

2016年 理工学部 第4問

4 i を虚数単位とする. 次の事実がある.

事実 F

 a, b を互いに素な正の整数とする. このとき,

$$\left(\cos \frac{2a}{b}\pi + i \sin \frac{2a}{b}\pi\right)^k = \cos \frac{2}{b}\pi + i \sin \frac{2}{b}\pi$$

となる整数 k が存在する.

(1) 等式

$$\left(\cos \frac{4}{5}\pi + i \sin \frac{4}{5}\pi\right)^k = \cos \frac{2}{5}\pi + i \sin \frac{2}{5}\pi$$

を満たす最小の正の整数 k は である.(2) a, b を互いに素な正の整数とし, 集合 P を

$$P = \left\{ z \mid z \text{ は整数 } k \text{ を用いて } \left(\cos \frac{2a}{b}\pi + i \sin \frac{2a}{b}\pi\right)^k \text{ と表される複素数} \right\}$$

で定める. 事実 F を考慮すると, 集合 P の要素の個数 $n(P)$ は である.

(3) 事実 F を証明しなさい.

(4) a_1, b_1 を互いに素な正の整数とし, a_2, b_2 も互いに素な正の整数とする. 集合 Q_1 と Q_2 を

$$Q_1 = \left\{ z \mid z \text{ は整数 } k \text{ を用いて } \left(\cos \frac{2a_1}{b_1}\pi + i \sin \frac{2a_1}{b_1}\pi\right)^k \text{ と表される複素数} \right\}$$

$$Q_2 = \left\{ z \mid z \text{ は整数 } k \text{ を用いて } \left(\cos \frac{2a_2}{b_2}\pi + i \sin \frac{2a_2}{b_2}\pi\right)^k \text{ と表される複素数} \right\}$$

で定め, 集合 R を

$$R = \{ z \mid z \text{ は集合 } Q_1 \text{ の要素と集合 } Q_2 \text{ の要素の積で表される複素数} \}$$

で定める. b_1 と b_2 が互いに素ならば, 集合 R の要素の個数 $n(R)$ は である. b_1 と b_2 が互いに素でないとき, それらの最大公約数を d とすれば, 集合 R の要素の個数 $n(R)$ は である.