

入学年度	学部	学科	組	番号	検	フリガナ
						氏名

1 1 枚の硬貨を続けて 5 回投げるとき, 表の出る回数を X とする.

a) 確率変数 X の確率分布を求めよ.

X	0	1	2	3	4	5	計
P	$\frac{1}{32}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{10}{32}$	$\frac{10}{32}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{1}{32}$	1

b) 確率変数 X の期待値 $E(X)$ を定義にしたがって求めよ.

$$E(X) = 0 \times \frac{1}{32} + 1 \times \frac{5}{32} + 2 \times \frac{10}{32} + 3 \times \frac{10}{32} + 4 \times \frac{5}{32} + 5 \times \frac{1}{32}$$

$$= \frac{1}{32} (5 + 20 + 30 + 20 + 5) = \frac{80}{32} = \frac{5}{2} (= 2.5)$$

c) 分散 $V(X)$ は $E(X) = \mu$ において $V(X) = \sum_{k=1}^n (x_k - \mu)^2 p_k$ と定義されるのであった. この定義を直接用いて $V(X)$ を計算せよ.

$$V(X) = (0 - \frac{5}{2})^2 \times \frac{1}{32} + (1 - \frac{5}{2})^2 \times \frac{5}{32} + (2 - \frac{5}{2})^2 \times \frac{10}{32} + (3 - \frac{5}{2})^2 \times \frac{10}{32}$$

$$+ (4 - \frac{5}{2})^2 \times \frac{5}{32} + (5 - \frac{5}{2})^2 \times \frac{1}{32}$$

$$= \frac{25}{4} \times \frac{1}{32} + \frac{9}{4} \times \frac{5}{32} + \frac{1}{4} \times \frac{10}{32} + \frac{1}{4} \times \frac{10}{32} + \frac{9}{4} \times \frac{5}{32} + \frac{25}{4} \times \frac{1}{32}$$

$$= \frac{160}{4 \times 32} = \frac{5}{4}$$

d) 確率変数 X^2 の確率分布を求めよ.

X^2	0	1	4	9	16	25	計
P	$\frac{1}{32}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{10}{32}$	$\frac{10}{32}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{1}{32}$	1

e) 確率変数 X^2 の期待値 $E(X^2)$ および $E(X^2) - E(X)^2$ を計算し, $E(X^2) - E(X)^2 = V(X)$ であることを確かめよ.

$$E(X^2) = 0 \times \frac{1}{32} + 1 \times \frac{5}{32} + 4 \times \frac{10}{32} + 9 \times \frac{10}{32} + 16 \times \frac{5}{32} + 25 \times \frac{1}{32}$$

$$= \frac{1}{32} (5 + 40 + 90 + 80 + 25) = \frac{240}{32} = \frac{15}{2}$$

$$E(X^2) - E(X)^2 = \frac{15}{2} - (\frac{5}{2})^2 = \frac{30}{4} - \frac{25}{4} = \frac{5}{4}, \quad \text{これは d) で求めた } V(X) \text{ と一致する}$$

2 X は, x_1, x_2, \dots, x_n という値をとる確率が, それぞれ p_1, p_2, \dots, p_n であるような確率変数であるとする. このとき, 期待値 $E(X)$ は $E(X) = \sum_{k=1}^n x_k p_k$ で定義されるのであった. いま, a, b を定数とするとき, 確率変数 Y を $Y = (aX + b)^2$ と定義する. Y は下のような確率分布をもつ確率変数である.

Y	$(ax_1 + b)^2$	$(ax_2 + b)^2$...	$(ax_k + b)^2$...	$(ax_n + b)^2$	計
P	p_1	p_2	...	p_k	...	p_n	1

a) Y の期待値 $E(Y)$ を $E(X), E(X^2), a, b$ を用いて表せ.

$$E(Y) = \sum_{k=1}^n (ax_k + b)^2 p_k = \sum_{k=1}^n (a^2 x_k^2 + 2ab x_k + b^2) p_k$$

$$= \sum_{k=1}^n (a^2 x_k^2 p_k + 2ab x_k p_k + b^2 p_k)$$

$$= \sum_{k=1}^n a^2 x_k^2 p_k + \sum_{k=1}^n 2ab x_k p_k + \sum_{k=1}^n b^2 p_k$$

$$= a^2 \sum_{k=1}^n x_k^2 p_k + 2ab \sum_{k=1}^n x_k p_k + b^2 \sum_{k=1}^n p_k$$

$$= a^2 E(X^2) + 2ab E(X) + b^2$$

b) X の分散の定義は $\mu = E(X)$ として, $V(X) = E((X - \mu)^2)$ と表すことができる. a) の結果を用いて $V(X) = E(X^2) - E(X)^2$ が成り立つことを証明せよ.

a) $Z = a = 1, b = -\mu$ とした場合を用いる.

$$V(X) = E((X - \mu)^2) = 1^2 E(X^2) + 2 \times 1 \times (-\mu) E(X) + (-\mu)^2$$

$$= E(X^2) - 2\mu E(X) + \mu^2$$

$$= E(X^2) - 2E(X)^2 + E(X)^2 \quad (\mu = E(X) \text{ より})$$

$$= E(X^2) - E(X)^2$$

3 2個のサイコロを投げるとき、出た目の数のうち大きくない方を X とする。

a) 確率変数 X の確率分布を求めよ。

X	1	2	3	4	5	6	計
P	$\frac{11}{36}$	$\frac{9}{36}$	$\frac{7}{36}$	$\frac{5}{36}$	$\frac{3}{36}$	$\frac{1}{36}$	1

b) 確率変数 X の期待値 $E(X)$ 、分散 $V(X)$ 、標準偏差 $\sigma(X)$ を求めよ。

$$\begin{aligned} E(X) &= \frac{1}{36} (1 \times 11 + 2 \times 9 + 3 \times 7 + 4 \times 5 + 5 \times 3 + 6 \times 1) \\ &= \frac{91}{36} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E(X^2) &= \frac{1}{36} (1 \times 11 + 4 \times 9 + 9 \times 7 + 16 \times 5 + 25 \times 3 + 36 \times 1) \\ &= \frac{301}{36} \end{aligned}$$

$$V(X) = E(X^2) - E(X)^2 = \frac{301}{36} - \left(\frac{91}{36}\right)^2 = \frac{2555}{1296}$$

$$\sigma(X) = \frac{\sqrt{2555}}{36}$$

4 1から6までの番号をつけた6枚のカードがある。この中から同時に2枚のカードを引くとき、引いたカードの番号の大きい方を X とする。

a) 確率変数 X の確率分布を求めよ。

X	2	3	4	5	6	計
P	$\frac{1}{15}$	$\frac{2}{15}$	$\frac{3}{15}$	$\frac{4}{15}$	$\frac{5}{15}$	1

b) 確率変数 X の期待値 $E(X)$ 、分散 $V(X)$ 、標準偏差 $\sigma(X)$ を求めよ。

$$\begin{aligned} E(X) &= \frac{1}{15} (2 \times 1 + 3 \times 2 + 4 \times 3 + 5 \times 4 + 6 \times 5) \\ &= \frac{70}{15} = \frac{14}{3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E(X^2) &= \frac{1}{15} (2^2 \times 1 + 3^2 \times 2 + 4^2 \times 3 + 5^2 \times 4 + 6^2 \times 5) \\ &= \frac{350}{15} = \frac{70}{3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V(X) &= E(X^2) - E(X)^2 = \frac{70}{3} - \left(\frac{14}{3}\right)^2 = \frac{210 - 196}{9} \\ &= \frac{14}{9} \end{aligned}$$

$$\sigma(X) = \frac{\sqrt{14}}{3}$$