

## 第 2 章

p.47 【演習問題 1】 5 元連立 1 次方程式

$$\begin{cases} y + 2s + 3t + 4u = 2 \\ 4x + \quad + s + 2t + 3u = -8 \\ 3x + 4y + \quad + t + 2u = -3 \\ 2x + 3y + 4s + \quad + u = 7 \\ x + 2y + 3s + 4t = 2 \end{cases}$$

を解け.

(H26 東北大生命科学研究所)

【解答】

$$\begin{aligned} & \left[ \begin{array}{ccccc|c} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 2 \\ 4 & 0 & 1 & 2 & 3 & -8 \\ 3 & 4 & 0 & 1 & 2 & -3 \\ 2 & 3 & 4 & 0 & 1 & 7 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 0 & 2 \end{array} \right] \xrightarrow{\substack{\textcircled{3}-3\times\textcircled{5} \\ \textcircled{4}-2\times\textcircled{5}}} \left[ \begin{array}{ccccc|c} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 2 \\ 0 & -8 & -11 & -14 & 3 & -16 \\ 0 & -2 & -9 & -11 & 2 & -9 \\ 0 & -1 & -2 & -8 & 1 & 3 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 0 & 2 \end{array} \right] \\ & \xrightarrow{\substack{\textcircled{2}+8\times\textcircled{1} \\ \textcircled{3}+2\times\textcircled{1} \\ \textcircled{4}+\times\textcircled{1} \\ \textcircled{5}-2\times\textcircled{1}}} \left[ \begin{array}{ccccc|c} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 2 \\ 0 & 0 & 5 & 10 & 35 & 0 \\ 0 & 0 & -5 & -5 & 10 & -5 \\ 0 & 0 & 0 & -5 & 5 & 5 \\ 1 & 0 & -1 & -2 & -8 & -2 \end{array} \right] \xrightarrow{\substack{\textcircled{2}\div 5 \\ \textcircled{3}\div(-5) \\ \textcircled{4}\div(-5)}} \left[ \begin{array}{ccccc|c} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 7 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & -2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & 0 & -1 & -2 & -8 & -2 \end{array} \right] \\ & \xrightarrow{\substack{\textcircled{1}-2\times\textcircled{2} \\ \textcircled{3}-\textcircled{2} \\ \textcircled{5}+\textcircled{2}}} \left[ \begin{array}{ccccc|c} 0 & 1 & 0 & -1 & -10 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 7 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & -9 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & -2 \end{array} \right] \xrightarrow{\substack{\textcircled{1}-\textcircled{3} \\ \textcircled{2}+2\times\textcircled{3} \\ \textcircled{4}+\textcircled{3}}} \left[ \begin{array}{ccccc|c} 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -11 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & -9 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -10 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & -2 \end{array} \right] \\ & \xrightarrow{\textcircled{3}\times(-1/10)} \left[ \begin{array}{ccccc|c} 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -11 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & -9 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & -2 \end{array} \right] \xrightarrow{\substack{\textcircled{1}+\textcircled{4} \\ \textcircled{2}+11\times\textcircled{4} \\ \textcircled{3}+9\times\textcircled{4} \\ \textcircled{5}+\textcircled{4}}} \left[ \begin{array}{ccccc|c} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2 \end{array} \right] \\ & \xrightarrow{\substack{\textcircled{1}+\textcircled{4} \\ \textcircled{2}+11\times\textcircled{4} \\ \textcircled{3}+9\times\textcircled{4} \\ \textcircled{5}+\textcircled{4}}} \left[ \begin{array}{ccccc|c} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2 \end{array} \right] \rightarrow \left[ \begin{array}{ccccc|c} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{array} \right] \end{aligned}$$

以上の変形より  $x = -2, y = 1, s = 2, t = -1, u = 0$ .

□

p.51 【演習問題 2】 次の連立方程式の解を全部求めよ. 解全体を解空間とよぶ. この解空間の次元はいくつか?

$$\begin{pmatrix} 2 & -1 & 1 & 5 & 0 \\ 1 & 3 & 4 & -1 & 7 \\ 1 & 0 & 1 & 2 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

(H17 神戸大理学部数学科 編入学試験)

【解答】

$$\begin{aligned} & \left[ \begin{array}{ccccc} 2 & -1 & 1 & 5 & 0 \\ 1 & 3 & 4 & -1 & 7 \\ 1 & 0 & 1 & 2 & 1 \end{array} \right] \xrightarrow{\substack{\textcircled{1}-2\times\textcircled{3} \\ \textcircled{2}-\textcircled{3}}} \left[ \begin{array}{ccccc} 0 & -1 & -1 & 1 & -2 \\ 0 & 3 & 3 & -3 & 6 \\ 1 & 0 & 1 & 2 & 1 \end{array} \right] \\ & \xrightarrow{\textcircled{2}+3\times\textcircled{1}} \left[ \begin{array}{ccccc} 0 & -1 & -1 & 1 & -2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 2 & 1 \end{array} \right] \rightarrow \left[ \begin{array}{ccccc} 1 & 0 & 1 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & -1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right] \end{aligned}$$

上記変形結果より元の方程式は方程式  $\begin{cases} x_1 + x_3 + 2x_4 + x_5 = 0 \\ x_2 + x_3 - x_4 + 2x_5 = 0 \end{cases}$  と同値. これより解は

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -x_3 - 2x_4 - x_5 \\ -x_3 + x_4 - 2x_5 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{bmatrix} = c_1 \begin{bmatrix} -1 \\ -1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + c_2 \begin{bmatrix} -2 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} + c_3 \begin{bmatrix} -1 \\ -2 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (\text{各 } c_i \text{ は任意定数})$$

で与えられる. 解空間の次元は 3 となる. □

p.56 【演習問題 3】 次の行列の逆行列を求めよ.

$$\begin{bmatrix} 1 & 4 & 2 & 2 \\ -1 & -2 & -3 & 0 \\ 0 & 2 & 1 & 1 \\ -3 & 0 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

(H26 首都大都市環境科学研究科 建築学専攻)

【解答】

$$\begin{aligned} [A|E_4] &= \left[ \begin{array}{cccc|cccc} 1 & 4 & 2 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -3 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ -3 & 0 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right] \xrightarrow{\substack{\textcircled{2}+\textcircled{1} \\ \textcircled{4}+3\times\textcircled{1}}} \left[ \begin{array}{cccc|cccc} 1 & 4 & 2 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & -1 & 2 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 12 & 8 & 7 & 3 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right] \\ &\xrightarrow{\substack{\textcircled{1}-2\times\textcircled{2} \\ \textcircled{3}-\textcircled{2} \\ \textcircled{4}-6\times\textcircled{2}}} \left[ \begin{array}{cccc|cccc} 1 & 0 & 4 & -2 & -1 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & -1 & 2 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & -1 & -1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 14 & -5 & -3 & -6 & 0 & 1 \end{array} \right] \xrightarrow{2\times\textcircled{2}} \left[ \begin{array}{cccc|cccc} 1 & 0 & 4 & -2 & -1 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & -2 & 4 & 2 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & -1 & -1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 14 & -5 & -3 & -6 & 0 & 1 \end{array} \right] \\ &\xrightarrow{\substack{\textcircled{1}-2\times\textcircled{3} \\ \textcircled{2}+\textcircled{3} \\ \textcircled{4}-7\times\textcircled{3}}} \left[ \begin{array}{cccc|cccc} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -2 & 0 \\ 0 & 4 & 0 & 3 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & -1 & -1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 4 & 1 & -7 & 1 \end{array} \right] \xrightarrow{\substack{8\times\textcircled{1} \\ 2\times\textcircled{2} \\ 4\times\textcircled{3}}} \left[ \begin{array}{cccc|cccc} 8 & 0 & 0 & 0 & 8 & 0 & -16 & 0 \\ 0 & 8 & 0 & 6 & 2 & 2 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 8 & -4 & -4 & -4 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 4 & 1 & -7 & 1 \end{array} \right] \\ &\xrightarrow{\substack{\textcircled{2}-3\times\textcircled{4} \\ \textcircled{3}+2\times\textcircled{4}}} \left[ \begin{array}{cccc|cccc} 8 & 0 & 0 & 0 & 8 & 0 & -16 & 0 \\ 0 & 8 & 0 & 0 & -10 & -1 & 23 & -3 \\ 0 & 0 & 8 & 0 & 4 & -2 & -10 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 4 & 1 & -7 & 1 \end{array} \right] \xrightarrow{4\times\textcircled{4}} \left[ \begin{array}{cccc|cccc} 8 & 0 & 0 & 0 & 8 & 0 & -16 & 0 \\ 0 & 8 & 0 & 0 & -10 & -1 & 23 & -3 \\ 0 & 0 & 8 & 0 & 4 & -2 & -10 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 8 & 16 & 4 & -28 & 4 \end{array} \right] = [8E_4|B] \end{aligned}$$

$$\therefore A^{-1} = \frac{1}{8} \begin{bmatrix} 8 & 0 & -16 & 0 \\ -10 & -1 & 23 & -3 \\ 4 & -2 & -10 & 2 \\ 16 & 4 & -28 & 4 \end{bmatrix}$$

□

p.56 【演習問題 4】  $x$  は実数を動かとする.

(1) 行列

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & x & 1 & 1 \\ 1 & 1 & x & 1 \\ 1 & 1 & 1 & x^2 \end{pmatrix}$$

の階数を求めよ.

(2)  $\text{rank } A$  が最小のとき,  $A^2$  を計算せよ.

(3) (2) のとき,  $A$  の最小多項式を求めよ.

(H6 京大理学研究科 数学専攻)

【解答】(1)  $A$  の簡約化により階数を求める.

$$A \xrightarrow{\begin{matrix} \textcircled{2}-\textcircled{1} \\ \textcircled{3}-\textcircled{1} \\ \textcircled{4}-\textcircled{1} \end{matrix}} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & x-1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & x-1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x^2-1 \end{pmatrix}$$

$x$  に関し場合分けを行う :

$$x \neq \pm 1 \text{ のとき, } A \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow E_4 \text{ より rank } A = 4.$$

$$x = -1 \text{ のとき, } A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \text{ より rank } A = 3.$$

$$x = 1 \text{ のとき, } A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \text{ より rank } A = 1.$$

(2) (1) の結果より  $x = 1$  の場合を考えればよい. このとき

$$A^2 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 4 \end{pmatrix} = 4A$$

(3) (2) の結果より最小多項式  $m_A(t)$  は  $t^2 - 4t$  を割り切るが,  $A - 4E$ ,  $A \neq O$  だから  $m_A(t) = t^2 - 4t$  が最小多項式である.  $\square$

p.63 【演習問題 5】  $a, b, c, d, p, q$  を実数とする. 実線型空間  $\mathbb{R}^5$  の部分集合

$$V = \left\{ \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^5 \mid \begin{array}{l} x_1 + x_2 + (p+1)x_3 + 3x_4 + qx_5 = a \\ x_1 + 2x_2 + (2p+1)x_3 + 2x_4 = b \\ x_1 - px_3 + 4x_4 + 4qx_5 = c \\ x_2 - p^2x_3 - x_4 - 2qx_5 = d \end{array} \right\}$$

が  $\mathbb{R}^5$  の 3 次元線型部分空間となるときの, 以下の問いに答えよ.

(1)  $a, b, c, d, p, q$  を求めよ.

(2)  $V$  の基底を一組求めよ.

(H15 名大多元数理科学研究科)

【解答】(1)  $V$  が  $\mathbb{R}^5$  の部分空間になるためには  $a = b = c = d = 0$  でなければならない. 次に  $A$  の行基本変形を行う :

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & p+1 & 3 & q \\ 1 & 2 & 2p+1 & 2 & 0 \\ 1 & 0 & -p & 4 & 4q \\ 0 & 1 & -p^2 & -1 & -2q \end{bmatrix} \xrightarrow{\begin{matrix} \textcircled{2}-\textcircled{1} \\ \textcircled{3}-\textcircled{1} \\ \textcircled{3}-\textcircled{1} \end{matrix}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & p+1 & 3 & q \\ 0 & 1 & p & -1 & -q \\ 0 & -1 & -2p-1 & 1 & 3q \\ 0 & 1 & -p^2 & -1 & -2q \end{bmatrix}$$

$$\xrightarrow{\begin{matrix} \textcircled{1}-\textcircled{2} \\ \textcircled{3}+\textcircled{2} \\ \textcircled{4}-\textcircled{2} \end{matrix}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 4 & 2q \\ 0 & 1 & p & -1 & -q \\ 0 & 0 & -p-1 & 0 & 2q \\ 0 & 0 & -p^2-p & 0 & -q \end{bmatrix}$$

$V$  が 3 次元であるためには係数行列の階数が 2 でなければならない. 上の計算結果より  $-p-1 = -p^2-p = 0$  かつ  $2q = -q = 0$ , 従って  $p = -1, q = 0$  となる.

(2) (1) の計算より

$$V = \left\{ \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^5 \mid \begin{array}{l} x_1 + x_3 + 4x_4 = 0 \\ x_2 + x_3 - x_4 = 0 \end{array} \right\}$$

従って  $x_3 = c_1, x_4 = c_2, x_5 = c_3$  と置けば  $V$  の元は

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -x_3 - 4x_4 \\ -x_3 + x_4 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{bmatrix} = c_1 \begin{bmatrix} -1 \\ -1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + c_2 \begin{bmatrix} -4 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} + c_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (c_1, c_2, c_3 \text{ は任意定数})$$

と表される。従って  $\left\{ \begin{bmatrix} -1 \\ -1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -4 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right\}$  は  $V$  の基底になる。 □

p.66 【演習問題 6】  $a, b, c$  を正の実数として行列：

$$A = \begin{pmatrix} -(a+c) & a & c \\ a & -(a+b) & b \\ c & b & -(b+c) \end{pmatrix}$$

を考える。次の問いに答えよ。

- (1)  $A$  の階数を求めよ。
- (2) 連立一次方程式

$$A \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}$$

の解を求めよ。

(H22 金沢大理工学域編入学試験)

【解答】 (1) 行及び列に関する基本変形をすると

$$A \xrightarrow[\textcircled{1}+\textcircled{2}]{\textcircled{1}+\textcircled{3}}} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ a & -(a+b) & b \\ c & b & -(b+c) \end{pmatrix} \xrightarrow[\textcircled{2}+\textcircled{1}]{\textcircled{2}+\textcircled{3}}} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ a & 0 & b \\ c & 0 & -(b+c) \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} a & b & 0 \\ 0 & -(b+c) & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$a, b, c$  は全て正数だから  $\begin{vmatrix} a & b \\ c & -b-c \end{vmatrix} = -(ab+bc+ca) < 0$ 。従って変形結果の行列の階数は 2。よって  $\text{rank } A = 2$ 。

(2) 拡大係数行列  $[A|\mathbf{b}]$  を簡約化する：

$$\begin{aligned} [A|\mathbf{b}] &\xrightarrow[\textcircled{1}+\textcircled{3}]{\textcircled{1}+\textcircled{2}}} \left[ \begin{array}{ccc|c} 0 & 0 & 0 & 0 \\ a & -(a+b) & b & 0 \\ c & b & -(b+c) & -1 \end{array} \right] \xrightarrow{\textcircled{3}-\frac{c}{a}\textcircled{2}}} \left[ \begin{array}{ccc|c} 0 & 0 & 0 & 0 \\ a & -(a+b) & b & 0 \\ 0 & \frac{ab+bc+ca}{a} & -\frac{ab+ca+bc}{a} & -1 \end{array} \right] \\ &\xrightarrow[\textcircled{2}\rightarrow\textcircled{1}]{\textcircled{1}\rightarrow\textcircled{3}, \textcircled{3}\rightarrow\textcircled{2}}} \left[ \begin{array}{ccc|c} a & -(a+b) & b & 0 \\ 0 & \frac{ab+bc+ca}{a} & -\frac{ab+ca+bc}{a} & -1 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{0}{ab+bc+ca} \end{array} \right] \xrightarrow{\textcircled{2}\div\frac{a}{ab+bc+ca}} \left[ \begin{array}{ccc|c} a & -(a+b) & b & 0 \\ 0 & 1 & -1 & -\frac{0}{ab+bc+ca} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right] \\ &\xrightarrow{\textcircled{1}+(a+b)\textcircled{2}} \left[ \begin{array}{ccc|c} a & 0 & -a & -\frac{a(a+b)}{ab+bc+ca} \\ 0 & 1 & -1 & -\frac{a}{ab+bc+ca} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right] \xrightarrow{\textcircled{1}\div a} \left[ \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & -1 & -\frac{a+b}{ab+bc+ca} \\ 0 & 1 & -1 & -\frac{a}{ab+bc+ca} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right] \end{aligned}$$

だから

$$\begin{cases} x - z = -\frac{a+b}{ab+bc+ca} \\ y - z = -\frac{a}{ab+bc+ca} \end{cases} \quad \therefore \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = t \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \frac{1}{ab+bc+ca} \begin{bmatrix} a+b \\ a \\ 0 \end{bmatrix} \quad (t \text{ は任意定数})$$

□