

セメスタ課題に関する注意：他の課題とは違ってセメスタ課題では、作成したプログラムに関する報告書（レポート）も提出しなければならない。報告書には、実験報告書と同様に、目的、原理、考察を書く。また、ソフトウェアに関する報告書であるので、（実験報告書には書くことが少ないが、）作成物（プログラム）の使用法も書く。詳しくは「セメスタ課題報告書の書き方」を参考にする。

セメスタ課題 1(連立一次方程式)S1

	木曜クラス
セメスタ課題 1 提示	5/21(木)
セメスタ課題 1 提出締切	6/26(金) 0:00 (6/25(木) 24:00)
セメスタ課題 1 採点結果通知	7/3(金)
セメスタ課題 1 再提出締切	7/17(木) 0:00 (7/16(水) 24:00)

S1-1:連立一次方程式 (プログラム)

提出物: Makefile, ソースファイル (linear_equations.c), 入力ファイル (linear_equations.in), 出力ファイル (linear_equations.out)

次のような形をした n 変数 n 式の連立一次方程式を解くプログラムを作成せよ。

$$\left\{ \begin{array}{llll} a_{00}x_0 + a_{01}x_1 & + \cdots + a_{0(n-1)}x_{n-1} & = & b_0 \\ a_{10}x_0 + a_{11}x_1 & + \cdots + a_{1(n-1)}x_{n-1} & = & b_1 \\ \vdots & & & \\ a_{(n-1)0}x_0 + a_{(n-1)1}x_1 & + \cdots + a_{(n-1)(n-1)}x_{n-1} & = & b_{n-1} \end{array} \right. \quad (1)$$

ただし、プログラムは以下の要求仕様 1～4 全てをみたすように作成すること。

要求仕様 1(プログラム外部仕様)

- プログラムの外部仕様としては以下の最低要求、標準要求、高度要求のいずれかを満たすこと。
 - － (最低要求) ある特定の解法で解くことができるような連立方程式を解くことができる。入力によっては正しい解を求められなくてもかまわない。なお、連立方程式解法のアルゴリズムは複数存在するが、いずれのアルゴリズムを用いても良い。例えば、掃き出し法 (ガウス＝ジョルダン法) をそのままプログラムに直した場合は、最低要求を満たす。
 - － (標準要求) 係数行列の正則性が判定できる。すなわち、連立方程式が一意の解を持つかが判定できる。また、連立方程式が一意の解を持つ場合に、正しい解を求めるプログラムが実現されている。一意の解を持たない場合には、その旨のメッセージを表示できる。
 - － (高度要求) 連立方程式の解種別を判定できる。すなわち、連立方程式の解が、一意、不定、不能のいずれかを判別できる。また、解が一意の場合には、その解の値を求めることができる。(この要求を満たすプログラムでは、入力形式に則した入力であれば、どんな入力であっても連立方程式を解くことができる。)

要求仕様 2(入力)

- すべて標準入力から行う。
- 連立方程式の式数 n が入力される。 n は、1 以上で上限 MAX までの、整数 (int) とする。すなわち、 $1 \leq n \leq MAX$ とする。(なお、MAX はマクロ定義すること。)
- 式数 n の入力後に、各式番号 $i(0 \leq i < n)$ に対して、以下が繰り返し n 回入力される。
 - 各 $j(0 \leq j < n)$ に対して、変数 x_j の係数 a_{ij} が順に入力される。ただし、係数 a_{ij} は、任意の実数 (double 値) とする。
 - 式 i の係数 a_{ij} の入力後に、式 i の定数項 b_i が入力される。ただし、定数項 b_i は、任意の実数 (double 値) とする。
- リダイレクションで、次の形式の入力ファイルを与えた場合に、きちんと動作すること。

n				
a_{00}	a_{01}	$\cdots$	$a_{0(n-1)}$	b_0
a_{10}	a_{11}	$\cdots$	$a_{1(n-1)}$	b_1
$\vdots$				$\vdots$
$a_{(n-1)0}$	$a_{(n-1)1}$	$\cdots$	$a_{(n-1)(n-1)}$	$b_{(n-1)}$

要求仕様 3(出力)

- 全て標準出力へ行なう。
- 入力された係数 $a_{ij}(0 \leq i, j < n)$ 、および定数項 $b_i(0 \leq i < n)$ を整形して出力する。各値は、小数点以下 2 桁まで出力する。(実行例参照。)
- (解が一意の場合には、) 各 $j(0 \leq j < n)$ に対して、解 x_j の値を小数点以下 2 桁まで出力する。(実行例参照。)
- 式数 n が利用範囲外の場合、すなわち ($n < 1$ あるいは $MAX < n$) の場合には、適切なメッセージを出力する。(実行例参照。)

要求仕様 4(プログラム内部仕様)

- 未知数の数 n の上限をマクロ定義する。
- 次のいずれかを満たす。
 - 入力された連立方程式の拡大係数行列を main 関数内の 2 次元配列に保存する。
 - 入力された連立方程式の係数行列を main 関数内の 2 次元配列に保存する。入力された連立方程式の定数項ベクトルを main 関数内の 1 次元配列に保存する。

各種実行例を示す。ただし、以下の実行例は異なるプログラムの実行例である。すなわち、個々の実行例において、要求仕様実現度は異なる。

実行例 1(最低要求)

```
b10b0xx@tty:~prog/S1$./linear_equations
n 変数 n 式の連立一次方程式を解きます。
式数 n(1 ~ 100) を入力して下さい。 n=?
200

n=200 はプログラムの利用可能範囲外です。
b10b0xx@tty:~prog/S1$
```

実行例 2(最低要求)

```
b10b0xx@tty:~prog/S1$./linear_equations < linear_equations.in
n 変数 n 式の連立一次方程式を解きます。
式数 n(1 ~ 100) を入力して下さい。 n=?

3 変数 3 式の連立一次方程式を入力して下さい。
入力は、式毎に係数、定数項の順に行なって下さい。

連立一次方程式の拡大係数行列を表示します。
  1.00  2.00  3.00|  4.00
  1.00  3.00  5.00|  7.00
  1.00  2.00  4.00|  6.00

計算します。

連立一次方程式の解を表示します。
x0 =   0.00
x1 =  -1.00
x2 =   2.00
b10b0xx@tty:~prog/S1$
```

実行例 3(標準要求)

```
b10b0xx@tyy:~prog/S1$./linear_equations < linear_equations.in
```

n 変数 n 式の連立一次方程式を解きます。

式数 n(1~100) を入力して下さい。n=?

3 変数 3 式の連立一次方程式を入力して下さい。

入力は、式毎に係数、定数項の順に行なって下さい。

連立一次方程式の拡大係数行列を表示します。

```
1.00  2.00  3.00|  4.00
```

```
1.00  2.00  4.00|  6.00
```

```
1.00  3.00  5.00|  7.00
```

計算します。

入力された連立一次方程式は一意的解を持ちます。

連立一次方程式の解を表示します。

```
x0 =    0.00
```

```
x1 =   -1.00
```

```
x2 =    2.00
```

```
b10b0xx@tyy:~prog/S1$
```

実行例 4(標準要求)

```
b10b0xx@tyy:~prog/S1$./linear_equations < linear_equations.in
```

n 変数 n 式の連立一次方程式を解きます。

式数 n(1~100) を入力して下さい。n=?

3 変数 3 式の連立一次方程式を入力して下さい。

入力は、式毎に係数、定数項の順に行なって下さい。

連立一次方程式の拡大係数行列を表示します。

```
1.00  2.00  3.00|  4.00
```

```
2.00  3.00  4.00|  5.00
```

```
3.00  4.00  5.00|  6.00
```

計算します。

入力された係数行列は正則でなく、逆行列を持ちません。

よって、連立一次方程式は一意的解を持ちません。

```
b10b0xx@tyy:~prog/S1$
```

実行例 5(高度要求)

```
b10b0xx@tyy:~prog/S1$./linear_equations < linear_equations.in
```

n 変数 n 式の連立一次方程式を解きます。

式数 n(1 ~ 100) を入力して下さい。n=?

3 変数 3 式の連立一次方程式を入力して下さい。

入力は、式毎に係数、定数項の順に行なって下さい。

連立一次方程式の拡大係数行列を表示します。

```
1.00  2.00  3.00|  4.00
2.00  3.00  4.00|  5.00
3.00  4.00  5.00|  6.00
```

計算します。

入力された連立一次方程式の解は、不定です。

無数の未知数ベクトルに対し、方程式が真になります。

```
b10b0xx@tyy:~prog/S1$
```

実行例 6(高度要求)

```
b10b0xx@tyy:~prog/S1$./linear_equations < linear_equations.in
```

n 変数 n 式の連立一次方程式を解きます。

式数 n(1 ~ 100) を入力して下さい。n=?

3 変数 3 式の連立一次方程式を入力して下さい。

入力は、式毎に係数、定数項の順に行なって下さい。

連立一次方程式の拡大係数行列を表示します。

```
1.00  2.00  3.00|  4.00
1.00  3.00  5.00|  7.00
1.00  4.00  7.00|  0.00
```

計算します。

入力された連立一次方程式の解は、不能です。

方程式が真になる未知数ベクトルは一つもありません。

```
b10b0xx@tyy:~prog/S1$
```

S1-2:連立一次方程式 (レポート)

提出物報告書 (A4 用紙で所定の提出箱に提出のこと)

課題 S1-1 のプログラムの原理, 使用法を説明する文書を作成せよ. レポートは, 「セメスタ課題のレポートの書き方」を参考にすると良い. レポートは A4 のレポート用紙を用いて作成し、提出期限までに所定の提出箱に提出せよ。