

# UNIXを使ったプログラム作成

山本昌志\*

2007年4月11日

## 概要

UNIX および C 言語のまったくの初心者が最初に学習すべきことを書いている。UNIX のファイル構造を示し、その操作の仕方を最初に学ぶ。次に、Hello world と呼ばれる単純なプログラムのコンパイルと実行を通して、C 言語のプログラム作成を経験する。さらに、エディター emacs の使いかたを簡単に示している。ここでは、ディレクトリーの操作とコンパイルの手順が分かれば良い。

## 1 UNIXのディレクトリー構造

本授業で使う UNIX(Linux) のディレクトリー構造は、図 1 のようになっている。これは、木構造と呼ばれる階層構造で、図を反対にすれば、ちょうど木の幹と枝のようになっていることが分かる。木は根 (root) が必ずあり、そこから、枝が伸び、節で分かれ、末端には葉がある。「/」ルートディレクトリー (記号としては「スラッシュ」と発音) が根に相当し、その他のディレクトリーが節に、ファイルが葉に相当する。ディレクトリー (Directory) は Windows のフォルダに相当するもので、他のファイルあるいはディレクトリーを格納できる。ディレクトリーを用いる事により、種類別にファイルを整理するとともに、階層別にそれらの管理ができるので便利である。

UNIX に限らず、Windows や Macintosh もファイルの管理にはツリーと呼ばれるデータ構造を使っている。ただし、UNIX はファイルの管理が厳しいが、Windows や Macintosh はかなり甘い。前者は、複数のユーザーが使うことが前提としているため、ファイルの操作の権限を細かく設定できる。後者は、もともと個人の使用が前提なので、そのあたりはいい加減である。

諸君が、これから使う UNIX のディレクトリーやファイルの取り扱いについては、以下の特徴がある。これらを理解して、使うと便利である。

- UNIX のハードディスク<sup>1</sup>のファイル構造は、図 1 のようにツリー (木) 構造と呼ばれる階層構造になっている。それは、ファイルとディレクトリーから構成される。
- ハードディスクなどに記録されたデータのまとまりをファイルと言う。コンピュータが実行することができる命令の集合であるプログラムファイルと、コンピュータの利用者が作成した情報を記録しておくデータファイルがある。

---

\*国立秋田工業高等専門学校 電気情報工学科

<sup>1</sup>実際はハードディスクに限らず、CD-ROM やフロッピーディスクも、このツリー構造に含まれる。

- ファイルを分類・整理するための保管場所をディレクトリー<sup>2</sup>と言う。関連する複数のファイルをまとめて一つのディレクトリーに入れることにより、効率的に記憶装置を管理することができる。ディレクトリーの中にさらにディレクトリーを作成することもでき、階層構造にすることができる。諸君はこれを上手に使いファイルをわかりやすく管理しなくてはならない。
- ディレクトリーには、以下のように表現されるものがある。
  - 今、自分が居るディレクトリーを、カレントディレクトリーと言う。<sup>3</sup>カレントディレクトリーを明示したい場合は、1つのピリオド「`.`」で表します。
  - カレントディレクトリーの1つ上のディレクトリーを親ディレクトリーと言う。2つのピリオド「`..`」が、親ディレクトリーを表す。
  - カレントディレクトリーの1つ下のディレクトリーをサブディレクトリーと言う。複数存在することが可能なので、それぞれの名前で表す。
  - ユーザー各個人が使用（読み、書き、実行）を許されている最上位のディレクトリーをホームディレクトリーと言う。
  - ログインしたときに入るディレクトリーをログインディレクトリーと言う。通常はホームディレクトリーと同じである。
- ファイルやフォルダの所在を示すものをパスと言う。ファイルやフォルダのハードディスクでの住所みたいなものである。それは、ディレクトリー名を書き並べることにより表すことができ、その区切りには「`/`」（スラッシュ）を使う。
- パスの表し方は、2通りある。最上位のルートディレクトリー「`/`」から表す絶対パスと、カレントディレクトリーから表す相対パスである。例えば、図1の yamamoto をカレントディレクトリーとし、hello.c のパスは、

```
絶対パス  /home/user/e99999/work/hello.c
相対パス  ../e99999/work/hello.c
```

となる。これを見て分かるように、絶対パスの場合、カレントディレクトリーに関係なく、一意に決まる。それに対して、相対パスは、カレントディレクトリーに依存する。

また、図1には、それを扱うためのコマンドも書いてある。コマンドについては、次に勉強する。

[練習1] 図1の hogehoge をカレントディレクトリーとして、hello.c を絶対パスと相対パスで示せ。

[練習2] 同様に、図中の prog を絶対パスと相対パスで示せ。

<sup>2</sup>Macintosh や windows ではフォルダーと呼ぶ

<sup>3</sup>ワーキングディレクトリーと言うこともある。

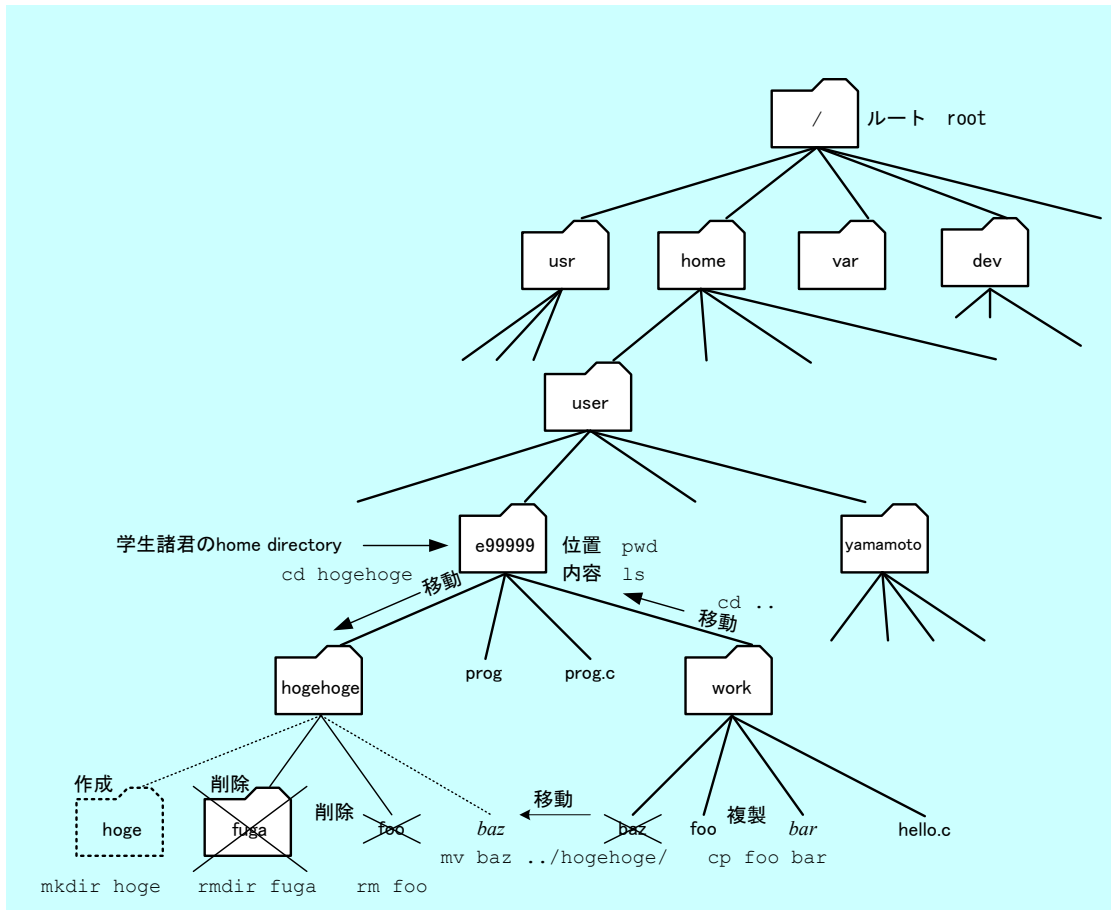


図 1: UNIX のファイル構造とそれを扱うコマンド

## 2 UNIXのコマンド

### 2.1 使用頻度の高いコマンド

使用頻度の多いUNIXコマンドを以下に示す。これらのコマンドは、すべてターミナルから打ち込み、コンピュータに命令を与える。他に、ファイルマネージャーもあるので、組み合わせて使って欲しい。

表 1: UNIX でよく使われるコマンド。下の 5 つは、正確にはコマンドではないが、便利な機能である。

コマンド	機能
man	コマンドのオンラインマニュアル
pwd	現ディレクトリーの表示
ls	ファイルとディレクトリーの表示
cd	ワーキングディレクトリーの移動
mkdir	ディレクトリーの作成
rmdir	ディレクトリーの削除
cp	ファイルやディレクトリーの複製
mv	ファイルやディレクトリーの名前の変更や移動
rm	ファイルの削除
cat	ファイルの表示や連結
less	ファイルの内容を一画面単位で出力
↑ 又は ↓	history 以前のコマンドの表示 編集可能
[Ctrl]+c	プロセスの強制終了
[Tab]	補完機能
左ドラッグ	左ボタンのドラッグとドロップで文字列のコピー
中クリック	コピーされた文字列をペースト

## 2.2 コマンドの動作

これから，コマンドの動作について記述するが，形式あるいは機能・形式のところのカギ括弧 [ ] 内は省略可能を示している．これはオプションなので，必要なときに使う．

### 2.2.1 コマンドの動作を調べる

指定されたコマンドのオンラインマニュアルを一画面分ずつ表示する．

コマンド	<code>man</code>
語源	<code>manual</code>
形式	<code>man <i>commandname</i></code>
注意	次の頁を見るときには <code>f</code> キーを，前の頁を見るときには <code>b</code> キーを押す．表示をやめるときには， <code>q</code> キーを押す．
例	次に説明している命令「 <code>ls</code> 」の動作を調べる． <code>man ls</code>

### 2.2.2 現ディレクトリーの表示

自分が，今どこにいるか調べるコマンドである．

コマンド	<code>pwd</code>
語源	<code>print working directory</code>
機能	現在のワーキングディレクトリ(カレントディレクトリ)を絶対パス名で表示する．

### 2.2.3 ファイルとディレクトリーの表示

自分が、今いるディレクトリーの中にあるファイルやディレクトリーを調べるときに使うコマンドである。

コマンド	ls
語源	list
機能	現在のワーキングディレクトリーのファイルやディレクトリーの情報を表示する。
形式	ls [-adFgilostux] [ <i>filename</i> ...]
オプション	
なし	ファイル名のみ並べて出力する。
-a	.(ドット)で始まる隠しファイルも含めて、すべて出力する。
-l	ファイルの詳細管理情報をロング形式で出力する。
-d	<i>filename</i> がディレクトリーの時、その名前のみ表示する。
-F	ファイルの種類を記号で表示する。 < 記号の意味 > 表示なし プレーンなデータファイル / ディレクトリファイル * 実行可能ファイル
-I	inode 番号を表示する。
-R	ディレクトリーの階層構造を表示する。
-s	ファイルのサイズをブロック単位で表示する。
-t	最終更新時刻の新しいものから順に表示する。
-u	l オプションとの併用時、最終更新時刻の代わりに最終アクセス時刻を表示する。
-o	l オプションと同じだが、グループ名を表示しない。
-x	ファイル名を横に並べて出力する。

### 2.2.4 カレントディレクトリーの変更

今いるディレクトリーから他のディレクトリーに移るときに使うコマンドである。

コマンド	cd
語源	change directory
機能・形式	指定されたディレクトリーに移動 <i>cd directory</i> ログインでレクトリーに移動 <i>cd</i> 親ディレクトリーに移動 <i>cd ..</i>

### 2.2.5 ディレクトリーの作成

ディレクトリを作成する。ディレクトリ自身を表す「.」と、親ディレクトリを表す「..」の2つが、自動的に作成される。

コマンド	mkdir
語源	make <b>dir</b> irectory
形式	mkdir <i>directory</i> 指定されたディレクトリーを作成

### 2.2.6 ディレクトリーの削除

ディレクトリを削除する。

コマンド	rmdir
語源	<b>r</b> move <b>dir</b> irectory
形式	rmdir <i>directory</i>
注意	削除するディレクトリは空でなければならない。ディレクトリ配下にファイルがある場合、配下のファイルごと削除するには rm コマンドを使う。いずれの場合も mkdir コマンド同様、親ディレクトリに書き込み権が必要。

### 2.2.7 ファイルやディレクトリーのコピー

ファイルやディレクトリーのコピーを作成したい場合に使う。

コマンド	cp
語源	copy
機能・形式	<i>filename1</i> を <i>filename2</i> という名前でコピーを作成する。 cp [-ip] <i>filename1 filename2</i> <i>directory2</i> の配下に <i>directory1</i> をサブディレクトリとして、配下のファイルごとコピーする。 cp -r[-ip] <i>directory1 directory2</i> 各 <i>filename</i> (サブディレクトリ指定可) を、最後に指定した <i>directory</i> 配下にコピーする。 cp -r[-ipr] <i>filename... directory</i>

#### オプション

- i コピー先ファイルが既存の場合、置き換えを行うかどうか確認してくる。(置き換える場合=y, 置き換えない場合=nと入力する)
- p 内容だけでなく、最終修正時刻・アクセス許可もコピーする。
- r ディレクトリ配下のファイルごとコピーする(ファイルがサブディレクトリの場合は、その配下のファイルごとコピーする。)

## 2.2.8 ディレクトリー・ファイルの移動と名前の変更

ディレクトリーやファイルを移動させるときに使う。また、名前を変えるときにも使う。

コマンド        `mv`  
語源            `move`  
機能・形式      `filename1` を `filename2` に名前を変える。  
                  `mv [-i] filename1 filename2`  
                  `directory1` を `directory2` に名前を変える。 `directory2` が既存の場合、  
                  `directory2` の配下に `directory1` を移動する。  
                  `mv [-i] directory1 directory2`  
                  各 `filename` (サブディレクトリ指定可) を、最後に指定した `directory`  
                  配下に移動する。  
                  `mv [-i] filename ... directory`

### オプション

- i 移動先ファイルが既存の場合、置き換えを行うかどうか確認してくる。置き換える場合=`y`、置き換えない場合=`n` と入力する。

## 2.2.9 ファイルの削除

ファイルを削除するときを使う。また、オプションを付けて、ディレクトリーごと削除することもできる。

コマンド        `rm`  
語源            `re move`  
機能・形式      ディレクトリから各 `filename` を削除する。  
                  `rm [-i] filename1`  
                  `directory` 配下のファイルから順に削除していき、`directory` 自身も  
                  削除する。

### オプション

- `rm -r[i] directory`
- i 削除していいかどうか確認のメッセージを出す。削除する場合=`y`、削除しない場合=`n` と入力する。
- r `directory` 配下のファイルを削除し、`directory` 自身も削除する。
- f ファイルを強制的に削除する。

## 2.2.10 ファイルの表示や連結

ファイルの連結と表示を行う。指定したファイルを順次読み取り、標準出力に出力する。この機能を利用して、複数ファイルの結合 (concatenate 鎖状につなぐ) を行うことができる。次の例は、`file1` と `file2` を結合して、`file3` を作る。

```
cat file1 file2 > file3
```



>はリダイレクトと呼ばれる機能である。

コマンド	cat
語源	concatenate
形式	cat [filename...]
注意	cat file1 file2 > file1 および cat file1 file2 > file2 は、まず出力領域を確保しようとするために、読み取り前に入力 データが破壊されてしまうので要注意。また、cat ではデータの出力 は画面単位ではない。一画面分以上の大きさのファイルを表示し ようすると先頭部分はスクロールして見えなくなってしまう。そ の場合は less コマンドを使用する。

### 2.2.11 ファイルの内容を一画面単位で出力

ファイルの内容を見るときに使う。

コマンド	less
語源	less
形式	less <i>filename</i>
注意	次の頁を見るときには f キーを、前の頁を見るときには b キーを 押す。表示をやめるときには、q キーを押す。

### 2.2.12 history 以前のコマンドの表示

前に入力したコマンドを確認したり、取り出して再実行、編集して実行する。キーを叩く回数が減り、タイプミスが減らせるので、かなり便利である。というか、ほとんどの場合、これを使うことで済むので、作業が軽減される。

使用方法     ↑と↓

### 2.2.13 プロセスの強制終了

ターミナルで実行したプロセスを強制的に終了させる。プログラムが、暴走したときに使う。

使用方法	[Ctrl]+c
注意	[Ctrl] キーを押したまま、c キーを押す。

### 2.2.14 補完機能

補完機能は、最初の何文字かを入力して [Tab] キーを押すと、自動的にディレクトリ名やファイル名、あるいはコマンドを表示してくれる機能である。キーを叩く回数が減り、タイプミスが減らすことができる。

使用方法     [Tab]

### 2.2.15 コピーとペースト

簡易なコピーとペースト (貼り付け) の機能がある。マウスの左ボタンを押したまま、テキスト (文字) の上をドラッグする。そして、左ボタンを離す (ドロップ) すると、そのテキストがクリップボードにコピーされる。コピーされたテキストは、マウスの真ん中ボタンで、ペーストできる。かなり便利で、ほとんどの文字列のコピー・ペースト可能である。

## 2.3 練習問題

- [練習 1] ログインディレクトリーに、サブディレクトリー `hogehoge1` , `hogehoge2`, `fugafuga` を作成せよ。そして、それらのディレクトリーがあることを確認せよ。
- [練習 2] サブディレクトリー `fugafuga` に移動して、サブディレクトリー `test1` と `test2` を作成せよ。そして、それらのディレクトリーがあることを確認せよ。
- [練習 3] サブディレクトリー `test2` に移動して、サブディレクトリー `dir1` と `dir2` を作成せよ。そして、それらのディレクトリーがあることを確認せよ。
- [練習 4] サブディレクトリー `dir2` を親ディレクトリーに移動させよ。
- [練習 5] サブディレクトリー `dir1` を親ディレクトリーの親ディレクトリーに移動させよ。
- [練習 6] 自分がいるディレクトリーを確認せよ。
- [練習 7] 親ディレクトリー (`test2`) に移動せよ。そして、そこにあるディレクトリーを確認せよ。
- [練習 8] ディレクトリー `test1` を削除せよ。
- [練習 9] 親ディレクトリーに移動せよ。そして、全てのサブディレクトリーを削除せよ。
- [練習 10] 図 2 に示すディレクトリーツリーを作成せよ。そして、ホームディレクトリーに移動して、`tree` コマンドを打ち込み、ツリー構造を確認せよ。
- [練習 11] 全てのサブディレクトリーを削除せよ。

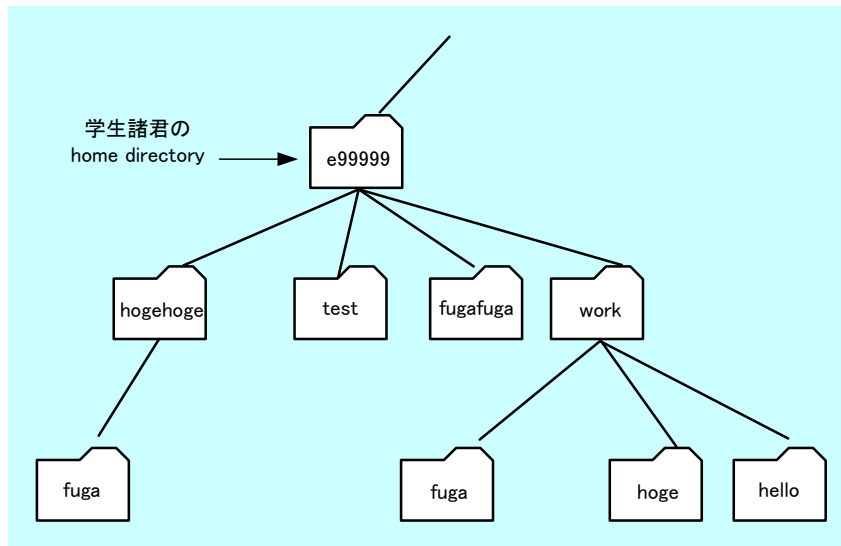


図 2: [練習 10] で作成するディレクトリー

### 3 プログラムの作成と実行

#### 3.1 一連の流れ

ディレクトリーの操作ができるようになったので、次はプログラムを作成と実行の練習を行う。まず、初心者が最初に作るものとして、最も有名な'Hello World' というプログラムをつくる。

##### 1. ターミナルの起動

- ターミナル (端末) のアイコンをクリックして、ターミナルを立ち上げる。

##### 2. 作業ディレクトリーの作成と移動

- 「`mkdir hello`」とタイプして、作業用ディレクトリー `hello` を作る。
- 作業用ディレクトリーができているか、「`ls`」コマンドで確認する。すると「`hello`」が表示される。
- 「`cd hello`」とタイプして、作業用ディレクトリーに移動する。
- 「`pwd`」コマンドで、作業用ディレクトリーに移れたことを確認する。

##### 3. エディターの起動

- 「`emacs hello_world.c&`」とタイプする。
- すると、プログラムのソースを書くウィンドウが現れる。

#### 4. プログラムの記述

- エディターのウィンドウに以下のプログラムを書く。

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{

    printf("Hello World !!\n");

    return 0;
}
```

#### 5. プログラムの保管

- プログラムを書き終わったならば、[file] メニューの [Save(current buffer)] を選択する。あるいは、フロッピーディスクアイコンをクリックして、ソースファイルを保管する。
- ターミナル上で「ls」コマンドを打ち、ソースファイルが保管されていることを確認する。

#### 6. コンパイル

- ターミナル上で「gcc -o aisatsu hello\_world.c」と打ち込み、先ほど作成したソースファイルをコンパイルする。
- もし、コンパイルエラーが発生したら、ソースファイルを修正する。
- 実行ファイルができていないか「ls」コマンドで確認する。

#### 7. 実行

- ターミナル上で「./aisatsu」と打ち込み、プログラムを実行させる。
- 'Hello World' と表示されれば、プログラムは動作は完璧である。

以上のプログラム作成の手順をまとめると、図3のようなフローになる。

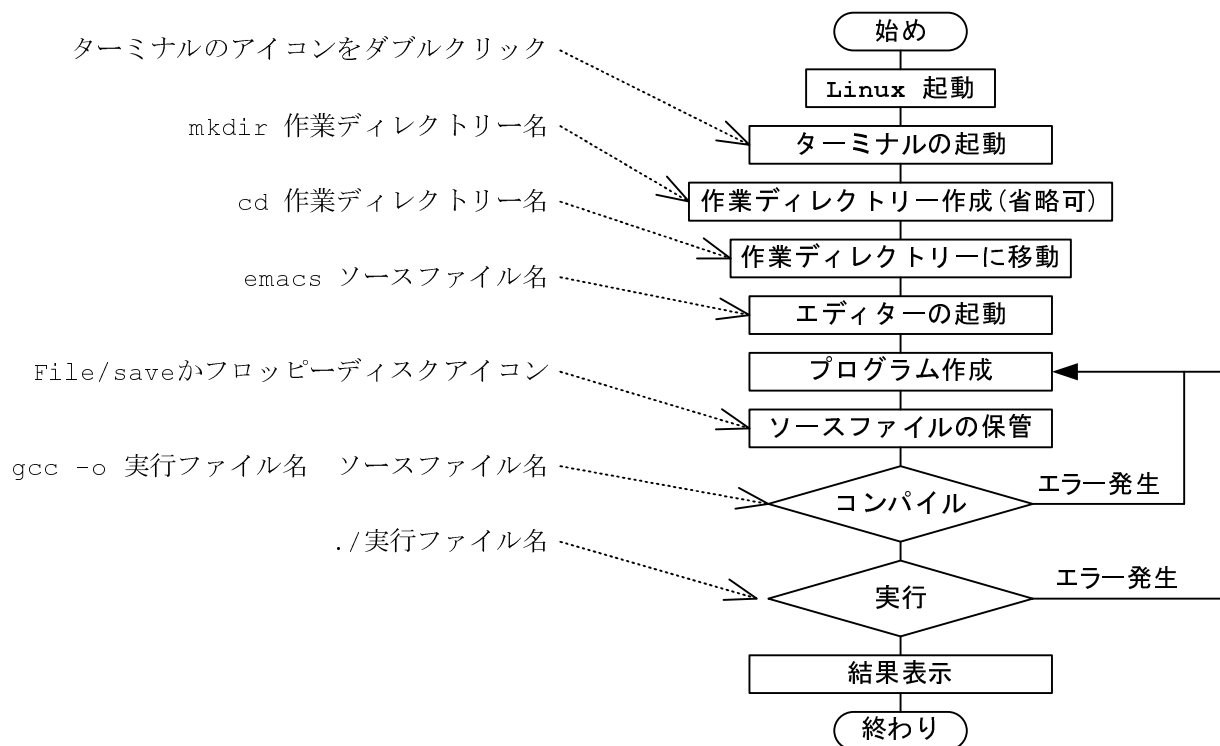


図 3: プログラムの作成のフローチャート

### 3.2 コンパイルとは

プログラムを作成する場合、コンパイル<sup>4</sup>(gcc コマンド) という不思議なステップがある。このステップについて簡単に説明しておく。

一般に、コンパイルというと、ソースファイル (ここでは C 言語) から実行ファイルを作る動作のことを指す。ターミナル上で、

```
gcc -o 実行ファイル名 ソースファイル名
```

とタイプすれば、ソースファイルから実行ファイルができあがる。エラーが無ければちゃんと実行可能なファイルが作成され、「./実行ファイル名」とタイプすればプログラムが実行できる。

さて、この動作がなぜ必要なのであろうか？ 諸君が学習している C 言語のソースファイルの内容は人間が理解できるが、コンピューターは理解できない。そのため、人間が理解できる言葉からコンピューターが理解可能な言葉に翻訳が必要で、コンパイルとはそのために必要なのである。要するに、プログラミング言語 (ここでは C 言語) を機械語に翻訳しているのである。

<sup>4</sup>compile:収集する。編集する。機械語に翻訳する。

以上の説明で大体良いが、正確には、機械語に翻訳するためには、コンパイルとリンクと言う作業が必要である。それらの作業は、コンパイラとリンカーが受け持っており、コマンド「gcc」の作業は、図4のようになっている。通常、コンパイルと言っているが、実際にはコンパイルとリンクを行っている。

余談ではあるが、オプションの「-o」を付けない、すなわち実行ファイル名無しで「gcc」を動作させた場合「a.out」という実行ファイルができあがる。これも実行可能で「./a.out」と打ち込めば、プログラムが動く。このaは、assembler outの略らしいが、実際にはlinker outである。

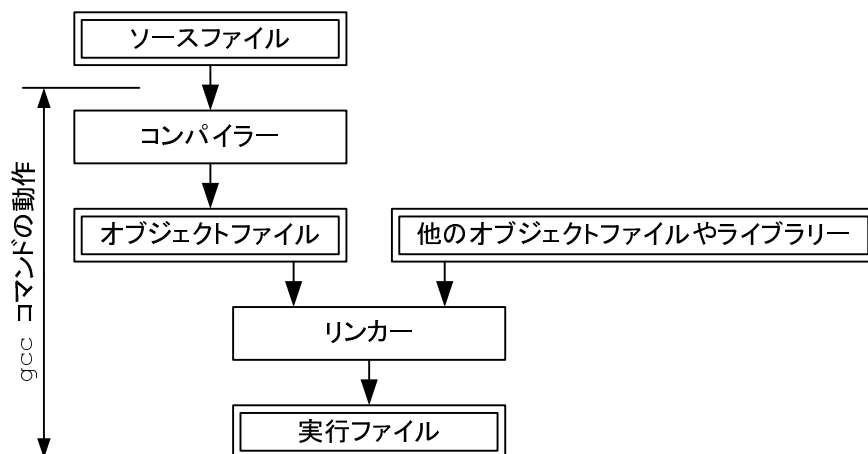


図 4: gcc コマンドの作業内容

### 3.3 練習問題

[練習 1] 以下のようにプログラムを作成せよ。

- ログインディレクトリーにサブディレクトリーを french を作り、その中に bonjour.c というソースファイルを作成する。
- hello.c を参考に、"Bonjour monde !!" と表示するプログラムを作る。ただし、ダブルオーテーションは表示させる必要はない。
- コンパイルして、実行させよ。ただし、実行ファイル名は、ofuransu とする。

[練習 2] 次のようにプログラムを作成せよ。

- ログインディレクトリーにサブディレクトリーを euro を作り、その中に multi.c というソースファイルを作成する。
- hello.c を参考に、

```
Hello world !!
Bonjour monde !!
Guten Tag welt !!
```

と表示するプログラムを作る。

- コンパイルして、実行させよ。ただし、実行ファイル名は、hoge hoge とする。

## 4 Emacs の使い方

### 4.1 Emacs とは

Emacs<sup>5</sup>はエディターで、テキストファイルを作成するソフトウェアである。これの拡張機能は強力で、web 閲覧、メール操作、ファイル操作までできほとんど作業環境と言ってもよい。私の場合は、この講義ノート作成にこの Emacs を用いている。諸君はプログラム作成のエディターとして用いることになる。

たいがいの UNIX には、Emacs は標準でインストールされているので、使い方を覚えておくと将来役に立つであろう。また、UNIX に限らず、Windows でも Emacs およびもどきがあるので気に入ったら使うとよいだろう。

この Emacs は、Richard Stallman により開発が始められた。かれは、著名なハッカーで魅力的な人に思えるので、興味のある人は調べてみると良い。

### 4.2 実行方法

端末 (ターミナル) 上で「emacs」と打ち込めば、エディターが立ち上がり操作可能となる。しかし、このようにすると、後でファイル名を指定する必要が生じ面倒なので、通常は、ファイル名 (例 hoge hoge.c) をつけて、

```
emacs hoge hoge.c &
```

のようにする。こうすると、カレントディレクトリーに「hoge hoge.c」の有無により次の動作を行う。

- ファイルが無い場合には、新規にファイルを作成する。
- ファイルが既にある場合には、そのファイルの編集モードに入る。

ファイル名の後の「&」は、Emacs をバックグラウンドで動作させるということを示している。こうすると、端末から次の命令を打ち込むことができ便利である。例えば、編集したソースファイルを同じ端末でコンパイルすることができる。

### 4.3 編集機能

表 2 に Emacs の操作を示すが、そのキー操作は次の約束に従う。

- 表中の C-x は、Ctrl キーを押したまま x キーをタイプする。
- 表中の Esc-x は、Esc キーを押し、離してから x キーをタイプする。

---

<sup>5</sup>イーマックスと読む

これを忘れないで，表の機能を使って，効率よくプログラムを作成しよう．

表 2: Emacs の基本的なキー操作

キー操作	機能
C-g	現在実行中のコマンドを中断
C-k	カーソルの位置から行末までカット．カットされた部分は，C-y でペーストできる．
C-Space	現在の位置を領域の開始としてマークする．後は，上下左右の矢印でカーソルを移動して，領域を決める．そして，Esc-w や C-w を使う．
Esc-w	領域をコピーする．コピーされた部分は，C-y でペーストできる．
C-w	領域をカットする．カットされた部分は，C-y でペーストできる．
C-y	コピーやカットした部分をペースト (張り付け) する．
C-s	順方向にサーチを開始する．
C-r	逆方向にサーチを開始する．
Esc-x replace-string	文字列を置換する．

#### 4.4 練習問題

[練習 1] コピーやペーストを上手に使うって，以下の表示をするプログラムを作成せよ．

```
Hello world !!  
Bonjour monde !!  
Guten Tag welt !!  
Hello world !!  
Bonjour monde !!  
Guten Tag welt !!  
Hello world !!  
Bonjour monde !!  
Guten Tag welt !!  
Hello world !!  
Hello world !!  
Hello world !!  
Bonjour monde !!  
Bonjour monde !!  
Guten Tag welt !!
```