

## 課題 5 連立方程式の解放（掃き出し法）

資料でも述べた通り、行列を利用した掃き出し法による連立方程式の解法を実現するためには、いくつかのメソッドを追加する必要がある。また、掃き出し法自体は行列を用いているものの、厳密な意味では連立方程式を解くための一手法であるので、同じクラス内に記述することは好ましくないと思われる。

このためまず、行列クラスをスーパークラスとする連立方程式クラスを作成し、その中に掃き出し法のために利用する行列処理に関するメソッドと、掃き出し法自体を実現するメソッドを生成する。

### 5 - 1 連立方程式クラスの実装

Matrix クラスをスーパークラスとするサブクラス **SimultaneousEquation** クラスを作成し、掃き出し法を実現するために必要な演算処理を実現するメソッドを追加せよ。作成するクラスの仕様は以下の通り。

- コンストラクタはすべて、Matrixクラスで作成したものをそのまま呼び出す（SimultaneousEquation クラスのコンストラクタ冒頭で`super()`メソッドを呼ぶ）ことで対応できるはず
- インスタンス変数として、連立方程式の解を保存する `double[] answers` を用意することとする
- 行列中のある行全体に特定の値を乗じて対角成分を1とするメソッド `public void normalize(対象の行)` を作成すること
- 対角成分が1となった行全体に適切な値を乗じ、その他の特定の行の対応する列の要素が0となるように差し引くメソッド（わかりにくい・・・ 授業資料4枚目の②や③の操作です）  
`public void subtractRowFrom(差し引く行, 差し引かれる行)` を作成すること

※ 例えば今回は、Matrix クラスのインスタンス変数である `m` に連立方程式の各項の値を代入することを想定しているが、解の導出にあたって`m` の値自体が変化することで元の方程式の情報が保持できなくなることが気になる場合、新たな変数を用意するなど、設定を加筆・修正してもらっても構わない。また、そのような流れの中で、上記メソッドはインスタンスメソッドとして作成してもらっても、クラスメソッドとして作成してもらっても構わない。

#### 【注意】

今回の課題実施にあたり必然的にもう一つクラスが増える（その上、その二つには関連性がある：スーパークラスとサブクラスでもある）。というわけで、以前作成したMatrixクラスに加え、5 - 1で作成する

SimultaneousEquation クラス  
もパッケージに含めてコーディングを進める こと。

すなわち、今回の課題ではMatrix クラスの機能（の一部）をSimultaneousEquation クラスに継承することとなる。継承時に用いられるキーワードは `extends` であるが、クラスの継承に関する簡単な説明は第一回演習時の資料（7～10枚目）にも記載されているので、参考にすると良い。

## 5 - 2 上で作成したメソッドを用いた掃き出し法実現メソッドの作成

SimultaneousEquation クラスの中に、5 - 1 で作成したメソッドを利用して掃き出し法を実現するメソッドを作成せよ。追加するメソッドの仕様は以下の通り。

- メソッドは次のように宣言すること・・・ `public void solveByGaussJordan(引数なし)`
- 資料で説明した順序で処理を進めること
- 本ページの最下部に示される実行例のように、手法を適用して行列の内容が変わる過程を随時表示するようにすること
- 変数 `answers` に解を格納し、その内容をメソッドの最後で表示すること

【実行の一例：5 - 2 （注意）実際に解いてもらう方程式は、実行例の下（次ページ）に示してある】

```
[4.0 3.0 2.0 1.0 4.0]
[-2.0 4.0 -6.0 8.0 -34.0]
[3.0 2.0 -3.0 -3.0 -4.0]
[12.0 6.0 7.0 5.0 18.5]

1行1列目が1となるように割り、他の行の1列目が0となるように引く
[1.0 0.75 0.5 0.25 1.0]
[0.0 5.5 -5.0 8.5 -32.0]
[0.0 -0.25 -4.5 -3.75 -7.0]
[0.0 -3.0 1.0 2.0 6.5]

2行2列目が1となるように割り、他の行の2列目が0となるように引く
[1.0 0.0 1.1818181818181819 -0.9090909090909092 5.363636363636363]
[0.0 1.0 -0.9090909090909092 1.5454545454545454 -5.818181818181818]
[0.0 0.0 -4.7272727272727275 -3.3636363636363638 -8.454545454545455]
[0.0 0.0 -1.7272727272727275 6.636363636363637 -10.954545454545453]

3行3列目が1となるように割り、他の行の3列目が0となるように引く
[1.0 0.0 0.0 -1.75 3.2499999999999996]
[0.0 1.0 0.0 2.1923076923076925 -4.1923076923076925]
[-0.0 -0.0 1.0 0.7115384615384616 1.7884615384615385]
[0.0 0.0 0.0 7.865384615384616 -7.865384615384613]

4行4列目が1となるように割り、他の行の4列目が0となるように引く
[1.0 0.0 0.0 0.0 1.5]
[0.0 1.0 0.0 0.0 -2.0000000000000004]
[-0.0 -0.0 1.0 0.0 2.5]
[0.0 0.0 0.0 1.0 -0.9999999999999998]

Answer:
x1 = 1.5, x2 = -2.0000000000000004, x3 = 2.5, x4 = -0.9999999999999998.
```

以下の関数の解(A,B,C,D)を，上に示したような流れで求めよ（(1) 解導出を始める前の連立方程式に対応する行列、(2) 各段階で実行している計算処理，および(3) 計算処理実行後の行列，(4) 連立方程式の解答を，上の例と同様に出力すること．ただし，変数 A～D については，上と同様に x1～x4 と置き換えても良いこととする）．

$$\begin{array}{rcl} 2A + B + 3C + 4D & = & 2 \\ 3A + 2B + 5C + 2D & = & 12 \\ 3A + 4B + C - D & = & 4 \\ -A - 3B + C + 3D & = & -1 \end{array}$$