

入学試験過去問題

数 学

広島大学（理系）

対象年度：2008 年

試験時間：150 分

問題数：5 問

第 1 問

$A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ を 2×2 行列, $O = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$ を零行列, $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ を単位行列とする。このとき, 次の問いに答えよ。

- (1) 「 $A^3 = O$ ならば $A^2 = O$ が成り立つことを示せ」という問題に対して, 次のような解答があった。

$$\text{「} A^3 = O \text{ ならば } A = O \quad \dots \textcircled{1}$$

$$A = O \text{ ならば } A^2 = O \quad \dots \textcircled{2}$$

①, ②によって, $A^3 = O$ ならば $A^2 = O$ が成り立つ。」

この解答には誤りがある。解答中の①, ②のそれぞれについて, 正しいかどうかを判定し, 正しくない場合は正しくないことを示す例 (反例) をあげよ。

- (2) $A^3 = O$ のとき, A は逆行列をもたないことを示せ。
- (3) 「 $A^3 = O$ ならば $A^2 = O$ が成り立つ」ことを証明せよ。ただし, 等式

$$A^2 - (a + d)A + (ad - bc)E = O$$

が成り立つことは証明なしで用いてよい。

第 2 問

次の問いに答えよ。ただし、 n は自然数を表す。

- (1) $0 \leq x \leq 1$ を満たす実数 x に対して、不等式

$$\frac{x}{n+1} \leq \log \left(1 + \frac{x}{n} \right) \leq \frac{x}{n}$$

が成り立つことを示せ。ただし、対数は自然対数とする。

- (2) 次の値を求めよ。

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left(\frac{k}{n} \right)^5$$

- (3) 数列 $\{a_n\}$ を

$$a_n = \left(1 + \frac{1^5}{n^6} \right) \left(1 + \frac{2^5}{n^6} \right) \cdots \left(1 + \frac{n^5}{n^6} \right)$$

で定めるとき、極限值 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n$ を求めよ。

第 3 問

2 点 A, B と、その上を動く 1 個の石がある。この石は、時刻 $t = 0$ では点 A にあり、その後、次の規則 (a), (b) にしたがって動く。

各 $t = 0, 1, 2, \dots$ に対して、

- (a) 時刻 t に石が点 A にあれば、時刻 $t + 1$ に石が点 A にある確率は c 、点 B にある確率は $1 - c$ である。
- (b) 時刻 t に石が点 B にあれば、時刻 $t + 1$ に石が点 B にある確率は $2c$ 、点 A にある確率は $1 - 2c$ である。

ただし、 c は $0 < c < \frac{1}{2}$ を満たす定数とする。

いま、 n を自然数とし、時刻 $t = n$ において石が点 A にある確率を p_n とするとき、次の問いに答えよ。

- (1) p_1, p_2 を求めよ。
- (2) p_{n+1} を p_n と c を用いて表せ。
- (3) p_n を求めよ。
- (4) $\lim_{n \rightarrow \infty} p_n$ を求めよ。

第 4 問

平面上のベクトル $\vec{a}$, $\vec{b}$ は, その大きさがともに $\sqrt{2}$ であり, なす角が 120° である。
このとき, 次の問いに答えよ。

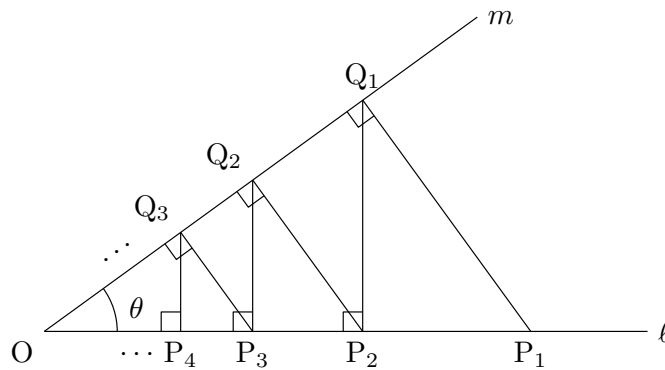
- (1) 内積 $(\vec{a} + \vec{b}) \cdot (\vec{a} + \vec{b})$ を求めよ。
- (2) k, ℓ を整数とすると, $\left| k\vec{a} + \ell\vec{b} \right|^2$ は偶数であることを示せ。
- (3) (2) で, k または ℓ が奇数のとき, $\left| k\vec{a} + \ell\vec{b} \right|^2$ は 4 の倍数ではないことを示せ。
- (4) m, n が整数であり, $m = n = 0$ ではないならば, $\left| m\vec{a} + n\vec{b} \right|$ は整数ではないことを示せ。

第 5 問

下図のように、点 O から出る 2 本の半直線 ℓ , m があり、 ℓ と m のなす角を θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$) とする。 ℓ 上に $OP_1 = 1$ となるように点 P_1 を定め、

P_1 から m に垂線 P_1Q_1 を下ろし、
 Q_1 から ℓ に垂線 Q_1P_2 を下ろし、
 P_2 から m に垂線 P_2Q_2 を下ろし、
 Q_2 から ℓ に垂線 Q_2P_3 を下ろす。

同様にくりかえして、点 P_n , Q_n ($n = 1, 2, 3, 4, \dots$) を定め、三角形 $P_nQ_nP_{n+1}$ の面積を S_n とする。



次の問いに答えよ。

- (1) $\frac{P_2Q_2}{P_1Q_1}$ を求めよ。
- (2) $\frac{S_2}{S_1}$ を求めよ。
- (3) $S = \sum_{n=1}^{\infty} S_n$ を求め、 $\sin 2\theta$ と $\cos 2\theta$ を用いて表せ。
- (4) (3) で求めた S を θ の関数と考えて、 S の最大値を求めよ。ただし、その最大値を与える θ の値は求めなくてよい。