

ISBN978-4-7973-8647-9

C0055 ¥2750E

定価 本体2,750円 +税



9784797386479



1920055027502

ふつうのLinuxプログラミング

Linuxの仕組みから学べるgccプログラミングの王道

第2版

青木峰郎 著

SB Creative

ふつうのLinux  
プログラミング

第2版

Linuxの仕組みから学べる  
gccプログラミングの王道

青木峰郎 著



SB Creative

## 謝辞

本書初版の執筆にあたってはメールやウェブを介したレビューを行い、たくさんの方から意見や感想をいただきました。レビューに参加したすべての方に感謝します。また、掲載することに同意をいただいた方のお名前をここに掲載し、感謝の意を表します（文字コード順）。

- artonさん
- zundaさん
- あんどう てつおさん
- だんさん
- やまね としあきさん
- 安達広幸さん
- 岩谷さん
- 恵本太志さん
- 江川崇さん
- 山下伸夫さん
- 重松菜々さん
- 小林儀匡さん
- 松岡浩平さん
- 浅川裕司さん
- 鶴岡達也さん
- 藤原誠さん
- 馬場道明さん
- 福盛秀雄さん
- 平井奨一さん
- 堀英彰さん
- 柳田浩平さん

なお、本書の文章はすべて著者の責任において執筆しました。したがって、万が一本書中に間違いなどがあってもそれは著者の責任です。

編集の杉山さんと組版の武藤さんには今回も大変にお世話になりました。まいどまいど本当に立ち上がりが遅くて申し訳ない……。

ここに全員の名前は挙げられませんが、その他、本書の作成にかかわったすべての方に感謝します。みなさんがいなければ本書は存在しませんでした。

そして最後に、本書自身もLinuxやRubyやGNUツールなど、多くのオープンソースソフトウェアを活用して執筆されました。これらのオープンソースソフトウェアを書き、発表し、日々メンテしているすべての方に感謝します。

## 目次

ふつうのまえがき .....	iii
謝辞 .....	iv

## 第1部 Linuxの仕組み

### 第1章

#### Linuxプログラミングを始めよう 3

1.1 本書の概要 .....	4
本書の構成 .....	5
本書の対象読者 .....	6
対象とするディストリビューション .....	7
1.2 プログラミング環境の準備 .....	8
Ubuntuでのインストール .....	9
CentOSでのインストール .....	9
1.3 gccを使ったビルド (1) .....	10
うまくビルドできないとき .....	12
1.4 gccを使ったビルド (2) .....	14
バグとデバッグ .....	14
コンパイラによるコードチェック .....	15
コンパイラによる最適化 .....	16
1.5 コマンドライン引数 .....	17
argcとargv .....	17
args.c .....	18
実験 .....	19
1.6 開発環境の話 .....	21
統合開発環境 .....	21
どのエディタを使うか .....	21
C言語の規格 .....	22
1.7 情報の集め方 .....	23
manコマンド .....	23
info .....	24
ウェブ .....	24

## 第2章

## Linux カーネルの世界

25

2.1 オペレーティングシステム	26
オペレーティングシステム	26
カーネル	29
デバイスとデバイスドライバ	29
システムコール	31
Linuxを理解するとは	32
2.2 ライブラリ	33
ライブラリとライブラリ関数	33
システムコールとライブラリ関数	34
libc	35
API	35

## 第3章

## Linuxを描き出す3つの概念

37

3.1 ファイルシステム	38
ファイル	38
広義のファイル	39
ファイルの種類	42
付帯情報	42
広義のファイルについてまとめ	43
ファイルシステムとマウント	45
3.2 プロセス	45
プロセス	46
プロセスID	47
シグナル	48
3.3 ストリーム	49
ファイルにつながったストリーム	49
デバイスにつながったストリーム	50
パイプ	51
ネットワーク通信	51
プロセス間通信	52
3.4 3大重要概念のまとめ	52

## 第4章

## Linuxとユーザ

53

4.1 ユーザとグループ	54
マルチユーザシステム	54
権限の分割	55
グループ	56
パーミッション	56
パーミッションの8進表記	58
ディレクトリのパーミッション	59
クレデンシャル	60
ユーザ名とユーザID	61
ユーザデータベース	61
ユーザデータベースへのアクセス	62
4.2 シェルと端末	63
端末	63
端末の歴史	63
仮想コンソール	65
キャラクタ端末とASCII	65
ファイルとしての端末、ストリームとしての端末	68
シェル	69
まとめ	70

## 第2部 Linuxプログラミングの根幹

## 第5章

## ストリームにかかわるシステムコール

73

5.1 本章で話すこと	74
5.2 ファイルディスクリプタ	75
5.3 標準入力、標準出力、標準エラー出力	76
標準入力と標準出力	76
標準エラー出力	79
5.4 ストリームの読み書き	80
read(2)	80
write(2)	82

ストリームの定義	82
5.5 ファイルを開く	83
open(2)	84
close(2)	86
5.6 cat コマンドを作る	86
cat.c	88
main()	88
do_cat() その1	89
do_cat() その2	90
do_cat() その3	91
do_cat() その4	92
do_cat() まとめ	93
ヘッダファイル	93
errno変数	94
die()	94
perror(3)	96
5.7 その他のシステムコール	96
ファイルオフセット	97
lseek(2)	98
dup(2), dup2(2)	98
ioctl(2)	99
fcntl(2)	100
5.8 練習問題	100

## 第6章

## ストリームにかかわるライブラリ関数

101

6.1 stdio	102
バッファリング	102
バッファリングモード	103
FILE型	104
stdioでの標準入出力	105
fopen(3)	105
fclose(3)	106
6.2 バイト単位の入出力	107
fgetc(3), fputc(3)	107
getc(3), putc(3)	108
getchar(3), putchar(3)	108

ungetc(3)	109
6.3 stdio版catコマンドを作る	110
6.4 文字列の入出力	112
Linuxにおける行	112
fgets(3)	113
バッファオーバーフロー	113
fputs(3)	115
puts(3)	116
printf(3), fprintf(3)	116
printf()の問題	118
scanf(3)	119
6.5 固定長の入出力	120
fread(3)	120
fwrite(3)	121
どうして固定長入出力APIが必要なのか	121
6.6 ファイルオフセットの操作	122
fseek(3), fseeko(3)	122
ftell(3), ftello(3)	123
rewind(3)	123
6.7 ファイルディスクリプタとFILE型	124
fileno(3)	124
fdopen(3)	124
ファイルディスクリプタとFILE型の混在	125
6.8 バッファリングの操作	126
fflush(3)	126
setvbuf(3)	126
6.9 EOFとエラー	127
feof(3)	127
ferror(3)	128
clearerr(3)	128
6.10 stdioの動作を確かめる	129
6.11 練習問題	132

## 第7章

## headコマンドを作る

133

7.1 headコマンドを作る	134
-----------------	-----

head.c .....	134
main() .....	136
atoi(3), atol(3) .....	137
do_head() .....	138
APIの選択 .....	139
ファイルも扱えるようにする .....	141
7.2 オプションの解析 .....	141
オプションの慣習 .....	143
getopt(3) .....	146
getopt_long(3) .....	148
オプションを扱う head コマンド .....	151
GNU libc の getopt() .....	152
7.3 gdb を使ったデバッグ .....	152
今回仕込んだバグ .....	153
下準備 .....	154
run コマンド .....	154
backtrace コマンド .....	155
frame コマンドと list コマンド .....	156
print コマンド .....	157
quit コマンド .....	157
gdb コマンドのまとめ .....	158
7.4 練習問題 .....	159

## 第8章

## grep コマンドを作る

159

8.1 grep コマンドを作る .....	160
基本的な正規表現 .....	160
grep コマンドの概略 .....	162
libc の正規表現 API .....	163
do_grep() .....	164
main() .....	164
grep.c のまとめ .....	166
8.2 日本語文字列処理と国際化 .....	168
C 言語の文字列 .....	168
文字コード .....	169
Unicode .....	170
文字コードの手法 .....	170
符号化文字集合 .....	171

エンコーディング .....	171
改めて文字コードについて .....	172
現実的な対処 .....	173
国際化と多言語化 .....	174
多言語処理と国際化のためのライブラリ .....	175
gcc と多言語化 .....	177
8.3 練習問題 .....	178

## 第9章

## Linux のディレクトリ構造

179

9.1 基本的な構造 .....	180
ディレクトリツリーの標準規格 .....	180
ルートディレクトリ .....	180
bin ディレクトリ .....	181
sbin ディレクトリ .....	181
lib ディレクトリ .....	181
9.2 /usr ディレクトリ .....	183
/usr/src ディレクトリ .....	184
/usr/include ディレクトリ .....	184
/usr/share ディレクトリ .....	184
/usr/share/man ディレクトリ .....	184
/usr/local ディレクトリ .....	185
9.3 /var ディレクトリ .....	186
/var/log ディレクトリ .....	186
/var/spool ディレクトリ .....	186
/var/run ディレクトリ .....	186
9.4 ルート直下の重要なディレクトリ .....	188
/etc ディレクトリ .....	188
/dev ディレクトリ .....	188
/proc ディレクトリ .....	189
/sys ディレクトリ .....	190
/boot ディレクトリ .....	191
/root ディレクトリ .....	191
/tmp、/var/tmp ディレクトリ .....	191
ホームディレクトリ .....	192
9.5 ディレクトリを分ける基準 .....	193



## 第10章

## ファイルシステムにかかわるAPI

195

10.1 ディレクトリの内容を読む	196
opendir(3)	197
readdir(3)	198
closedir(3)	198
ls コマンドを作る	200
ls コマンドの実行例	200
ディレクトリツリーのトラバース	202
10.2 ディレクトリを作る	202
mkdir(2)	203
umask	203
umask(2)	204
mkdir コマンドを作る	205
ディレクトリツリーを作る	206
10.3 ディレクトリを削除する	206
rmdir(2)	206
rmdir コマンドを作る	207
ディレクトリを中身ごと消す	208
10.4 ハードリンク	210
link(2)	211
ln コマンドを作る	213
10.5 シンボリックリンク	214
symlink(2)	214
readlink(2)	215
symlink コマンドを作る	216
10.6 ファイルを消す	216
unlink(2)	216
rm コマンドを作る	217
実行例	218
10.7 ファイルを移動する	218
rename(2)	219
mv コマンドを作る	220
10.8 付帯情報を得る	220
stat(2)	221
ラージファイル対応と long long 型	221

stat コマンドを作る	222
10.9 付帯情報を変更する	225
chmod(2)	225
chown(2)	226
utime(2)	227
chmod コマンドを作る	227
10.10 ファイルシステムとストリーム	229
10.11 練習問題	230

## 第11章

## プロセスとハードウェア

231

11.1 プロセスとは何か	232
コンピュータの構造	232
機械語	233
様々なコンピュータアーキテクチャ	235
マルチタスク	235
仮想CPUと仮想メモリ	236
仮想CPU	237
仮想メモリ	238
64ビットアーキテクチャ	239
仮想メモリ機構の応用	240
アドレス空間の構造	242
アドレス空間を覗いてみる	243
11.2 メモリ管理にかかわるAPI	245
malloc(3)	246
calloc(3)	246
realloc(3)	247
free(3)	247
brk(2)	248
11.3 プログラムができるまで	249
プリプロセス	249
コンパイル	249
アセンブル	250
リンク	250
スタティックリンク	251
ダイナミックリンク	251
どちらを使えばよいか	252

gccによるダイナミックリンク.....	253
ダイナミックロード.....	254
11.4 練習問題.....	255

## 第 12 章

## プロセスにかかわる API

257

12.1 基本的なプロセス API.....	258
fork(2).....	258
exec.....	259
wait(2).....	261
プログラムの実行.....	262
12.2 プロセスの一生.....	265
_exit(2).....	265
exit(3).....	266
終了ステータス.....	266
プロセスの一生.....	267
ゾンビ.....	269
12.3 パイプ.....	269
パイプ.....	270
pipe(2).....	270
親子プロセス間をパイプでつなぐ.....	271
dup(2), dup2(2).....	273
popen(3).....	274
pclose(3).....	275
12.4 プロセスの関係.....	275
親子関係.....	276
getpid(2), getppid(2).....	276
他のプロセスの情報.....	277
プロセスグループとセッション.....	278
プロセスグループとセッションのリーダー.....	279
デーモンプロセス.....	280
setpgid(2).....	281
setsid(2).....	282
12.5 練習問題.....	

## 第 13 章

## シグナルにかかわる API

283

13.1 シグナル.....	284
シグナルの捕捉.....	285
13.2 シグナルを捕捉する.....	286
signal(2).....	286
関数ポインタ.....	287
signal(2)の実装上の問題.....	289
sigaction(2).....	290
sigactionの使用例.....	291
sigset_t操作API.....	292
シグナルのブロック.....	293
13.3 シグナルの送信.....	294
kill(2).....	294
13.4 <b>Ctrl</b> + <b>C</b> .....	295
13.5 練習問題.....	298

## 第 14 章

## プロセスの環境

299

14.1 カレントディレクトリ.....	300
getcwd(3).....	300
パスのためのバッファを確保する.....	300
chdir(2).....	302
他のプロセスのカレントディレクトリ.....	302
14.2 環境変数.....	303
environ.....	303
getenv(3).....	305
putenv(3).....	305
14.3 クレデンシャルの操作.....	306
set-uidプログラム.....	306
現在のクレデンシャルを得る.....	307
別のクレデンシャルに移行する.....	308
14.4 ユーザとグループ.....	310
getpwuid(3), getpwnam(3).....	310

16.6 リクエストを読み込む	374
read_request()	374
read_request_line()	375
read_header_field()	377
正しいサボリ	379
content_length()	379
16.7 struct Fileinfo	381
get_fileinfo()	382
build_fspath()	383
パスの正規化	384
16.8 レスポンスを出力する	385
respond_to()	385
do_file_response()	386
C言語のロケール機構の問題	388
16.9 動作をテストする	389

## 第17章

### HTTPサーバを本格化する

391

17.1 本章で行うこと	392
main()	392
17.2 自力でネットワークに接続する	395
listen_socket()	395
server_main()	397
17.3 複数の接続を並列に扱う	400
ゾンビ問題	401
プリフォークサーバ	403
マルチスレッド	403
17.4 デーモンになる	406
daemon(3)	407
17.5 ログを記録する	408
syslog(3)	409
openlog(3), closelog(3)	410
vsyslog(3)	411
syslogでログをとる	412
17.6 chroot()で安全性を高める	413
chroot(2)	413

chroot(2)の問題	414
chroot(2)に対応する	414

17.7 完成!	418
----------	-----

## 第18章

### 本書を読み終えたあとは

419

18.1 Linux/UNIX全般	420
18.2 カーネルの仕組みについて知る	421
18.3 移植性	423
APIの標準規格	424
autotools	424
18.4 GUIプログラミング	426
GUIツールキット	426
デスクトップ環境	426
X Window System	427
書籍案内	428
18.5 端末の操作	429
書籍案内	430
18.6 make	431
書籍案内	433
18.7 シェルスクリプト	434
書籍案内	434
18.8 バージョン管理システム	435
書籍案内	435
18.9 ドキュメント	436
18.10 パッケージと配布	437
tar.gz	437
RPMとdeb	438

## 付録

439

A.1 gccの主要コマンドラインオプション	440
A.2 参考文献	442
索引	444