

1 次の5つの4次元ベクトルで生成される部分空間  $(\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \vec{a}_4, \vec{a}_5)$  の基底と次元を求めよ.

$$\vec{a}_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}, \quad \vec{a}_2 = \begin{pmatrix} 6 \\ -1 \\ -1 \\ 4 \end{pmatrix}, \quad \vec{a}_3 = \begin{pmatrix} 3 \\ -4 \\ -7 \\ 7 \end{pmatrix}, \quad \vec{a}_4 = \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad \vec{a}_5 = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ 5 \\ -3 \end{pmatrix}$$

2 行列  $A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & -2 \\ -1 & -2 & -1 \\ -2 & -1 & 1 \end{pmatrix}$  を用いて  $\vec{x} \mapsto A\vec{x}$  で定義される線形変換を  $f_A$  とする.

a) ベクトル  $\vec{b} = \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix}$  が  $f_A$  の像  $\text{Im } f_A$  に入るための  $a, b, c$  の必要十分条件を連立1次方程式

$$\begin{cases} x - y - 2z = a \\ -x - 2y - z = b \\ -2x - y + z = c \end{cases} \text{ を解くことにより求めよ.}$$

b) a) の結果を用いて像  $\text{Im } f_A$  の基底を求めよ.

c)  $\vec{a}_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ -2 \end{pmatrix}$ ,  $\vec{a}_2 = \begin{pmatrix} -1 \\ -2 \\ -1 \end{pmatrix}$ ,  $\vec{a}_3 = \begin{pmatrix} -2 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}$  とおく. 行列  $A$  はこれらのベクトルを並べてできた行列である. このとき,  $f_A$  の像  $\text{Im } f_A$  は部分空間  $\langle \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \rangle$  に一致することを用いて,  $\text{Im } f_A$  の基底を求めよ.