

# 確率分布

## 0700. 確率変数の和の平均

白黒 2 個のサイコロを投げるとき、それぞれのサイコロの出る目を  $X, Y$  とする。出る目の和  $X + Y$  の平均を求めよ。

$X$						
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

$$E(X) = 3.5$$

$Y$						
$P(Y)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

$$E(Y) = 3.5$$

# 今回の学習目標

## 確率変数の和の平均

- $E(X + Y) = E(X) + E(Y)$   
が成り立つのはなぜか？
- 独立かどうかは関係するののか？

独立している2つの試行  
両方やったらいくら貰えると期待できるか？

サイコロ		
$X$	3000 円	0 円
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{5}{6}$

硬貨投げ		
$Y$	1000 円	100 円
$P(Y)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

独立している2つの試行  
両方やったらいくら貰えると期待できるか？

サイコロ		
$X$	3000 円	0 円
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{5}{6}$

$$E(X) = 3000 \times \frac{1}{6} + 0 \times \frac{5}{6}$$

硬貨投げ		
$Y$	1000 円	100 円
$P(Y)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

独立している2つの試行  
両方やったらいくら貰えると期待できるか？

サイコロ		
$X$	3000 円	0 円
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{5}{6}$

$$E(X) = 3000 \times \frac{1}{6} + 0 \times \frac{5}{6} \\ = 500$$

硬貨投げ		
$Y$	1000 円	100 円
$P(Y)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

独立している2つの試行  
両方やったらいくら貰えると期待できるか？

サイコロ		
$X$	3000 円	0 円
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{5}{6}$

$$E(X) = 3000 \times \frac{1}{6} + 0 \times \frac{5}{6} \\ = 500$$

硬貨投げ		
$Y$	1000 円	100 円
$P(Y)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

$$E(Y) = 1000 \times \frac{1}{2} + 100 \times \frac{1}{2}$$

独立している2つの試行  
両方やったらいくら貰えると期待できるか？

サイコロ		
$X$	3000 円	0 円
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{5}{6}$

$$\begin{aligned} E(X) &= 3000 \times \frac{1}{6} + 0 \times \frac{5}{6} \\ &= 500 \end{aligned}$$

硬貨投げ		
$Y$	1000 円	100 円
$P(Y)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

$$\begin{aligned} E(Y) &= 1000 \times \frac{1}{2} + 100 \times \frac{1}{2} \\ &= 550 \end{aligned}$$

独立している2つの試行  
両方やったらいくら貰えると期待できるか？

サイコロ		
$X$	3000 円	0 円
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{5}{6}$

$$E(X) = 3000 \times \frac{1}{6} + 0 \times \frac{5}{6} \\ = 500$$

硬貨投げ		
$Y$	1000 円	100 円
$P(Y)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

$$E(Y) = 1000 \times \frac{1}{2} + 100 \times \frac{1}{2} \\ = 550$$

$$E(X + Y) = E(X) + E(Y) \quad ?$$

独立している2つの試行  
両方やったらいくら貰えると期待できるか？

サイコロ		
$X$	3000 円	0 円
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{5}{6}$

硬貨投げ		
$Y$	1000 円	100 円
$P(Y)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

独立している2つの試行  
両方やったらいくら貰えると期待できるか？

サイコロ		
$X$	3000 円	0 円
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{5}{6}$

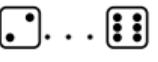
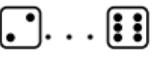
硬貨投げ		
$Y$	1000 円	100 円
$P(Y)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

サイコロ +硬貨投げ				
$X + Y$				
$P(X + Y)$				

独立している2つの試行  
両方やったらいくら貰えると期待できるか？

サイコロ		
$X$	3000 円	0 円
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{5}{6}$

硬貨投げ		
$Y$	1000 円	100 円
$P(Y)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

サイコロ +硬貨投げ	 	 	 	 
$X + Y$	4000 円			
$P(X + Y)$				

独立している2つの試行  
両方やったらいくら貰えると期待できるか？

サイコロ		
$X$	3000 円	0 円
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{5}{6}$

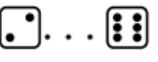
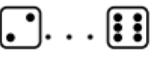
硬貨投げ		
$Y$	1000 円	100 円
$P(Y)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

サイコロ +硬貨投げ	 	 	 	 
$X + Y$	4000 円			
$P(X + Y)$	$\frac{1}{12}$			

独立している2つの試行  
両方やったらいくら貰えると期待できるか？

サイコロ		
$X$	3000 円	0 円
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{5}{6}$

硬貨投げ		
$Y$	1000 円	100 円
$P(Y)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

サイコロ +硬貨投げ	 	 	 	 
$X + Y$	4000 円	3100 円		
$P(X + Y)$	$\frac{1}{12}$			

独立している2つの試行  
両方やったらいくら貰えると期待できるか？

サイコロ		
$X$	3000 円	0 円
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{5}{6}$

硬貨投げ		
$Y$	1000 円	100 円
$P(Y)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

サイコロ +硬貨投げ	 	 	 	 
$X + Y$	4000 円	3100 円		
$P(X + Y)$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$		

独立している2つの試行  
両方やったらいくら貰えると期待できるか？

サイコロ		
$X$	3000 円	0 円
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{5}{6}$

硬貨投げ		
$Y$	1000 円	100 円
$P(Y)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

サイコロ +硬貨投げ	 	 	 	 
$X + Y$	4000 円	3100 円	1000 円	
$P(X + Y)$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$		

独立している2つの試行  
両方やったらいくら貰えると期待できるか？

サイコロ		
$X$	3000 円	0 円
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{5}{6}$

硬貨投げ		
$Y$	1000 円	100 円
$P(Y)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

サイコロ +硬貨投げ	 	 	 	 
$X + Y$	4000 円	3100 円	1000 円	
$P(X + Y)$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{5}{12}$	

独立している2つの試行  
両方やったらいくら貰えると期待できるか？

サイコロ		
$X$	3000 円	0 円
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{5}{6}$

硬貨投げ		
$Y$	1000 円	100 円
$P(Y)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

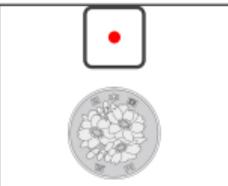
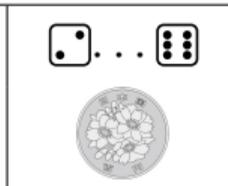
サイコロ +硬貨投げ	 	 	 	 
$X + Y$	4000 円	3100 円	1000 円	100 円
$P(X + Y)$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{5}{12}$	

独立している2つの試行  
両方やったらいくら貰えると期待できるか？

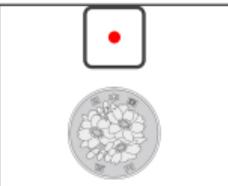
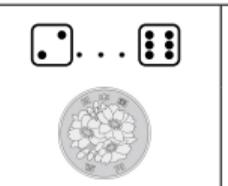
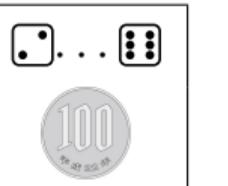
サイコロ		
$X$	3000 円	0 円
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{5}{6}$

硬貨投げ		
$Y$	1000 円	100 円
$P(Y)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

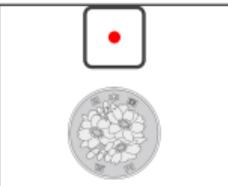
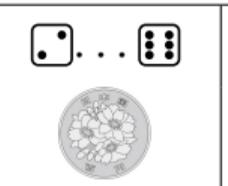
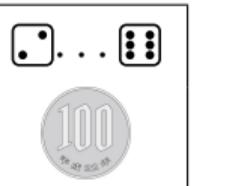
サイコロ +硬貨投げ	 	 	 	 
$X + Y$	4000 円	3100 円	1000 円	100 円
$P(X + Y)$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{5}{12}$

サイコロ +硬貨投げ				
$X + Y$	4000 円	3100 円	1000 円	100 円
$P(X + Y)$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{5}{12}$

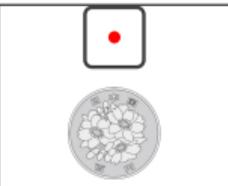
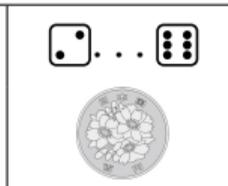
$$E(X + Y) =$$

サイコロ +硬貨投げ				
$X + Y$	4000 円	3100 円	1000 円	100 円
$P(X + Y)$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{5}{12}$

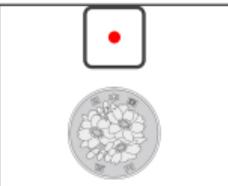
$$E(X + Y) = 4000 \times \frac{1}{12} + 3100 \times \frac{1}{12} + 1000 \times \frac{5}{12} + 100 \times \frac{5}{12}$$

サイコロ +硬貨投げ				
$X + Y$	4000 円	3100 円	1000 円	100 円
$P(X + Y)$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{5}{12}$

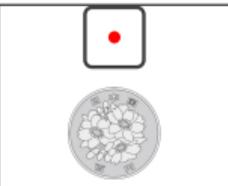
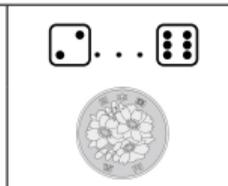
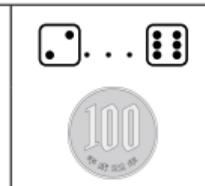
$$\begin{aligned}
 E(X + Y) &= 4000 \times \frac{1}{12} + 3100 \times \frac{1}{12} + 1000 \times \frac{5}{12} + 100 \times \frac{5}{12} \\
 &= \frac{4000 + 3100 + 5000 + 500}{12}
 \end{aligned}$$

サイコロ +硬貨投げ				
$X + Y$	4000 円	3100 円	1000 円	100 円
$P(X + Y)$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{5}{12}$

$$\begin{aligned}
 E(X + Y) &= 4000 \times \frac{1}{12} + 3100 \times \frac{1}{12} + 1000 \times \frac{5}{12} + 100 \times \frac{5}{12} \\
 &= \frac{4000 + 3100 + 5000 + 500}{12} \\
 &= \frac{12600}{12}
 \end{aligned}$$

サイコロ +硬貨投げ				
$X + Y$	4000 円	3100 円	1000 円	100 円
$P(X + Y)$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{5}{12}$

$$\begin{aligned}
 E(X + Y) &= 4000 \times \frac{1}{12} + 3100 \times \frac{1}{12} + 1000 \times \frac{5}{12} + 100 \times \frac{5}{12} \\
 &= \frac{4000 + 3100 + 5000 + 500}{12} \\
 &= \frac{12600}{12} \\
 &= 1050
 \end{aligned}$$

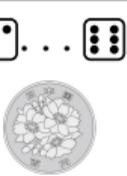
サイコロ +硬貨投げ				
$X + Y$	4000 円	3100 円	1000 円	100 円
$P(X + Y)$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{5}{12}$

$$\begin{aligned}
 E(X + Y) &= 4000 \times \frac{1}{12} + 3100 \times \frac{1}{12} + 1000 \times \frac{5}{12} + 100 \times \frac{5}{12} \\
 &= \frac{4000 + 3100 + 5000 + 500}{12} \\
 &= \frac{12600}{12} \\
 &= 1050
 \end{aligned}$$

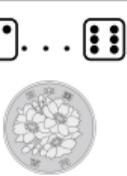
$$\therefore E(X + Y) = E(X) + E(Y)$$

サイコロ +硬貨投げ				
$X + Y$	4000 円	3100 円	1000 円	100 円
$P(X + Y)$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{5}{12}$

$$E(X + Y) = 4000 \times \frac{1}{12} + 3100 \times \frac{1}{12} + 1000 \times \frac{5}{12} + 100 \times \frac{5}{12}$$

サイコロ +硬貨投げ				
$X + Y$	4000 円	3100 円	1000 円	100 円
$P(X + Y)$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{5}{12}$

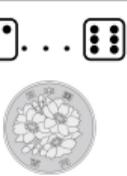
$$\begin{aligned}
 E(X + Y) &= 4000 \times \frac{1}{12} + 3100 \times \frac{1}{12} + 1000 \times \frac{5}{12} + 100 \times \frac{5}{12} \\
 &= (3000 + 1000) \cdot \frac{1}{12} + (3000 + 100) \cdot \frac{1}{12} + (0 + 1000) \cdot \frac{5}{12} + (0 + 100) \cdot \frac{5}{12}
 \end{aligned}$$

サイコロ +硬貨投げ				
$X + Y$	4000 円	3100 円	1000 円	100 円
$P(X + Y)$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{5}{12}$

$$\begin{aligned}
 E(X + Y) &= 4000 \times \frac{1}{12} + 3100 \times \frac{1}{12} + 1000 \times \frac{5}{12} + 100 \times \frac{5}{12} \\
 &= (3000 + 1000) \cdot \frac{1}{12} + (3000 + 100) \cdot \frac{1}{12} + (0 + 1000) \cdot \frac{5}{12} + (0 + 100) \cdot \frac{5}{12} \\
 &= 3000 \cdot \frac{1}{12} + 1000 \cdot \frac{1}{12} + 3000 \cdot \frac{1}{12} + 100 \cdot \frac{1}{12} + 0 \cdot \frac{5}{12} + 1000 \cdot \frac{5}{12} + 0 \cdot \frac{5}{12} + 100 \cdot \frac{5}{12}
 \end{aligned}$$

サイコロ +硬貨投げ				
$X + Y$	4000 円	3100 円	1000 円	100 円
$P(X + Y)$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{5}{12}$

$$\begin{aligned}
 E(X + Y) &= 4000 \times \frac{1}{12} + 3100 \times \frac{1}{12} + 1000 \times \frac{5}{12} + 100 \times \frac{5}{12} \\
 &= (3000 + 1000) \cdot \frac{1}{12} + (3000 + 100) \cdot \frac{1}{12} + (0 + 1000) \cdot \frac{5}{12} + (0 + 100) \cdot \frac{5}{12} \\
 &= 3000 \cdot \frac{1}{12} + 1000 \cdot \frac{1}{12} + 3000 \cdot \frac{1}{12} + 100 \cdot \frac{1}{12} + 0 \cdot \frac{5}{12} + 1000 \cdot \frac{5}{12} + 0 \cdot \frac{5}{12} + 100 \cdot \frac{5}{12} \\
 &= 3000 \cdot \frac{1}{6} +
 \end{aligned}$$

サイコロ +硬貨投げ				
$X + Y$	4000 円	3100 円	1000 円	100 円
$P(X + Y)$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{5}{12}$

$$\begin{aligned}
 E(X + Y) &= 4000 \times \frac{1}{12} + 3100 \times \frac{1}{12} + 1000 \times \frac{5}{12} + 100 \times \frac{5}{12} \\
 &= (3000 + 1000) \cdot \frac{1}{12} + (3000 + 100) \cdot \frac{1}{12} + (0 + 1000) \cdot \frac{5}{12} + (0 + 100) \cdot \frac{5}{12} \\
 &= 3000 \cdot \frac{1}{12} + 1000 \cdot \frac{1}{12} + 3000 \cdot \frac{1}{12} + 100 \cdot \frac{1}{12} + 0 \cdot \frac{5}{12} + 1000 \cdot \frac{5}{12} + 0 \cdot \frac{5}{12} + 100 \cdot \frac{5}{12} \\
 &= 3000 \cdot \frac{1}{6} + 0 \cdot \frac{5}{6} +
 \end{aligned}$$

サイコロ +硬貨投げ				
$X + Y$	4000 円	3100 円	1000 円	100 円
$P(X + Y)$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{5}{12}$

$$\begin{aligned}
 E(X + Y) &= 4000 \times \frac{1}{12} + 3100 \times \frac{1}{12} + 1000 \times \frac{5}{12} + 100 \times \frac{5}{12} \\
 &= (3000 + 1000) \cdot \frac{1}{12} + (3000 + 100) \cdot \frac{1}{12} + (0 + 1000) \cdot \frac{5}{12} + (0 + 100) \cdot \frac{5}{12} \\
 &= 3000 \cdot \frac{1}{12} + 1000 \cdot \frac{1}{12} + 3000 \cdot \frac{1}{12} + 100 \cdot \frac{1}{12} + 0 \cdot \frac{5}{12} + 1000 \cdot \frac{5}{12} + 0 \cdot \frac{5}{12} + 100 \cdot \frac{5}{12} \\
 &= 3000 \cdot \frac{1}{6} + 0 \cdot \frac{5}{6} + 1000 \cdot \frac{1}{2} +
 \end{aligned}$$

サイコロ +硬貨投げ				
$X + Y$	4000 円	3100 円	1000 円	100 円
$P(X + Y)$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{5}{12}$

$$\begin{aligned}
 E(X + Y) &= 4000 \times \frac{1}{12} + 3100 \times \frac{1}{12} + 1000 \times \frac{5}{12} + 100 \times \frac{5}{12} \\
 &= (3000 + 1000) \cdot \frac{1}{12} + (3000 + 100) \cdot \frac{1}{12} + (0 + 1000) \cdot \frac{5}{12} + (0 + 100) \cdot \frac{5}{12} \\
 &= 3000 \cdot \frac{1}{12} + 1000 \cdot \frac{1}{12} + 3000 \cdot \frac{1}{12} + 100 \cdot \frac{1}{12} + 0 \cdot \frac{5}{12} + 1000 \cdot \frac{5}{12} + 0 \cdot \frac{5}{12} + 100 \cdot \frac{5}{12} \\
 &= 3000 \cdot \frac{1}{6} + 0 \cdot \frac{5}{6} + 1000 \cdot \frac{1}{2} + 100 \cdot \frac{1}{2}
 \end{aligned}$$

サイコロ +硬貨投げ				
$X + Y$	4000 円	3100 円	1000 円	100 円
$P(X + Y)$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{5}{12}$

$$\begin{aligned}
 E(X + Y) &= 4000 \times \frac{1}{12} + 3100 \times \frac{1}{12} + 1000 \times \frac{5}{12} + 100 \times \frac{5}{12} \\
 &= (3000 + 1000) \cdot \frac{1}{12} + (3000 + 100) \cdot \frac{1}{12} + (0 + 1000) \cdot \frac{5}{12} + (0 + 100) \cdot \frac{5}{12} \\
 &= 3000 \cdot \frac{1}{12} + 1000 \cdot \frac{1}{12} + 3000 \cdot \frac{1}{12} + 100 \cdot \frac{1}{12} + 0 \cdot \frac{5}{12} + 1000 \cdot \frac{5}{12} + 0 \cdot \frac{5}{12} + 100 \cdot \frac{5}{12} \\
 &= 3000 \cdot \frac{1}{6} + 0 \cdot \frac{5}{6} + 1000 \cdot \frac{1}{2} + 100 \cdot \frac{1}{2} \\
 &= E(X) + E(Y)
 \end{aligned}$$

## 確率変数の和の平均（線形性）

$$E(X + Y) = E(X) + E(Y)$$

## 確率変数の和の平均（線形性）

$$E(X + Y) = E(X) + E(Y)$$

$$E(X + Y + Z)$$

## 確率変数の和の平均（線形性）

$$E(X + Y) = E(X) + E(Y)$$

$$E(X + Y + Z) = E(X + Y) + E(Z)$$

## 確率変数の和の平均（線形性）

$$E(X + Y) = E(X) + E(Y)$$

$$\begin{aligned} E(X + Y + Z) &= E(X + Y) + E(Z) \\ &= E(X) + E(Y) + E(Z) \end{aligned}$$

## 確率変数の和の平均（線形性）

$$E(X + Y) = E(X) + E(Y)$$

3つ以上の確率変数についても成り立つ。

$$\begin{aligned} E(X + Y + Z) &= E(X + Y) + E(Z) \\ &= E(X) + E(Y) + E(Z) \end{aligned}$$

## 確率変数の和の平均（線形性）

$$E(X + Y) = E(X) + E(Y)$$

3つ以上の確率変数についても成り立つ。

$X$  と  $Y$  が独立でない場合についても成り立つか？

## 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

表に1000円または20円、裏に500円または10円と書いてあるカードが7枚ある。表と裏の関連についてはどのようなになっているかは分からない。

(表) 

1000円	1000円	20円	20円	20円	20円	20円
-------	-------	-----	-----	-----	-----	-----

## 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

表に1000円または20円、裏に500円または10円と書いてあるカードが7枚ある。表と裏の関連についてはどのようなになっているかは分からない。

(表)	1000円	1000円	20円	20円	20円	20円	20円
(裏)	500円	10円	10円	10円	10円	10円	10円

# 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

表に1000円または20円、裏に500円または10円と書いてあるカードが7枚ある。表と裏の関連についてはどのようになっているかは分からない。

(表)	1000円	1000円	20円	20円	20円	20円	20円
(裏)	500円	10円	10円	10円	10円	10円	10円

このカードから1枚引くとき、表の金額  $X$  と裏の金額  $Y$  の確率分布と平均は次のようになる。

$X$	1000円	20円
$P(X)$	$\frac{2}{7}$	$\frac{5}{7}$

$Y$	500円	10円
$P(Y)$	$\frac{1}{7}$	$\frac{6}{7}$

## 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

表に1000円または20円、裏に500円または10円と書いてあるカードが7枚ある。表と裏の関連についてはどのようになっているかは分からない。

(表)	1000円	1000円	20円	20円	20円	20円	20円
(裏)	500円	10円	10円	10円	10円	10円	10円

このカードから1枚引くとき、表の金額  $X$  と裏の金額  $Y$  の確率分布と平均は次のようになる。

$X$	1000円	20円
$P(X)$	$\frac{2}{7}$	$\frac{5}{7}$

$Y$	500円	10円
$P(Y)$	$\frac{1}{7}$	$\frac{6}{7}$

$$E(X) = 1000 \cdot \frac{2}{7} + 20 \cdot \frac{5}{7} = 300$$

## 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

表に1000円または20円、裏に500円または10円と書いてあるカードが7枚ある。表と裏の関連についてはどのようになっているかは分からない。

(表)	1000円	1000円	20円	20円	20円	20円	20円
(裏)	500円	10円	10円	10円	10円	10円	10円

このカードから1枚引くとき、表の金額  $X$  と裏の金額  $Y$  の確率分布と平均は次のようになる。

$X$	1000円	20円
$P(X)$	$\frac{2}{7}$	$\frac{5}{7}$

$Y$	500円	10円
$P(Y)$	$\frac{1}{7}$	$\frac{6}{7}$

$$E(X) = 1000 \cdot \frac{2}{7} + 20 \cdot \frac{5}{7} = 300$$

$$E(Y) = 500 \cdot \frac{1}{7} + 10 \cdot \frac{6}{7} = 80$$

## 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

表に1000円または20円、裏に500円または10円と書いてあるカードが7枚ある。表と裏の関連についてはどのようになっているかは分からない。

(表)	1000円	1000円	20円	20円	20円	20円	20円
(裏)	500円	10円	10円	10円	10円	10円	10円

このカードから1枚引くとき、表の金額  $X$  と裏の金額  $Y$  の確率分布と平均は次のようになる。

$X$	1000円	20円
$P(X)$	$\frac{2}{7}$	$\frac{5}{7}$

$Y$	500円	10円
$P(Y)$	$\frac{1}{7}$	$\frac{6}{7}$

$$E(X) = 1000 \cdot \frac{2}{7} + 20 \cdot \frac{5}{7} = 300$$

$$E(Y) = 500 \cdot \frac{1}{7} + 10 \cdot \frac{6}{7} = 80$$

$$E(X + Y) = E(X) + E(Y) \quad ?$$

# 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

(表)	1000 円	1000 円	20 円				
(裏)	500 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円

# 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

(表)	1000 円	1000 円	20 円				
(裏)	500 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円

$X + Y$	1500 円	1010 円	520 円	30 円
$P(X + Y)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$

# 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

(表)	1000 円	1000 円	20 円				
(裏)	500 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円

$X + Y$	1500 円	1010 円	520 円	30 円
$P(X + Y)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$

$$p_1 + p_2 = \frac{2}{7}$$

# 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

(表)	1000 円	1000 円	20 円				
(裏)	500 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円

$X + Y$	1500 円	1010 円	520 円	30 円
$P(X + Y)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$

$$p_1 + p_2 = \frac{2}{7} \quad p_3 + p_4 = \frac{5}{7}$$

# 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

(表)	1000 円	1000 円	20 円				
(裏)	500 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円

$X + Y$	1500 円	1010 円	520 円	30 円
$P(X + Y)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$

$$p_1 + p_2 = \frac{2}{7} \quad p_3 + p_4 = \frac{5}{7} \quad p_1 + p_3 = \frac{1}{7}$$

# 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

(表)	1000 円	1000 円	20 円				
(裏)	500 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円

$X + Y$	1500 円	1010 円	520 円	30 円
$P(X + Y)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$

$$p_1 + p_2 = \frac{2}{7} \quad p_3 + p_4 = \frac{5}{7} \quad p_1 + p_3 = \frac{1}{7} \quad p_2 + p_4 = \frac{6}{7}$$

# 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

(表)	1000 円	1000 円	20 円				
(裏)	500 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円

$X + Y$	1500 円	1010 円	520 円	30 円
$P(X + Y)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$

$$p_1 + p_2 = \frac{2}{7} \quad p_3 + p_4 = \frac{5}{7} \quad p_1 + p_3 = \frac{1}{7} \quad p_2 + p_4 = \frac{6}{7}$$

$$E(X + Y) = 1500p_1 + 1010p_2 + 520p_3 + 30p_4$$

# 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

(表)	1000 円	1000 円	20 円				
(裏)	500 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円

$X + Y$	1500 円	1010 円	520 円	30 円
$P(X + Y)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$

$$p_1 + p_2 = \frac{2}{7} \quad p_3 + p_4 = \frac{5}{7} \quad p_1 + p_3 = \frac{1}{7} \quad p_2 + p_4 = \frac{6}{7}$$

$$E(X + Y) = 1500p_1 + 1010p_2 + 520p_3 + 30p_4$$

$$= (1000 + 500)p_1 + (1000 + 10)p_2 + (20 + 500)p_3 + (20 + 10)p_4$$

## 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

(表)	1000 円	1000 円	20 円				
(裏)	500 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円

$X + Y$	1500 円	1010 円	520 円	30 円
$P(X + Y)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$

$$p_1 + p_2 = \frac{2}{7} \quad p_3 + p_4 = \frac{5}{7} \quad p_1 + p_3 = \frac{1}{7} \quad p_2 + p_4 = \frac{6}{7}$$

$$\begin{aligned} E(X + Y) &= 1500p_1 + 1010p_2 + 520p_3 + 30p_4 \\ &= (1000 + 500)p_1 + (1000 + 10)p_2 + (20 + 500)p_3 + (20 + 10)p_4 \\ &= 1000(p_1 + p_2) \end{aligned}$$

## 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

(表)	1000 円	1000 円	20 円				
(裏)	500 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円

$X + Y$	1500 円	1010 円	520 円	30 円
$P(X + Y)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$

$$p_1 + p_2 = \frac{2}{7} \quad p_3 + p_4 = \frac{5}{7} \quad p_1 + p_3 = \frac{1}{7} \quad p_2 + p_4 = \frac{6}{7}$$

$$\begin{aligned} E(X + Y) &= 1500p_1 + 1010p_2 + 520p_3 + 30p_4 \\ &= (1000 + 500)p_1 + (1000 + 10)p_2 + (20 + 500)p_3 + (20 + 10)p_4 \\ &= 1000(p_1 + p_2) + 20(p_3 + p_4) \end{aligned}$$

# 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

(表)	1000 円	1000 円	20 円				
(裏)	500 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円

$X + Y$	1500 円	1010 円	520 円	30 円
$P(X + Y)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$

$$p_1 + p_2 = \frac{2}{7} \quad p_3 + p_4 = \frac{5}{7} \quad p_1 + p_3 = \frac{1}{7} \quad p_2 + p_4 = \frac{6}{7}$$

$$\begin{aligned} E(X + Y) &= 1500p_1 + 1010p_2 + 520p_3 + 30p_4 \\ &= (1000 + 500)p_1 + (1000 + 10)p_2 + (20 + 500)p_3 + (20 + 10)p_4 \\ &= 1000(p_1 + p_2) + 20(p_3 + p_4) + 500(p_1 + p_3) \end{aligned}$$

## 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

(表)	1000 円	1000 円	20 円				
(裏)	500 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円

$X + Y$	1500 円	1010 円	520 円	30 円
$P(X + Y)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$

$$p_1 + p_2 = \frac{2}{7} \quad p_3 + p_4 = \frac{5}{7} \quad p_1 + p_3 = \frac{1}{7} \quad p_2 + p_4 = \frac{6}{7}$$

$$\begin{aligned} E(X + Y) &= 1500p_1 + 1010p_2 + 520p_3 + 30p_4 \\ &= (1000 + 500)p_1 + (1000 + 10)p_2 + (20 + 500)p_3 + (20 + 10)p_4 \\ &= 1000(p_1 + p_2) + 20(p_3 + p_4) + 500(p_1 + p_3) + 10(p_2 + p_4) \end{aligned}$$

## 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

(表)	1000 円	1000 円	20 円				
(裏)	500 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円

$X + Y$	1500 円	1010 円	520 円	30 円
$P(X + Y)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$

$$p_1 + p_2 = \frac{2}{7} \quad p_3 + p_4 = \frac{5}{7} \quad p_1 + p_3 = \frac{1}{7} \quad p_2 + p_4 = \frac{6}{7}$$

$$\begin{aligned} E(X + Y) &= 1500p_1 + 1010p_2 + 520p_3 + 30p_4 \\ &= (1000 + 500)p_1 + (1000 + 10)p_2 + (20 + 500)p_3 + (20 + 10)p_4 \\ &= 1000(p_1 + p_2) + 20(p_3 + p_4) + 500(p_1 + p_3) + 10(p_2 + p_4) \\ &= 1000 \cdot \frac{2}{7} \end{aligned}$$

## 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

(表)	1000 円	1000 円	20 円				
(裏)	500 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円

$X + Y$	1500 円	1010 円	520 円	30 円
$P(X + Y)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$

$$p_1 + p_2 = \frac{2}{7} \quad p_3 + p_4 = \frac{5}{7} \quad p_1 + p_3 = \frac{1}{7} \quad p_2 + p_4 = \frac{6}{7}$$

$$\begin{aligned}
 E(X + Y) &= 1500p_1 + 1010p_2 + 520p_3 + 30p_4 \\
 &= (1000 + 500)p_1 + (1000 + 10)p_2 + (20 + 500)p_3 + (20 + 10)p_4 \\
 &= 1000(p_1 + p_2) + 20(p_3 + p_4) + 500(p_1 + p_3) + 10(p_2 + p_4) \\
 &= 1000 \cdot \frac{2}{7} + 20 \cdot \frac{5}{7}
 \end{aligned}$$

## 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

(表)	1000 円	1000 円	20 円				
(裏)	500 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円

$X + Y$	1500 円	1010 円	520 円	30 円
$P(X + Y)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$

$$p_1 + p_2 = \frac{2}{7} \quad p_3 + p_4 = \frac{5}{7} \quad p_1 + p_3 = \frac{1}{7} \quad p_2 + p_4 = \frac{6}{7}$$

$$\begin{aligned}
 E(X + Y) &= 1500p_1 + 1010p_2 + 520p_3 + 30p_4 \\
 &= (1000 + 500)p_1 + (1000 + 10)p_2 + (20 + 500)p_3 + (20 + 10)p_4 \\
 &= 1000(p_1 + p_2) + 20(p_3 + p_4) + 500(p_1 + p_3) + 10(p_2 + p_4) \\
 &= 1000 \cdot \frac{2}{7} + 20 \cdot \frac{5}{7} + 500 \cdot \frac{1}{7}
 \end{aligned}$$

## 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

(表)	1000 円	1000 円	20 円				
(裏)	500 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円

$X + Y$	1500 円	1010 円	520 円	30 円
$P(X + Y)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$

$$p_1 + p_2 = \frac{2}{7} \quad p_3 + p_4 = \frac{5}{7} \quad p_1 + p_3 = \frac{1}{7} \quad p_2 + p_4 = \frac{6}{7}$$

$$\begin{aligned} E(X + Y) &= 1500p_1 + 1010p_2 + 520p_3 + 30p_4 \\ &= (1000 + 500)p_1 + (1000 + 10)p_2 + (20 + 500)p_3 + (20 + 10)p_4 \\ &= 1000(p_1 + p_2) + 20(p_3 + p_4) + 500(p_1 + p_3) + 10(p_2 + p_4) \\ &= 1000 \cdot \frac{2}{7} + 20 \cdot \frac{5}{7} + 500 \cdot \frac{1}{7} + 10 \cdot \frac{6}{7} \end{aligned}$$

## 連動している2つの試行 合計いくら貰えると期待できるか？

(表)	1000 円	1000 円	20 円				
(裏)	500 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円	10 円

$X + Y$	1500 円	1010 円	520 円	30 円
$P(X + Y)$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$

$$p_1 + p_2 = \frac{2}{7} \quad p_3 + p_4 = \frac{5}{7} \quad p_1 + p_3 = \frac{1}{7} \quad p_2 + p_4 = \frac{6}{7}$$

$$\begin{aligned}
 E(X + Y) &= 1500p_1 + 1010p_2 + 520p_3 + 30p_4 \\
 &= (1000 + 500)p_1 + (1000 + 10)p_2 + (20 + 500)p_3 + (20 + 10)p_4 \\
 &= 1000(p_1 + p_2) + 20(p_3 + p_4) + 500(p_1 + p_3) + 10(p_2 + p_4) \\
 &= 1000 \cdot \frac{2}{7} + 20 \cdot \frac{5}{7} + 500 \cdot \frac{1}{7} + 10 \cdot \frac{6}{7} \\
 &= E(X) + E(Y)
 \end{aligned}$$

## 確率変数の和の平均（線形性）

$X$  と  $Y$  が独立であるかどうかにかかわらず、

$$E(X + Y) = E(X) + E(Y)$$

3つ以上の確率変数についても成り立つ。

例 1

白黒 2 個のサイコロを投げるとき、それぞれのサイコロの出る目を  $X, Y$  とする。出る目の和  $X + Y$  の平均を求めよ。

**例 1**

白黒 2 個のサイコロを投げるとき、それぞれのサイコロの出る目を  $X, Y$  とする。出る目の和  $X + Y$  の平均を求めよ。

+						
	2	3	4	5	6	7
	3	4	5	6	7	8
	4	5	6	7	8	9
	5	6	7	8	9	10
	6	7	8	9	10	11
	7	8	9	10	11	12

**例 1**

白黒 2 個のサイコロを投げるとき、それぞれのサイコロの出る目を  $X, Y$  とする。出る目の和  $X + Y$  の平均を求めよ。

**例 1**

白黒 2 個のサイコロを投げるとき、それぞれのサイコロの出る目を  $X, Y$  とする。出る目の和  $X + Y$  の平均を求めよ。

$X$						
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

**例 1**

白黒 2 個のサイコロを投げるとき、それぞれのサイコロの出る目を  $X, Y$  とする。出る目の和  $X + Y$  の平均を求めよ。

$X$						
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

$$E(X) = (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6) \cdot \frac{1}{6} = 3.5$$

**例 1**

白黒 2 個のサイコロを投げるとき、それぞれのサイコロの出る目を  $X, Y$  とする。出る目の和  $X + Y$  の平均を求めよ。

$X$						
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

$$E(X) = (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6) \cdot \frac{1}{6} = 3.5$$

$Y$						
$P(Y)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

**例 1**

白黒 2 個のサイコロを投げるとき、それぞれのサイコロの出る目を  $X, Y$  とする。出る目の和  $X + Y$  の平均を求めよ。

$X$						
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

$$E(X) = (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6) \cdot \frac{1}{6} = 3.5$$

$Y$						
$P(Y)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

$$E(Y) = (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6) \cdot \frac{1}{6} = 3.5$$

**例 1**

白黒 2 個のサイコロを投げるとき、それぞれのサイコロの出る目を  $X, Y$  とする。出る目の和  $X + Y$  の平均を求めよ。

$X$						
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

$$E(X) = (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6) \cdot \frac{1}{6} = 3.5$$

$Y$						
$P(Y)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

$$E(Y) = (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6) \cdot \frac{1}{6} = 3.5$$

$$E(X + Y) = E(X) + E(Y) = 3.5 + 3.5 = 7$$

**例 1**

白黒 2 個のサイコロを投げるとき、それぞれのサイコロの出る目を  $X, Y$  とする。出る目の和  $X + Y$  の平均を求めよ。

$X$						
$P(X)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

$$E(X) = (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6) \cdot \frac{1}{6} = 3.5$$

$Y$						
$P(Y)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

$$E(Y) = (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6) \cdot \frac{1}{6} = 3.5$$

$$E(X + Y) = E(X) + E(Y) = 3.5 + 3.5 = 7$$

**答**  $E(X + Y) = 7$

## ビデオを止めて問題を解いてみよう

### 問 1

1 から 5 まで番号が書かれた 5 枚のカードがある。この中から 1 枚ひく。奇数が出れば 100 円もらえる。そして、5 枚のうちのいずれか 1 枚には★印がつけられており、このカードならば、500 円もらえる。このとき、もらえる金額の期待値を求めよ。

問 1

カード 5 枚いずれかに★印。  $\boxed{1}$ ,  $\boxed{2}$ ,  $\boxed{3}$ ,  $\boxed{4}$ ,  $\boxed{5}$

**問 1**

カード 5 枚いずれかに★印。  $\boxed{1}$ ,  $\boxed{2}$ ,  $\boxed{3}$ ,  $\boxed{4}$ ,  $\boxed{5}$

奇数 100 円、偶数 0 円の確率変数を  $X$ 、  
星印 500 円、それ以外 0 円の確率変数を  $Y$  とする。

**問 1** カード 5 枚いずれかに★印。  $\boxed{1}$ ,  $\boxed{2}$ ,  $\boxed{3}$ ,  $\boxed{4}$ ,  $\boxed{5}$

奇数 100 円、偶数 0 円の確率変数を  $X$ 、  
星印 500 円、それ以外 0 円の確率変数を  $Y$  とする。

$X$	100 円	0 円
$P(X)$	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{5}$

**問 1**

カード 5 枚いずれかに★印。  $\boxed{1}$ ,  $\boxed{2}$ ,  $\boxed{3}$ ,  $\boxed{4}$ ,  $\boxed{5}$

奇数 100 円、偶数 0 円の確率変数を  $X$ 、  
星印 500 円、それ以外 0 円の確率変数を  $Y$  とする。

$X$	100 円	0 円
$P(X)$	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{5}$

$$E(X) = 100 \cdot \frac{3}{5} = 60$$

**問 1** カード 5 枚いずれかに★印。  $\boxed{1}$ ,  $\boxed{2}$ ,  $\boxed{3}$ ,  $\boxed{4}$ ,  $\boxed{5}$

奇数 100 円、偶数 0 円の確率変数を  $X$ 、  
星印 500 円、それ以外 0 円の確率変数を  $Y$  とする。

$X$	100 円	0 円
$P(X)$	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{5}$

$$E(X) = 100 \cdot \frac{3}{5} = 60$$

$Y$	500 円	0 円
$P(Y)$	$\frac{1}{5}$	$\frac{4}{5}$

**問 1**

カード 5 枚いずれかに★印。  $\boxed{1}$ ,  $\boxed{2}$ ,  $\boxed{3}$ ,  $\boxed{4}$ ,  $\boxed{5}$

奇数 100 円、偶数 0 円の確率変数を  $X$ 、  
星印 500 円、それ以外 0 円の確率変数を  $Y$  とする。

$X$	100 円	0 円
$P(X)$	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{5}$

$$E(X) = 100 \cdot \frac{3}{5} = 60$$

$Y$	500 円	0 円
$P(Y)$	$\frac{1}{5}$	$\frac{4}{5}$

$$E(Y) = 500 \cdot \frac{1}{5} = 100$$

**問 1** カード 5 枚いずれかに★印。  $\boxed{1}$ ,  $\boxed{2}$ ,  $\boxed{3}$ ,  $\boxed{4}$ ,  $\boxed{5}$

奇数 100 円、偶数 0 円の確率変数を  $X$ 、  
星印 500 円、それ以外 0 円の確率変数を  $Y$  とする。

$X$	100 円	0 円
$P(X)$	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{5}$

$$E(X) = 100 \cdot \frac{3}{5} = 60$$

$Y$	500 円	0 円
$P(Y)$	$\frac{1}{5}$	$\frac{4}{5}$

$$E(Y) = 500 \cdot \frac{1}{5} = 100$$

$$E(X + Y) = E(X) + E(Y)$$

**問 1** カード 5 枚いずれかに★印。  $\boxed{1}$ ,  $\boxed{2}$ ,  $\boxed{3}$ ,  $\boxed{4}$ ,  $\boxed{5}$

奇数 100 円、偶数 0 円の確率変数を  $X$ 、  
星印 500 円、それ以外 0 円の確率変数を  $Y$  とする。

$X$	100 円	0 円
$P(X)$	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{5}$

$$E(X) = 100 \cdot \frac{3}{5} = 60$$

$Y$	500 円	0 円
$P(Y)$	$\frac{1}{5}$	$\frac{4}{5}$

$$E(Y) = 500 \cdot \frac{1}{5} = 100$$

$$E(X + Y) = E(X) + E(Y) = 60 + 100 = 160$$

**問 1** カード 5 枚いずれかに★印。  $\boxed{1}$ ,  $\boxed{2}$ ,  $\boxed{3}$ ,  $\boxed{4}$ ,  $\boxed{5}$

奇数 100 円、偶数 0 円の確率変数を  $X$ 、  
星印 500 円、それ以外 0 円の確率変数を  $Y$  とする。

$X$	100 円	0 円
$P(X)$	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{5}$

$$E(X) = 100 \cdot \frac{3}{5} = 60$$

$Y$	500 円	0 円
$P(Y)$	$\frac{1}{5}$	$\frac{4}{5}$

$$E(Y) = 500 \cdot \frac{1}{5} = 100$$

$$E(X + Y) = E(X) + E(Y) = 60 + 100 = 160$$

答  $E(X + Y) = 160$  円

# 今回の学習目標

## 確率変数の和の平均

- $E(X + Y) = E(X) + E(Y)$   
が成り立つのはなぜか？
- 独立かどうかは関係するの？