

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」を参考にすること。

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	5/27(木)
セメスタ課題1 提出(プログラムおよびレポート) 締切	6/25(金) 22:00
セメスタ課題1 採点結果通知	7/5(月) 9:00
セメスタ課題1 再提出(プログラムおよびレポート) 締切	7/23(金)22:00

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。

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

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あるいは標準要求を満たすこと。
 - (最低要求) 連立方程式を解く解法を調査し, その解法を正しくプログラミングする。代表的な連立方程式の解法には, 次の2つの方法がある。
 - * 解法1「ガウス=ジョルダン法(通称 掃き出し法)」
 - * 解法2「ガウスの消去法」
 入力例によっては, 正しい解を求められなくてもかまわない。
 なお, 調査にあたっては「線形代数学」あるいは「数値解析」の本を調べると良い。特に, 「数値解析」の本には, アルゴリズムの詳しい解説がある場合が多い。
 - (標準要求) 連立方程式が一意的解を持つかが判定できる。さらに, 連立方程式が一意的解を持つ場合に, 正しい解を求めるプログラムが実現されている。
 標準要求は, 最低要求を実現するプログラムを修正することで実現可能である。修正する方法のとして, 「部分ピボット選択」を調査すると良い。

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)

(各実行例を参照。)

- 全て標準出力へ行なう。
- 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。
- 入力された係数 $a_{ij}(0 \leq i, j < n)$ 、および定数項 $b_i(0 \leq i < n)$ を拡大係数行列として整形して出力する。各値は、小数点以下 2 桁まで出力する。
- (最低要求では解は正しくなくても良い) 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。
- (標準要求) 解が一意でない場合、適切なメッセージを出力する。

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)

```
b11b0xx@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。
b11b0xx@tty:~prog/S1$
```

実行例 2(最低要求)

```
b11b0xx@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
b11b0xx@tty:~prog/S1$
```

実行例 3(標準要求)

```
b11b0xx@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な解を持ちます。

連立一次方程式の解を表示します。

```
x0 = 0.00
```

```
x1 = -1.00
```

```
x2 = 2.00
```

```
b11b0xx@tyy:~prog/S1$
```

実行例 4(標準要求)

```
b11b0xx@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な解を持ちません。

```
b11b0xx@tyy:~prog/S1$
```

S1-2:連立一次方程式 (レポート)

提出物: 報告書 (レポート)

課題 S1-1 のプログラムを `linear_equations.c` 説明する文書を作成せよ。レポートの作成にあたっては、下記の必要事項について「セメスタ課題のレポートの書き方」を参考に作成せよ。作成したレポートを、提出期限までにプログラミング演習室内の所定の提出箱に提出せよ。

必要事項

- 形式
 - A4 用紙
 - 左上ホチキス止め
 - 表紙付
- 内容
 - プログラムの概要・目的
 - プログラムの使用方法 (入力仕様、出力形式)
 - 原理 (アルゴリズム等)
 - 設計・実装 (フローチャート等)
 - 評価 (計算量等)
 - 考察・まとめ (代替解法等)
 - 参考文献