

# はじめに (数学基礎 B1)

数学基礎 B = 線形代数

教科書 「要点明解 線形数学」 培風館

- ▶ 第1章 行列
- ▶ 第2章 連立1次方程式  
(第3章 行列式)  
(第4章 行列の対角化)

講義の情報

<http://mathweb.sc.niigata-u.ac.jp/~hoshi/teaching-j.html>

シラバス

LINK

- ▶ ノートを取りながら講義を聴くこと。  
(ノートを回収して確認する可能性があります)
- ▶ 講義 → 小テスト (理解度確認テスト, 学務情報システム内)

## 第2章 連立1次方程式

連立1次方程式を解く.

## 第2章 連立1次方程式

連立1次方程式を解く.

$$(3) = (1) - 2 \times (2)$$

$$\begin{cases} 4x + 5y = 3 \cdots (1) \\ 2x + 3y = 1 \cdots (2) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} -y = 1 \cdots (3) \\ 2x + 3y = 1 \cdots (2) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 2x + 3y = 1 \cdots (2) \\ -y = 1 \cdots (3) \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} 2x = 4 \cdots (4) \\ -y = 1 \cdots (3) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 2x = 4 \cdots (4) \\ y = -1 \cdots (5) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = 2 \cdots (6) \\ y = -1 \cdots (5) \end{cases}$$

$$(4) = (2) + 3 \times (3)$$

$$(5) = (-1) \times (3)$$

$$(6) = \frac{1}{2} \times (4)$$

## 第2章 連立1次方程式

連立1次方程式を解く.

$$\begin{aligned} & \quad \quad \quad (3) = (1) - 2 \times (2) \\ & \left\{ \begin{array}{l} 4x + 5y = 3 \cdots (1) \\ 2x + 3y = 1 \cdots (2) \end{array} \right. \xrightarrow{\text{III}} \left\{ \begin{array}{l} -y = 1 \cdots (3) \\ 2x + 3y = 1 \cdots (2) \end{array} \right. \xrightarrow{\text{I}} \left\{ \begin{array}{l} 2x + 3y = 1 \cdots (2) \\ -y = 1 \cdots (3) \end{array} \right. \\ & \xrightarrow{\text{III}} \left\{ \begin{array}{l} 2x = 4 \cdots (4) \\ -y = 1 \cdots (3) \end{array} \right. \xrightarrow{\text{II}} \left\{ \begin{array}{l} 2x = 4 \cdots (4) \\ y = -1 \cdots (5) \end{array} \right. \xrightarrow{\text{II}} \left\{ \begin{array}{l} x = 2 \cdots (6) \\ y = -1 \cdots (5) \end{array} \right. \\ & \quad \quad (4) = (2) + 3 \times (3) \quad \quad (5) = (-1) \times (3) \quad \quad (6) = \frac{1}{2} \times (4) \end{aligned}$$

## 第2章 連立1次方程式

連立1次方程式を解く.

$$(3) = (1) - 2 \times (2)$$

$$\begin{cases} 4x + 5y = 3 \cdots (1) \\ 2x + 3y = 1 \cdots (2) \end{cases} \xrightarrow{\text{III}} \begin{cases} -y = 1 \cdots (3) \\ 2x + 3y = 1 \cdots (2) \end{cases} \xrightarrow{\text{I}} \begin{cases} 2x + 3y = 1 \cdots (2) \\ -y = 1 \cdots (3) \end{cases}$$

$$\xrightarrow{\text{III}} \begin{cases} 2x = 4 \cdots (4) \\ -y = 1 \cdots (3) \end{cases} \xrightarrow{\text{II}} \begin{cases} 2x = 4 \cdots (4) \\ y = -1 \cdots (5) \end{cases} \xrightarrow{\text{II}} \begin{cases} x = 2 \cdots (6) \\ y = -1 \cdots (5) \end{cases}$$

$$(4) = (2) + 3 \times (3)$$

$$(5) = (-1) \times (3)$$

$$(6) = \frac{1}{2} \times (4)$$

I. 2つの行を交換

II. ある行を  $k$  倍 ( $k \neq 0$ )

III. ある行の  $k$  倍を他の行に加える

## 第2章 連立1次方程式

連立1次方程式を解く.

$$(3) = (1) - 2 \times (2)$$

$$\begin{cases} 4x + 5y = 3 \cdots (1) \\ 2x + 3y = 1 \cdots (2) \end{cases} \xrightarrow{\text{III}} \begin{cases} -y = 1 \cdots (3) \\ 2x + 3y = 1 \cdots (2) \end{cases} \xrightarrow{\text{I}} \begin{cases} 2x + 3y = 1 \cdots (2) \\ -y = 1 \cdots (3) \end{cases}$$

$$\xrightarrow{\text{III}} \begin{cases} 2x = 4 \cdots (4) \\ -y = 1 \cdots (3) \end{cases} \xrightarrow{\text{II}} \begin{cases} 2x = 4 \cdots (4) \\ y = -1 \cdots (5) \end{cases} \xrightarrow{\text{II}} \begin{cases} x = 2 \cdots (6) \\ y = -1 \cdots (5) \end{cases}$$

$$(4) = (2) + 3 \times (3)$$

$$(5) = (-1) \times (3)$$

$$(6) = \frac{1}{2} \times (4)$$

I. 2つの行を交換

II. ある行を  $k$  倍 ( $k \neq 0$ )

III. ある行の  $k$  倍を他の行に加える

**(行) 基本変形** (前回)

## 第2章 連立1次方程式

連立1次方程式を解く.

$$(3) = (1) - 2 \times (2)$$

$$\begin{cases} 4x + 5y = 3 \cdots (1) \\ 2x + 3y = 1 \cdots (2) \end{cases} \xrightarrow{\text{III}} \begin{cases} -y = 1 \cdots (3) \\ 2x + 3y = 1 \cdots (2) \end{cases} \xrightarrow{\text{I}} \begin{cases} 2x + 3y = 1 \cdots (2) \\ -y = 1 \cdots (3) \end{cases}$$

$$\xrightarrow{\text{III}} \begin{cases} 2x = 4 \cdots (4) \\ -y = 1 \cdots (3) \end{cases} \xrightarrow{\text{II}} \begin{cases} 2x = 4 \cdots (4) \\ y = -1 \cdots (5) \end{cases} \xrightarrow{\text{II}} \begin{cases} x = 2 \cdots (6) \\ y = -1 \cdots (5) \end{cases}$$

$$(4) = (2) + 3 \times (3)$$

$$(5) = (-1) \times (3)$$

$$(6) = \frac{1}{2} \times (4)$$

I. 2つの行を交換

II. ある行を  $k$  倍 ( $k \neq 0$ )

III. ある行の  $k$  倍を他の行に加える

**(行) 基本変形** (前回)

$$\left( \begin{array}{cc|c} 4 & 5 & 3 \\ 2 & 3 & 1 \end{array} \right) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{cc|c} 0 & -1 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \end{array} \right) \xrightarrow{\text{I}} \left( \begin{array}{cc|c} 2 & 3 & 1 \\ 0 & -1 & 1 \end{array} \right)$$

$$\xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{cc|c} 2 & 0 & 4 \\ 0 & -1 & 1 \end{array} \right) \xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{cc|c} 2 & 0 & 4 \\ 0 & 1 & -1 \end{array} \right) \xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{cc|c} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & -1 \end{array} \right)$$

## 注意

連立1次方程式を解く



## 注意

連立 1 次方程式を解く

対応  
 $\longleftrightarrow$

## 注意

連立1次方程式を解く

対応  
 $\longleftrightarrow$

(行) 基本変形 I, II, III をくり返して  $\left( \begin{array}{cc|c} 1 & 0 & a \\ 0 & 1 & b \end{array} \right)$  の形にする.

## 注意

連立1次方程式を解く

対応  
 $\longleftrightarrow$

(行) 基本変形 I, II, III をくり返して  $\left( \begin{array}{cc|c} 1 & 0 & a \\ 0 & 1 & b \end{array} \right)$  の形にする.

すなわち, 左側を単位行列  $E_2 = \left( \begin{array}{cc} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{array} \right)$  にする.

## 注意

連立1次方程式を解く

対応  
 $\longleftrightarrow$

(行) 基本変形 I, II, III をくり返して  $\left( \begin{array}{cc|c} 1 & 0 & a \\ 0 & 1 & b \end{array} \right)$  の形にする.

すなわち, 左側を単位行列  $E_2 = \left( \begin{array}{cc} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{array} \right)$  にする.

このとき, 連立1次方程式の解  $\begin{cases} x = a \\ y = b \end{cases}$  がえられる.

## 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

## 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right)$$

## 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-2)$$

# 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \begin{array}{l} \downarrow \times(-2) \\ \rightarrow \end{array} \boxed{\text{III}}$$



## 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \xrightarrow{\downarrow \times(-2)} \begin{array}{c} \boxed{\text{III}} \\ \rightarrow \end{array} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ \mathbf{0} & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right)$$

# 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-2) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ \mathbf{0} & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-3)$$

# 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-2) \xrightarrow{\boxed{\text{III}}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ \mathbf{0} & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-3) \xrightarrow{\boxed{\text{III}}}$$

## 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-2) \xrightarrow{\boxed{\text{III}}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-3) \xrightarrow{\boxed{\text{III}}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ 0 & -1 & -5 & -17 \end{array} \right)$$

## 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-2) \xrightarrow{\boxed{\text{III}}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-3) \xrightarrow{\boxed{\text{III}}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ 0 & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{3})$$

# 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \color{red}{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-2) \xrightarrow{\boxed{\text{III}}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ \color{red}{0} & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-3) \xrightarrow{\boxed{\text{III}}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ \color{red}{0} & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{3})$$

$\boxed{\text{II}}$

$\rightarrow$

# 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-2) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ \mathbf{0} & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-3) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ \mathbf{0} & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{3})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & \mathbf{1} & 1 & 5 \\ 0 & -1 & -5 & -17 \end{array} \right)$$

# 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-2) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ \mathbf{0} & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-3) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ \mathbf{0} & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{3})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & \mathbf{1} & 1 & 5 \\ 0 & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \downarrow \times 1$$



# 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-2) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ \mathbf{0} & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-3) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ \mathbf{0} & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{3})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & \mathbf{1} & 1 & 5 \\ 0 & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \downarrow \times 1 \xrightarrow{\text{III}}$$

# 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-2) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ \mathbf{0} & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-3) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ \mathbf{0} & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{3})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & \mathbf{1} & 1 & 5 \\ 0 & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \downarrow \times 1 \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & \mathbf{0} & -4 & -12 \end{array} \right)$$

# 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-2) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ \mathbf{0} & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-3) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ \mathbf{0} & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{3})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & \mathbf{1} & 1 & 5 \\ 0 & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \downarrow \times 1 \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & \mathbf{0} & -4 & -12 \end{array} \right) \uparrow \times(-1)$$

# 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-2) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ \mathbf{0} & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-3) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ \mathbf{0} & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{3})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & \mathbf{1} & 1 & 5 \\ 0 & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \downarrow \times 1 \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & \mathbf{0} & -4 & -12 \end{array} \right) \uparrow \times(-1) \xrightarrow{\text{III}}$$

# 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-2) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ \mathbf{0} & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-3) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ \mathbf{0} & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{3})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & \mathbf{1} & 1 & 5 \\ 0 & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \downarrow \times 1 \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & \mathbf{0} & -4 & -12 \end{array} \right) \uparrow \times(-1) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & \mathbf{0} & 1 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & -4 & -12 \end{array} \right)$$

# 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-2) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ \mathbf{0} & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-3) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ \mathbf{0} & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{3})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & \mathbf{1} & 1 & 5 \\ 0 & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \downarrow \times 1 \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & \mathbf{0} & -4 & -12 \end{array} \right) \uparrow \times(-1) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & \mathbf{0} & 1 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & -4 & -12 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{4})$$

# 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \begin{array}{l} \downarrow \times(-2) \\ \\ \end{array} \xrightarrow{\boxed{\text{III}}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ \mathbf{0} & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \begin{array}{l} \\ \downarrow \times(-3) \\ \end{array} \xrightarrow{\boxed{\text{III}}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ \mathbf{0} & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{3})$$

$$\xrightarrow{\boxed{\text{II}}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & \mathbf{1} & 1 & 5 \\ 0 & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \begin{array}{l} \\ \\ \downarrow \times 1 \end{array} \xrightarrow{\boxed{\text{III}}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & \mathbf{0} & -4 & -12 \end{array} \right) \begin{array}{l} \uparrow \times(-1) \\ \\ \end{array} \xrightarrow{\boxed{\text{III}}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & \mathbf{0} & 1 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & -4 & -12 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{4})$$

$$\boxed{\text{II}} \rightarrow$$

# 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-2) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ \mathbf{0} & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-3) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ \mathbf{0} & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{3})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & \mathbf{1} & 1 & 5 \\ 0 & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \downarrow \times 1 \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & \mathbf{0} & -4 & -12 \end{array} \right) \uparrow \times(-1) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & \mathbf{0} & 1 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & -4 & -12 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{4})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 1 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & \mathbf{1} & 3 \end{array} \right)$$



# 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-2) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ \mathbf{0} & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-3) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ \mathbf{0} & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{3})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & \mathbf{1} & 1 & 5 \\ 0 & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \downarrow \times 1 \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & \mathbf{0} & -4 & -12 \end{array} \right) \uparrow \times(-1) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & \mathbf{0} & 1 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & -4 & -12 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{4})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 1 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & \mathbf{1} & 3 \end{array} \right) \uparrow \times(-1)$$

# 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \begin{array}{l} \downarrow \times(-2) \\ \\ \end{array} \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ \mathbf{0} & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \begin{array}{l} \\ \downarrow \times(-3) \\ \end{array} \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ \mathbf{0} & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{3})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & \mathbf{1} & 1 & 5 \\ 0 & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \begin{array}{l} \\ \downarrow \times 1 \\ \end{array} \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & \mathbf{0} & -4 & -12 \end{array} \right) \begin{array}{l} \uparrow \times(-1) \\ \\ \end{array} \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & \mathbf{0} & 1 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & -4 & -12 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{4})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 1 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & \mathbf{1} & 3 \end{array} \right) \begin{array}{l} \uparrow \times(-1) \\ \\ \end{array} \xrightarrow{\text{III}}$$

# 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-2) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ \mathbf{0} & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-3) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ \mathbf{0} & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{3})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & \mathbf{1} & 1 & 5 \\ 0 & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \downarrow \times 1 \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & \mathbf{0} & -4 & -12 \end{array} \right) \uparrow \times(-1) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & \mathbf{0} & 1 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & -4 & -12 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{4})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 1 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & \mathbf{1} & 3 \end{array} \right) \uparrow \times(-1) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & \mathbf{0} & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{array} \right)$$

# 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \begin{array}{l} \downarrow \times(-2) \\ \\ \end{array} \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ \mathbf{0} & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \begin{array}{l} \\ \downarrow \times(-3) \\ \\ \end{array} \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ \mathbf{0} & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{3})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & \mathbf{1} & 1 & 5 \\ 0 & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \begin{array}{l} \\ \\ \downarrow \times 1 \end{array} \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & \mathbf{0} & -4 & -12 \end{array} \right) \begin{array}{l} \uparrow \times(-1) \\ \\ \end{array} \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & \mathbf{0} & 1 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & -4 & -12 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{4})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 1 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & \mathbf{1} & 3 \end{array} \right) \begin{array}{l} \uparrow \times(-1) \\ \\ \end{array} \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & \mathbf{0} & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{array} \right) \begin{array}{l} \\ \uparrow \times(-1) \\ \end{array}$$

# 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \begin{array}{l} \downarrow \times(-2) \\ \\ \end{array} \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ \mathbf{0} & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \begin{array}{l} \\ \downarrow \times(-3) \\ \end{array} \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ \mathbf{0} & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{3})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & \mathbf{1} & 1 & 5 \\ 0 & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \begin{array}{l} \\ \\ \downarrow \times 1 \end{array} \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & \mathbf{0} & -4 & -12 \end{array} \right) \begin{array}{l} \uparrow \times(-1) \\ \\ \end{array} \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & \mathbf{0} & 1 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & -4 & -12 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{4})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 1 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & \mathbf{1} & 3 \end{array} \right) \begin{array}{l} \uparrow \times(-1) \\ \\ \end{array} \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & \mathbf{0} & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{array} \right) \begin{array}{l} \\ \uparrow \times(-1) \\ \end{array} \xrightarrow{\text{III}}$$

# 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-2) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ \mathbf{0} & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-3) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ \mathbf{0} & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{3})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & \mathbf{1} & 1 & 5 \\ 0 & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \downarrow \times 1 \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & \mathbf{0} & -4 & -12 \end{array} \right) \uparrow \times(-1) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & \mathbf{0} & 1 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & -4 & -12 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{4})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 1 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & \mathbf{1} & 3 \end{array} \right) \uparrow \times(-1) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & \mathbf{0} & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{array} \right) \uparrow \times(-1) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & \mathbf{0} & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{array} \right)$$

# 例

$$\begin{cases} x + y + 2z = 9 \\ 2x - y + z = 3 \\ 3x + 2y + z = 10 \end{cases}$$

$$\left( \begin{array}{ccc|c} \mathbf{1} & 1 & 2 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-2) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ \mathbf{0} & -3 & -3 & -15 \\ 3 & 2 & 1 & 10 \end{array} \right) \downarrow \times(-3) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & -3 & -3 & -15 \\ \mathbf{0} & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{3})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & \mathbf{1} & 1 & 5 \\ 0 & -1 & -5 & -17 \end{array} \right) \downarrow \times 1 \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 9 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & \mathbf{0} & -4 & -12 \end{array} \right) \uparrow \times(-1) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & \mathbf{0} & 1 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & -4 & -12 \end{array} \right) \times(-\frac{1}{4})$$

$$\xrightarrow{\text{II}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 1 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & \mathbf{1} & 3 \end{array} \right) \uparrow \times(-1) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & \mathbf{0} & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{array} \right) \uparrow \times(-1) \xrightarrow{\text{III}} \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & \mathbf{0} & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{array} \right) \therefore \begin{cases} x = 1 \\ y = 2 \\ z = 3 \end{cases}$$

## 注意

行基本変形 I, II, III は1つずつ行うこと



## 注意

行基本変形 I, II, III は1つずつ行うこと…コツコツやりましょう

## 注意

行基本変形 I, II, III は **1つずつ行うこと** … **コツコツ** やりましょう  
例えば, 1行目を3行目に加え, 同時に3行目を1行目に加えると,

## 注意

行基本変形 I, II, III は **1つずつ行うこと** … **コツコツ** やりましょう  
例えば, 1行目を3行目に加え, 同時に3行目を1行目に加えると,  
1行目も3行目も同じになります.

## 注意

行基本変形 I, II, III は **1つずつ行うこと** … **コツコツ** やりましょう  
例えば, 1行目を3行目に加え, 同時に3行目を1行目に加えると,  
1行目も3行目も同じになります. が, **間違っています.**

## 注意

行基本変形 I, II, III は **1つずつ行うこと** … **コツコツ** やりましょう  
例えば, 1行目を3行目に加え, 同時に3行目を1行目に加えると,  
1行目も3行目も同じになります. が, **間違っています.**

## 注意

**行基本変形を行うこと.**

## 注意

行基本変形 I, II, III は **1つずつ行うこと** … **コツコツ** やりましょう  
例えば, 1行目を3行目に加え, 同時に3行目を1行目に加えると,  
1行目も3行目も同じになります. が, **間違っています.**

## 注意

行基本変形を行うこと. **列ではダメ.**

## 注意

行基本変形 I, II, III は **1つずつ行うこと** … **コツコツ** やりましょう  
例えば, 1行目を3行目に加え, 同時に3行目を1行目に加えると,  
1行目も3行目も同じになります. が, **間違っています.**

## 注意

行基本変形を行うこと. **列ではダメ.**

## 注意

行基本変形  $\rightarrow$  は逆に戻ることもできる.

## 注意

行基本変形 I, II, III は **1つずつ行うこと** … **コツコツ** やりましょう  
例えば, 1行目を3行目に加え, 同時に3行目を1行目に加えると,  
1行目も3行目も同じになります. が, **間違っています.**

## 注意

行基本変形を行うこと. **列ではダメ.**

## 注意

行基本変形  $\rightarrow$  は逆に戻ることもできる. ( $\leftrightarrow$ )



## 注意

行基本変形 I, II, III は1つずつ行うこと…コツコツやりましょう  
例えば, 1行目を3行目に加え, 同時に3行目を1行目に加えると,  
1行目も3行目も同じになります. が, 間違っています.

## 注意

行基本変形を行うこと. 列ではダメ.

## 注意

行基本変形  $\rightarrow$  は逆に戻ることもできる. ( $\leftrightarrow$ )  
ここから  $\rightarrow$  の最初と最後の解は完全に一致していることがわかる.

## 注意

行基本変形 I, II, III は **1つずつ行うこと** … **コツコツ** やりましょう  
例えば, 1行目を3行目に加え, 同時に3行目を1行目に加えると,  
1行目も3行目も同じになります. が, **間違っています.**

## 注意

行基本変形を行うこと. **列ではダメ.**

## 注意

行基本変形  $\rightarrow$  は逆に戻ることもできる. ( $\leftrightarrow$ )  
ここから  $\rightarrow$  の最初と最後の解は **完全に一致している** ことがわかる.  
**行ったり来たり** ( $\leftrightarrow$ ) できることが重要.

## 注意

行基本変形 I, II, III は1つずつ行うこと…コツコツやりましょう  
例えば, 1行目を3行目に加え, 同時に3行目を1行目に加えると,  
1行目も3行目も同じになります. が, 間違っています.

## 注意

行基本変形を行うこと. 列ではダメ.

## 注意

行基本変形  $\rightarrow$  は逆に戻ることもできる. ( $\leftrightarrow$ )  
ここから  $\rightarrow$  の最初と最後の解は完全に一致していることがわかる.  
行ったり来たり ( $\leftrightarrow$ ) できることが重要.  
片向き  $\leftarrow, \rightarrow$  だと全ての解をもれなくぴったり求めたとは言えない.

## 注意

行基本変形 I, II, III は1つずつ行うこと… コツコツやりましょう  
例えば, 1行目を3行目に加え, 同時に3行目を1行目に加えると,  
1行目も3行目も同じになります. が, 間違っています.

## 注意

行基本変形を行うこと. 列ではダメ.

## 注意

行基本変形  $\rightarrow$  は逆に戻ることもできる. ( $\leftrightarrow$ )  
ここから  $\rightarrow$  の最初と最後の解は完全に一致していることがわかる.  
行ったり来たり ( $\leftrightarrow$ ) できることが重要.  
片向き  $\leftarrow, \rightarrow$  だと全ての解をもれなくぴったり求めたとは言えない.

- ▶ 左側を必ず単位行列  $E_n$  にできるわけではない.

## 注意

行基本変形 I, II, III は1つずつ行うこと… コツコツやりましょう  
例えば, 1行目を3行目に加え, 同時に3行目を1行目に加えると,  
1行目も3行目も同じになります. が, 間違っています.

## 注意

行基本変形を行うこと. 列ではダメ.

## 注意

行基本変形  $\rightarrow$  は逆に戻ることもできる. ( $\leftrightarrow$ )  
ここから  $\rightarrow$  の最初と最後の解は完全に一致していることがわかる.  
行ったり来たり ( $\leftrightarrow$ ) できることが重要.  
片向き  $\leftarrow, \rightarrow$  だと全ての解をもれなくぴったり求めたとは言えない.

- ▶ 左側を必ず単位行列  $E_n$  にできるわけではない.  
これは, 解が1つ(1組)のときにおこる.

## 注意

行基本変形 I, II, III は1つずつ行うこと… コツコツやりましょう  
例えば, 1行目を3行目に加え, 同時に3行目を1行目に加えると,  
1行目も3行目も同じになります. が, 間違っています.

## 注意

行基本変形を行うこと. 列ではダメ.

## 注意

行基本変形  $\rightarrow$  は逆に戻ることもできる. ( $\leftrightarrow$ )  
ここから  $\rightarrow$  の最初と最後の解は完全に一致していることがわかる.  
行ったり来たり ( $\leftrightarrow$ ) できることが重要.  
片向き  $\leftarrow, \rightarrow$  だと全ての解をもれなくぴったり求めたとは言えない.

- ▶ 左側を必ず単位行列  $E_n$  にできるわけではない.  
これは, 解が1つ(1組)のときにおこる.  
しかし, 解がないときも, 解が無数にあるときもある.

## 注意

行基本変形 I, II, III は1つずつ行うこと… コツコツやりましょう  
例えば, 1行目を3行目に加え, 同時に3行目を1行目に加えると,  
1行目も3行目も同じになります. が, 間違っています.

## 注意

行基本変形を行うこと. 列ではダメ.

## 注意

行基本変形  $\rightarrow$  は逆に戻ることもできる. ( $\leftrightarrow$ )  
ここから  $\rightarrow$  の最初と最後の解は完全に一致していることがわかる.  
行ったり来たり ( $\leftrightarrow$ ) できることが重要.  
片向き  $\leftarrow, \rightarrow$  だと全ての解をもれなくぴったり求めたとは言えない.

- ▶ 左側を必ず単位行列  $E_n$  にできるわけではない.  
これは, 解が1つ(1組)のときにおこる.  
しかし, 解がないときも, 解が無数にあるときもある. 一般には…

## 2.2 掃き出し法



## 2.2 掃き出し法

### 定理

全ての  $m \times n$  行列は (行) 基本変形を何回か行って次の形に変形できる :

## 2.2 掃き出し法

### 定理

全ての  $m \times n$  行列は (行) 基本変形を何回か行って次の形に変形できる：

$$\begin{array}{c} \text{第 } 1 \text{ 行} \\ \text{第 } 2 \text{ 行} \\ \vdots \\ \vdots \\ \text{第 } r \text{ 行} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{array} \left( \begin{array}{cccccccccccccccc} & & & \text{第 } & & & & \text{第 } & & & & \text{第} & & & & & & \\ & & & n_1 & \cdots & & n_2 & \cdots & & & & n_r & & & & & & \\ \text{列} & & & & & & & & & & & & & & & & & \\ & & & & & & & & & & & & & & & & & \\ & & & & & & & & & & & & & & & & & \\ & & & & & & & & & & & & & & & & & \\ & & & & & & & & & & & & & & & & & \\ & & & & & & & & & & & & & & & & & \\ & & & & & & & & & & & & & & & & & \\ & & & & & & & & & & & & & & & & & \\ & & & & & & & & & & & & & & & & & \\ & & & & & & & & & & & & & & & & & \\ & & & & & & & & & & & & & & & & & \end{array} \right)$$

左より見てゆく  $\longrightarrow$

初  $1$

## 注意

(1) 各行を左から見ていくと、0でない最初の数は1.

## 注意

(1) 各行を左から見ていくと、0でない最初の数は1.  
この1を初1 (はついち) という.

## 注意

- (1) 各行を左から見ていくと、0でない最初の数は1.  
この1を初1 (はついち) という.
- (2) 上の行の初1は下の行の初1より左にある.

## 注意

- (1) 各行を左から見ていくと、0でない最初の数は1.  
この1を初1 (はついち) という.
- (2) 上の行の初1は下の行の初1より左にある.  
つまり、階段になっている.

## 注意

- (1) 各行を左から見ていくと、0でない最初の数は1.  
この1を初1 (はついち) という.
- (2) 上の行の初1は下の行の初1より左にある.  
つまり、階段になっている.
- (3) 初1の上下は全て0.

## 注意

- (1) 各行を左から見ていくと、0でない最初の数は1.  
この1を初1 (はついち) という.
- (2) 上の行の初1は下の行の初1より左にある.  
つまり、階段になっている.
- (3) 初1の上下は全て0.

この(1), (2), (3)をみたす行列を ガウス行列 という.