

代数学序論, 中間テスト準備問題

2017/11/16 担当: 那須

以下では $n \geq 2$ は自然数, S_n は n 次対称群, A_n は n 次交代群を表す.

- 1 (1) 4次置換 $\sigma, \tau \in S_4$ を $\sigma = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 3 & 2 & 4 & 1 \end{pmatrix}$ と $\tau = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 4 & 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}$ により定める. 次の置換を計算せよ.

(a) $\tau\sigma$ (b) $\sigma^{-1}\tau$ (c) $\sigma^2\tau\sigma^{-1}$

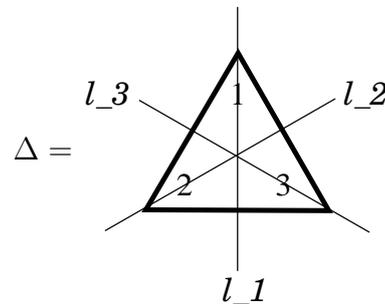
- (2) 次の置換を計算せよ. ただし, 答えはサイクルの分離積として表すこと. i, j, k は3以上 n 以下の互いに異なる正の整数とする.

(d) $(1\ 2\ 3)(2\ 3\ 4)(3\ 4\ 5) \in S_5$

(e) $(1\ 3\ 4)(1\ 3\ 5)^2 \in S_5$

(f) $(1\ i\ k)(k\ 2\ j)(k\ i\ 1)(j\ 2\ k) \in S_n$

- 2 右の基準の正三角形 Δ を含む平面において, I を恒等変換, R_1 と R_2 を Δ の中心の周りのそれぞれ角度 120° と 240° の回転 (反時計回り) とし, さらに T_i ($i = 1, 2, 3$) を, 直線 l_i に関する折り返し (対称移動) とする.



基準の正三角形 Δ を次の合成変換で変換した正三角形を求めよ. なお解答は解答欄の三角形の頂点に数字を記入して答えよ. なお合同変換 f に対し f^{-1} は f の逆変換を表すものとする.

(1) $T_1 \circ T_3 \circ R_2$ (2) $R_1 \circ T_1 \circ R_2 \circ T_1$

- 3 (1) 次の置換 σ の位数を求めよ.

(a) $\sigma = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ 4 & 8 & 5 & 7 & 3 & 2 & 1 & 6 \end{pmatrix} \in S_8$

(b) $\sigma = (1\ 3\ 5\ 7)(1\ 3\ 8\ 4) \in S_8$

(c) $\sigma = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 & 11 & 12 & 13 & 14 & 15 & 16 \\ 15 & 13 & 1 & 10 & 3 & 12 & 14 & 2 & 11 & 7 & 8 & 4 & 16 & 6 & 9 & 5 \end{pmatrix} \in S_{16}$

- (2) 置換 $\sigma = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 5 & 6 & 3 & 2 & 4 & 1 \end{pmatrix} \in S_6$ をあみだくじで表せ. また σ は偶置換と奇置換のいずれか答えよ.

- 4 (1) 次の2変数多項式 $f(x, y)$ を基本対称式

$$\sigma_1 = x + y, \quad \sigma_2 = xy$$

を用いて表せ:

(a) $f(x, y) = x^3 + y^3$

(b) $f(x, y) = x^6 + y^6 + x^3y^3$

(2) 次の3変数多項式 $f(x, y, z)$ を基本対称式

$$\sigma_1 = x + y + z, \quad \sigma_2 = xy + yz + zx, \quad \sigma_3 = xyz$$

を用いて表せ：

(c) $f(x, y, z) = (x - y)^2 + (y - z)^2 + (z - x)^2$

(d) $f(x, y, z) = x^3 + y^3 + z^3$

(e) $f(x, y, z) = x^3y + y^3z + z^3x + xy^3 + yz^3 + zx^3$

(3) $x^3 - 2x^2 + 7x + 5 = 0$ の解を α, β, γ とする.

(f) $(\alpha + \beta)^2 + (\beta + \gamma)^2 + (\gamma + \alpha)^2$ の値を求めよ.

(g) $\alpha^2, \beta^2, \gamma^2$ を解とする3次方程式をひとつ与えよ.

5 (1) 次の写像 $f: X \rightarrow Y$ は、全射であるか？単射であるか？全単射であるか？をそれぞれの場合について答えよ.

(a) $X = Y = \mathbb{R}_{\geq 0}, f(x) = x^3$

(b) $X = Y = \mathbb{R}_{\geq 0}, f(x) = x^2 + 1$

(c) $X = Y = \mathbb{R}, f(x) = x(x - 1)(x + 1)$

(2) X, Y, Z を集合とし、 $f: X \rightarrow Y, g: Y \rightarrow Z$ を写像とする.

(d) f, g がともに全射ならば、合成写像 $g \circ f$ も全射であることを示せ.

(e) f, g がともに単射ならば、合成写像 $g \circ f$ も単射であることを示せ.

6 3変数の(多項)式

$$f(x, y, z) = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ x^2 & y^2 & z^2 \\ x^3 & y^3 & z^3 \end{vmatrix} \bigg/ \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ x & y & z \\ x^2 & y^2 & z^2 \end{vmatrix}$$

について、以下の問に答えよ.

(1) $f(x, y, z)$ が対称式であることを示せ. (ただし、 $f(x, y, z)$ が多項式であることは仮定して良い.)

(2) $f(x, y, z)$ を求めよ.