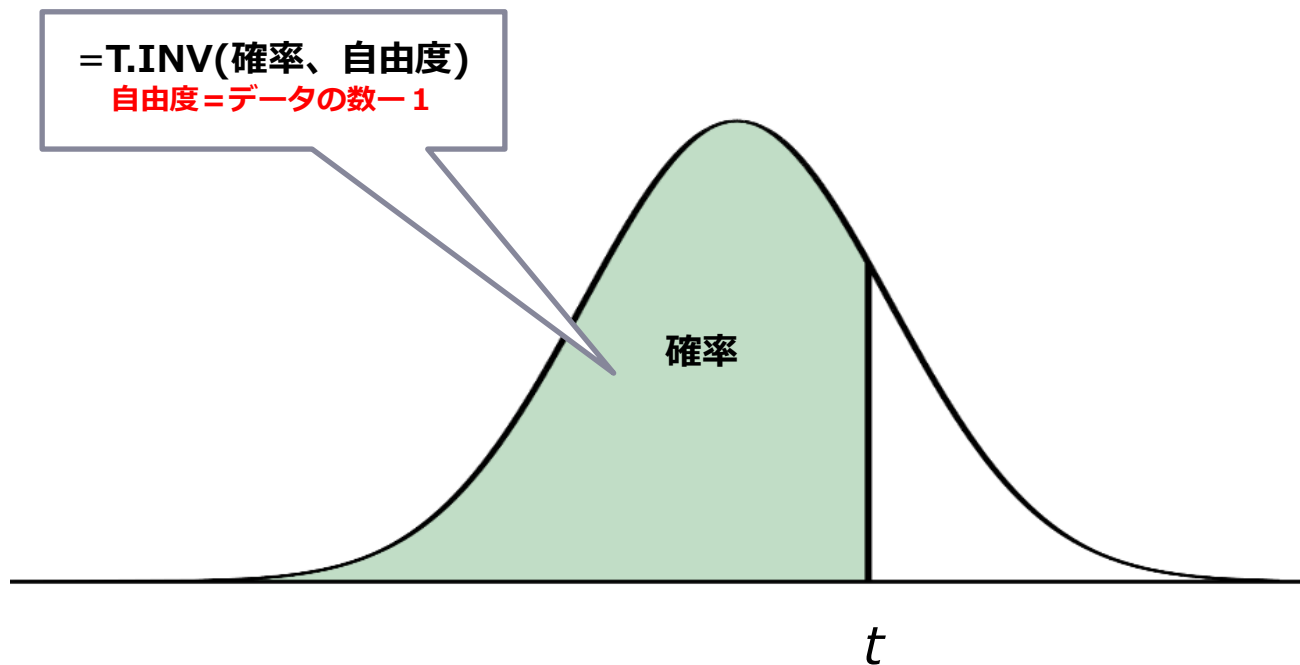
問題：それぞれt値を求めよ（95%）

データ数	T値
3	4.303
11	2.228
31	2.042
101	?

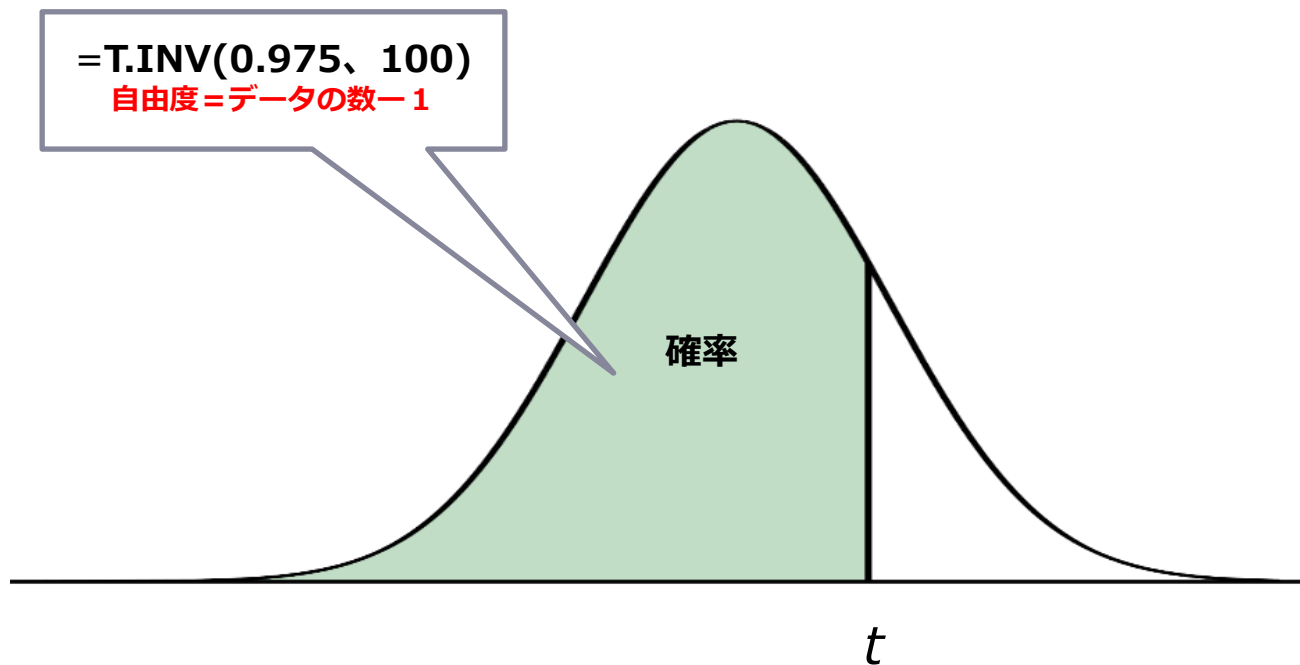
t分布表(危険率 α 、両側)

自由度 f	α			
	0.1	0.05	0.02	0.01
1	6.314	12.706	31.821	63.657
2	2.920	4.303	6.965	9.925
3	2.353	3.182	4.541	5.841
4	2.132	2.776	3.747	4.604
5	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.729	2.093	2.539	2.851
20	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.699	2.045	2.462	2.758
30	1.697	2.042	2.457	2.750

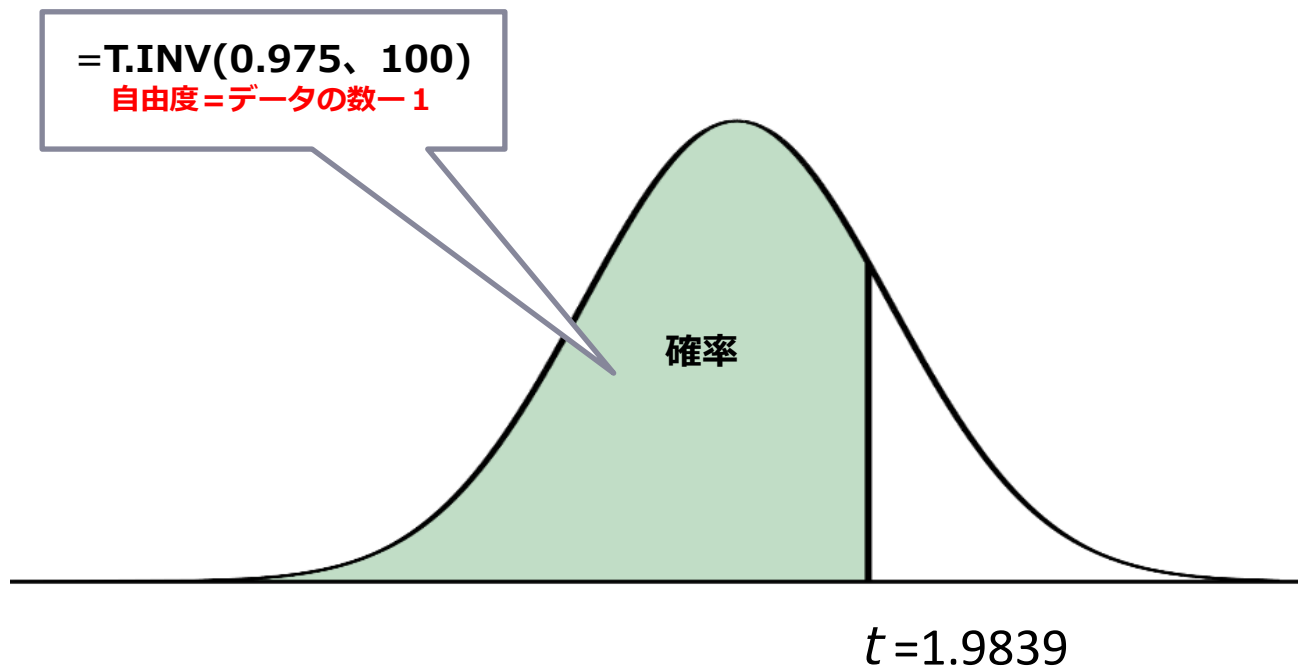
エクセル関数を使ったt値の求め方



エクセル関数を使ったt値の求め方



エクセル関数を使ったt値の求め方



問題：それぞれt値を求めよ（95%）

データ数	T値
3	4.303
11	2.228
31	2.042
101	1.9839

t分布表(危険率 α 、両側)

自由度 f	α			
	0.1	0.05	0.02	0.01
1	6.314	12.706	31.821	63.657
2	2.920	4.303	6.965	9.925
3	2.353	3.182	4.541	5.841
4	2.132	2.776	3.747	4.604
5	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.729	2.093	2.539	2.851
20	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.699	2.045	2.462	2.758
30	1.697	2.042	2.457	2.750