

# Linux From Scratch

Version r12.4-93

2026/02/15 公開

製作：Gerard Beekmans  
編集総括：Bruce Dubbs  
日本語訳：松山道夫

# Linux From Scratch: Version r12.4-93: 2026/02/15 公開

：製作：Gerard Beekmans, 編集総括：Bruce Dubbs, 、日本語訳：松山道夫  
製作著作 © 1999-2026 Gerard Beekmans

Copyright © 1999-2026, Gerard Beekmans

All rights reserved.

本書はクリエイティブコモンズライセンスに従います。

本書のインストール手順のコマンドを抜き出したものは MIT ライセンスに従ってください。

Linux® は Linus Torvalds の登録商標です。

# 目次

序文 .....	vii
i. はしがき .....	vii
ii. 対象読者 .....	vii
iii. LFS が対象とする CPU アーキテクチャー .....	viii
iv. 必要な知識 .....	viii
v. LFS と各種標準 .....	ix
vi. 各パッケージを用いる理由 .....	x
vii. 本書の表記 .....	xv
viii. 本書の構成 .....	xvi
ix. 正誤情報とセキュリティアドバイス .....	xvi
x. 日本語訳について .....	xvi
I. はじめに .....	1
1. はじめに .....	2
1.1. LFS をどうやって作るか .....	2
1.2. 前版からの変更点 .....	2
1.3. 変更履歴 .....	3
1.4. 変更履歴（日本語版） .....	6
1.5. 情報源 .....	7
1.6. ヘルプ .....	7
2. ホストシステムの準備 .....	10
3. パッケージとパッチ .....	11
2.1. はじめに .....	11
2.2. ホストシステム要件 .....	11
2.3. 作業段階ごとの LFS 構築 .....	13
2.4. 新しいパーティションの生成 .....	14
2.5. ファイルシステムの生成 .....	16
2.6. 変数 \$LFS と umask の設定 .....	16
2.7. 新しいパーティションのマウント .....	17
3.1. はじめに .....	19
3.2. 全パッケージ .....	21
3.3. 必要なパッチ .....	28
4. 準備作業の仕上げ .....	30
4.1. はじめに .....	30
4.2. LFS ファイルシステムの限定的なディレクトリレイアウトの生成 .....	30
4.3. LFS ユーザーの追加 .....	30
4.4. 環境設定 .....	31
4.5. SBU 値について .....	33
4.6. テストスイートについて .....	34
III. LFS クロスチェーンと一時的ツールの構築 .....	35
重要な準備事項 .....	36
i. はじめに .....	36
ii. ツールチェーンの技術的情報 .....	36
iii. 全般的なコンパイル手順 .....	41
5. クロスツールチェーンの構築 .....	43
5.1. はじめに .....	43
5.2. Binutils-2.46.0 - 1回め .....	44
5.3. GCC-15.2.0 - 1回め .....	46
5.4. Linux-6.18.10 API ヘッダー .....	49
5.5. Glibc-2.43 .....	50
5.6. GCC-15.2.0 から取り出した libstdc++ .....	53
6. クロスコンパイルによる一時的ツール .....	54
6.1. はじめに .....	54
6.2. M4-1.4.21 .....	55
6.3. Ncurses-6.6 .....	56
6.4. Bash-5.3 .....	58
6.5. Coreutils-9.10 .....	59
6.6. Diffutils-3.12 .....	60

6.7. File-5.46 .....	61
6.8. Findutils-4.10.0 .....	62
6.9. Gawk-5.3.2 .....	63
6.10. Grep-3.12 .....	64
6.11. Gzip-1.14 .....	65
6.12. Make-4.4.1 .....	66
6.13. Patch-2.8 .....	67
6.14. Sed-4.9 .....	68
6.15. Tar-1.35 .....	69
6.16. Xz-5.8.2 .....	70
6.17. Binutils-2.46.0 - 2回め .....	71
6.18. GCC-15.2.0 - 2回め .....	72
7. chroot への移行と一時的ツールの追加ビルド .....	74
7.1. はじめに .....	74
7.2. 所有者の変更 .....	74
7.3. 仮想カーネルファイルシステムの準備 .....	74
7.4. Chroot 環境への移行 .....	75
7.5. ディレクトリの生成 .....	76
7.6. 重要なファイルとシンボリックリンクの生成 .....	77
7.7. Gettext-1.0 .....	80
7.8. Bison-3.8.2 .....	81
7.9. Perl-5.42.0 .....	82
7.10. Python-3.14.3 .....	83
7.11. Texinfo-7.2 .....	84
7.12. Util-linux-2.41.3 .....	85
7.13. 一時的システムのクリーンアップと保存 .....	86
IV. LFSシステムの構築 .....	88
8. 基本的なソフトウェアのインストール .....	89
8.1. はじめに .....	89
8.2. パッケージ管理 .....	89
8.3. Man-pages-6.17 .....	94
8.4. Iana-Etc-20260202 .....	95
8.5. Glibc-2.43 .....	96
8.6. Zlib-1.3.1 .....	104
8.7. Bzip2-1.0.8 .....	105
8.8. Xz-5.8.2 .....	107
8.9. Lz4-1.10.0 .....	109
8.10. Zstd-1.5.7 .....	110
8.11. File-5.46 .....	111
8.12. Readline-8.3 .....	112
8.13. Pcre2-10.47 .....	114
8.14. M4-1.4.21 .....	116
8.15. Bc-7.0.3 .....	117
8.16. Flex-2.6.4 .....	118
8.17. Tcl-8.6.17 .....	119
8.18. Expect-5.45.4 .....	121
8.19. DejaGNU-1.6.3 .....	123
8.20. Pkgconf-2.5.1 .....	124
8.21. Binutils-2.46.0 .....	125
8.22. GMP-6.3.0 .....	127
8.23. MPFR-4.2.2 .....	129
8.24. MPC-1.3.1 .....	130
8.25. Attr-2.5.2 .....	131
8.26. Acl-2.3.2 .....	132
8.27. Libcap-2.77 .....	133
8.28. Libxcrypt-4.5.2 .....	134
8.29. Shadow-4.19.3 .....	136
8.30. GCC-15.2.0 .....	140
8.31. Ncurses-6.6 .....	145
8.32. Sed-4.9 .....	148
8.33. Psmisc-23.7 .....	149

8.34.	Gettext-1.0 .....	150
8.35.	Bison-3.8.2 .....	152
8.36.	Grep-3.12 .....	153
8.37.	Bash-5.3 .....	154
8.38.	Libtool-2.5.4 .....	156
8.39.	GDBM-1.26 .....	157
8.40.	Gperf-3.3 .....	158
8.41.	Expat-2.7.4 .....	159
8.42.	Inetutils-2.7 .....	160
8.43.	Less-692 .....	162
8.44.	Perl-5.42.0 .....	163
8.45.	XML::Parser-2.47 .....	165
8.46.	Intltool-0.51.0 .....	166
8.47.	Autoconf-2.72 .....	167
8.48.	Automake-1.18.1 .....	168
8.49.	OpenSSL-3.6.1 .....	169
8.50.	Elfutils-0.194 から取り出した libelf .....	171
8.51.	Libffi-3.5.2 .....	172
8.52.	Sqlite-3510200 .....	173
8.53.	Python-3.14.3 .....	174
8.54.	Flit-Core-3.12.0 .....	176
8.55.	Packaging-26.0 .....	177
8.56.	Wheel-0.46.3 .....	178
8.57.	Setuptools-82.0.0 .....	179
8.58.	Ninja-1.13.2 .....	180
8.59.	Meson-1.10.1 .....	181
8.60.	Kmod-34.2 .....	182
8.61.	Coreutils-9.10 .....	183
8.62.	Diffutils-3.12 .....	188
8.63.	Gawk-5.3.2 .....	189
8.64.	Findutils-4.10.0 .....	190
8.65.	Groff-1.23.0 .....	191
8.66.	GRUB-2.14 .....	193
8.67.	Gzip-1.14 .....	195
8.68.	IPRoute2-6.18.0 .....	196
8.69.	Kbd-2.9.0 .....	198
8.70.	Libpipeline-1.5.8 .....	200
8.71.	Make-4.4.1 .....	201
8.72.	Patch-2.8 .....	202
8.73.	Tar-1.35 .....	203
8.74.	Texinfo-7.2 .....	204
8.75.	Vim-9.2.0000 .....	206
8.76.	MarkupSafe-3.0.3 .....	209
8.77.	Jinja2-3.1.6 .....	210
8.78.	Systemd-259.1 から取り出した Udev .....	211
8.79.	Man-DB-2.13.1 .....	214
8.80.	Procps-ng-4.0.6 .....	217
8.81.	Util-linux-2.41.3 .....	219
8.82.	E2fsprogs-1.47.3 .....	224
8.83.	Sysklogd-2.7.2 .....	227
8.84.	SysVinit-3.14 .....	228
8.85.	デバッグシンボルについて .....	229
8.86.	ストリップ .....	229
8.87.	仕切り直し .....	230
9.	システム設定 .....	232
9.1.	はじめに .....	232
9.2.	LFS-ブートスクリプト-20250827 .....	233
9.3.	デバイスとモジュールの扱いについて .....	235
9.4.	デバイスの管理 .....	237
9.5.	全般的なネットワークの設定 .....	240
9.6.	System V ブートスクリプトの利用と設定 .....	242

9.7. システムロケールの設定 .....	250
9.8. /etc/inputrc ファイルの生成 .....	252
9.9. /etc/shells ファイルの生成 .....	253
10. LFS システムのブート設定 .....	254
10.1. はじめに .....	254
10.2. /etc/fstab ファイルの生成 .....	254
10.3. Linux-6.18.10 .....	256
10.4. GRUB を用いたブートプロセスの設定 .....	262
11. 作業終了 .....	265
11.1. 作業終了 .....	265
11.2. ユーザー登録 .....	265
11.3. システムの再起動 .....	265
11.4. さらなる情報 .....	266
11.5. LFS の次に向けて .....	267
V. 付録 .....	270
A. 略語と用語 .....	271
B. 謝辞 .....	273
C. パッケージの依存関係 .....	275
D. ブートスクリプトと sysconfig スクリプト version-20250827 .....	288
D.1. /etc/rc.d/init.d/rc .....	288
D.2. /lib/lsb/init-functions .....	292
D.3. /etc/rc.d/init.d/mountvirtfs .....	306
D.4. /etc/rc.d/init.d/modules .....	308
D.5. /etc/rc.d/init.d/udev .....	309
D.6. /etc/rc.d/init.d/swap .....	310
D.7. /etc/rc.d/init.d/setclock .....	311
D.8. /etc/rc.d/init.d/checkfs .....	312
D.9. /etc/rc.d/init.d/mountfs .....	315
D.10. /etc/rc.d/init.d/udev_retry .....	316
D.11. /etc/rc.d/init.d/cleanfs .....	318
D.12. /etc/rc.d/init.d/console .....	320
D.13. /etc/rc.d/init.d/localnet .....	322
D.14. /etc/rc.d/init.d/sysctl .....	323
D.15. /etc/rc.d/init.d/sysklogd .....	324
D.16. /etc/rc.d/init.d/network .....	325
D.17. /etc/rc.d/init.d/sendsignals .....	327
D.18. /etc/rc.d/init.d/reboot .....	328
D.19. /etc/rc.d/init.d/halt .....	329
D.20. /etc/rc.d/init.d/template .....	329
D.21. /etc/sysconfig/modules .....	331
D.22. /etc/sysconfig/createfiles .....	331
D.23. /etc/sysconfig/udev-retry .....	331
D.24. /sbin/ifup .....	332
D.25. /sbin/ifdown .....	334
D.26. /lib/services/ipv4-static .....	336
D.27. /lib/services/ipv4-static-route .....	337
E. Udev 設定ルール .....	340
E.1. 55-lfs.rules .....	340
F. LFS ライセンス .....	341
F.1. クリエイティブコモンズライセンス .....	341
F.2. MIT ライセンス (The MIT License) .....	344
項目別もくじ .....	345

# 序文

## はしがき

私が Linux について学び始め理解するようになったのは 1998 年頃からです。Linux ディストリビューションのインストールを行ったのはその時が初めてです。そして即座に Linux 全般の考え方や原理について興味を抱くようになりました。

何かの作業を完成させるには多くの方法があるものです。同じことは Linux ディストリビューションについても言えます。この数年の間に数多くのディストリビューションが登場しました。あるものは今も存在し、あるものは他のものへと形を変え、そしてあるものは記憶の彼方へ追いやられたりもしました。それぞれが利用者の求めに応じて、さまざまに異なる形でシステムを実現してきたわけです。最終ゴールが同じものなのに、それを実現する方法はたくさんあるものです。したがって私は一つのディストリビューションにとらわれることが不要だと思い始めました。Linux が登場する以前であれば、オペレーティングシステムに何か問題があったとしても、他に選択肢はなくそのオペレーティングシステムで満足する以外にありませんでした。それはそういうものであって、好むと好まざるは関係がなかったのです。それが Linux になって ”選ぶ” という考え方が出てきました。何かが気に入らなかつたら、いくらでも変えたら良いし、そうすることがむしろ当たり前となつたのです。

数多くのディストリビューションを試してみましたが、これという 1 つに決定できるものはありませんでした。個々のディストリビューションは優れたもので、それぞれを見てみれば正しいものです。ただこれは正しいとか間違っているとかの問題ではなく、個人的な趣味の問題へと変化しています。こうしたさまざまな状況を通じて明らかになってきたのは、私にとって完璧なシステムは 1 つもないということです。そして私は自分自身の Linux を作り出して、自分の好みを満足させるものを目指しました。

本当に自分自身のシステムを作り出すため、私はすべてをソースコードからコンパイルすることを目指し、コンパイル済のバイナリパッケージは使わないことにしました。この「完璧な」Linux システムは、他のシステムが持つ弱点を克服し、逆にすべての強力さを合わせ持つものです。当初は気の遠くなる思いがしていましたが、そのアイデアは今も持ち続けています。

パッケージが相互に依存している状況やコンパイル時にエラーが発生するなどを順に整理していく中で、私はカスタムメイドの Linux を作り出したのです。この Linux は今日ある他の Linux と比べても、十分な機能を有し十分に扱いやすいものとなっています。これは私自身が作り出したものです。いろいろなものを自分で組み立てていくのは楽しいものです。さらに個々のソフトウェアまでも自分で作り出せれば、もっと楽しいものになるのでしょうか、それは次の目標とします。

私の求める目標や作業経験を他の Linux コミュニティの方々とも共有する中で、私の Linux への挑戦は絶えることなく続いていることを実感しています。このようなカスタムメイドの Linux システムを作り出せば、独自の仕様や要求を満たすことができるのももちろんですが、さらにはプログラマーやシステム管理者の Linux 知識を引き伸ばす絶好の機会となります。壮大なこの意欲こそが Linux From Scratch プロジェクト誕生の理由です。

Linux From Scratch ブックは関連プロジェクトの中心に位置するものです。皆さんご自身のシステムを構築するために必要な基礎的な手順を提供します。本書が示すのは正常動作するシステム作りのための雛形となる手順ですので、皆さんのが望んでいる形を作り出すために手順を変えていくことは自由です。それこそ、本プロジェクトの重要な特徴でもあります。そうしたとしても手順を踏み外すものではありません。我々は皆さんが旅に挑戦することを応援します。

あなたの LFS システム作りが素晴らしいひとときとなりますように。そしてあなた自身のシステムを持つ楽しみとなりますように。

--

Gerard Beekmans  
gerard@linuxfromscratch.org

## 対象読者

本書を読む理由はさまざまにあると思いますが、よく挙がってくる質問として以下があります。「既にある Linux をダウンロードしてインストールすれば良いのに、どうして苦労してまで手作業で Linux を構築しようとするのか。」

本プロジェクトを提供する最大の理由は Linux システムがどのようにして動作しているのか、これを学ぶためのお手伝いをすることです。LFS システムを構築してみれば、さまざまなものが連携し依存しながら動作している様子を知ることができます。こうした経験をした人であれば Linux システムを自分の望む形に作りかえる手法も身につけることができます。

LFS の重要な利点として、他の Linux システムに依存することなく、システムを制御できる点が挙げられます。LFS システムではあなたが運転台に立ちます。そしてあなたがシステムのあらゆる側面への指示を下していくきます。

さらに非常にコンパクトな Linux システムを作る方法も身につけられます。通常の Linux ディストリビューションを用いる場合、多くのプログラムをインストールすることになりますが、たいていのものは使わないですし、その内容もよく分からぬものです。それらのプログラムはハードウェアリソースを無駄に占有することになります。今日のハードドライブや CPU のことを考えたら、リソース消費は大したことはないと思うかもしれません。しかし問題がなくなつたとしても、サイズの制限だけは気にかける必要があることでしょう。例えばブータブル CD、USB スティック、組み込みシステムなどのことを思い浮かべてください。そういったものに対して LFS は有用なものとなるでしょう。

カスタマイズした Linux システムを構築するもう一つの利点として、セキュリティがあります。ソースコードからコンパイルしてシステムを構築することは、あらゆることを制御する権限を有することになり、セキュリティパッチは望みどおりに適用できます。他の人がセキュリティホールを修正しバイナリパッケージを提供するのを待つ必要がなくなるということです。他の人がパッチとバイナリパッケージを提供してくれたとしても、それが本当に正しく構築され、問題を解決してくれているかどうかは、調べてみなければ分からぬわけですから。

Linux From Scratch の最終目標は、実用的で完全で、基盤となるシステムを構築することです。Linux システムを一から作り出すつもりの方は、本書から得られるものはないかもしれません。

LFS を構築する理由はさまざまですから、すべてを列記することはできません。学習こそ、理由を突き詰める重要な手段です。LFS 構築作業の経験を積むことによって、情報や知識を通じてもたらされる意義が十二分に理解できるはずです。

## LFS が対象とする CPU アーキテクチャー

LFS が対象としている CPU アーキテクチャーは AMD/インテル x86 CPU (32ビット) と x86\_64 CPU (64ビット) です。Power PC や ARM については、本書の手順を多少修正することで動作することが確認されています。これらの CPU を利用したシステムをビルドする場合は、この後に示す諸条件を満たす必要がありますが、まずはそのアーキテクチャーをターゲットとする、LFS システムそのものや Ubuntu、Red Hat/Fedora、SuSE などの Linux システムが必要です。(ホストが 64 ビット AMD/インテルによるシステムであったとしても 32 ビットシステムは問題なくインストールできます。)

64 ビットシステムを用いることは 32 ビットシステムを用いた場合に比べて大きな効果はありません。たとえば Core i7-4790 CPU 上において、4 コアを使って試しに LFS-9.1 をビルドしてみたところ、以下のような情報が得られました。

アーキテクチャー	ビルト時間	ビルトサイズ
32 ビット	239.9 分	3.6 GB
64 ビット	233.2 分	4.4 GB

ご存知かと思いますが、同一ハードウェア上にて 64 ビットによりビルドを行っても、32 ビットのときのビルドに比べて 3% 早くなるだけです (22% は大きなものになります)。仮に LFS を使って LAMP サーバーやファイアーウォールを実現しようとする場合、32 ビット CPU を用いるのでも充分です。一方 BLFS にあるパッケージの中には、ビルド時や実行時に 4 GB 以上の RAM を必要としているものもあります。このため LFS をデスクトップ環境に利用するなら、64 ビットシステムをビルドすることをお勧めします。

LFS の手順に従って作り出す 64 ビットシステムは、「純粹な」64 ビットシステムです。つまりそのシステムは 64 ビット実行モジュールのみをサポートするということです。「複数のライブラリ」によるシステムをビルドするのなら、多くのアプリケーションを二度ビルドしなければなりません。一度は 32 ビット用であり、一度は 64 ビット用です。本書ではこの点を直接サポートしていません。この理由は、素直な Linux ベースシステムを構築するという LFS の教育的で最小限のものとする目的とは合致しないからです。LFS/BLFS 編集者の中に、マルチライブラリを行う LFS フォークを構築している方もいます。これは <https://www.linuxfromscratch.org/~thomas/multilib/index.html> からアクセスすることができます。ただしこれは応用的なトピックです。

## 必要な知識

LFS システムの構築作業は決して単純なものではありません。ある程度の Unix システム管理の知識が必要です。問題を解決したり、説明されているコマンドを正しく実行することが求められます。ファイルやディレクトリのコピー、それらの表示確認、カレントディレクトリの変更、といったことは最低でも知つていなければなりません。さらに Linux の各種ソフトウェアを使ったりインストールしたりする知識も必要です。

LFS ブックでは、最低でも そのようなスキルがあることを前提としていますので、数多くの LFS サポートフォーラムは、ひょっとすると役に立たないかもしれません。フォーラムにおいて基本的な知識を尋ねたとしたら、誰も回答してくれないでしょう。(そうするよりも LFS に取り掛かる前に以下のような情報をよく読んでください。)

LFS システムの構築作業に入る前に、以下を読むことをお勧めします。

- ・ ソフトウェア構築のハウツー (Software-Building-HOWTO) <https://tldp.org/HOWTO/Software-Building-HOWTO.html>  
これは Linux 上において「一般的な」Unix ソフトウェアを構築してインストールする方法を総合的に説明しています。だいぶ前に書かれたものですが、ソフトウェアのビルドとインストールを行う基本的な方法が程よくまとめられています。

- ソースコードからのインストール入門ガイド (Beginner's Guide to Installing from Source) <https://moi.vonos.net/linux/beginners-installing-from-source/>  
このガイドは、ソフトウェアをソースコードからビルドするために必要な基本的スキルや技術をほど良くまとめています。

## LFS と各種標準

LFS の構成は出来る限り Linux の各種標準に従うようにしています。 主な標準は以下のものです。

- POSIX.1-2008
- Filesystem Hierarchy Standard (FHS) Version 3.0
- Linux Standard Base (LSB) Version 5.0 (2015)

LSB はさらに以下の 4 つの仕様から構成されます。コア (Core)、デスクトップ (Desktop)、言語 (Languages)、画像処理 (Imaging) です。コアとデスクトップの中には、アーキテクチャーに固有の要求事項もあります。Gtk3 やグラフィックスという二項目に関しての試しの仕様も含んでいます。LFS では前節にて示したように、IA32 (32 ビット x86) や AMD64 (x86\_64) アーキテクチャーに対応する LSB 仕様への適合を目指しています。



### 注記

このような要求に対しては異論のある方も多いでしょう。LSB の目的は、私有ソフトウェア (proprietary software) をインストールした場合に、要求事項を満たしたシステム上にて問題なく動作することを目指すためです。LFS はソースコードから構築するシステムですから、どのパッケージを利用するかをユーザー自身が完全に制御できます。また LSB にて要求されているパッケージであっても、インストールしない選択をすることもできます。

LFS の構築にあたっては LSB に適合していることを確認するテスト (certifications tests) を「一から」クリアしていくように構築することも可能です。ただし LFS ブックの範囲外にあるパッケージ類を追加しなければ実現できません。そのような追加パッケージ類については、おおむね BLFS にて導入手順を説明しています。

## LFS 提供のパッケージで LSB 要求に従うもの

LSB コア:	Bash, Bc, Binutils, Coreutils, Diffutils, File, Findutils, Gawk, GCC, Gettext, Glibc, Grep, Gzip, M4, Man-DB, Procps, Psmisc, Sed, Shadow, SysVinit, Tar, Util-linux, Zlib
LSB デスクトップ:	なし
LSB 言語:	Perl
LSB 画像処理:	なし
LSB Gtk3、LSB グラフィックス (試用):	なし

## BLFS 提供のパッケージで LSB 要求に従うもの

LSB コア:	At, Batch (At の一部), BLFS Bash Startup Files, Cpio, Ed, Fcrontab, LSB-Tools, NSPR, NSS, PAM, Pax, Sendmail (または Postfix または Exim), Time
LSB デスクトップ:	Alsa, ATK, Cairo, Desktop-file-utils, Freetype, Fontconfig, Gdk-pixbuf, Glib2, GLU, Icon-naming-utils, Libjpeg-turbo, Libxml2, Mesa, Pango, Xdg-utils, Xorg
LSB 言語:	Libxml2, Libxslt
LSB 画像処理:	CUPS, Cups-filters, Ghostscript, SANE
LSB Gtk3、LSB グラフィックス (試用):	GTK+3

## LFS, BLFS で提供しない、あるいはオプションで提供されているコンポーネントで LSB 要求に従うもの

LSB コア:	install_initd, libcrypt.so.1 (LFS の Libxcrypt パッケージにおける任意実施の手順により提供), libncurses.so.5 (LFS の Ncurses パッケージにおける任意実施の手順により提供), libncursesw.so.5 (ただし libncursesw.so.6 は LFS の Ncurses パッケージにより提供)
---------	---

LSB デスクトップ:

libgdk-x11-2.0.so (ただし libgdk-3.so は BLFS GTK+3 パッケージが提供), libgtk-x11-2.0.so (ただし libgtk-3.so と libgtk-4.so は BLFS GTK+3 と GTK-4 パッケージが提供), libpng12.so (ただし libpng16.so は BLFS Libpng パッケージが提供), libQt\*.so.4 (ただし libQt6\*.so.6 は BLFS Qt6 パッケージが提供), libtiff.so.4 (ただし libtiff.so.6 は BLFS Libtiff パッケージが提供)

LSB 言語:

/usr/bin/python (LSB は Python2 を要求しているが LFS と BLFS は Python3 のみを提供)

LSB 画像処理:

なし

LSB Gt3、LSB グラフィックス  
(試用):

libpng15.so (ただし libpng16.so は BLFS Libpng パッケージが提供)

## 各パッケージを用いる理由

LFS が目指すのは、完成した形での実用可能な基盤システムを構築することです。 LFS に含まれるパッケージ群は、パッケージの個々を構築していくために必要となるものばかりです。 そこからは最小限の基盤となるシステムを作り出します。 そしてユーザーの望みに応じて、より完璧なシステムへと拡張していくものとなります。 LFS は極小システムを意味するわけではありません。 厳密には必要のないパッケージであっても、重要なものとして含んでいるものもあります。 以下に示す一覧は、本書内の各パッケージの採用根拠について説明するものです。

- Acl
 

このパッケージはアクセス制御リスト (Access Control Lists) を管理するツールを提供します。 これはファイルやディレクトリに対して、きめ細かくさまざまなアクセス権限を定義するために利用されます。
- Attr
 

このパッケージはファイルシステムオブジェクト上の拡張属性を管理するプログラムを提供します。
- Autoconf
 

このパッケージは、以下に示すようなシェルスクリプトを生成するプログラムを提供します。 つまり開発者が意図しているテンプレートに基づいて、ソースコードを自動的に設定する (configure する) ためのシェルスクリプトです。 特定のパッケージのビルド方法に変更があった場合は、パッケージ再構築を行うことになるため、その場合に本パッケージが必要となります。
- Automake
 

このパッケージは、テンプレートとなるファイルから Makefile を生成するためのプログラムを提供します。 特定のパッケージのビルド方法に変更があった場合は、パッケージ再構築を行うことになるため、その場合に本パッケージが必要となります。
- Bash
 

このパッケージは、システムとのインターフェースを実現する Bourne シェルを提供し、LSB コア要件を満たします。 他のシェルを選ばずにこれを選ぶのは、一般的に多用されていて拡張性が高いからです。
- Bc
 

このパッケージは、任意精度 (arbitrary precision) の演算処理言語を提供します。 Linux カーネルの構築に必要となります。
- Binutils
 

このパッケージは、リンカー、アセンブラーのような、オブジェクトファイルを取り扱うプログラムを提供します。 各プログラムは LFS における他のパッケージをコンパイルするために必要となります。
- Bison
 

このパッケージは yacc (Yet Another Compiler Compiler) の GNU バージョンを提供します。 LFS プログラムをビルドする際に、これを必要とするものがあります。
- Bzip2
 

このパッケージは、ファイルの圧縮、伸張 (解凍) を行うプログラムを提供します。 これは LFS パッケージの多くを伸張 (解凍) するために必要です。
- Coreutils
 

このパッケージは、ファイルやディレクトリを参照あるいは操作するための基本的なプログラムを数多く提供します。 各プログラムはコマンドラインからの実行によりファイル制御を行うために必要です。 また LFS におけるパッケージのインストールに必要となります。

- **DejaGNU**  
このパッケージは、他のプログラムをテストするフレームワークを提供します。
- **Diffutils**  
このパッケージは、ファイルやディレクトリ間の差異を表示するプログラムを提供します。 各プログラムはパッチを生成するために利用されます。 したがってパッケージのビルド時に利用されることがあります。
- **E2fsprogs**  
このパッケージは ext2, ext3, ext4 の各ファイルシステムを取り扱うユーティリティを提供します。 各ファイルシステムは Linux がサポートする一般的なものであり、十分なテストが実施されているものです。
- **Expat**  
このパッケージは比較的小規模の XML 解析ライブラリを生成します。 XML-Parser Perl モジュールがこれを必要とします。
- **Expect**  
このパッケージは、スクリプトで作られた対話型プログラムを通じて、他のプログラムとのやりとりを行うプログラムを提供します。 通常は他のパッケージをテストするために利用します。
- **File**  
このパッケージは、指定されたファイルの種類を判別するユーティリティプログラムを提供します。 他のパッケージのビルドスクリプト内にてこれを必要とするものもあります。
- **Findutils**  
このパッケージは、ファイルシステム上のファイルを検索するプログラムを提供します。 これは他のパッケージにて、ビルド時のスクリプトにおいて利用されています。
- **Flex**  
このパッケージは、テキスト内の特定パターンの認識プログラムを生成するユーティリティを提供します。 これは lex (字句解析; lexical analyzer) プログラムの GNU 版です。 LFS 内の他のパッケージの中にこれを必要としているものがあります。
- **Gawk**  
このパッケージはテキストファイルを操作するプログラムを提供します。 プログラムは GNU 版の awk (Aho-Weinberg-Kernighan) です。 これは他のパッケージにて、ビルド時のスクリプトにおいて利用されています。
- **GCC**  
これは GNU コンパイラーコレクションパッケージです。 C コンパイラーと C++ コンパイラーを含みます。 また LFS ではビルドしないコンパイラーも含まれています。
- **GDBM**  
このパッケージは GNU データベースマネージャライブラリを提供します。 LFS が扱う Man-DB パッケージがこれを利用しています。
- **Gettext**  
このパッケージは、各種パッケージが国際化を行うために利用するユーティリティやライブラリを提供します。
- **Glibc**  
このパッケージは C ライブラリです。 Linux 上のプログラムはこれがなければ動作させることができません。
- **GMP**  
このパッケージは数値演算ライブラリを提供するもので、任意精度演算 (arbitrary precision arithmetic) についての有用な関数を含みます。 これは GCC をビルドするために必要です。
- **Gperf**  
このパッケージは、キーセットから完全なハッシュ関数を生成するプログラムを提供します。 Udev がこれを必要としています。
- **Grep**  
このパッケージはファイル内を検索するプログラムを提供します。 これは他のパッケージにて、ビルド時のスクリプトにおいて利用されています。
- **Groff**  
このパッケージは、テキストを処理し整形するプログラムをいくつか提供します。 重要なもののプログラムとして man ページを生成するものを含みます。

- GRUB

これは Grand Unified Boot Loader です。 ブートローダーとして利用可能なものの中でも、これが最も柔軟性に富むものです。

- Gzip

このパッケージは、ファイルの圧縮と伸張（解凍）を行うプログラムを提供します。 LFS において、パッケージを伸張（解凍）するために必要です。

- Iana-etc

このパッケージは、ネットワークサービスやプロトコルに関するデータを提供します。 ネットワーク機能を適切に有効なものとするために、これが必要です。

- Inetutils

このパッケージは、ネットワーク管理を行う基本的なプログラム類を提供します。

- Intltool

本パッケージはソースファイルから翻訳対象となる文字列を抽出するツールを提供します。

- IProute2

このパッケージは、IPv4、IPv6 による基本的な、あるいは拡張したネットワーク制御を行うプログラムを提供します。 IPv6 への対応があることから、よく使われてきたネットワークツールパッケージ (net-tools) に変わって採用されました。

- Kbd

このパッケージは、米国以外のキーボードに対してのキー一テーブルファイルやキーボードユーティリティを生成します。 また端末上のフォントも提供します。

- Kmod

このパッケージは Linux カーネルモジュールを管理するために必要なプログラムを提供します。

- Less

このパッケージはテキストファイルを表示する機能を提供するものであり、表示中にスクロールを可能とします。多くのパッケージでは、ページング出力を行うためにこれを利用しています。

- Libcap

このパッケージは Linux カーネルにて利用される POSIX 1003.1e 機能へのユーザー空間からのインターフェースを実装します。

- Libelf

`elfutils` プロジェクトでは、ELF ファイルや DWARF データに対するライブラリやツールを提供しています。 他のパッケージに対して各種ユーティリティーは有用なですが、ライブラリは Linux カーネルのビルドに必要であり、デフォルトの（最も効果的な）カーネル設定にて利用されます。

- Libffi

このパッケージは、さまざまな呼出規約 (calling conventions) に対しての、移植性に優れた高レベルプログラミングインターフェースを提供します。 プログラムをコンパイルするその時点においては、関数に対してどのような引数が与えられるかが分からぬ場合があります。 例えばインタープリターの場合、特定の関数を呼び出す際の引数の数や型は、実行時に指定されます。`libffi` はそういうプログラムであっても、インターパリタープログラムからコンパイルコードへのブリッジを提供します。

- Libpipeline

`Libpipeline` パッケージは、サブプロセスのパイプラインを柔軟にかつ容易に操作するライブラリを提供します。 これは `Man-DB` パッケージが必要としています。

- Libtool

このパッケージは GNU の汎用的なライブラリに対してのサポートスクリプトを提供します。 これは、複雑な共有ライブラリの取り扱いを単純なものとし、移植性に優れた一貫した方法を提供します。 LFS パッケージのテストスイートにおいて必要となります。

- Libxcrypt

このパッケージは `libcrypt` ライブラリを提供するものであり、さまざまなパッケージ（代表的なものとして `Shadow`）がパスワードのハッシュ処理のために必要としています。 これは `Glibc` における、かつての `libcrypt` 実装を置き換えるものです。

- Linux Kernel

このパッケージは”オペレーティングシステム”であり GNU/Linux 環境における Linux です。

- M4

このパッケージは汎用的なテキストマクロプロセッサーを提供するものであり、他のプログラムを構築するツールとして利用することができます。

- Make

このパッケージは、パッケージ構築を指示するプログラムを提供します。 LFS におけるパッケージでは、ほぼすべてにおいて必要となります。

- Man-DB

このパッケージは `man` ページを検索し表示するプログラムを提供します。 `man` パッケージではなく本パッケージを採用しているのは、その方が国際化機能が優れているためです。 このパッケージは `man` プログラムを提供しています。

- Man-pages

このパッケージは Linux の基本的な `man` ページを提供します。

- Meson

このパッケージは、ソフトウェアを自動的にビルドするソフトウェアツールを提供します。 Meson が目指すのは、ソフトウェア開発者がビルドシステムの設定にかける時間を、できるだけ減らすことにあります。 これは Systemd のビルドに必要であり、また BLFS における多くのパッケージにも必要です。

- MPC

このパッケージは複素数演算のための関数を提供します。 GCC パッケージがこれを必要としています。

- MPFR

このパッケージは倍精度演算 (multiple precision) の関数を提供します。 GCC パッケージがこれを必要としています。

- Ninja

このパッケージは、処理速度を重視した軽量なビルドシステムを提供します。 高レベルなビルドシステムが生成したファイルを入力として、ビルド実行をできるだけ高速に行うように設計されています。 このパッケージは Meson が必要としています。

- Ncurses

このパッケージは、端末に依存せず文字キャラクターを取り扱うライブラリを提供します。 メニュー表示時のカーソル制御を実現する際に利用されます。 LFS の他のパッケージでは、たいていはこれを必要としています。

- OpenSSL

このパッケージは暗号化に関する管理ツールやライブラリを提供します。 Linux カーネルや他のパッケージに対して、暗号化機能を提供するものとして有用です。

- Patch

このパッケージは、パッチ ファイルの適用により、特定のファイルを修正したり新規生成したりするためのプログラムを提供します。 パッチファイルは `diff` プログラムにより生成されます。 LFS パッケージの中には、構築時にこれを必要とするものがあります。

- Pcre2

このパッケージは、Perl 5 が用いている正規表現と同様の文法による機能を提供するものです。

- Perl

このパッケージは、ランタイムに利用されるインタープリター言語 PERL を提供します。 LFS の他のパッケージでは、インストール時やテストスイートの実行時にこれを必要とするものがあります。

- Pkgconf

このパッケージは、開発用ライブラリに対するコンパイラーフラグやリンクフラグを設定するためのプログラムを提供します。 このプログラムは、`pkg-config` の単純な置き換えプログラムとして利用することができます。 そもそもこのプログラムは、数多くのパッケージによるシステム構築に必要となるものです。 元々の `Pkg-config` パッケージに比べて活発に開発されており、処理速度も若干早くなっています。

- Procs-NG

このパッケージは、プロセスの監視を行うプログラムを提供します。 システム管理にはこのパッケージが必要となります。 また LFS ブートスクリプトではこれを利用しています。

- Psmisc

このパッケージは、実行中のプロセスに関する情報を表示するプログラムを提供します。 システム管理にはこのパッケージが必要となります。

- Python 3

このパッケージは、ソースコードの可読性の向上を意図して開発されたインタープリター言語を提供します。

- Readline

このパッケージは、コマンドラインでの入力編集や履歴管理を行うライブラリを提供します。 これは Bash が利用しています。

- Sed

このパッケージは、テキストの編集を、テキストエディターを用いることなく可能とします。 LFS パッケージにおける configure スクリプトは、多くのパッケージがこれを必要としています。

- Shadow

このパッケージは、セキュアな手法によりパスワード制御を行うプログラムを提供します。

- Sqlite

このパッケージは、サーバーレスで設定不要のトランザクション型 SQL データベースエンジンを提供します。

- Sysklogd

このパッケージは、システムメッセージログを扱うプログラムを提供します。 例えばカーネルが出力するログや、デーモンプロセスが異常発生時に出力するログなどです。

- SysVinit

このパッケージは init プログラムを提供します。 これは Linux システム上のすべてのプロセスの基点となるものです。

- Udev

このパッケージはデバイスマネージャーです。 /dev ディレクトリに登録されたデバイスノードの所有者、パーミッション、名称、シンボリックリンクを動的に制御します。 これによりデバイスは、システムへの追加または削除が行われます。

- Tar

このパッケージは、アーカイブや圧縮機能を提供するもので LFS が扱うすべてのパッケージにて利用されています。

- Tcl

このパッケージはツールコマンド言語 (Tool Command Language) を提供します。 テストスイートの実行に必要となります。

- Texinfo

このパッケージは Info ページに関しての入出力や変換を行うプログラムを提供します。 LFS が扱うパッケージのインストール時には、たいてい利用されます。

- Util-linux

このパッケージは数多くのユーティリティプログラムを提供します。 その中には、ファイルシステムやコンソール、パーティション、メッセージなどを取り扱うユーティリティがあります。

- Vim

このパッケージはテキストエディターを提供します。 これを採用しているのは、従来の vi エディタとの互換性があり、しかも数々の有用な機能を提供するものだからです。 テキストエディターは個人により好みはさまざまですから、もし別のエディターを利用したいなら、そちらを用いても構いません。

- Wheel

このパッケージは Python wheel パッケージング標準に基づいた標準実装の Python モジュールを提供します。

- XML::Parser

このパッケージは Expat とのインターフェースを実現する Perl モジュールです。

- XZ Utils

このパッケージはファイルの圧縮、伸張（解凍）を行うプログラムを提供します。一般的に用いられるものの中では高い圧縮率を実現するものであり、特に XZ フォーマットや LZMA フォーマットの伸張（解凍）に利用されます。

- Zlib

このパッケージは、圧縮や解凍の機能を提供するもので、他のプログラムがこれを利用しています。

- Zstd

このパッケージは、一定のプログラムが利用している圧縮、伸張（解凍）ルーチンを提供します。高圧縮率に加えて、圧縮、処理速度間のトレードオフを広範囲に提供します。

## 本書の表記

本書では、特定の表記を用いて分かりやすく説明を行っていきます。ここでは Linux From Scratch ブックを通じて利用する表記例を示します。

```
./configure --prefix=/usr
```

この表記は特に説明がない限りは、そのまま入力するテキストを示しています。またコマンドの説明を行うために用いる場合もあります。

場合によっては、1行で表現される内容を複数行に分けているものがあります。その場合は各行の終わりにバックスラッシュ（あるいは円記号）を表記しています。

```
CC="gcc -B/usr/bin/" ./binutils-2.18/configure \
--prefix=/tools --disable-nls --disable-werror
```

バックスラッシュ（または円記号）のすぐ後ろには改行文字がきます。そこに余計な空白文字やタブ文字があると、おかしな結果となるかもしれない注意してください。

```
install-info: unknown option '--dir-file=/mnt/lfs/usr/info/dir'
```

上の表記は固定幅フォントで示されており、たいていはコマンド入力の結果として出力される端末メッセージを示しています。本書を（PDFではなく）HTML 形式で読んでいる場合、そのテキストは青字で表示されているはずです。

固定幅フォントは /etc/ld.so.conf のようなファイル名を示す際にも用います。



### 注記

ブラウザーの設定において、固定幅テキストに対しては適切なモノスペースフォントを用いるようにしてください。これを設定していれば、`lll` や `oo` のグリフを適切に識別できます。

### Emphasis

上の表記はさまざまな意図で用いています。特に重要な説明内容やポイントを表します。

<https://www.linuxfromscratch.org/>

この表記は LFS コミュニティ内や外部サイトへのハイパーリンクを示します。そこには「ハウツー」やダウンロードサイトなどが含まれます。

```
cat > $LFS/etc/group << "EOF"
root:x:0:
bin:x:1:
.....
EOF
```

上の表記は設定ファイル類を生成する際に示します。1行目のコマンドは `$LFS/etc/group` というファイルを生成することを指示しています。そのファイルへは2行目以降 EOF が記述されるまでのテキストが output されます。したがってこの表記は通常そのままタイプ入力します。

`<REPLACED TEXT>`

上の表記は入力するテキストを仮に表現したものです。これをそのまま入力するものではないため、コピー、ペースト操作で貼り付けないでください。

`[OPTIONAL TEXT]`

上の表記は入力しなくてもよいオプションを示しています。

`passwd(5)`

上の表記はマニュアルページ (`man` ページ) を参照するものです。カッコ内の数字は `man` の内部で定められている特定のセクションを表しています。例えば `passwd` コマンドには2つのマニュアルページがあります。LFS のインストールに従った場合、2つのマニュアルページは `/usr/share/man/man1/passwd.1` と `/usr/share/man/man5/passwd.5` に配置されます。`passwd(5)` という表記は `/usr/share/man/man5/passwd.5` を参照することを意味します。`man passwd` という入力に対しては「`passwd`」という語に合致する最初のマニュアルページが表示されるものであり `/usr/share/man/man1/passwd.1` が表示されることになります。特定のマニュアルページを見たい場合は `man 5 passwd` といった入力を行う必要があります。マニュアルページが複数あるケースはまれですので、普通は `man <プログラム名>` と入力するだけで十分です。LFS ブックにおけるこの表記はハイパーリンクとしています。その表記をクリックすると Arch Linux `man` ページが提供する `man` ページを開きます。

## 本書の構成

本書は以下の部から構成されます。

### 第 I 部 - はじめに

第 I 部では LFS 構築作業を進めるための重要事項について説明します。また本書のさまざまな情報についても説明します。

### 第 II 部 - ビルド作業のための準備

第 II 部では、パーティションの生成、パッケージのダウンロード、一時的なツールのコンパイルといった、システム構築の準備作業について説明します。

### 第 III 部 - LFS クロスチェーンと一時的ツールの構築

第 III 部では、最終的な LFS システム構築のために必要となるツールのビルド説明を行います。

### 第 IV 部 - LFS システムの構築

第 IV 部では LFS システムの構築作業を順に説明していきます。そこでは全パッケージのコンパイルとインストール、ブートスクリプトの設定、カーネルのインストールを行います。出来上がる Linux システムをベースとして、他のソフトウェアを必要に応じて導入し、このシステムを拡張していくことができます。本書の終わりには、インストール対象のプログラム、ライブラリ、あるいは重要なファイル類についてのさくいんも示します。

### 第 V 部 - 付録

第 V 部では、本書における略語や用語、謝辞、パッケージの依存関係、LFS ブートスクリプトの一覧、本書配布のライセンス、パッケージ、プログラム、ライブラリ、スクリプトのさくいんを示します。

## 正誤情報とセキュリティアドバイス

LFS システムを構築するためのソフトウェアは日々拡張され更新されています。LFS ブックがリリースされた後に、セキュリティフィックスやバグフィックスが公開されているかもしれません。本版にて説明するパッケージや作業手順に対して、セキュリティフィックスやバグフィックス等が必要かどうか、ビルド作業を行う前に <https://www.linuxfromscratch.org/lfs/errata/development/> を確認してください。そして LFS ビルド作業を進めながら、対応する節においての変更を確認し適用してください。

上に加えて Linux From Scratch 編集者は、本ブックのリリース後に発見されたセキュリティぜい弱性のリストを管理しています。ビルド作業に入る前には、このリストを読み、<https://www.linuxfromscratch.org/lfs/advisories/> にアクセスしてください。LFS のビルド作業を進めていく上では、各セクションに対するセキュリティアドバイスの内容に従って、修正作業を適用してください。さらに LFS システムを、現実にデスクトップやサーバーシステムとして利用している場合は、アドバイスを常に確認してセキュリティフィックスを適用するようにしてください。これは LFS システムを構築した後であっても同様です。

## 日本語訳について



### 日本語訳情報

本節はオリジナルの LFS ブックにはないものです。日本語訳に関する情報を示すために設けました。

## はじめに

本書は LFS ブック r12.4-93 の日本語版 20260216 です。 オリジナルの LFS ブックと同様に DocBook を用いて構築しています。

## 日本語版の提供について

日本語版 LFS ブックは GitHub 内に開発の場を設け <https://lfsbookja.github.io/lfsbookja-doc/ja.index.html> にて「LFSブック日本語版」のプロジェクト名で提供するものです。

HTML ファイル類や日本語化のために構築しているソース類について、あるいはそれらの取り扱い（ライセンス）については上記サイトを参照してください。

## 日本語版の生成について

日本語版 LFS ブックの生成は、以下のようにして行っています。

- そもそも LFS ブックのソースは、LFS のサイト <https://www.linuxfromscratch.org/> において、Stable 版として公開されていると同時に Subversion により、日々開発更新されているソース（XMLソース）が公開されています。 日本語版はその XML ソースに基づいて作成しています。
- XML ソースは DocBook XML DTD の書式に従ったファイル形式です。 日本語版では、ソースに記述された原文を日本語訳文に変えて、同様の処理により生成しています。 ソース内に含まれる `INSTALL` ファイルには、処理に必要となるツール類の詳細が示されています。 それらのツール類はすべて BLFS にてインストールする対象となっていますので、興味のある方は参照してください。
- 日本語訳にあたっては、原文にて「地の文」として表現されている文章を日本語化しています。 逆に各手順におけるコマンド説明（四角の枠囲いで示されている箇所）は、日本語化の対象とはしていません。 コマンド類や設定記述が英単語で行われるわけですから、これは当たり前のことです。 ただ厳密に言えば、その四角の枠囲いの中でシェルのコメント書きが含まれる場合があり、これは日本語化せずそのまま表記しています。

## 日本語版における注意点

日本語版 LFS ブックを参照頂く際には、以下の点に注意してください。

- 本ページの冒頭にあるように、原文にはない記述は「日本語訳情報」として枠囲い文章で示すことにします。
- 訳者は Linux に関する知識を隅から隅まで熟知しているわけではありません。 したがってパッケージのことや Linux の仕組みに関して説明されている原文の、真の意味が捉えられず、原文だけを頼りに訳出している箇所もあります。 もし誤訳、不十分な訳出、意味不明な箇所に気づかれた場合は、是非ご指摘、ご教示をお願いしたいと思います。
- 日本語訳にて表記しているカタカナ用語について触れておきます。 特に語末に長音符号がつく（あるいはつかない）用語です。 このことに関しては訳者なりに捉えているところがあるのですが、詳述は省略します。 例えば「ユーザー（user）」という用語は語末に長音符号をつけるべきと考えます。 一方「コンピュータ（computer）」という用語は、情報関連その他の分野では長音符号をつけない慣用があるものの、昨今これをつけるような流れもあり情勢が変わりつつあります。 このように用語表記については、大いに”ゆれ”があるため、訳者なりに取り決めて表記することにしています。 なじみの表記とは若干異なるものが現れるかもしれません、ご了承いただきたいと思います。

# 第I部 はじめに

# 第1章 はじめに

## 1.1. LFS をどうやって作るか

LFS システムは、既にインストールされている Linux ディストリビューション (Debian、OpenMandriva、Fedora、openSUSE など) を利用して構築していきます。この既存の Linux システム（ホスト）は、LFS 構築のためにさまざまなプログラム類を利用する基盤となります。プログラム類とはコンパイラ、 linker、シェルなどです。したがってそのディストリビューションのインストール時には「開発 (development)」オプションを選択し、それらのプログラム類を含めておく必要があります。



### 注記

Linux ディストリビューションのインストールには、さまざまな方法がありますが、デフォルトインストールでは、普通は LFS システムの構築には適していません。商用ディストリビューションにおける設定方法に関しては <https://www.linuxfromscratch.org/hints/downloads/files/partitioning-for-lfs.txt> を参照してください。

コンピューター内にインストールされているディストリビューションを利用するのではなく、他に提供されている LiveCD を利用することもできます。

第 2 章では、新しく構築する Linux のためのパーティションとファイルシステムの生成方法について説明します。そのパーティション上にて LFS システムをコンパイルしインストールします。第 3 章では LFS 構築に必要となるパッケージとパッチについて説明します。これらをダウンロードして新たなファイルシステム内に保存します。第 4 章は作業環境の準備について述べています。この章では重要な説明を行っていますので、第 5 章以降に進む前に是非注意して読んでください。

第 5 章では初期のツールチェーン (binutils、gcc、glibc) を、クロスコンパイルによりインストールします。これによりこの新たなツールをホストシステムから切り離します。

第 6 章では、上で作ったクロスツールチェーンを利用して、基本的ユーティリティのクロスコンパイル方法を示します。

第 7 章では "chroot" 環境に入ります。そして今作り上げたビルドツールを使って、最終的なシステムをビルドしテストするために必要となる残りのツールをビルドします。

ホストシステムのツール類から新しいシステムを切り離していくこの手順は、やり過ぎのように見えるかもしれません。ツールチェーンの技術的情報にて詳細に説明しているので参照してください。

第 8 章において本格的な LFS システムが出来上がります。chroot を使うもう一つのメリットは、LFS 構築作業にあたって引き続きホストシステムを利用できることです。パッケージをコンパイルしている最中には、いつもどおり別の作業を行うことができます。

インストールの仕上げとして第 9 章にてベースシステムの設定を行い、第 10 章にてカーネルとブートローダーを生成します。第 11 章では LFS システム構築経験を踏まえて、その先に進むための情報を示します。本章に示す作業をすべて実施すれば、新たな LFS システムを起動することが出来ます。

上はごく簡単な説明にすぎません。各作業の詳細はこれ以降の章やパッケージの説明を参照してください。内容が難しいと思っていても、それは徐々に理解していくはずです。読者の皆さんには、是非 LFS アドベンチャーに挑んで頂きたいと思います。

## 1.2. 前版からの変更点

以下に示すのは、前版から変更されているパッケージです。

アップグレード:

- Binutils-2.46.0
- Coreutils-9.10
- Expat-2.7.4
- Gettext-1.0
- Glibc-2.43
- GRUB-2.14
- Iana-Etc-20260202
- Inetutils-2.7

- IPRoute2-6.18.0
- Kbd-2.9.0
- Less-692
- Libcap-2.77
- Elfutils-0.194 から Libelf
- Libxcrypt-4.5.2
- Linux-6.18.10
- M4-1.4.21
- Man-pages-6.17
- MarkupSafe-3.0.3
- Meson-1.10.1
- Ncurses-6.6
- Ninja-1.13.2
- OpenSSL-3.6.1
- Packaging-26.0
- Pcre2-10.47
- Procps-ng-4.0.6
- Python-3.14.3
- Setuptools-82.0.0
- Shadow-4.19.3
- Sqlite-3510200
- Systemd-259.1
- Tcl-8.6.17
- Tzdata-2025c
- Util-linux-2.41.3
- Vim-9.2.0000
- Wheel-0.46.3
- Xz-5.8.2

追加:

- Coreutils-9.9-i18n-1.patch

削除:

- Coreutils-9.7-i18n-1.patch
- Coreutils-9.7-upstream\_fix-1.patch

## 1.3. 変更履歴

本書は Linux From Scratch ブック、バージョン r12.4-93、2026/02/15 公開です。本書が 6ヶ月以上更新されていなければ、より新しい版が公開されているはずです。以下のミラーサイトを確認してください。<https://www.linuxfromscratch.org/mirrors.html>

以下は前版からの変更点を示したものです。

### 変更履歴

- 2026-02-15
  - [bdubbs] - vim-9.2.0000 へのアップデート。#5872 を Fix に。
- 2026-02-14
  - [bdubbs] - vim-9.1.2144 (セキュリティアップデート) へのアップデート。#4500 にて言及。
  - [bdubbs] - setuptools-82.0.0 (Python モジュール) へのアップデート。#5868 を Fix に。
  - [bdubbs] - man-pages-6.17 へのアップデート。#5870 を Fix に。
  - [bdubbs] - m4-1.4.21 へのアップデート。#5866 を Fix に。
  - [bdubbs] - linux-6.18.10 へのアップデート。#5854 を Fix に。

- [bdubbs] - less-692 へのアップデート。#5869 を Fix に。
- [bdubbs] - iana-etc-20260202 へのアップデート。#5006 にて言及。
- [bdubbs] - binutils-2.46.0 へのアップデート。#5865 を Fix に。
- 2026-02-08
  - [bdubbs] - systemd-259.1 へのアップデート。#5864 を Fix に。
  - [bdubbs] - shadow-4.19.3 へのアップデート。#5858 を Fix に。
  - [bdubbs] - setuptools-81.0.0 (Python モジュール) へのアップデート。#5863 を Fix に。
  - [bdubbs] - Python3-3.14.3 (セキュリティアップデート) へのアップデート。#5859 を Fix に。
  - [bdubbs] - procps-ng-4.0.6 へのアップデート。#5853 を Fix に。
  - [bdubbs] - linux-6.18.9 へのアップデート。#5854 を Fix に。
  - [bdubbs] - gettext-1.0 へのアップデート。#5852 を Fix に。
  - [bdubbs] - expat-2.7.4 (セキュリティアップデート) へのアップデート。#5855 を Fix に。
  - [bdubbs] - coreutils-9.10.tar.xz へのアップデート。#5862 を Fix に。
- 2026-01-28
  - [bdubbs] - wheel-0.46.3 へのアップデート。#5849 を Fix に。
  - [bdubbs] - shadow-4.19.2 へのアップデート。#5845 を Fix に。
  - [bdubbs] - setuptools-80.10.2 へのアップデート。#5848 を Fix に。
  - [bdubbs] - packaging-26.0 へのアップデート。#5847 を Fix に。
  - [bdubbs] - openssl-3.6.1 (セキュリティアップデート) へのアップデート。#5851 を Fix に。
  - [bdubbs] - meson-1.10.1 へのアップデート。#5844 を Fix に。
  - [bdubbs] - linux-6.18.7 へのアップデート。#5843 を Fix に。
  - [bdubbs] - less-691 へのアップデート。#5846 を Fix に。
  - [bdubbs] - iana-etc-20260123 へのアップデート。#5006 にて言及。
  - [bdubbs] - grub-2.14 へのアップデート。#5842 を Fix に。
  - [bdubbs] - glibc-2.43 (セキュリティアップデート) へのアップデート。#5850 を Fix に。
- 2026-01-15
  - [bdubbs] - sqlite-autoconf-3510200 (3.51.2) へのアップデート。#5841 を Fix に。
  - [bdubbs] - ncurses-6.6 へのアップデート。#5839 を Fix に。
  - [bdubbs] - linux-6.18.5 へのアップデート。#5840 を Fix に。
- 2026-01-01
  - [bdubbs] - xz-5.8.2 へのアップデート。#5836 を Fix に。
  - [bdubbs] - vim-9.1.2031 へのアップデート。#4500 にて言及。
  - [bdubbs] - util-linux-2.41.3 へのアップデート。#5834 を Fix に。
  - [bdubbs] - systemd-259 へのアップデート。#5822 を Fix に。
  - [bdubbs] - shadow-4.19.0 へのアップデート。#5838 を Fix に。
  - [bdubbs] - linux-6.18.2 へのアップデート。#5837 を Fix に。
  - [bdubbs] - inetutils-2.7 へのアップデート。#5835 を Fix に。
  - [bdubbs] - iana-etc-20251215 へのアップデート。#5006 にて言及。
- 2025-12-15
  - [bdubbs] - tzdata2025c へのアップデート。#5833 を Fix に。
  - [bdubbs] - Python-3.14.2 (セキュリティアップデート) へのアップデート。#5831 を Fix に。
  - [bdubbs] - meson-1.10.0 へのアップデート。#5832 を Fix に。
  - [bdubbs] - linux-6.18.1 へのアップデート。#5830 を Fix に。
  - [bdubbs] - iproute2-6.18.0 へのアップデート。#5829 を Fix に。
- 2025-12-01
  - [bdubbs] - vim-9.1.1934 へのアップデート。#4500 にて言及。

- [bdubbs] - sqlite-autoconf-3510100 (3.51.1) へのアップデート。 #5828 を Fix に。
- [bdubbs] - ninja-1.13.2 へのアップデート。 #5826 を Fix に。
- [bdubbs] - linux-6.17.9 へのアップデート。 #5827 を Fix に。
- [bdubbs] - libxcrypt-4.5.2 へのアップデート。 #5825 を Fix に。
- [bdubbs] - iana-etc-20251120 へのアップデート。 #5006 にて言及。
- 2025-11-15
  - [bdubbs] - coreutils-9.9 へのアップデート。 #5823 を Fix に。
  - [bdubbs] - binutils-2.45.1 へのアップデート。 これより glibc-2.42-upstream\_fixes-1.patch の追加を要する。 #5824 を Fix に。
  - [bdubbs] - libxcrypt-4.5.1 へのアップデート。 #5820 を Fix に。
  - [bdubbs] - linux-6.17.8 へのアップデート。 #5818 を Fix に。
  - [bdubbs] - sqlite-autoconf-3510000 (3.51.0) へのアップデート。 #5821 を Fix に。
- 2025-11-01
  - [bdubbs] - vim-9.1.1888 へのアップデート。 #4500 にて言及。
  - [bdubbs] - iana-etc-20251022 へのアップデート。 #5006 にて言及。
  - [bdubbs] - pcre2-10.47 へのアップデート。 #5814 を Fix に。
  - [bdubbs] - man-pages-6.16 へのアップデート。 #5817 を Fix に。
  - [bdubbs] - linux-6.17.6 へのアップデート。 #5811 を Fix に。
  - [bdubbs] - libcap-2.77 へのアップデート。 #5815 を Fix に。
  - [bdubbs] - elfutils-0.194 へのアップデート。 #5815 を Fix に。
- 2025-10-15
  - [bdubbs] - less-685 へのアップデート。 #5810 を Fix に。
  - [bdubbs] - systemd-258 へのアップデート。 #5809 を Fix に。
  - [bdubbs] - Python-3.14.0 へのアップデート。 #5806 を Fix に。
  - [bdubbs] - openssl-3.6.0 へのアップデート。 #5804 を Fix に。
  - [bdubbs] - linux-6.17.2 へのアップデート。 #5802 を Fix に。
  - [bdubbs] - iproute2-6.17.0 へのアップデート。 #5803 を Fix に。
- 2025-10-01
  - [renodr] - systemd-258 (SysV 向け udev を含む) へのアップデート。 #5791 を Fix に。
  - [bdubbs] - vim-9.1.1806 へのアップデート。 #4500 にて言及。
  - [bdubbs] - iana-etc-20250926 へのアップデート。 #5006 にて言及。
  - [bdubbs] - coreutils-9.8 へのアップデート。 #5795 を Fix に。
  - [bdubbs] - expat-2.7.3 (セキュリティリリース) へのアップデート。 #5792 を Fix に。
  - [bdubbs] - linux-6.16.9 へのアップデート。 #5796 を Fix に。
  - [bdubbs] - markupsafe-3.0.3 へのアップデート。 #5801 を Fix に。
  - [bdubbs] - meson-1.9.1 へのアップデート。 #5797 を Fix に。
  - [bdubbs] - openssl-3.5.4 (セキュリティアップデート) へのアップデート。 #5793 を Fix に。
  - [bdubbs] - util-linux-2.41.2 へのアップデート。 #5798 を Fix に。
- 2025-09-15
  - [bdubbs] - vim-9.1.1754 へのアップデート。 #4500 にて言及。
  - [bdubbs] - iana-etc-20250826 へのアップデート。 #5006 にて言及。
  - [bdubbs] - tc18.6.17 へのアップデート。 #5781 を Fix に。
  - [bdubbs] - pcre2-10.46 へのアップデート。 #5790 を Fix に。
  - [bdubbs] - meson-1.9.0 へのアップデート。 #5788 を Fix に。
  - [bdubbs] - linux-6.16.7 へのアップデート。 #5787 を Fix に。
  - [bdubbs] - kbd-2.9.0 へのアップデート。 #5789 を Fix に。

- 2025-09-03
  - [bdubbs] - sqlite-3.50.4 パッケージの追加。#5784 を Fix に。
  - [bdubbs] - pcre2-10.45 パッケージの追加。#5782 を Fix に。
  - [bdubbs] - 第 3 章にて、カーネルの base+patch の利用方法の説明を追加。#5785 を Fix に。
- 2025-09-01
  - [bdubbs] - LFS-12.4 リリース。

## 1.4. 変更履歴（日本語版）

ここに示すのは LFS ブック r12.4-93 日本語版（バージョン20260216）の変更履歴です。



### 日本語訳情報

本節はオリジナルの LFS ブックにはないものです。LFS ブック日本語版の変更履歴を示すために設けています。

「r12.4-XXX」という表記は、オリジナル LFS ブック GIT 管理ソースの連番号を意味します。また a2bf74a9b などの表記は、オリジナル XML ソースファイルの Git 管理下でのコミットハッシュ値を意味します。

#### 変更履歴

- 2026-02-16
  - [matsuand] - r12.4-93 (50304c0a7) までの対応。
- 2026-02-15
  - [matsuand] - r12.4-92 (526e677ca) までの対応。
- 2026-02-09
  - [matsuand] - r12.4-82 (c3bcda9df) までの対応。
- 2026-02-08
  - [matsuand] - r12.4-80 (9cae6bc2e) までの対応。
- 2026-01-29
  - [matsuand] - r12.4-70 (54cfa41a9) までの対応。
- 2026-01-27
  - [matsuand] - r12.4-69 (b02d8e562) までの対応。
- 2026-01-15
  - [matsuand] - r12.4-62 (604c405ec) までの対応。
- 2025-12-24
  - [matsuand] - r12.4-55 (bdb1305eb) までの対応。
- 2025-12-01
  - [matsuand] - r12.4-47 (5d091806e) までの対応。
- 2025-11-15
  - [matsuand] - r12.4-45 (807cbf7e8) までの対応。
- 2025-11-08
  - [matsuand] - r12.4-44 (e73abf3bd) までの対応。
- 2025-11-02
  - [matsuand] - r12.4-38 (f8ab28e0f) までの対応。
- 2025-10-16
  - [matsuand] - r12.4-37 (aea637af4) までの対応。
- 2025-10-02
  - [matsuand] - r12.4-29 (5abealab6) までの対応。
- 2025-10-01
  - [matsuand] - r12.4-28 (454448912) までの対応。
- 2025-09-21

- [matsuand] - r12.4-22 (215e914e5) までの対応。
- 2025-09-16
- [matsuand] - r12.4-20 (158d47f83) までの対応。
- 2025-09-02
- [matsuand] - r12.4-15 (09d0e04da) までの対応。
- 2025-09-01
- [matsuand] - LFS 12.4 対応。

## 1.5. 情報源

### 1.5.1. FAQ

LFS システムの構築作業中にエラー発生したり、疑問を抱いたり、あるいは本書の誤記を発見した場合、まず手始めに <https://www.linuxfromscratch.org/faq/> に示されている「よく尋ねられる質問」(Frequently Asked Questions; FAQ) を参照してください。

### 1.5.2. メーリングリスト

[linuxfromscratch.org](https://www.linuxfromscratch.org) サーバーでは、LFS 開発プロジェクトのために多くのメーリングリストを立ち上げています。このメーリングリストは主となる開発用とは別に、サポート用のものもあります。FAQ ページに答えが見つからなかった場合には、次の手としてメーリングリストを検索する以下のサイトを参照してください。 <https://www.linuxfromscratch.org/search.html>

これ以外に、投稿の方法、アーカイブの配置場所などに関しては <https://www.linuxfromscratch.org/mail.html> を参照してください。

### 1.5.3. IRC

LFS コミュニティのメンバーの中には、インターネットリレーチャット (Internet Relay Chat; IRC) によるサポートを行っている者もいます。ここに対して質問を挙げる場合は、FAQ やメーリングリストに同様の質問や答えがないかどうかを必ず確認してください。IRC は <irc.libera.chat> において、チャネル名 #lfs-support により提供しています。

### 1.5.4. ミラーサイト

LFS プロジェクトは世界中にミラーサイトがあります。これらを使えばウェブサイト参照やパッケージのダウンロードがより便利に利用できます。以下のサイトによりミラーサイトの情報を確認してください。 <https://www.linuxfromscratch.org/mirrors.html>

### 1.5.5. 連絡先

質問やコメントは（上に示した）メーリングリストを活用してください。

## 1.6. ヘルプ



### 注記

LFS の手順に従って特定のパッケージをビルドした際に、何かの問題が発生した場合、いきなりアップストリームのサポートチャンネルへ問題を投稿することは是非お止めください。その前にまずは「情報源」に示されている LFS サポートチャンネルでの議論を行ってください。いきなりアップストリームの保守担当者に投稿したところで、その担当者は LFS のビルド手順についてほぼ理解はしていないため、非効率なやり方となります。たとえアップストリームの問題であったとしても、LFS コミュニティを経由すれば、アップストリームが本当に必要とする情報のみを抜き出して適切な報告を上げるお役に立てるはずです。

アップストリームのサポートチャンネルに直接質問を上げることがどうしても必要となった場合でも、多くのアップストリームプロジェクトにおいては、サポートチャンネルとバグトラッカーは別々に運用されている点に注意してください。「バグ」報告に質問を行うことは不適切とされて、そのアップストリームプロジェクトの開発担当者に迷惑をかけるだけかもしれません。

本書に基づく作業の中で問題が発生したり疑問が生まれた場合は <https://www.linuxfromscratch.org/faq/#generalfaq> にある FAQ のページを確認してください。質問への回答が示されているかもしれません。そこに回答が示されていなかったなら、問題の本質部分を見極めてください。トラブルシューティングとして以下のヒントが有用かもしれません。  
<https://www.linuxfromscratch.org/hints/downloads/files/errors.txt>

FAQ では問題解決ができない場合、メーリングリスト <https://www.linuxfromscratch.org/search.html> を検索してください。

我々のサイトにはメーリングリストやチャットを通じての情報提供を行う LFS コミュニティがあります。（詳細は「情報源」を参照してください。）我々は日々数多くのご質問を頂くのですが、たいていの質問は FAQ やメーリングリストを調べてみれば容易に答えが分かるものばかりです。したがって我々が最大限の支援を提供できるよう、ある程度の問題はご自身で解決するようにしてください。そうして頂くことで、我々はもっと特殊な状況に対するサポートを手厚く行っていくことができるからです。いくら調べても解決に至らず、お問い合わせ頂く場合は、以下に示すように十分な情報を提示してください。

### 1.6.1. 特記事項

問題が発生し問い合わせをする場合には、簡単な状況説明に加えて、尋ねたい内容に合わせて以下の基本的情報も含めてください。

- ・ お使いの LFS ブックのバージョン。（本書の場合 r12.4-93）
- ・ LFS 構築に用いたホスト Linux のディストリビューションとそのバージョン。
- ・ ホストシステム要件 におけるスクリプトの出力結果。
- ・ 問題が発生したパッケージまたは本書内の該当の章または節。
- ・ 問題となったエラーメッセージや問題に対する詳細な情報。
- ・ 本書どおりに作業しているか、逸脱していないかの情報。



#### 注記

本書の作業手順を逸脱していたとしても、我々がお手伝いしないわけではありません。 つまるところ LFS は個人的な趣味によって構築されるものです。 本書の手順とは異なるやり方を正確に説明してください。 そうすれば内容の評価、原因究明が容易になります。

### 1.6.2. Configure スクリプトの問題

configure スクリプトの実行時に何か問題が発生した時は config.log ファイルを確認してみてください。  
configure スクリプトの実行中に、端末画面に表示されないエラーが、このファイルに出力されているかもしれません。問合せを行う際には 該当する 行を示してください。

### 1.6.3. コンパイル時の問題

コンパイル時に問題が発生した場合は、端末画面への出力とともに、数々のファイルの内容も問題解決の糸口となります。 configure スクリプトと make コマンドの実行によって端末画面に出力される情報は重要です。 問い合わせの際には、出力されるすべての情報を示す必要はありませんが、関連する情報はすべて含めてください。 以下に示すのは make コマンドの実行時に出力される情報を切り出してみた例です。

```
gcc -D ALIASPATH=\"/mnt/lfs/usr/share/locale:.\
-D LOCALEDIR=\"/mnt/lfs/usr/share/locale\"\
-D LIBDIR=\"/mnt/lfs/usr/lib\"\
-D INCLUDEDIR=\"/mnt/lfs/usr/include\" -D HAVE_CONFIG_H -I. -I.
-g -O2 -c getopt1.c
gcc -g -O2 -static -o make ar.o arscan.o commands.o dir.o
expand.o file.o function.o getopt.o implicit.o job.o main.o
misc.o read.o remake.o rule.o signature.o variable.o vpath.o
default.o remote-stub.o version.o opt1.o
-lutil job.o: In function `load_too_high':
/lfs/tmp/make-3.79.1/job.c:1565: undefined reference
to `getloadavg'
collect2: ld returned 1 exit status
make[2]: *** [make] Error 1
make[2]: Leaving directory `/lfs/tmp/make-3.79.1'
make[1]: *** [all-recursive] Error 1
make[1]: Leaving directory `/lfs/tmp/make-3.79.1'
make: *** [all-recursive-am] Error 2
```

たいていの方は、上のような場合に終わりの数行しか示してくれません。

```
make [2]: *** [make] Error 1
```

問題を解決するにはあまりに不十分な情報です。 そんな情報だけでは「何かがオカしい結果となった」ことは分かっても「なぜオカしい結果となった」のかが分からないからです。 上に示したのは、十分な情報を提供して頂くべきであることを例示したものであり、実行されたコマンドや関連するエラーメッセージをすべて含んだ例となっています。

インターネット上に、問い合わせを行う方法を示した優れた文章があります。 <http://catb.org/~esr/faqs/smart-questions.html> この文章に示される内容やヒントを参考にして、より確実に回答が得られるよう心がけてください。

## 第II部 ビルド作業のための準備

# 第2章 ホストシステムの準備

## 2.1. はじめに

この章では LFS システムの構築に必要となるホストツールを確認し、必要に応じてインストールします。そして LFS システムをインストールするパーティションを準備します。パーティションを生成しファイルシステムを構築した上で、これをマウントします。

## 2.2. ホストシステム要件

### 2.2.1. ハードウェア

LFS 編集者としては、システム CPU は最低でも 4 コア、メモリ容量は最低でも 8 GB を推奨しています。この要件を満たさない古いシステムであっても、動くかもしれません。しかしパッケージのビルド時間は、本書に示すものよりも極端に長くなるかもしれません。

### 2.2.2. ソフトウェア

ホストシステムには以下に示すソフトウェアが必要であり、それぞれに示されているバージョン以降である必要があります。最近の Linux ディストリビューションを利用するなら、あまり問題にはならないはずです。ディストリビューションによっては、ソフトウェアのヘッダーファイル群を別パッケージとして提供しているものがあります。例えば <パッケージ名>-devel であったり <パッケージ名>-dev といった具合です。お使いのディストリビューションがそのような提供の仕方をしている場合は、それらもインストールしてください。

各パッケージにて、示しているバージョンより古いものでも動作するかもしれません、テストは行っていません。

- Bash-3.2 (/bin/sh が bash に対するシンボリックリンクまたはハードリンクである必要があります。)
- Binutils-2.13.1 (2.46.0 以上のバージョンは、テストしていないためお勧めしません。)
- Bison-2.7 (/usr/bin/yacc が bison へのリンクか、bison を実行するためのスクリプトである必要があります。)
- Coreutils-8.1
- Diffutils-2.8.1
- Findutils-4.2.31
- Gawk-4.0.1 (/usr/bin/awk が gawk へのリンクである必要があります。)
- GCC-5.4 と C++ コンパイラである g++ (15.2.0 以上のバージョンは、テストしていないためお勧めしません。) ホストされたプログラムを C++ コンパイラがビルドできるように、C および C++ の標準ライブラリ（ヘッダーを含む）が存在しなければなりません。
- Grep-2.5.1a
- Gzip-1.3.12
- Linux Kernel-5.4

カーネルのバージョンを指定しているのは、第 5 章と第 8 章において、glibc をビルドする際にバージョンを指定するからです。こうすると古いカーネルに対する対応コードが無効となり、コンパイルした glibc が若干早く、また軽量になります。2024 年 12 月時点、カーネル開発者によってサポートされる、もっとも古いカーネルバージョンは 5.4 です。5.4 よりも古いカーネルリリースであっても、サードパーティチームによってサポートされているものもあります。ただしそういったものは、公式のカーネルリリースとは認められません。詳しくは <https://kernel.org/category/releases.html> を参照してください。

ホストシステムのカーネルバージョンが 5.4 より古い場合は、ここに示した条件に合致するカーネルに置き換えることが必要です。これを実施するには 2 つの方法があります。お使いの Linux システムのベンダーが 5.4 以上のバージョンのカーネルを提供しているかを調べることです。提供していれば、それをインストールします。もしそれがない場合や、あったとしてもそれをインストールしたくない場合、カーネルをご自身でコンパイルする必要があります。カーネルのコンパイルと（ホストシステムが GRUB を利用しているとして）ブートローダーの設定方法については第 10 章を参照してください。

本書では、ホストカーネルが UNIX 98 疑似端末 (PTY) をサポートしていることが必要です。これは Linux 5.4 またはそれ以降のカーネルを利用するデスクトップ向け、あるいはサーバー向けのディストリビューションにとって利用できなければなりません。独自のホストカーネルを利用している場合には、カーネル設定において CONFIG\_UNIX98\_PTYS が y であることを確認してください。

- M4-1.4.10
- Make-4.0
- Patch-2.5.4
- Perl-5.8.8
- Python-3.4

- Sed-4.1.5
- Tar-1.22
- Texinfo-5.0
- Xz-5.0.0



## 重要

上で示しているシンボリックリンクは、本書の説明を通じて LFS を構築するために必要となるものです。シンボリックリンクが別のソフトウェア（例えば dash や mawk）を指し示している場合でもうまく動作するかもしれません。しかしそれらに対して LFS 開発チームはテストを行っていませんしサポート対象としていません。そのような状況に対しては作業手順の変更が必要となり、特定のパッケージに対しては追加のパッチを要するかもしれません。

ホストシステムに、上のソフトウェアの適切なバージョンがインストールされているかどうか、またコンパイルが適切に行えるかどうかは、以下のコマンドを実行して確認することができます。

```
cat > version-check.sh << "EOF"
#!/bin/bash
# A script to list version numbers of critical development tools

# If you have tools installed in other directories, adjust PATH here AND
# in ~lfs/.bashrc (section 4.4) as well.

LC_ALL=C
PATH=/usr/bin:/bin

bail() { echo "FATAL: $1"; exit 1; }
grep --version > /dev/null 2> /dev/null || bail "grep does not work"
sed '' /dev/null || bail "sed does not work"
sort   /dev/null || bail "sort does not work"

ver_check()
{
    if ! type -p $2 &>/dev/null
    then
        echo "ERROR: Cannot find $2 ($1)"; return 1;
    fi
    v=$(($2 --version 2>&1 | grep -E -o '[0-9]+\.[0-9\.\.]+[a-z]*' | head -n1)
    if printf '%s\n' $3 $v | sort --version-sort --check &>/dev/null
    then
        printf "OK:      %-9s %-6s >= $3\n" "$1" "$v"; return 0;
    else
        printf "ERROR: %-9s is TOO OLD ($3 or later required)\n" "$1";
        return 1;
    fi
}

ver_kernel()
{
    kver=$(uname -r | grep -E -o '^[0-9\.\.]+')
    if printf '%s\n' $1 $kver | sort --version-sort --check &>/dev/null
    then
        printf "OK:      Linux Kernel $kver >= $1\n"; return 0;
    else
        printf "ERROR: Linux Kernel ($kver) is TOO OLD ($1 or later required)\n" "$kver";
        return 1;
    fi
}

# Coreutils first because --version-sort needs Coreutils >= 7.0
ver_check Coreutils      sort      8.1 || bail "Coreutils too old, stop"
```

```

ver_check Bash           bash      3.2
ver_check Binutils       ld        2.13.1
ver_check Bison          bison     2.7
ver_check Diffutils      diff      2.8.1
ver_check Findutils      find      4.2.31
ver_check Gawk           gawk      4.0.1
ver_check GCC            gcc       5.4
ver_check "GCC (C++)"    g++       5.4
ver_check Grep           grep      2.5.1a
ver_check Gzip           gzip      1.3.12
ver_check M4             m4       1.4.10
ver_check Make           make      4.0
ver_check Patch          patch     2.5.4
ver_check Perl           perl      5.8.8
ver_check Python         python3   3.4
ver_check Sed            sed       4.1.5
ver_check Tar            tar       1.22
ver_check Texinfo        texi2any 5.0
ver_check Xz             xz       5.0.0
ver_kernel 5.4

if mount | grep -q 'devpts on /dev/pts' && [ -e /dev/ptmx ]
then echo "OK:      Linux Kernel supports UNIX 98 PTY";
else echo "ERROR: Linux Kernel does NOT support UNIX 98 PTY"; fi

alias_check() {
    if $1 --version 2>&1 | grep -qi $2
    then printf "OK:      %-4s is $2\n" "$1";
    else printf "ERROR: %-4s is NOT $2\n" "$1"; fi
}
echo "Aliases:"
alias_check awk GNU
alias_check yacc Bison
alias_check sh Bash

echo "Compiler check:"
if printf "int main(){}" | g++ -x c++ -
then echo "OK:      g++ works";
else echo "ERROR: g++ does NOT work"; fi
rm -f a.out

if [ "$(nproc)" = "" ]; then
    echo "ERROR: nproc is not available or it produces empty output"
else
    echo "OK: nproc reports $(nproc) logical cores are available"
fi
EOF

bash version-check.sh

```

## 2.3. 作業段階ごとの LFS 構築

LFS は一度にすべてを構築するものとして説明を行っています。つまり作業途中にシステムをシャットダウンすることは想定していません。ただこれは、システム構築を立ち止まることなくやり続けろと言っているわけではありません。LFS 構築を途中から再開する場合には、どの段階からなのかに応じて、特定の作業を再度行うことが必要となります。

### 2.3.1. 第 1 章～第 4 章

これらの章ではホストシステム上でコマンド実行します。作業を再開する際には以下に注意します。

- 2.4 節以降において root ユーザーにより実行する作業では LFS 環境変数の設定が必要です。さらにそれはroot ユーザーにおいて設定されていなければなりません。

## 2.3.2. 第5章～第6章

- /mnt/lfs パーティションがマウントされている必要があります。
- この2つの章における処理はすべて、ユーザー lfs により実施してください。処理の実施前には su - lfs を行ないます。これを行わなかった場合、パッケージインストールがホストに対して行われてしまい、利用不能になってしまいます。
- 全般的なコンパイル手順に示す内容は極めて重要です。パッケージのインストール作業に少しでも疑わしい点があつたならば、展開作業を行った tarball やその展開ディレクトリをいったん消去し、再度展開し作業をやり直してください。

## 2.3.3. 第7章～第10章

- /mnt/lfs パーティションがマウントされている必要があります。
- 「仮想カーネルファイルシステムの準備」から「Chroot 環境への移行」までの操作は、root ユーザーで行います。LFS 環境変数が root ユーザーにおいて設定されている必要があります。
- chroot 環境に入った際には、環境変数 LFS が root ユーザーにおいて設定されている必要があります。chroot 環境に入った後は、LFS 変数は使いません。
- 仮想ファイルシステムがマウントされている必要があります。これは chroot 環境への移行前後において、ホストの仮想端末を変更することで実現します。root ユーザーとなって「/dev のマウントと有効化」と「仮想カーネルファイルシステムのマウント」を実行する必要があります。

## 2.4. 新しいパーティションの生成

どのようなオペレーティングシステムでも同じことが言えますが、本システムでもインストール先は専用のパーティションを用いることにします。LFS システムを構築していくには、利用可能な空のパーティションか、あるいはパーティション化していないものをパーティションとして生成して利用することにします。

最小限のシステムであれば 10 GB 程度のディスク容量があれば十分です。これだけあればパッケージやソースの収容に十分で、そこでコンパイル作業を行っていくことができます。しかし主要なシステムとして LFS を構築するなら、さらにソフトウェアをインストールすることになるはずなので、さらなる容量が必要となります。30 GB ほどのパーティションがあれば、増量していくことを考えても十分な容量でしょう。LFS システムそのものがそれだけの容量を要するわけではありません。これだけの容量は十分なテンポラリ領域のために必要となるものであり、また LFS の完成後に機能追加していくためのものです。パッケージをインストールした後はテンポラリ領域は開放されますが、コンパイルの間は多くの領域を利用します。

コンパイル処理において十分なランダムアクセスメモリ (Random Access Memory; RAM) を確保できるとは限りませんので、スワップ (swap) 領域をパーティションとして設けるのが普通です。この領域へは利用頻度が低いデータを移すこととで、アクティブな処理プロセスがより多くのメモリを確保できるようにカーネルが制御します。swap パーティションは、LFS システムのものとホストシステムのものを共有することもできます。その場合は新しいパーティションを作る必要はありません。

ディスクのパーティション生成は cfdisk コマンドや fdisk コマンドを使って行います。コマンドラインオプションにはパーティションを生成するハードディスク名を指定します。例えばプライマリディスクであれば /dev/sda といったものになります。そして Linux ネイティブパーティションと、必要なら swap パーティションを生成します。プログラムの利用方法について不明であれば cfdisk(8) や fdisk(8) を参照してください。



### 注記

上級者の方であれば別のパーティション設定も可能です。最新の LFS システムは、ソフトウェア RAID アレイや、LVM 論理ボリュームを利用するすることができます。ただしこれらを実現するには initramfs が必要であり、高度なトピックです。こういったパーティション設定は、LFS 初心者にはお勧めしません。

新しく生成したパーティションの名前を覚えておいてください。（例えば sda5 など。）本書ではこのパーティションを LFS パーティションとして説明していきます。また swap パーティションの名前も忘れないでください。これらの名前は、後に生成する /etc/fstab ファイルに記述するために必要となります。

## 2.4.1. パーティションに関するその他の問題

LFS メーリングリストにてパーティションに関する有用情報を望む声をよく聞きます。これは個人の趣味にもよる極めて主観的なものです。既存ディストリビューションが採用しているデフォルトのパーティションサイズと言えば、たいていはスワップパーティションを小容量で配置した上で、そのドライブ内の残容量すべてのサイズを割り当てています。このようなサイズ設定は LFS では最適ではありません。その理由はいくつかあります。そのようにしてしまうと、複数の

ディストリビューションの導入時や LFS 構築時に、柔軟さを欠き、構築がしにくくなります。バックアップを取る際にも無用な時間を要し、ファイルシステム上にて不適当なファイル配置を生み出すため、余計なディスク消費を発生させます。

#### 2.4.1.1. ルートパーティション

ルートパーティション（これを `/root` ディレクトリと混同しないでください）は 20 GB もあれば、どんなシステムであっても妥当なところでしょう。それだけあれば LFS 構築も、また BLFS においてもおそらく十分なはずです。実験的に複数パーティションを設けるとしても、これだけのサイズで十分です。

#### 2.4.1.2. スワップパーティション

既存のディストリビューションは、たいていはスワップパーティションを自動的に生成します。一般にスワップパーティションのサイズは、物理 RAM サイズの二倍の容量とすることが推奨されています。しかしそれだけの容量はほとんど必要ありません。ディスク容量が限られているなら、スワップパーティションの容量を 2GB 程度に抑えておいて、ディスクスワップがどれだけ発生するかを確認してみてください。

Linux のハイバーネーション（ディスクへの退避状態）機能を利用する場合、マシンが停止する前に RAM の内容がスワップパーティションに書き出されます。この場合、スワップパーティションの容量は、システムの RAM 容量と最低でも同程度である必要があります。

スワップは好ましいことではありません。物理的なハードドライブの場合、スワップが発生しているかどうかは、単純にディスク音を聞いたり、コマンド実行時にシステムがどのように反応するかを見ればわかります。SSD の場合、スワップ時の音は聞こえません。その場合は `top` や `free` プログラムを使ってスワップ使用量を確認することができます。SSD にスワップパーティションを割り当てるには極力避けるべきです。最初は 5GB くらいのファイルを編集するといった極端なコマンド実行を行ってみて、スワップが起きるかどうかを確認してみてください。スワップがごく普通に発生するようであれば、RAMを増設するのが適切です。

#### 2.4.1.3. Grub バイオスパーティション

GUID パーティションテーブル (GUID Partition Table; GPT) を利用してブートディスクをパーティショニングした場合、普通は 1 MB 程度の小さなパーティションをさらに用意しておくことが必要です。このパーティションのフォーマットは不要であり、ブートローダーをインストールする際に GRUB が利用できるものでなければなりません。通常このパーティションは `fdisk` を用いた場合は 'BIOS Boot' と名付けられます。また `gdisk` コマンドを用いた場合は EF02 というコード名が与えられます。



#### 注記

Grub バイオスパーティションは、BIOS がシステムブート時に用いるドライブ上になければなりません。これは LFS ルートパーティションがあるドライブと同一にする必要はありません。システム上にあるドライブは、同一のパーティションテーブルタイプを利用していいことがあります。つまりこの Grub バイオスパーティションに必要なのは、ブートディスクのパーティションテーブルタイプに合わせることだけです。

#### 2.4.1.4. 有用なパーティション

この他にも、必要のないパーティションというものがいくつかあります。しかしディスクレイアウトを取り決めるには考えておく必要があります。以下に示すのは十分な説明ではありませんが、一つの目安として示すものです。

- `/boot` - 作成することが強く推奨されます。カーネルやブート情報を収納するために利用するパーティションです。容量の大きなディスクの場合、ブート時に問題が発生することがあるので、これを回避するには、一つ目のディスクドライブの物理的に一番最初のパーティションを選びます。パーティションサイズを 200MB とすればそれで十分です。
- `/boot/efi` - EFI システムパーティションであり、UEFI を使ってシステム起動する場合に必要です。詳しくは BLFS ページ を参照してください。
- `/home` - 作成することが強く推奨されます。複数のディストリビューションや LFS の間で、ホームディレクトリおよびユーザー固有の設定を共有することができます。パーティションサイズは、ある程度大きく取ることになりますが、利用可能なディスク残容量に依存します。
- `/usr` - LFS においては `/bin`, `/lib`, `/sbin` の各ディレクトリは、`/usr` 配下からのシンボリックリンクとしています。したがって `/usr` には、システムを動作させるために必要となる実行モジュールがすべて置かれます。LFS において `/usr` を別パーティションとすることは、普通は不要です。それでもこれを生成する場合、システム内のプログラムやライブラリすべてが収容できるように、そのパーティション容量を十分に確保することが必要です。`root` パーティションは、このような設定とするなら、極端に小さなサイズ (1 ギガバイト程度) でも十分です。これはシンクライアントやディスクなしワークステーションに適しています。（そういう環境では `/usr` がリモートサーバーにマウントされます。）ただし (LFS では対応していない) `initramfs` を利用する際には、これがブートする際に `/usr` が別パーティションになっていることが必要であるため、注意してください。

- /opt - このディレクトリは BLFS などにおいて、KDE や Texlive といった巨大なパッケージをいくつもインストールする際に活用されます。 /usr ディレクトリ以外にインストールする場合です。これを別パーティションとするなら、一般的には 5 ~ 10 GB 程度が適当でしょう。
- /tmp - /tmp パーティションを別パーティションとするのは普通は行いません。ただしシンクライアント (thin client) では有効です。別パーティションとする場合であっても、数GB程度あれば十分です。RAM が十分にある場合は tmpfs を /tmp にマウントして、一時ファイルへのアクセスを素早く行えるようになります。
- /usr/src - このパーティションは LFS のパッケージソースを収容し LFS ビルド工程にて共用するものとして有効に利用することができます。さらに BLFS パッケージソースを収容しビルドする場所としても利用可能です。30~50GB くらいの容量があれば、十分なものです。

ブート時に自動的にパーティションをマウントしたい場合は /etc/fstab ファイルにて設定します。パーティションの設定方法については「/etc/fstab ファイルの生成」で説明しています。

## 2.5. ファイルシステムの生成

パーティションとは、ディスクドライブ上の一定数のセクターの集まりのことです。これはパーティションテーブルにおいて、その境界設定によって定められます。オペレーティングシステムがファイルを保存するパーティションを利用できるように、そのパーティションはフォーマットしておかなければなりません。そこにはラベル、ディレクトリプロック、データロック、目的となるファイル位置へのインデックススキームといったものが含まれます。ファイルシステムは、OS がパーティションの空き容量を管理できるようにしています。また新規ファイル生成時や既存ファイルの拡張時に必要となるセクターの確保や、ファイル削除によって生み出された未使用データセグメントの再利用なども可能にします。さらにデータ冗長性やエラー回復のためのサポート機能も提供しています。

LFS では Linux カーネルが認識できるファイルシステムであれば何でも利用できます。最も標準的なものは ext3 や ext4 です。ファイルシステムを正しく選ぶことは、実は難しいことです。収容するファイルの性質やパーティションサイズにも依存します。例えば以下のとおりです。

ext2

比較的小容量のパーティションで、/boot のようにあまり更新されないパーティションに対して適しています。

ext3

ext2 の拡張でありジャーナルを含みます。このジャーナルとは、不測のシャットダウン時などに、パーティション状態の復元に用いられます。汎用的なファイルシステムとして用いることができます。

ext4

ファイルシステムに用いられている ext 系の最新バージョンです。新たな機能として、ナノ秒単位のタイムスタンプの提供、大容量ファイル (16 TB まで) の生成利用、処理性能の改善が加えられています。

この他のファイルシステムとして、FAT32, NTFS, JFS, XFS などがあり、それぞれに特定の目的に応じて活用されています。ファイルシステムの詳細、さらに多くのことは [https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_file\\_systems](https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_file_systems) を参照してください。

LFS ではルートファイルシステム (/) として ext4 を用いるものとします。LFS 用のパーティションに対して ext4 ファイルシステムを生成するために以下のコマンドを実行します。

```
mkfs -v -t ext4 /dev/<xxx>
```

<xxx> の部分は LFS パーティション名に合わせて置き換えてください。

既存の swap パーティションを利用している場合は、初期化を行う必要はありません。新しく swap パーティションを生成した場合には、以下のコマンドにより初期化を行ってください。

```
mkswap /dev/<yyy>
```

<yyy> の部分は swap パーティションの名に合わせて置き換えてください。

## 2.6. 変数 \$LFS と umask の設定

本書の中では環境変数 LFS を何度も用います。LFS システムのビルド作業時には常に定義しておくことを忘れないでください。この変数は LFS パーティションとして選んだマウントポイントを定義します。例えば /mnt/lfs というものです。他の名前にも構いません。LFS を別のパーティションにビルドする場合、このマウントポイントはそのパーティションを示すようにしてください。ディレクトリを取り決めたら、変数を以下のコマンドにより設定します。

```
export LFS=/mnt/lfs
```

上のように変数を定義しておくと、例えば `mkdir $LFS/tools` といったコマンドを、この通りに入力することで実行できるので便利です。これが実行されると、シェルが「\$LFS」を「/mnt/lfs」に（あるいは変数にセットされている別のディレクトリに）置換してくれます。

ファイルモード生成マスク (umask) を 022 に設定します。ホストディストロがこれとは違う値をデフォルトとしている場合を考慮して行うものです。

### umask 022

`umask` を 022 に設定しておけば、新たに生成するファイルやディレクトリは、所有者のみが書き込み可能となり、他ユーザーは読み込みおよび（ディレクトリについての）検索についてのみ可能となります。（これはシステムコール `open(2)` がこのデフォルトモードを利用する前提としており、新規ファイルのモードは 644、新規ディレクトリは 755 となります。）LFS システムにおいて、デフォルト値を緩めすぎればセキュリティモードを生み出すことになり、逆に厳しすぎれば、ビルドや LFS システム利用自体に不都合な問題を引き起こすことにもなります。

#### 注意

\$LFS がセットされていて、`umask` は 022 に設定されていることを忘れないでください。特に、別ユーザーでログインし直した場合 (`su` コマンドによって `root` ユーザーや別のユーザーでログインした場合) には、忘れないでください。

### echo \$LFS

上の出力結果が LFS システムのビルドディレクトリであることを確認してください。本書に示す例に従っている場合は `/mnt/lfs` が表示されるはずです。

`umask` が正しく設定されているかどうかを以下により確認してください。

### umask

出力結果は 022 または 0022 となっているはずです。（先頭にゼロがつくかどうかは、ホストディストロによります。）

上の 2 つのコマンドの出力が正しくない場合は、冒頭に示したコマンド実行により `$LFS` 変数に正しいディレクトリを設定し、`umask` には 022 を設定してください。

#### 注記

LFS 変数と `umask` を確実に設定しておくために、ローカルの `.bash_profile` および `/root/.bash_profile` に上記変数を `export` コマンド、`mask` コマンドを記述しておく方法もあります。なお `/etc/passwd` ファイルにて LFS 変数を必要とするユーザーは、シェルとして `bash` を利用するようにしてください。`.bash_profile` ファイルはログインプロセスの一部として機能するためです。

もう一つ気にかけることとして、ホストシステム上にログ出力を行う方法に関してです。グラフィカルディスプレイメーネージャーを通じてログ出力を行うと、仮想端末が起動する際に、ユーザー独自の `.bash_profile` は普通は用いられません。この場合は、各ユーザー用と `root` 用の `.bashrc` に上記コマンドを追加してください。ここでディストリビューションの中には、"if" テストを利用して残りの `.bashrc` を実行しないようにしているものがあります。非対話形式を利用する場合は、そのテストの直前に上記コマンドを追加してください。

## 2.7. 新しいパーティションのマウント

ファイルシステムが生成できたら、ホストシステムからアクセスできるようにパーティションをマウントします。本書では前に示したように、環境変数 `LFS` に指定されたディレクトリに対してファイルシステムをマウントするものとします。

厳密に言うと「パーティションはマウントできません」。マウントできるのは、そのパーティション内に埋め込まれているファイルシステムです。ただし 1 つのパーティションに複数のファイルシステムを収めることはできないので、パーティションとそこに関連づいたファイルシステムのことを、同一のものとして表現するわけです。

以下のコマンドによってマウントポイントを生成し、LFS ファイルシステムをマウントします。

```
mkdir -pv $LFS
mount -v -t ext4 /dev/<xxx> $LFS
```

<xxx> の部分は LFS パーティション名に合わせて置き換えてください。

LFS に対して複数のパーティションを用いる場合（例えば / と /home が別パーティションである場合）は、以下を実行してそれぞれをマウントします。

```
mkdir -pv $LFS
mount -v -t ext4 /dev/<xxx> $LFS
mkdir -v $LFS/home
mount -v -t ext4 /dev/<yyy> $LFS/home
```

<xxx> や <yyy> の部分は、それぞれ適切なパーティション名に置き換えてください。

(LFS システムにおいて新たに生成されるファイルシステムのルートディレクトリである) \$LFS ディレクトリに対して、その所有者とパーミッションモードをそれぞれ root および 755 に設定します。ホストディストロがこれとは違う値をデフォルトとしている場合を考慮して行うものです。

```
chown root:root $LFS
chmod 755 $LFS
```

この新しいパーティションは特別な制限オプション (nosuid, nodev など) は設定せずにマウントします。mount コマンドの実行時に引数を与えるに実行すれば、LFS パーティションがどのようなオプション設定によりマウントされているかが分かります。もし nosuid, nodev オプションが設定されていたら、マウントし直してください。

## 警告

上で説明した内容は、LFS 構築作業においてコンピューターを再起動しない場合の話です。コンピューターを一度シャットダウンした場合は、LFS 構築作業の再開のたびに LFS パーティションを再マウントする必要があります。あるいはブート時に自動マウントをしたいのであれば、ホストシステムの /etc/fstab ファイルを書き換えておく必要があります。例えば /etc/fstab ファイルに以下のようないを追加します。

```
/dev/<xxx> /mnt/lfs ext4 defaults 1 1
```

追加のパーティションを利用している場合は、それらを書き加えることも忘れないでください。

swap パーティションを用いる場合は、swapon コマンドを使って利用可能にしてください。

```
/sbin/swapon -v /dev/<zzz>
```

<zzz> の部分は swap パーティション名に置き換えてください。

こうして新たな LFS パーティションが整いました。次はパッケージのダウンロードです。

# 第3章 パッケージとパッチ

## 3.1. はじめに

この章では基本的な Linux システム構築のためにダウンロードするべきパッケージの一覧を示します。各パッケージのバージョンは動作が確認されているものを示しており、本書ではこれに基づいて説明します。LFS errata やセキュリティアドバイザリーに示されれば別ですが、ここに示すバージョンとは異なるものは使わないようお勧めします。あるバージョンでビルドしたコマンドが、違うバージョンで動作する保証はないからです。最新のパッケージの場合、何かの対処を要するかもしれません。そのような対処方法は本書の開発版において開発され安定化が図られるかもしれません。

パッケージによっては、リリース tarball に加えて (Git や SVN の) リポジトリスナップショット tarball があつて、両者を同様のファイル名、場合によっては完全に一致したファイル名で提供している場合があります。ただしリリース tarball の中には、リポジトリスナップショットの内容に加えて、リポジトリには保存されていない重要なファイル（たとえば autoconf によって生成される configure スクリプトなど）を含む場合があります。本書では可能な限りリリース tarball を用いることにします。本書が指定するリリース tarball ではなく、リポジトリスナップショットを利用すると、問題が発生するかもしれません。

ダウンロードサイトは常にアクセス可能であるとは限りません。本書が提供された後にダウンロードする場所が変更になっていたら Google (<https://www.google.com/>) を使って検索してみてください。たいていのパッケージを見つけ出すことが出来るはずです。それでも見つけられなかつたら <https://www.linuxfromscratch.org/lfs/packages.html#packages> から入手してください。



### 重要

次のページでは [ftpmirror.gnu.org](http://ftpmirror.gnu.org) に存在する重要なパッケージをいくつも一覧に示しています。対象パッケージの標準的な配布サイトは [ftp.gnu.org](http://ftp.gnu.org) ですが、長期にわたって DDOS (distributed denial of services) 攻撃にさらされています。したがってサイト管理者は LFS 編集者に対して [ftpmirror.gnu.org](http://ftpmirror.gnu.org) の利用を推奨しています。詳しくは Slashdot ニュースを参照してください。

[ftpmirror.gnu.org](http://ftpmirror.gnu.org) を利用すると、実際には [ftp.gnu.org](http://ftp.gnu.org) サイトのミラーのいずれかにリダイレクトされます。[ftpmirror.gnu.org](http://ftpmirror.gnu.org) を利用せずに、直接そのミラーサイトを指定しても構いません。ミラーライズは <https://www.gnu.org/prep/ftp.en.html> に示されています。以降に示している wget リストを利用する予定であれば、このファイルを修正して必要なミラーサイトを利用するようにしてください。

ダウンロードしたパッケージやパッチは、ビルド作業を通じて常に利用可能な場所を選んで保存しておく必要があります。またソース類を伸張してビルドを行うための作業ディレクトリも必要です。そこで本書では \$LFS/sources ディレクトリを用意し、ソースやパッチの保存場所とし、そこでビルドを行う作業ディレクトリとします。このディレクトリにしておけば LFS パーティションに位置することから LFS ビルドを行う全工程において常に利用することができます。

ダウンロードを行う前にまずはそのようなディレクトリを生成します。root ユーザーとなって以下のコマンドを実行します。

```
mkdir -v $LFS/sources
```

このディレクトリには書き込み権限とスティックキーを与えます。「スティックキー (Sticky)」は複数ユーザーに対して書き込み権限が与えられても、削除については所有者しか実行出来ないようにします。以下のコマンドによって書き込み権限とスティックキーを定めます。

```
chmod -v a+wt $LFS/sources
```

LFS のビルドに必要なパッケージやパッチを得る方法は、いろいろとあります。

- 各ファイルは次の2節に示されているので、個々に入手することができます。
- 本書の安定版であれば、それに対して必要となるファイルを集めた tarball が、<https://www.linuxfromscratch.org/mirrors.html#files> に示すミラーサイトからダウンロードできます。
- wget と以下に示す wget-list-sysv ファイルを利用すれば、すべてのファイルをダウンロードすることができます。

パッケージとパッチのダウンロードを行うため wget-list-sysv を利用することにします。これは以下のように wget コマンドの入力引数に指定します。

```
wget --input-file=wget-list-sysv --continue --directory-prefix=$LFS/sources
```



## 日本語訳情報

オリジナルの LFS ブックでは、wget-list-sysv 内に含まれる、各種パッケージの入手 URL が主に米国サイトとなっています。一方、日本国内にて作業する方であれば、例えば GNU のパッケージ類は国内に数多くのミラーサイトが存在するため、そちらから取得するのが適切でしょう。これはネットワークリソースを利用する際のマナーとも言えるものです。堅苦しい話をするつもりはありません。国内サイトから入手することにすればダウンロード速度が断然早くなります。メリットは大きいと思いますのでお勧めします。

国内から入手可能なものは国内から入手することを目指し、訳者は以下の手順により wget-list-sysv を書き換えて利用しています。一例として国内には理化学研究所のサイト (ftp.riken.jp) があります。そこでは GNU パッケージ類がミラー提供されています。そこで wget-list-sysv にて ftp.gnu.org を指し示している URL を ftp.riken.jp に置き換えます。また同じ方法で Linux カーネル、Perl、Vim の入手先も変更します。

```
cat > wl.sed << "EOF"
s|ftp\.gnu\.org/gnu/|ftp.riken.jp/GNU/|g
s|www\.kernel\.org/pub/linux/|ftp.riken.jp/Linux/kernel.org/linux/|g
s|www\.cpan\.org|ftp.riken.jp/lang/CPAN|g
s|ftp\.vim\.org|ftp.jp.vim.org|g
EOF
sed -f wl.sed -i.orig wget-list-sysv
rm wl.sed
```

上記はあくまで一例です。しかもすべてのパッケージについて、国内サイトからの入手となるわけではありません。ただし上記を行うだけでも、大半のパッケージは国内サイトを向くことになります。上記にて国内のミラーサイトは、ネットワーク的に ”より近い” ものを選んでください。サイトを変えた場合は、パッケージの URL が異なることが多々あるため、適宜 sed 置換内容を書き換えてください。

注意する点として各パッケージが更新されたばかりの日付では、国内ミラーサイトへの同期、反映が間に合わず、ソース類が存在しないことが考えられます。その場合にはパッケージ取得に失敗してしまいます。そこで wget-list-sysv と wget-list-sysv.orig を順に利用し、かつ wget コマンドにて -N オプションを使って（取得済のものはスキップするようにして）以下のコマンドを実行すれば、確実にすべてのパッケージを入手することができます。

```
wget -N --input-file=wget-list-sysv --continue --directory-prefix=$LFS/sources
wget -N --input-file=wget-list-sysv.orig --continue --directory-prefix=$LFS/sources
```

さらに LFS-7.0 からは md5sums というファイルを用意しています。このファイルは、入手した各種パッケージのファイルが正しいことを確認するために用いることができます。このファイルを \$LFS/sources に配置して以下を実行してください。

```
pushd $LFS/sources
md5sum -c md5sums
popd
```

必要なファイルを入手した方法が前述のどの方法であっても、この md5sum チェックを実施することができます。

パッケージとパッチを非 root ユーザーによってダウンロードした場合、各ファイルはそのユーザーが所有します。ファイルシステムは、UID によって所有者を記録しますが、ホスト上の一般ユーザーの UID は LFS 内には割り当てられていません。したがって各ファイルは、最終の LFS システムにおいて、名前付けられていない UID によって所有されたまま残ります。LFS システムに存在する自身のユーザーに対して、同じ UID を割り当てるつもりがないのであれば、各ファイルの所有者を root に変更することで、この状況を解消してください。

```
chown root:root $LFS/sources/*
```

## 3.2. 全パッケージ



### 注記

パッケージをダウンロードする前には セキュリティアドバイス (security advisories) を読んでください。セキュリティぜい弱性を回避するためにパッケージの最新バージョンがないかどうかを確認してください。

アップストリームでは、古いリリースソースを削除していることがあります。特にそのリリースにセキュリティぜい弱性を含んでいた場合です。以下に示す URL が無効になっていたら、まず初めにセキュリティアドバイスを読んでください。そして新たなバージョンが（ぜい弱性を解消して）入手できるかどうかを確認してください。それでもパッケージが削除されてしまっている場合は、ミラーサイトからのダウンロードを試してください。ぜい弱性が原因で削除されていた古いバージョンのパッケージがダウンロードできたとしても、ぜい弱性のあるパッケージをシステムビルトに用いることはお勧めしません。

以下に示すパッケージをダウンロードするなどしてすべて入手してください。

- **Acl** (2.3.2) - 363 KB:

ホームページ: <https://savannah.nongnu.org/projects/acl>

ダウンロード: <https://download.savannah.gnu.org/releases/acl/acl-2.3.2.tar.xz>

MD5 sum: 590765dee95907dbc3c856f7255bd669

- **Attr** (2.5.2) - 484 KB:

ホームページ: <https://savannah.nongnu.org/projects/attr>

ダウンロード: <https://download.savannah.gnu.org/releases/attr/attr-2.5.2.tar.gz>

MD5 sum: 227043ec2f6ca03c0948df5517f9c927

- **Autoconf** (2.72) - 1,360 KB:

ホームページ: <https://www.gnu.org/software/autoconf/>

ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/autoconf/autoconf-2.72.tar.xz>

MD5 sum: 1be79f7106ab6767f18391c5e22be701

- **Automake** (1.18.1) - 1,614 KB:

ホームページ: <https://www.gnu.org/software/automake/>

ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/automake/automake-1.18.1.tar.xz>

MD5 sum: cea31dbf1120f890cbf2a3032cfb9a68

- **Bash** (5.3) - 11,089 KB:

ホームページ: <https://www.gnu.org/software/bash/>

ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/bash/bash-5.3.tar.gz>

MD5 sum: 977c8c0c5ae6309191e7768e28ebc951

- **Bc** (7.0.3) - 464 KB:

ホームページ: <https://github.com/gavinhoward>

ダウンロード: <https://github.com/gavinhoward/bc/releases/download/7.0.3/bc-7.0.3.tar.xz>

MD5 sum: ad4db5a0eb4fdbb3f6813be4b6b3da74

- **Binutils** (2.46.0) - 27,880 KB:

ホームページ: <https://www.gnu.org/software/binutils/>

ダウンロード: <https://sourceware.org/pub/binutils/releases/binutils-2.46.0.tar.xz>

MD5 sum: 81bb6810bcd1119819dc0804956e1c92

- **Bison** (3.8.2) - 2,752 KB:

ホームページ: <https://www.gnu.org/software/bison/>

ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/bison/bison-3.8.2.tar.xz>

MD5 sum: c28f119f405a2304ff0a7ccdcc629713

- **Bzip2** (1.0.8) - 792 KB:

ダウンロード: <https://www.sourceware.org/pub/bzip2/bzip2-1.0.8.tar.gz>

MD5 sum: 67e051268d0c475ea773822f7500d0e5

- **Coreutils** (9.10) - 6,356 KB:

ホームページ: <https://www.gnu.org/software/coreutils/>

ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/coreutils/coreutils-9.10.tar.xz>

MD5 sum: b0482ebec42fd48e95cb9187d566b9e4

- DejaGNU (1.6.3) - 608 KB:  
 ホームページ: <https://www.gnu.org/software/dejagnu/>  
 ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/dejagnu/dejagnu-1.6.3.tar.gz>  
 MD5 sum: 68c5208c58236eba447d7d6d1326b821
- Diffutils (3.12) - 1,894 KB:  
 ホームページ: <https://www.gnu.org/software/diffutils/>  
 ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/diffutils/diffutils-3.12.tar.xz>  
 MD5 sum: d1b18b20868fb561f77861cd90b05de4
- E2fsprogs (1.47.3) - 9,851 KB:  
 ホームページ: <https://e2fsprogs.sourceforge.net/>  
 ダウンロード: <https://downloads.sourceforge.net/project/e2fsprogs/e2fsprogs/v1.47.3/e2fsprogs-1.47.3.tar.gz>  
 MD5 sum: 113d7a7ee0710d2a670a44692a35fd2e
- Elfutils (0.194) - 11,722 KB:  
 ホームページ: <https://sourceware.org/elfutils/>  
 ダウンロード: <https://sourceware.org/ftp/elfutils/0.194/elfutils-0.194.tar.bz2>  
 MD5 sum: 1137792ea10e9194637d7344439a5955
- Expat (2.7.4) - 496 KB:  
 ホームページ: <https://libexpat.github.io/>  
 ダウンロード: [https://github.com/libexpat/libexpat/releases/download/R\\_2\\_7\\_4/expat-2.7.4.tar.xz](https://github.com/libexpat/libexpat/releases/download/R_2_7_4/expat-2.7.4.tar.xz)  
 MD5 sum: 5d3d1e1c829f8fb6f42b8e3e2371afa3
- Expect (5.45.4) - 618 KB:  
 ホームページ: <https://core.tcl.tk/expect/>  
 ダウンロード: <https://prdownloads.sourceforge.net/expect/expect5.45.4.tar.gz>  
 MD5 sum: 00fce8de158422f5cccd2666512329bd2
- File (5.46) - 1,283 KB:  
 ホームページ: <https://www.darwinstech.com/file/>  
 ダウンロード: <https://astron.com/pub/file/file-5.46.tar.gz>  
 MD5 sum: 459da2d4b534801e2e2861611d823864
- Findutils (4.10.0) - 2,189 KB:  
 ホームページ: <https://www.gnu.org/software/findutils/>  
 ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/findutils/findutils-4.10.0.tar.xz>  
 MD5 sum: 870cf71c07d37ebe56f9f4aaaf4ad872
- Flex (2.6.4) - 1,386 KB:  
 ホームページ: <https://github.com/westes/flex>  
 ダウンロード: <https://github.com/westes/flex/releases/download/v2.6.4/flex-2.6.4.tar.gz>  
 MD5 sum: 2882e3179748cc9f9c23ec593d6adc8d
- Flit-core (3.12.0) - 53 KB:  
 ホームページ: <https://pypi.org/project/flit-core/>  
 ダウンロード: [https://pypi.org/packages/source/f/flit-core/flit\\_core-3.12.0.tar.gz](https://pypi.org/packages/source/f/flit-core/flit_core-3.12.0.tar.gz)  
 MD5 sum: c538415c1f27bd69cbbbf3cdd5135d39
- Gawk (5.3.2) - 3,662 KB:  
 ホームページ: <https://www.gnu.org/software/gawk/>  
 ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/gawk/gawk-5.3.2.tar.xz>  
 MD5 sum: b7014650c5f45e5d4837c31209dc0037
- GCC (15.2.0) - 98,688 KB:  
 ホームページ: <https://gcc.gnu.org/>  
 ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/gcc/gcc-15.2.0/gcc-15.2.0.tar.xz>  
 MD5 sum: b861b092bf1af683c46a8aa2e689a6fd
- GDBM (1.26) - 1,198 KB:  
 ホームページ: <https://www.gnu.org/software/gdbm/>  
 ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/gdbm/gdbm-1.26.tar.gz>  
 MD5 sum: aaa600665bc89e2febb3c7bd90679115
- Gettext (1.0) - 10,471 KB:  
 ホームページ: <https://www.gnu.org/software/gettext/>  
 ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/gettext/gettext-1.0.tar.xz>  
 MD5 sum: dc8b2911535929cecle263706b0a13a1

- Glibc (2.43) - 19,822 KB:

ホームページ: <https://www.gnu.org/software/libc/>

ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/glibc/glibc-2.43.tar.xz>

MD5 sum: 7ec2588300b299215a65aec7e6afa04f



## 注記

Glibc の開発者は Git ブランチを管理しており、そこには Glibc-2.43 に有用と思われるパッチを含んでいますが、それは残念ながら Glibc-2.43 のリリース以降に開発されたものに限ります。LFS 編集者は、そのブランチにセキュリティフィックスが加えられた際には、セキュリティアドバイザリーを発表することにしています。ただしセキュリティ以外で新規追加されたパッチに関しては、何も作業は行いません。したがって各パッチは自分で確認するようにし、また重要であると思われる場合は各自でそのパッチを適用してください。

- GMP (6.3.0) - 2,046 KB:

ホームページ: <https://www.gnu.org/software/gmp/>

ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/gmp/gmp-6.3.0.tar.xz>

MD5 sum: 956dc04e864001a9c22429f761f2c283

- Gperf (3.3) - 1,789 KB:

ホームページ: <https://www.gnu.org/software/gperf/>

ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/gperf/gperf-3.3.tar.gz>

MD5 sum: 31753b021ea78a21f154bf9eeccb8b079

- Grep (3.12) - 1,874 KB:

ホームページ: <https://www.gnu.org/software/grep/>

ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/grep/grep-3.12.tar.xz>

MD5 sum: 5d9301ed9d209c4a88c8d3a6fd08b9ac

- Groff (1.23.0) - 7,259 KB:

ホームページ: <https://www.gnu.org/software/groff/>

ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/groff/groff-1.23.0.tar.gz>

MD5 sum: 5e4f40315a22bb8a158748e7d5094c7d

- GRUB (2.14) - 7,545 KB:

ホームページ: <https://www.gnu.org/software/grub/>

ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/grub/grub-2.14.tar.xz>

MD5 sum: 383f9effad01c235d2535357ff717543

- Gzip (1.14) - 865 KB:

ホームページ: <https://www.gnu.org/software/gzip/>

ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/gzip/gzip-1.14.tar.xz>

MD5 sum: 4bf5a10f287501ee8e8ebe00ef62b2c2

- Iana-Etc (20260202) - 594 KB:

ホームページ: <https://www.iana.org/protocols>

ダウンロード: <https://github.com/Mic92/iana-etc/releases/download/20260202/iana-etc-20260202.tar.gz>

MD5 sum: fe91258a0760912f61f1d6b200a1d885

- Inetutils (2.7) - 3,084 KB:

ホームページ: <https://www.gnu.org/software/inetutils/>

ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/inetutils/inetutils-2.7.tar.gz>

MD5 sum: eed294e7b170cbbb0ff86493ef4c1273

- Intltool (0.51.0) - 159 KB:

ホームページ: <https://freedesktop.org/wiki/Software/intltool>

ダウンロード: <https://launchpad.net/intltool/trunk/0.51.0/+download/intltool-0.51.0.tar.gz>

MD5 sum: 12e517cac2b57a0121cda351570f1e63

- IPRoute2 (6.18.0) - 924 KB:

ホームページ: <https://www.kernel.org/pub/linux/utils/net/iproute2/>

ダウンロード: <https://www.kernel.org/pub/linux/utils/net/iproute2/iproute2-6.18.0.tar.xz>

MD5 sum: 9e3f70620db43fe0ecab29b36a47914d

- Jinja2 (3.1.6) - 240 KB:

ホームページ: <https://jinja.palletsprojects.com/en/3.1.x/>

ダウンロード: <https://pypi.org/packages/source/J/Jinja2/jinja2-3.1.6.tar.gz>

MD5 sum: 66d4c25ff43d1deaf9637ccda523dec8

## • Kbd (2.9.0) - 1,492 KB:

ホームページ: <https://kbd-project.org/>ダウンロード: <https://www.kernel.org/pub/linux/utils/kbd/kbd-2.9.0.tar.xz>

MD5 sum: 7be7c6f658f5fb9512e2c490349a8eeb

## • Kmod (34.2) - 434 KB:

ホームページ: <https://github.com/kmod-project/kmod>ダウンロード: <https://www.kernel.org/pub/linux/utils/kernel/kmod/kmod-34.2.tar.xz>

MD5 sum: 36f2cc483745e81ede3406fa55e1065a

## • Less (692) - 965 KB:

ホームページ: <https://www.greenwoodsoftware.com/less/>ダウンロード: <https://www.greenwoodsoftware.com/less/less-692.tar.gz>

MD5 sum: 4efd31e34ecf7682a6c62a3c53007600

## • LFS-Bootscripts (20250827) - 34 KB:

ダウンロード: <https://lfsbookja.github.io/lfsbookja-doc/git-ja/lfs-bootscripts-20250827.tar.xz>

MD5 sum: c52a972eddac2bf031b468e7f9e48bb5

## • Libcap (2.77) - 196 KB:

ホームページ: <https://sites.google.com/site/fullycapable/>ダウンロード: <https://www.kernel.org/pub/linux/libs/security/linux-privils/libcap2/libcap-2.77.tar.xz>

MD5 sum: 58048c92f90ef8513c17fb9c24c2c1bd

## • Libffi (3.5.2) - 1,390 KB:

ホームページ: <https://sourceware.org/libffi/>ダウンロード: <https://github.com/libffi/libffi/releases/download/v3.5.2/libffi-3.5.2.tar.gz>

MD5 sum: 92af9efad4ba398995abf44835c5d9e9

## • Libpipeline (1.5.8) - 1,046 KB:

ホームページ: <https://libpipeline.nongnu.org/>ダウンロード: <https://download.savannah.gnu.org/releases/libpipeline/libpipeline-1.5.8.tar.gz>

MD5 sum: 17ac6969b2015386bcb5d278a08a40b5

## • Libtool (2.5.4) - 1,033 KB:

ホームページ: <https://www.gnu.org/software/libtool/>ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/libtool/libtool-2.5.4.tar.xz>

MD5 sum: 22e0a29df8af5fdde276ea3a7d351d30

## • Libxcrypt (4.5.2) - 655 KB:

ホームページ: <https://github.com/besser82/libxcrypt/>ダウンロード: <https://github.com/besser82/libxcrypt/releases/download/v4.5.2/libxcrypt-4.5.2.tar.xz>

MD5 sum: 25e888919ddcd153a07daa95224fa436

## • Linux (6.18.10) - 150,743 KB:

ホームページ: <https://www.kernel.org/>ダウンロード: <https://www.kernel.org/pub/linux/kernel/v6.x/linux-6.18.10.tar.xz>

MD5 sum: 660e706a43f634b1fcfd911f8839d2f61



## 注記

Linux カーネルはかなり頻繁に更新されます。多くの場合はセキュリティ脆弱性の発見によるものです。特に正誤情報 (errata) のページにて説明がない限りは、入手可能な最新安定版のカーネルを用いてください。あるいは errata に指示があればそれに従ってください。

低速度のネットワークや高負荷の帯域幅を利用するユーザーが Linux カーネルをアップデートしようとする場合は、同一バージョンのカーネルパッケージとそのパッチを個別にダウンロードする方法もあります。その場合、時間の節約を図ることができます。あるいはマイナーバージョンが同一であれば複数パッチを当ててアップグレードする作業時間の短縮が図れます。

たとえば linux-6.18.10 の場合、以下をダウンロードすることになります。

- <https://www.kernel.org/pub/linux/kernel/v6.x/linux-6.18.tar.xz>
- <https://www.kernel.org/pub/linux/kernel/v6.x/patch-6.18.10.xz>

そして「Linux-6.18.10 API ヘッダー」と「Linux-6.18.10」においてカーネルを伸長（解凍）します。

パッケージディレクトリに移動したら `xzcat ..../patch-6.18.10.xz | patch -Np1` のコマンドによってパッチを当てます。

このとき別の新たなバージョンのカーネルが必要であったなら、その新たなバージョン向けのパッチのみを用います。ただし、その新たなバージョンがマイナーバージョンであったなら、そのマイナーバージョン向けのパッチすべてと、必要となるパッチの両方をダウンロードすることになります。

- Lz4 (1.10.0) - 379 KB:  
 ホームページ: <https://lz4.org/>  
 ダウンロード: <https://github.com/lz4/lz4/releases/download/v1.10.0/lz4-1.10.0.tar.gz>  
 MD5 sum: dead9f5f1966d9ae56e1e32761e4e675
- M4 (1.4.21) - 2,032 KB:  
 ホームページ: <https://www.gnu.org/software/m4/>  
 ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/m4/m4-1.4.21.tar.xz>  
 MD5 sum: 8051eef7239b2f187791f2ab0034d6b7
- Make (4.4.1) - 2,300 KB:  
 ホームページ: <https://www.gnu.org/software/make/>  
 ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/make/make-4.4.1.tar.gz>  
 MD5 sum: c8469a3713cbb04d955d4ae4be23eeb
- Man-DB (2.13.1) - 2,061 KB:  
 ホームページ: <https://www.nongnu.org/man-db/>  
 ダウンロード: <https://download.savannah.gnu.org/releases/man-db/man-db-2.13.1.tar.xz>  
 MD5 sum: b6335533cbeac3b24cd7be31fdee8c83
- Man-pages (6.17) - 1,853 KB:  
 ホームページ: <https://www.kernel.org/doc/man-pages/>  
 ダウンロード: <https://www.kernel.org/pub/linux/docs/man-pages/man-pages-6.17.tar.xz>  
 MD5 sum: 4327b009d63a6e0fc27df3e4c9e7369b
- MarkupSafe (3.0.3) - 79 KB:  
 ホームページ: <https://palletsprojects.com/p/markupsafe/>  
 ダウンロード: <https://pypi.org/packages/source/M/MarkupSafe/markupsafe-3.0.3.tar.gz>  
 MD5 sum: 13a73126d25afa72a1ff0daed072f5fe
- Meson (1.10.1) - 2,358 KB:  
 ホームページ: <https://mesonbuild.com>  
 ダウンロード: <https://github.com/mesonbuild/meson/releases/download/1.10.1/meson-1.10.1.tar.gz>  
 MD5 sum: e1c12d275f8aae9fae71dff3d6891746
- MPC (1.3.1) - 756 KB:  
 ホームページ: <https://www.multiprecision.org/>  
 ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/mpc/mpc-1.3.1.tar.gz>  
 MD5 sum: 5c9bc658c9fd0f940e8e3e0f09530c62
- MPFR (4.2.2) - 1,471 KB:  
 ホームページ: <https://www.mpfr.org/>  
 ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/mpfr/mpfr-4.2.2.tar.xz>  
 MD5 sum: 7c32c39b8b6e3ae85f25156228156061
- Ncurses (6.6) - 3,703 KB:  
 ホームページ: <https://www.gnu.org/software/ncurses/>  
 ダウンロード: <https://invisible-mirror.net/archives/ncurses/ncurses-6.6.tar.gz>  
 MD5 sum: dd45bf6854430af403452a7a6a40652c
- Ninja (1.13.2) - 286 KB:  
 ホームページ: <https://ninja-build.org/>  
 ダウンロード: <https://github.com/ninja-build/ninja/archive/v1.13.2/ninja-1.13.2.tar.gz>  
 MD5 sum: 76c00637fde44909cd7d56f8d73f2042
- OpenSSL (3.6.1) - 53,606 KB:  
 ホームページ: <https://www.openssl-library.org/>  
 ダウンロード: <https://github.com/openssl/openssl/releases/download/openssl-3.6.1/openssl-3.6.1.tar.gz>  
 MD5 sum: 589777dc85ebbfeca70161c0c384d572
- Packaging (26.0) - 141 KB:  
 ホームページ: <https://pypi.org/project/packaging/>  
 ダウンロード: <https://files.pythonhosted.org/packages/source/p/packaging/packaging-26.0.tar.gz>  
 MD5 sum: 2cbdbb5754f038736c3c361826c6872a

- Patch (2.8) - 886 KB:  
 ホームページ: <https://savannah.gnu.org/projects/patch/>  
 ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/patch/patch-2.8.tar.xz>  
 MD5 sum: 149327a021d41c8f88d034eab41c039f
- Pcre2 (10.47) - 2,096 KB:  
 ホームページ: <https://github.com/PCRE2Project/pcre2/>  
 ダウンロード: <https://github.com/PCRE2Project/pcre2/releases/download/pcre2-10.47/pcre2-10.47.tar.bz2>  
 MD5 sum: aded5840ab5a7d772dd4e16fc294b665
- Perl (5.42.0) - 14,084 KB:  
 ホームページ: <https://www.perl.org/>  
 ダウンロード: <https://www.cpan.org/src/5.0/perl-5.42.0.tar.xz>  
 MD5 sum: 7a6950a9f12d01eb96a9d2ed2f4e0072
- Pkgconf (2.5.1) - 321 KB:  
 ホームページ: <https://github.com/pkgconf/pkgconf>  
 ダウンロード: <https://distfiles.ariadne.space/pkgconf/pkgconf-2.5.1.tar.xz>  
 MD5 sum: 3291128c917fdb8fccd8c9e7784b643b
- Procps (4.0.6) - 1,544 KB:  
 ホームページ: <https://gitlab.com/procps-ng/procps/>  
 ダウンロード: <https://sourceforge.net/projects/procps-ng/files/Production/procps-ng-4.0.6.tar.xz>  
 MD5 sum: 20c23dc3dd1569a2bb1d1fa93de213ed
- Psmisc (23.7) - 423 KB:  
 ホームページ: <https://gitlab.com/psmisc/psmisc>  
 ダウンロード: <https://sourceforge.net/projects/psmisc/files/psmisc/psmisc-23.7.tar.xz>  
 MD5 sum: 53eae841735189a896d614cba440eb10
- Python (3.14.3) - 23,222 KB:  
 ホームページ: <https://www.python.org/>  
 ダウンロード: <https://www.python.org/ftp/python/3.14.3/Python-3.14.3.tar.xz>  
 MD5 sum: ef513dc836d219ae0e2b16ac9c87d0f
- Python Documentation (3.14.3) - 10,609 KB:  
 ダウンロード: <https://www.python.org/ftp/python/doc/3.14.3/python-3.14.3-docs-html.tar.bz2>  
 MD5 sum: 005159be74cf46222d6399fb0ada
- Readline (8.3) - 3,340 KB:  
 ホームページ: <https://tiswww.case.edu/php/chet/readline/rltop.html>  
 ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/readline/readline-8.3.tar.gz>  
 MD5 sum: 25a73bfb2a3ad7146c5e9d4408d9f6cd
- Sed (4.9) - 1,365 KB:  
 ホームページ: <https://www.gnu.org/software/sed/>  
 ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/sed/sed-4.9.tar.xz>  
 MD5 sum: 6aac9b2dbafcd5b7a67a8a9bcb8036c3
- Setuptools (82.0.0) - 1,119 KB:  
 ホームページ: <https://pypi.org/project/setuptools/>  
 ダウンロード: <https://pypi.org/packages/source/s/setuptools/setuptools-82.0.0.tar.gz>  
 MD5 sum: 6e65b88d2466b35e86e5187b99502b1c
- Shadow (4.19.3) - 2,293 KB:  
 ホームページ: <https://github.com/shadow-maint/shadow/>  
 ダウンロード: <https://github.com/shadow-maint/shadow/releases/download/4.19.3/shadow-4.19.3.tar.xz>  
 MD5 sum: c56d98c09e5dbae816250ba5c2285a37
- Sqlite (3510200) - 3,134 KB:  
 ホームページ: <https://sqlite.org>  
 ダウンロード: <https://sqlite.org/2026/sqlite-autoconf-3510200.tar.gz>  
 MD5 sum: 49600a5739d382c648b1a317e4b57446

- Sqlite Documentation (3510200) - 6,109 KB:

ホームページ: <https://sqlite.org>

ダウンロード: <https://anduin.linuxfromscratch.org/LFS/sqlite-doc-3510200.tar.xz>

MD5 sum: 6f798c5dc409ee563684c70be7e16fe



## 注記

Linux From Scratch チームでは sqlite ドキュメントの zip ファイルを使って、ドキュメント用の tarball を独自に作り出しています。これは不要な依存関係を持たないようにするためにです。

- Sysklogd (2.7.2) - 474 KB:

ホームページ: <https://www.infodrom.org/projects/sysklogd/>

ダウンロード: <https://github.com/troglubit/sysklogd/releases/download/v2.7.2/sysklogd-2.7.2.tar.gz>

MD5 sum: af60786956a2dc84054fbf46652e515e

- Systemd (259.1) - 16,870 KB:

ホームページ: <https://systemd.io>

ダウンロード: <https://github.com/systemd/systemd/archive/v259.1/systemd-259.1.tar.gz>

MD5 sum: 623f73826e7702ac08c57febb9d20431

- Systemd Man Pages (259.1) - 769 KB:

ホームページ: <https://systemd.io>

ダウンロード: <https://anduin.linuxfromscratch.org/LFS/systemd-man-pages-259.1.tar.xz>

MD5 sum: de40a27b137ef707777811818995363c



## 注記

Linux From Scratch チームは、systemd ソースにおいて提供される man ページの tarball を独自に生成しています。これは、不要な依存関係を取り除くためです。

- SysVinit (3.14) - 236 KB:

ホームページ: <https://savannah.nongnu.org/projects/sysvinit>

ダウンロード: <https://github.com/slicer69/sysvinit/releases/download/3.14/sysvinit-3.14.tar.xz>

MD5 sum: bc6890b975d19dc9db42d0c7364dd092

- Tar (1.35) - 2,263 KB:

ホームページ: <https://www.gnu.org/software/tar/>

ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/tar/tar-1.35.tar.xz>

MD5 sum: a2d8042658cf8ea939e6d911eaf4152

- Tcl (8.6.17) - 11,450 KB:

ホームページ: <https://tcl.sourceforge.net/>

ダウンロード: <https://downloads.sourceforge.net/tcl/tcl8.6.17-src.tar.gz>

MD5 sum: 1ec3444533f54d0f86cd120058e15e48

- Tcl Documentation (8.6.17) - 1,170 KB:

ダウンロード: <https://downloads.sourceforge.net/tcl/tcl8.6.17-html.tar.gz>

MD5 sum: 60c71044e723b0db5f21be82929f3534

- Texinfo (7.2) - 6,259 KB:

ホームページ: <https://www.gnu.org/software/texinfo/>

ダウンロード: <https://ftpmirror.gnu.org/texinfo/texinfo-7.2.tar.xz>

MD5 sum: 11939a7624572814912a18e76c8d8972

- Time Zone Data (2025c) - 459 KB:

ホームページ: <https://www.iana.org/time-zones>

ダウンロード: <https://www.iana.org/time-zones/repository/releases/tzdata2025c.tar.gz>

MD5 sum: 7250c862872c33104b73e7d0bd3cb25f

- Udev-lfs Tarball (udev-lfs-20230818) - 10 KB:

ダウンロード: <https://anduin.linuxfromscratch.org/LFS/udev-lfs-20230818.tar.xz>

MD5 sum: acd4360d8a5c3ef320b9db88d275dae6

- Util-linux (2.41.3) - 9,246 KB:

ホームページ: <https://git.kernel.org/pub/scm/utils/util-linux/util-linux.git>

ダウンロード: <https://www.kernel.org/pub/linux/utils/util-linux/v2.41/util-linux-2.41.3.tar.xz>

MD5 sum: d2faa85303dea29e7f6ee40a9465e528

- Vim (9.2.0000) - 19,121 KB:

ホームページ: <https://www.vim.org>

ダウンロード: <https://github.com/vim/vim/archive/v9.2.0000/vim-9.2.0000.tar.gz>

MD5 sum: db7dc7f98212e7d09ee8ad1e37d9998a



### 注記

vim のバージョンは日々更新されます。 最新版入手するには <https://github.com/vim/vim/tags> にアクセスしてください。

- Wheel (0.46.3) - 60 KB:

ホームページ: <https://pypi.org/project/wheel/>

ダウンロード: <https://pypi.org/packages/source/w/wheel/wheel-0.46.3.tar.gz>

MD5 sum: 61fb0c9633fe7492933a8f338db23508

- XML::Parser (2.47) - 276 KB:

ホームページ: <https://github.com/chorny/XML-Parser>

ダウンロード: <https://cpan.metacpan.org/authors/id/T/T0/TODDR/XML-Parser-2.47.tar.gz>

MD5 sum: 89a8e82cf2ad948b349c0a69c494463

- Xz Utils (5.8.2) - 1,476 KB:

ホームページ: <https://tukaani.org/xz>

ダウンロード: <https://github.com/tukaani-project/xz/releases/download/v5.8.2/xz-5.8.2.tar.xz>

MD5 sum: 87c8bb8addf7189d3a51f6a5f03163fc

- Zlib (1.3.1) - 1,478 KB:

ホームページ: <https://zlib.net/>

ダウンロード: <https://zlib.net/fossils/zlib-1.3.1.tar.gz>

MD5 sum: 9855b6d802d7fe5b7bd5b196a2271655

- Zstd (1.5.7) - 2,378 KB:

ホームページ: <https://facebook.github.io/zstd/>

ダウンロード: <https://github.com/facebook/zstd/releases/download/v1.5.7/zstd-1.5.7.tar.gz>

MD5 sum: 780fc1896922b1bc52a4e90980cdda48

全パッケージのサイズ合計: 約 603 MB

## 3.3. 必要なパッチ

パッケージに加えて、いくつかのパッチも必要となります。 それらのパッチはパッケージの不備をただすもので、本来なら開発者が修正すべきものです。 パッチは不備修正だけでなく、ちょっとした修正を施して扱いやすいものにする目的のものもあります。 以下に示すものが LFS システム構築に必要となるパッチすべてです。



### 日本語訳情報

各パッチに付けられている簡略な名称については、訳出せずそのまま表記することにします。

- Bzip2 Documentation Patch - 1.6 KB:

ダウンロード: [https://www.linuxfromscratch.org/patches/lfs/development/bzip2-1.0.8-install\\_docs-1.patch](https://www.linuxfromscratch.org/patches/lfs/development/bzip2-1.0.8-install_docs-1.patch)

MD5 sum: 6a5ac7e89b791aae556de0f745916f7f

- Coreutils Internationalization Fixes Patch - 128 KB:

ダウンロード: <https://www.linuxfromscratch.org/patches/lfs/development/coreutils-9.10-i18n-1.patch>

MD5 sum: 6e9aea31b1662176101e6438a39fdad4

- Expect GCC15 Patch - 12 KB:

ダウンロード: <https://www.linuxfromscratch.org/patches/lfs/development/expect-5.45.4-gcc15-1.patch>

MD5 sum: 0ca4d6bb8d572fbcd13cb36cd34833e

- Glibc FHS Patch - 2.8 KB:

ダウンロード: <https://www.linuxfromscratch.org/patches/lfs/development/glibc-fhs-1.patch>

MD5 sum: 9a5997c3452909b1769918c759eff8a2

- Kbd Backspace/Delete Fix Patch - 12 KB:

ダウンロード: <https://www.linuxfromscratch.org/patches/lfs/development/kbd-2.9.0-backspace-1.patch>

MD5 sum: f75cca16a38da6caa7d52151f7136895

- SysVinit Consolidated Patch - 2.5 KB:

ダウンロード: <https://www.linuxfromscratch.org/patches/lfs/development/sysvinit-3.14-consolidated-1.patch>

MD5 sum: 3af8fd8e13cad481eeeaa48be4247445

全パッチの合計サイズ: 約 158.9 KB

上に挙げた必須のパッチに加えて LFS コミュニティが提供する任意のパッチが数多くあります。 それらは微小な不備改修や、デフォルトでは利用できない機能を有効にするなどを行います。 <https://www.linuxfromscratch.org/patches/downloads/> にて提供しているパッチ類を確認してください。 そして自分のシステムにとって必要なものは自由に適用してください。

# 第4章 準備作業の仕上げ

## 4.1. はじめに

本章では一時システムをビルドするために、あともう少し作業を行います。 \$LFS ディレクトリ内に、一連のディレクトリを作ります（ここには一時的なツールをインストールしていきます）。一般ユーザーを生成して、このユーザーが利用するビルド環境を作ります。また LFS パッケージ類の構築時間を測る手段として標準時間「SBUs」について説明し、各パッケージのテストスイートについて触れます。

## 4.2. LFS ファイルシステムの限定的なディレクトリレイアウトの生成

本節では最終的な Linux システムを構成する各種部品を LFS ファイルシステムに追加します。はじめに行うのは、限定的なディレクトリの生成です。第 6 章（また glibc や libstdc++ においては 第 5 章）においてビルドするプログラムを、最終的なディレクトリにインストールするためです。第 8 章 にある一時的なプログラムを、再構築して上書きしていくために必要となります。

必要となるディレクトリレイアウトを生成するため、root ユーザーになって以下のコマンドを実行します。

```
mkdir -pv $LFS/{etc,var} $LFS/usr/{bin,lib,sbin}

for i in bin lib sbin; do
    ln -sv usr/$i $LFS/$i
done

case $(uname -m) in
    x86_64) mkdir -pv $LFS/lib64 ;;
esac
```

第 6 章 にあるプログラムはクロスコンパイラによってビルドされます。（詳しくは ツールチェーンの技術的情報を参照してください。）クロスコンパイラは他のプログラムとは切り分けるため、特別なディレクトリにインストールすることにします。root ユーザーのまま、ここでそのディレクトリを生成します。

```
mkdir -pv $LFS/tools
```



### 注記

LFS の編集者は /usr/lib64 ディレクトリは意図的に利用しないこととしました。ツールチェーンにおいてはこのディレクトリを利用しないように、手順をいくつか進めています。何らかの理由によってこのディレクトリが出てきたとしたら（ビルド手順を誤っていた、LFS 構築後にバイナリーパッケージをインストールしたような場合には）、システムが壊れる場合があります。したがってこのディレクトリが用いられていないことを常に確認してください。

## 4.3. LFS ユーザーの追加

root ユーザーでログインしていると、ちょっとした誤操作がもとで、システムを破壊する重大な事態につながることがあります。そこでパッケージのビルドにあたっては通常のユーザー権限にて作業することにします。あなた自身のユーザーを利用するのでも構いませんが、全く新しいユーザー環境として lfs というユーザーを作成するのが分かりやすいでしょう。所属するグループも lfs という名で作成します。ビルド作業においてはこの lfs ユーザーによりコマンド実行していきます。そこで root ユーザーになって、新たなユーザーを追加する以下のコマンドを実行します。

```
groupadd lfs
useradd -s /bin/bash -g lfs -m -k /dev/null lfs
```

コマンドラインオプションの意味

`-s /bin/bash`  
lfs ユーザーが利用するデフォルトのシェルを bash にします。

**-g lfs**  
lfs ユーザーのグループを lfs とします。

**-m**  
lfs ユーザーのホームディレクトリを生成します。

**-k /dev/null**  
このパラメーターは、ディレクトリ名をヌルデバイス (null device) に指定しています。こうすることでスケルトンディレクトリ（デフォルトは /etc/skel）からのファイル群のコピーを無効とします。

**lfs**  
新規ユーザーの名称を与えます。

lfs にログインする、あるいは非 root ユーザーから lfs に切り替える場合には、lfs に対してパスワードを設定しておくことが必要です（この反対に root ユーザーにログインしている状態から lfs にユーザー切り替えを行う場合には、パスワードは必要ありません）。root ユーザーにおいて以下のコマンドを実行して、パスワードの設定を行います。

**passwd lfs**

\$LFS ディレクトリの所有者を lfs ユーザーとすることで、このディレクトリ配下の全ディレクトリへのフルアクセス権を設定します。

```
chown -v lfs $LFS/{usr{,/*},var,etc,tools}
case $(uname -m) in
  x86_64) chown -v lfs $LFS/lib64 ;;
esac
```

**注記**

ホストシステムによっては、以下の su コマンドを実行しても正常に処理されず、lfs ユーザーへのログインがバックグラウンドで処理中のままとなってしまうことがあります。プロンプトに "lfs:~\$" という表示がすぐに現れなかつた場合は、fg コマンドを入力することで解決するかもしれません。

lfs ユーザーにより起動するシェルを開始します。これは、仮想コンソール上から lfs によってログインして実現します。あるいは以下のユーザー切り替えコマンドを実行します。

**su - lfs**

パラメーター「-」は su コマンドの実行において、非ログイン (non-login) シェルではなく、ログインシェルを起動することを指示します。ログインシェルとそうでないシェルの違いについては bash(1) や info bash を参照してください。

## 4.4. 環境設定

作業しやすい動作環境とするために bash シェルに対するスタートアップファイルを二つ作成します。lfs ユーザーでログインして、以下のコマンドによって .bash\_profile ファイルを生成します。

```
cat > ~/.bash_profile << "EOF"
exec env -i HOME=$HOME TERM=$TERM PS1='\u:\w\$ ' /bin/bash
EOF
```

lfs ユーザーとしてログインした時、あるいは su コマンドとそのオプション「-」を使って lfs に切り替えた時、起動されるシェルはログインシェルとなります。この時、ホストシステムの /etc/profile ファイル（おそらく環境変数がいくつか定義されている）と .bash\_profile が読み込まれます。.bash\_profile ファイル内の exec env -i.../bin/bash というコマンドが、起動しているシェルを全くの空の環境として起動し直し HOME、TERM、PS1 という環境変数だけを設定します。これはホストシステム内の不要な設定や危険をはらんだ設定を、ビルド環境に持ち込まないようにするためにです。

新しく起動するシェルはログインシェルではなくなります。したがってこのシェルは `/etc/profile` ファイルや `bash_profile` ファイルの内容を読み込んで実行することではなく、代わりに `.bashrc` ファイルを読み込んで実行します。そこで以下のようにして `.bashrc` ファイルを生成します。

```
cat > ~/.bashrc << "EOF"
set +h
umask 022
LFS=/mnt/lfs
LC_ALL=POSIX
LFS_TGT=$(uname -m)-lfs-linux-gnu
PATH=/usr/bin
if [ ! -L /bin ]; then PATH=/bin:$PATH; fi
PATH=$LFS/tools/bin:$PATH
CONFIG_SITE=$LFS/usr/share/config.site
export LFS LC_ALL LFS_TGT PATH CONFIG_SITE
EOF
```

### `.bashrc` 内の設定の意味

`set +h`

`set +h` コマンドは `bash` のハッシュ機能を無効にします。通常このハッシュ機能は有用なものです。実行ファイルのフルパスをハッシュテーブルに記憶しておき、再度そのパスを探し出す際に `PATH` 変数の探査を省略します。しかしこれより作り出すツール類はインストール直後にすぐ利用していきます。ハッシュ機能を無効にすることで、プログラム実行が行われる際に、シェルは必ず `PATH` を探しにいきます。つまり `$LFS/tools/bin` ディレクトリ以下に新たに構築したツール類は必ず実行されるようになるわけです。そのツールの古いバージョンがホストディストリビューションのディレクトリ、`/usr/bin` または `/bin` にあったとしても、その場所を覚えていて実行されるということがなくなります。

`umask 022`

`umask` の設定については、すでに「変数 `$LFS` と `umask` の設定」において説明しています。

`LFS=/mnt/lfs`

環境変数 `LFS` は常に指定したマウントポイントを指し示すように設定します。

`LC_ALL=POSIX`

`LC_ALL` 変数は特定のプログラムが扱う国情情報を制御します。そのプログラムが 출력するメッセージを、指定された国情情報に基づいて構成します。`LC_ALL` 変数は「POSIX」か「C」にセットしてください。（両者は同じです。）そのようにセットしておけば、クロスコンパイル環境下での作業が問題なく進められます。

`LFS_TGT=$(uname -m)-lfs-linux-gnu`

`LFS_TGT` 変数は標準にないマシン名称を設定します。しかしこれはこの先、クロスコンパイラーやクロスリンクの構築、これを用いたツールチェーンの構築の際に、うまく動作させるための設定です。詳しくは ツールチェーンの技術的情報にて説明しているので参照してください。

`PATH=/usr/bin`

最近の Linux ディストリビューションでは `/bin` と `/usr/bin` をマージしているものが多くあります。その場合、第 6 章 に対しての標準の `PATH` 変数は `/usr/bin/` に設定するだけで十分です。そうでない場合は、パスに対して `/bin` を加える必要があります。

`if [ ! -L /bin ]; then PATH=/bin:$PATH; fi`

`/bin` がシンボリックリンクではない場合は `PATH` 変数に加える必要があります。

`PATH=$LFS/tools/bin:$PATH`

`$LFS//tools/bin` ディレクトリを `PATH` 変数の先頭に設定します。第 5 章の冒頭においてインストールしたクロスコンパイラーや、インストールした直後からシェル上から実行できるようになります。この設定を行うことで、ハッシュ機能をオフにしたことと連携して、ホスト上のコンパイラーやツールが利用されないようにします。

`CONFIG_SITE=$LFS/usr/share/config.site`

第 5 章と第 6 章においてこの変数を設定しておかないと、ディストリビューションによっては `configure` スクリプトが、ホストシステム上の `/usr/share/config.site` から設定項目を取得してしまうことがあります。ホストの影響が及ばないようにここでオーバーライドします。

`export ...`

上のコマンド実行は、設定済の変数を改めて設定するものになりますが、シェルを新たに呼び出しても確実に設定されるようにエクスポートを行うことにします。



## 重要

商用ディストリビューションの中には、bash の初期化を行うスクリプトとして、ドキュメント化されていない /etc/bash.bashrc というものを加えているものがあります。このファイルは lfs ユーザー環境を修正してしまう可能性があります。それにより LFS にとっての重要なパッケージのビルドに支障をきたすことがあります。lfs ユーザー環境をきれいに保つため、/etc/bash.bashrc というファイルが存在しているかどうかを確認してください。そして存在していたらファイルを移動させてください。root ユーザーになって以下を実行します。

```
[ ! -e /etc/bash.bashrc ] || mv -v /etc/bash.bashrc /etc/bash.bashrc.NOUSE
```

(第 7 章の冒頭において) lfs ユーザーを必要としなくなったら、(必要に応じて) /etc/bash.bashrc を元に戻してください。

なお「Bash-5.3」においてビルドした、LFS における Bash パッケージは、/etc/bash.bashrc をロードしたり読み取ったりするように設定されていません。したがって完璧な LFS システムであれば、このファイルは不要なものです。

最新のシステムは複数プロセッサー（デュアルコアとも言います）であることが多く、パッケージのビルドにあたっては「同時並行のビルド」によりビルド時間を削減できます。その場合プロセッサー数がいくつなのかを make プログラムの実行時に、コマンドラインオプション引数として、あるいは環境変数として指定します。Intel コア i9-13900K プロセッサーは 8 P コア (P は performance の意味)、および 16 E コア (E は efficiency の意味)を持ちます。1 つの P は同時に 2 つのスレッド実行が可能であり、Linux カーネルからは 2 つの論理コアとして扱われます。したがって合計で 32 の論理コアを持つことになります。明示的にその全コアを利用するには、make が 32 個のビルドジョブまで生成できるようにすることです。これには make に対して -j32 オプションを与えます。

```
make -j32
```

あるいは環境変数 MAKEFLAGS を用います。この変数の設定値は make が自動的にコマンドラインオプションとして利用します。

```
export MAKEFLAGS=-j32
```



## 重要

-j オプションに数値を与えずに make コマンドに受け渡したり、あるいは MAKEFLAGS に設定することはやめてください。それを行ってしまうと make に対して無限のビルドジョブ生成を行わせるものとなり、システムの安定性を損なう問題が発生します。

第 5 章および第 6 章におけるパッケージのビルドに対して、利用可能な論理コアをすべて利用するように、ここで .bashrc にて MAKEFLAGS を設定します。

```
cat >> ~/.bashrc << "EOF"
export MAKEFLAGS=-j$(nproc)
EOF
```

`$(nproc)` 部分は、論理コアすべてでなく利用したい論理コア数を設定してください。

一時的なツールを構築する準備の最後として、bash シェルが、今作り出したユーザープロファイルを読み込むようにします。

```
source ~/.bash_profile
```

## 4.5. SBU 値について

各パッケージをコンパイルしインストールするのにどれほどの時間要するか、誰しも知りたくなるところです。しかし Linux From Scratch は数多くのシステム上にて構築可能であるため、正確な処理時間を見積ることは困難です。最も大きなパッケージ (gcc) の場合、処理性能の高いシステムでも 5 分はかかります。それが性能の低いシステムとなると数日かかるかもしれません！本書では処理時間を正確に示すのではなく、標準ビルド単位 (Standard Build Unit; SBU) を用いることにします。

SBU の測定は以下のようにします。最初にコンパイルするのは 第 5 章における binutils です。このパッケージを 1 コアのシステムによってコンパイルするのに要する時間を標準ビルド時間とし、他のコンパイル時間はその時間を基準にして表現します。

例えばあるパッケージのコンパイル時間が 4.5 SBU であったとします。そして binutils の 1 回目のコンパイルが 4 分であったとすると、そのパッケージはおよそ 18 分かかる意味を意味しています。幸いにも、たいていのパッケージは 1 SBU よりもコンパイル時間は短いものです。

コンパイル時間というものは、例えばホストシステムの GCC のバージョンの違いなど、多くの要因に左右されるため SBU 値は正確なものになりません。SBU 値は、インストールに要する時間の目安を示すものに過ぎず、場合によっては十数分の誤差が出ることもあります。

最新のシステムの場合、マザーボードにシステムクロック速度の制御機能があります。これは powerprofilescctl などのコマンドを使って制御します。LFS では利用できないものですが、ホストディストロでは利用できるものかもしれません。LFS の構築を終えた後に BLFS power-profiles-daemon に示される手順に従えば、システムにその機能を追加することができます。どのパッケージのビルド時間を調べる際であっても、システムの電源プロファイルセットは最大のパフォーマンス（最大消費電力）を発揮するように設定することが推奨されます。これを行っていないと SBU の測定値は極端に不適切なものとなります。binutils 1回め や他パッケージのビルドの際には、システムがさまざまな処理反応を示すためです。測定するパッケージに対して同一プロファイルを用いていたとしても、極端に測定値が不適切となる場合もあることに留意しておいてください。これはビルド処理開始の際にシステムがアイドル状態となっていると、システムの反応がより遅くなるためです。電源プロファイルを「performance」に設定しておけば、この問題は解消します。さらに LFS ビルドは明らかに早くなるはずです。

power-profiles-daemon が利用可能である場合は powerprofilescctl set performance コマンドを実行して performance プロファイルを選択します。ディストロの中にはプロファイルの管理に powerprofilescctl ではなく tuned-adm コマンドを利用しているものがあります。その場合は tuned-adm profile throughput-performance コマンドを実行して throughput-performance プロファイルを選択します。



## 注記

上のように複数プロセッサーが利用されると、本書に示している SBU 単位は、通常の場合に比べて大きく変化します。そればかりか場合により make 処理に失敗することもあります。したがってビルド結果を検証するにしても話が複雑になります。複数のプロセスラインがインターリープにより多重化されるためです。ビルド時に何らかの問題が発生したら、単一プロセッサー処理を行ってエラーメッセージを分析してください。

ここに示す時間は（1 コアで処理を行う binutils 1回め を除き）4 コア (-j4) を使用した場合に基づいています。また第 8 章では、特に断りがない限り、パッケージの縮退テストの実行時間も含めています。

## 4.6. テストスイートについて

各パッケージにはたいていテストスイートがあります。新たに構築したパッケージに対してはテストスイートを実行しておくのがよいでしょう。テストスイートは「健全性検査 (sanity check)」を行い、パッケージのコンパイルが正しく行われたことを確認します。テストスイートの実行によりいくつかのチェックが行われ、開発者の意図したとおりにパッケージが正しく動作することを確認していきます。ただこれは、パッケージにバグがないことを保証するものではありません。

テストスイートの中には他のものにも増して重要なことがあります。例えば、ツールチェーンの要である GCC、binutils、glibc に対するテストスイートです。これらのパッケージはシステム機能を確実なものとする重要な役割を担うものであるためです。GCC と glibc におけるテストスイートはかなりの時間を要します。それが低い性能のマシンであればなおさらです。でもそれらを実行しておくことを強く推奨します。



## 注記

第 5 章と第 6 章においてテストスイートを実行することに意味がありません。。各テストプログラムはクロスコンパイラによってコンパイルされているので、ビルドしているホスト上で実行することができないためです。

binutils と GCC におけるテストスイートの実行では、擬似端末 (pseudo terminals; PTY) を使い尽くす問題が発生します。これにより相当数のテストが失敗します。これが発生する理由はいくつかありますが、もっともありがちな理由としてはホストシステムの devpts ファイルシステムが正しく構成されていないことがあります。この点については <https://www.linuxfromscratch.org/lfs/faq.html#no-ptys> においてかなり詳しく説明しています。

パッケージの中にはテストスイートに失敗するものがあります。しかしこれらは開発元が認識しているもので致命的なものではありません。以下の <https://www.linuxfromscratch.org/lfs/build-logs/development/> に示すログを参照して、失敗したテストが実は予期されているものであるかどうかを確認してください。このサイトは本書におけるすべてのテストスイートの正常な処理結果を示すものです。

# 第III部 LFS クロスチェー ンと一時的ツールの構築

# 重要な準備事項

## はじめに

この部は 3 つのステージに分かれています。1 つめはクロスコンパイラと関連ライブラリをビルドします。2 つめはそのクロスコンパイラを使って、ホストのパッケージからは切り離された形で、各種ユーティリティーをビルドします。そして 3 つめでは chroot 環境に入ることで（さらにホスト環境から離れて）、最終システムを構築するために必要となる残りのツール類をビルドします。



### 重要

この部から、新システムのビルドに向けた本格的作業を開始します。ここではより注意深く、本書が示す手順どおりに作業を進めていくことが必要です。各コマンドが何を行っているのかを十分に理解するようしてください。どれだけ熱心にビルド作業を終わらせていているとしても、ただ単に書かれている内容を入力するだけの作業はやめてください。わかっていないことがあれば、しっかりと本書を読むようにしてください。また入力した内容やコマンドの処理結果は、ファイル出力を行うなどして記録するようにしてください。tee ユーティリティーを使うことにすれば、何かおかしなことになっても調べられるようになります。

次の節では、ビルド過程における技術的な情報を示します。それに続く節では、極めて重要な全般的なコンパイル手順を示しています。

## ツールチェーンの技術的情報

本節ではシステムをビルドする原理や技術的な詳細について説明します。この節のすべてをすぐに理解する必要はありません。この先、実際の作業を行っていけば、いろいろな情報が明らかになってくるはずです。各作業を進めながら、いつでもこの節に戻って読み直してみてください。

第 5 章 と 第 6 章 の最終目標は一時的なシステム環境を構築することです。この一時的なシステムはシステム構築のための十分なツール類を有していて、ホストシステムとは切り離されたものです。この環境へは chroot によって移行します。この環境は 第 8 章 において、クリーンでトラブルのない LFS システムの構築を行う土台となるものです。構築手順の説明においては、初心者の方であっても失敗を最小限にとどめ、同時に最大限の学習材料となるように心がけています。

ビルド過程は クロスコンパイル を基本として行います。通常クロスコンパイルとは、ビルドを行うマシンとは異なるマシン向けにコンパイラーや関連ツールチェーンをビルドすることです。これは厳密には LFS に必要なものではありません。というのも新たに作り出すシステムは、ビルドに使ったマシンと同一環境で動かすことにしておいたためです。しかしクロスコンパイルには大きな利点があって、クロスコンパイルによってビルドしたものは、ホスト環境上にはまったく依存できないものとなります。

## クロスコンパイルについて



### 注記

LFS はクロスツールチェーン（あるいはネイティブツールチェーン）のビルドを説明する書ではなく、その説明は行っていません。クロスツールチェーンは、LFS のビルドとは異なる別の目的で用いるものであるため、何を行っているのかが十分に分かっていないまま、クロスチェーン向けのコマンドを利用することは避けてください。

GCC の 2 回めはクロスツールチェーンを崩すものと捉えられています。しかしこれはバグと扱うべきものではありません。というのも GCC の 2 回めというのは、本書においてクロスコンパイルを行う最後のパッケージです。そしてこの GCC 2 回めのビルド以降に、クロスコンパイルを本当に実行する必要のあるパッケージが現れるまでは、この状況を「直したくない」のです。

クロスコンパイルには必要な捉え方があって、それだけで 1 つの節を当てて説明するだけの価値があるものです。初めて読む方は、この節を読み飛ばしてしまってください。ただしビルド過程を十分に理解するためには、後々この節に戻ってきて読んで頂くことをお勧めします。

ここにおいて取り上げる用語を定義しておきます。

**ビルド (build)**

ビルド作業を行うマシンのこと。このマシンは「ホスト」(host) と呼ぶこともあります。

### ホスト (host)

ビルドされたプログラムを実行するマシンまたはシステムのこと。ここでいう”ホスト”とは、他の節でいうものと同一ではありません。

### ターゲット (target)

コンパイラーにおいてのみ用いられます。コンパイラーの生成コードを必要とするマシンのこと。これはビルドやホストとは異なることもあります。

例として以下のシナリオを考えてみます。（これはよく”カナディアンクロス（Canadian Cross）”とも呼ばれるものです。）コンパイラーが低速なマシン上にだけあるとします。これをマシン A と呼び、コンパイラーは ccA とします。これとは別に高速なマシン（マシン B）があって、ただしそこにはコンパイラーがありません。そしてここから作り出すプログラムコードは、まったく別の低速マシン（マシン C）向けであるとします。マシン C 向けにコンパイラーをビルドするためには、以下の 3 つの段階を経ることになります。

段階	ビルド	ホスト	ターゲット	作業
1	A	A	B	マシン A 上の ccA を使い、クロスコンパイラー cc1 をビルド。
2	A	B	C	マシン A 上の cc1 を使い、クロスコンパイラー cc2 をビルド。
3	B	C	C	マシン B 上の cc2 を使い、コンパイラー ccC をビルド。

マシン C 上で必要となる他のプログラムは、高速なマシン B 上において cc2 を用いてコンパイルすることができます。マシン B がマシン C 向けのプログラムを実行できなかつたとすると、マシン C そのものが動作するようにならない限り、プログラムのビルドやテストは一切できることになります。たとえば ccC においてテストスイートを実行するには、以下の 4 つめの段階が必要になります。

段階	ビルド	ホスト	ターゲット	作業
4	C	C	C	マシン C 上にて ccC を使い ccC そのものの再ビルドとテストを実施。

上の例において cc1 と cc2 だけがクロスコンパイラーです。つまりこのコンパイラーは、これを実行しているマシンとは別のマシンに対するコードを生成できるものです。これに比べて ccA と ccC というコンパイラーは、実行しているマシンと同一マシン向けのコードしか生成できません。そういうコンパイラーのことをネイティブコンパイラーと呼びます。

# LFS におけるクロスコンパイラの実装方法



## 注記

本書におけるクロスコンパイルパッケージは、すべて autoconf ベースのビルドシステムを利用しています。この autoconf ベースのビルドシステムは、システムのタイプとして `cpu-vendor-kernel-os` という形式のシステムトリプレット (system triplet) を用いています。ベンダー項目はたいていは正しくないため、autoconf では無視されます。

よく考えてみると、4つの項目からなる名前なのに、どうして「3つの組 (triplet)」というのでしょうか。カーネルと OS の各項目は、元は「システム (system)」項目に由来しています。したがって 3つの項目からなる書式が、今も有効に扱われるシステムもあります。たとえば `x86_64-unknown-freebsd` です。異なる 2 システム間で同一カーネルを共有することも不可能ではありませんが、それでも同一トリプレットとするには、あまりにも差異があります。たとえば携帯端末で動作する Android は ARM64 サーバー上で動作する Ubuntu とでは、確かに同一の CPU タイプ (ARM64) であり、同一カーネル (Linux) を使っているとは言つても、明らかに違います。

エミュレーション層を設けない限り、携帯端末上にサーバー向け実行モジュールを起動することはできません。この逆の場合も同様です。そこで「システム (system)」フィールドは `kernel` と `os` に分けられ、システムを明確に指定するようになりました。たとえば上の例における Android システムは `aarch64-unknown-linux-android` と指定され、Ubuntu システムは `aarch64-unknown-linux-gnu` と指定されるようになります。

「トリプレット」という名前が辞書に残っただけです。システムのトリプレットを確認する一番簡単な方法は、`config.guess` スクリプトを実行することです。これは多くのパッケージのソースに含まれています。

`binutils` のソースを伸張（解凍）し、この `./config.guess` スクリプトを実行して、その出力を確認してください。たとえば 32 ビットのインテルプロセッサーであれば、`i686-pc-linux-gnu` と出力されます。64 ビットシステムであれば `x86_64-pc-linux-gnu` となります。ほとんどの Linux システムでは、より簡単に `gcc -dumpmachine` コマンドを実行すれば、同様の情報を得ることができます。

またプラットフォームのダイナミックリンクラーの名前にも注意してください。これはダイナミックローダーとも呼ばれます。（`binutils` の一部である標準リンクラー `ld` とは別物ですから混同しないでください。）ダイナミックリンクラーは `glibc` パッケージによって提供されているもので、何かのプログラムが必要とする共有ライブラリを検索しロードします。そして実行できるような準備を行って、実際に実行します。32 ビットインテルマシンに対するダイナミックリンクラーの名前は `ld-linux.so.2` となります。（64 ビットシステムであれば `ld-linux-x86-64.so.2` となります。）ダイナミックリンクラーの名前を確実に決定するには、何でもよいのでホスト上の実行モジュールを調べます。`readelf -l <name of binary> | grep interpreter` というコマンドを実行することです。出力結果を見てください。どのようなプラットフォームであっても確実な方法は、`Glibc` wiki ページを見てみることです。

クロスコンパイルには以下の 2 つのキーポイントがあります。

- マシンコードを生成して処理するのが「ホスト」上である場合は、クロスツールチェーンを用いなければなりません。「ビルド」システムにあるネイティブなツールチェーンは、「ビルド」システム上において実行することができるマシンコードを生成するため、まだ呼び出される場合があるかもしれません。たとえばビルドシステムがネイティブツールチェーンを使って、ジェネレーターをコンパイルしたとします。そのジェネレーターを使って C ソースファイルを生成し、最終的にクロスツールチェーンを使って C ソースファイルをコンパイルするかもしれません。これによって生成されるコードは「ホスト」上で実行可能となります。
- autoconf ベースのビルドシステムを使った場合、この状況は `--host` スイッチを用いることで「ホスト」トリプレットを確実に設定することができます。このスイッチを使えば、ビルドシステムは `<ホストのトリプレット>` というプリフィックスのついたツールチェーンコンポーネントを利用して、「ホスト」用のマシンコードを生成します。具体的にコンパイラは `<ホストのトリプレット>-gcc` となり、`readelf` ツールは `<ホストのトリプレット>-readelf` となります。
- 「ホスト」上において実行する目的で生成されたマシンコードを、ビルドシステム上で実行してはなりません。たとえばネイティブにユーティリティーをビルドする際に、その `man` ページは `--help` スイッチを使ってユーティリティーを実行させ、その出力を得ようとするでしょう。しかしクロスコンパイルを行っていた場合には、このユーティリティーを「ビルド」上で動作させることに失敗するため、出力は得られません。特に `x86` CPU 上において（エミュレーターはないものとして）ARM64 マシンコードが実行できないのは当然です。

autoconf ベースのビルドシステムを使った場合、この状況は「クロスコンパイルモード」を用いて実現可能であり、「ホスト」向けマシンコードの実行に必要となるオプション機能は、ビルド時には無効化されます。「ホスト」のトリプレットが明示的に指定された場合は、configure スクリプトが「ホスト」向けにコンパイルされたダミープログラムの実行に失敗した場合、あるいは「ビルド」トリプレットが `--build` スイッチにより指定され、それが「ホスト」鳥プレととは異なる場合にのみ、「クロスコンパイルモード」が有効になります。

LFS の一時システム向けのパッケージをクロスコンパイルするため、`LFS_TGT` 変数においてシステムトリプレットの "vendor" フィールドを "lfs" として若干修正します。そして「ホスト」トリプレットを `--host` を通じて指定することで、クロスツールチェーンが LFS 一時システムにおいて稼働するマシンコードを生成実行するようになります。また「クロスコンパイルモード」を有効にすることも必要です。「ホスト」向けマシンコード、すなわち LFS 一時システム向けのマシンコードは、現在の CPU 上で実行できるわけですが、「ビルド」（ホストディストロ）上では利用できないライブラリを参照するかもしれませんし、参照できたとしても、存在しなかつたり異なった定義となってしまうようなコードやデータの参照が起きるかもしれません。LFS 一時システム向けのパッケージをクロスコンパイルする際には、configure スクリプトがその問題を判別するダミープログラムのことを信用することはできません。つまり（ホストディストロが Musl のように `libc` とは異なる実装をしていない限り）ダミープログラムは、ホストディストロの `libc` が提供する可能性のある、`libc` の機能の一部を利用するに過ぎないからです。したがってよくできたプログラムが失敗するようであっても、処理には成功するのかもしれません。そこで「ビルド」トリプレットの指定は明示的に行わなければならず、これによって「クロスコンパイルモード」を有効にします。設定する値は普通のデフォルト値です。つまり `config.guess` の出力から得られる、元々のシステムトリプレットです。「クロスコンパイルモード」は上で述べたように明示的な指定によって有効になります。

クロスリンクとクロスコンパイラをビルドする際には `--with-sysroot` オプションを使います。これは「ホスト」が必要とするファイルの検索ディレクトリを指示するためです。こうしておけば 第 6 章においてビルドするそれ以外のプログラムが、「ビルド」上のライブラリにリンクすることをほぼ防げます。ここで「ほぼ」という表現を使ったのは、コンパイラーの「互換性」ラッパーである `libtool` と、autoconf ベースのビルドシステム向けのリンクは、よくできたものであるがために、リンクに対して「ビルド」システム内のライブラリを検索するようなオプションを与えてしまいます。このことを避けるために `libtool` アーカイブ (.la) ファイルは削除するものとし、Binutils に同梱されている古い `libtool` は修正するようにしています。

段階	ビルド	ホスト	ターゲット	作業
1	pc	pc	lfs	pc 上の <code>cc-pc</code> を使い、クロスコンパイラ <code>ccl</code> をビルド。
2	pc	lfs	lfs	pc 上の <code>ccl</code> を使い、クロスコンパイラ <code>cc-lfs</code> をビルド。
3	lfs	lfs	lfs	lfs 上の <code>cc-lfs</code> を使い <code>cc-lfs</code> の再ビルド（とおそらくテスト）を実施。

上の表において "pc 上の" というのは、すでにそのディストリビューションにおいてインストールされているコマンドを実行することを意味します。また "lfs 上の" とは、chroot 環境下にてコマンドを実行することを意味します。

話はまだまだあります。C 言語というと単にコンパイラーがあるだけではなく、標準ライブラリも定義しています。本書では `glibc` と呼ぶ GNU C ライブラリを用いています（別の選択肢として "musl" があります）。このライブラリは lfs マシン向けにコンパイルされたものでなければなりません。つまりクロスコンパイラ `ccl` を使うということです。しかしコンパイラーには内部ライブラリというものがあって、アセンブラー命令セットだけでは利用できない複

雑なサブルーチンが含まれます。その内部ライブラリは libgcc と呼ばれ、完全に機能させるには glibc ライブラリにリンクさせなければなりません。さらに C++ (libstdc++) に対する標準ライブラリも、glibc にリンクさせる必要があります。このようなニワトリと卵の問題を解決するには、まず libgcc に基づいた低機能版の cc1 をビルドします。この cc1 にはスレッド処理や例外処理といった機能が含まれていません。その後に、この低機能なコンパイラを使って glibc をビルドします。（glibc 自体は低機能ではありません。）そして libstdc++ をビルドします。 libstdc++ もやはり、libgcc の機能がいくつか欠如しています。

上の段落における結論は以下のようになります。グレードの落ちた libgcc を使っている以上、cc1 からは完全な libstdc++ はビルドできないということです。しかし第 2 段階においては、C/C++ ライブラリをビルドできる唯一のコンパイラです。すでに述べているように cc-lfs は pc (ホストディストロ) 上で実行することはできません。それはライブラリー、コード、データのいずれかが利用できないにも関わらず、「ビルド」（ホストディストロ）上において必要となることがあるからです。そこで gcc の第 2 段階においてはライブラリ検索パスを上書きして、新たに再ビルドされた libgcc に対してリンクされる libstdc++ を使ってビルドするようにします。つまりはデグレードしたビルドです。こうすることで、再ビルドした libstdc++ は完全に機能することになります。

第 8 章（つまり「3 回め」）において、LFS システムに必要なパッケージがすべてビルドされます。それまでの章において、特定のパッケージがたとえ LFS システムにインストールされていても、再ビルドをし続けます。そのようにしてパッケージを再ビルドする最大の理由は、そのパッケージを安定させるためです。完全に仕上がった LFS システムに、どれかの LFS パッケージを再インストールしたとしたら、その際にインストールされる内容は、第 8 章において初めてインストールされるものと、全く同一でなければなりません。第 6 章や第 7 章においてインストールする一時的なパッケージでは、この要件を満たしません。なぜならそういった任意機能に対しては、依存パッケージがない、クロスコンパイルモードである、といった理由により利用できないからです。さらにパッケージ再ビルドのもう一つの理由は、テストスイートを実行するためです。

## その他の手順詳細

クロスコンパイラは、他から切り離された \$LFS/tools ディレクトリにインストールされます。このクロスコンパイラは、最終システムに含めるものではないからです。

binutils をまず最初にインストールします。この後の gcc や glibc の configure スクリプトの実行ではアセンブラーとリンカーに対するさまざまな機能テストが行われるため、そこではどの機能が利用可能または利用不能であるかが確認されます。ただ重要なのは binutils を一番最初にビルドするという点だけではありません。gcc や glibc の configure が正しく処理されなかつたとすると、ツールチェーンがわずかながらも不完全な状態で生成されてしまいます。この状態は、すべてのビルド作業を終えた最後になって、大きな不具合となって現れてくることになります。テストスイートを実行することが欠かせません。これを実行しておけば、この先に行う多くの作業に入る前に不備があることが分かるからです。

Binutils はアセンブラーとリンカーを二箇所にインストールします。\$LFS/tools/bin と \$LFS/tools/\$LFS\_TGT/bin です。これらは一方が他方のハードリンクとなっています。リンカーの重要なところはライブラリを検索する順番です。ld コマンドに --verbose オプションをつけて実行すれば詳しい情報が得られます。例えば \$LFS\_TGT-ld --verbose | grep SEARCH を実行すると、検索するライブラリのパスとその検索順を示してくれます。（この例は見て分かるように lfs ユーザーでログインしている場合のみ実行することができます。この後にもう一度このページに戻ってきたときには、\$LFS\_TGT-ld を単に ld と置き換えてください。）

次にインストールするのは gcc です。configure の実行時には以下のような出力が行われます。

```
checking what assembler to use... /mnt/lfs/tools/i686-lfs-linux-gnu/bin/as
checking what linker to use... /mnt/lfs/tools/i686-lfs-linux-gnu/bin/ld
```

これを示すのには重要な意味があります。gcc の configure スクリプトは、利用するツール類を探し出す際に PATH ディレクトリを参照していないということです。しかし gcc の実際の処理にあたっては、その検索パスが必ず使われるわけでもありません。gcc が利用する標準的なリンカーを確認するには gcc -print-prog-name=ld を実行します。（上でも述べたように、後でこのページに戻ってきたときは \$LFS\_TGT- の部分を取り除いてください。）

gcc からさらに詳細な情報を知りたいときは、プログラムをコンパイルする際に -v オプションをつけて実行します。たとえば \$LFS\_TGT-gcc -v example.c と（あるいは後にここに戻ってきたときは \$LFS\_TGT- 部分を除いて）入力すると、プリプロセッサー、コンパイル、アセンブルの各処理工序が示されますが、さらに gcc がインクルードヘッダーを検索するパスとその読み込み順も示されます。

次に健全化された (sanitized) Linux API ヘッダーをインストールします。これにより、標準 C ライブラリ (glibc) が Linux カーネルが提供する機能とのインターフェースを可能とします。

次のパッケージは glibc です。これはクロスコンパイルを行う最初のパッケージになります。ここでは --host=\$LFS\_TGT というオプションを使います。これを行うことによって、ビルドシステムが \$LFS\_TGT- というプリフィックスのついたツール類を用いるようにするためです。さらに --build=\$(./scripts/config.guess) オプションを指定することによって、上で述べたような「クロスコンパイルモード」を有効にします。環境変数 DESTDIR はインストール先を LFS ファイルシステムとするために利用します。

すでに述べたように、標準 C++ ライブラリはこの後にコンパイルします。そして 第 6 章 では、自己依存性を持ったプログラムをビルドできるように、その依存性を無視するためにクロスコンパイル行なっていきます。これらのパッケージにおける手順は glibc の手順と同等です。

第 6 章 の最後には、LFS のネイティブコンパイラーをインストールします。はじめに DESTDIR ディレクトリを使って binutils 2 回めをビルドし、他のプログラムにおいても同じようにインストールを行います。2 回めとなる gcc ビルドでは、不必要的ライブラリは省略します。

第 7 章での chroot による環境下では、各種プログラムのインストールを、ツールチェーンを適切に操作しながら実施していきます。これ以降、コアとなるツールチェーンは自己完結していきます。そしてシステムの全機能を動作させるための全パッケージの最終バージョンを、ビルドしテストしインストールします。

## 全般的なコンパイル手順

### 注意

LFS を開発してきた中では、パッケージの更新やそれに伴う新機能に適応するために、本書内の手順を順次修正しています。LFS ブックのバージョンが異なっているにもかかわらず、その手順を混同してしまうと、些細なエラーにつながります。こういった問題は、一般的には LFS ブックの前バージョンに対して作り出したスクリプトを、そのまま再利用した結果として起こります。スクリプトの再利用は是非行わないでください。仮に何らかの理由があって前バージョン向けのスクリプトを再利用する場合であっても、最新バージョンの LFS ブック向けにそのスクリプトの更新を十分確認して行ってください。

パッケージをビルドしていくにあたって、理解しておくべき内容を以下に示します：

- パッケージの中には、コンパイルする前にパッチを当てるものがあります。パッチを当てるのは、そのパッケージが抱える問題を回避するためです。本章と後続の章でパッチを当てるものがありますが、同じパッケージを二度ビルドする場合であっても、パッチを必要としない場合があります。したがってパッチをダウンロードする説明が書かれていなければ、何も気にせず先に進んでください。パッチを当てた際に offset や fuzz といった警告メッセージが出る場合がありますが、これらは気にしないでください。このような時でもパッチは問題なく適用されています。
- コンパイルの最中に、警告メッセージが画面上に出力されることがよくあります。これは問題はないため無視して構いません。警告メッセージは、メッセージ内に説明されているように、C や C++ の文法が誤りではないものの推奨されていないものであることを示しています。C 言語の標準はよく変更されますが、パッケージの中には更新されていないものもあります。重大な問題はないのですが、警告として画面表示されることになるわけです。
- もう一度、環境変数 LFS が正しく設定されているかを確認します。

```
echo $LFS
```

上の出力結果が LFS パーティションのマウントポイントのディレクトリであることを確認してください。本書では /mnt/lfs ディレクトリとして説明しています。

- 最後に以下の二つの点にも注意してください。

### 重要

ビルドにあたっては ホストシステム要件にて示す要件やシンボリックリンクが、正しくインストールされていることを前提とします。

- bash シェルの利用を想定しています。
- sh は bash へのシンボリックリンクであるものとします。
- /usr/bin/awk は gawk へのシンボリックリンクであるものとします。
- /usr/bin/yacc は bison へのシンボリックリンクであるか、あるいは bison を実行するためのスクリプトであるものとします。



## 重要

ビルド作業の概要を示します。

1. ソースやパッチファイルを配置するディレクトリは `/mnt/lfs/sources/` などのように chroot 環境でもアクセスが出来るディレクトリとしてください。
2. `/mnt/lfs/sources/` ディレクトリに入ります。
3. 各パッケージについて：
  - a. tar コマンドを使ってパッケージの tarball を伸張（解凍）します。第 5 章と第 6 章では、パッケージを伸張（解凍）するのは lfs ユーザーとします。

パッケージ tarball からソースコードを抽出する際には tar コマンド以外による方法は用いないでください。特にどこか別に配置しているソースコードを `cp -R` を使ってコピーすると、ソースツリー内のタイムスタンプを壊しかねません。 そうなるとビルドの失敗に通じることになります。

- b. パッケージの伸張（解凍）後に生成されたディレクトリに入ります。
- c. 本書の手順に従ってビルド作業を行っていきます。
- d. ビルドが終了したらソースディレクトリに戻ります。
- e. ビルド作業を通じて生成されたパッケージディレクトリを削除します。

# 第5章 クロスツールチェーンの構築

## 5.1. はじめに

本章ではクロスコンパイラーと関連ツールのビルド方法を示します。 ここでのクロスコンパイルは見せかけですが、その原理は本当のクロスツールチェーンと同じです。

本章にてビルドされるプログラムは `$LFS/tools` ディレクトリにインストールされます。 これはそれ以降にインストールされるファイルとは区別されます。 一方でライブラリについては、ビルドしたいシステムに適合するように最終的な場所にインストールします。

## 5.2. Binutils-2.46.0 - 1回め

Binutils パッケージは、リンクやアセンブラーなどのようにオブジェクトファイルを取り扱うツール類を提供します。

概算ビルト時間: 1 SBU  
必要ディスク容量: 691 MB

### 5.2.1. クロスコンパイル版 Binutils のインストール



#### 注記

全般的なコンパイル手順 と書かれた節に戻って再度説明をよく読み、重要事項として説明している内容をよく理解しておいてください。 そうすればこの後の無用なトラブルを減らすことができるはずです。

Binutils は一番最初にビルトするパッケージです。 ここでビルトされるリンクやアセンブラーを使って、Glibc や GCC のさまざまな機能が利用できるかどうかを判別することになります。

Binutils のドキュメントでは Binutils をビルトする際に、ビルト専用のディレクトリを使ってビルトすることを推奨しています。

```
mkdir -v build
cd      build
```



#### 注記

本節以降で SBU 値を示していきます。 これを活用していくなら、本パッケージの `configure` から初めのインストールまでの処理時間を計測しましょう。 具体的には処理コマンドを `time` で囲んで `time { ... /configure ... && make && make install; }` と入力すれば実現できます。

Binutils をコンパイルするための準備をします。：

```
../configure --prefix=$LFS/tools \
            --with-sysroot=$LFS \
            --target=$LFS_TGT \
            --disable-nls \
            --enable-gprofng=no \
            --disable-werror \
            --enable-new-dtags \
            --enable-default-hash-style=gnu
```

`configure` オプションの意味



#### 注記

他のパッケージとは違って、以下に示すオプションは `./configure --help` の実行によってすべて表示されるわけではありません。 たとえば `--with-sysroot` オプションを確認するには `ld/configure --help` を実行する必要があります。 一度にすべてのオプションを確認したい場合は `./configure --help=recursive` を実行します。

`--prefix=$LFS/tools`  
`configure` スクリプトに対して Binutils プログラムを `$LFS/tools` ディレクトリ以下にインストールすることを指示します。

`--with-sysroot=$LFS`  
クロスコンパイル時に、ターゲットとして必要となるシステムライブラリを `$LFS` より探し出すことを指示します。

`--target=$LFS_TGT`  
変数 `LFS_TGT` に設定しているマシン名は `config.guess` スクリプトが返すものとは微妙に異なります。 そこでこのオプションは、binutils のビルトにあたってクロスリンクをビルトするように `configure` スクリプトに指示するものです。

`--disable-nls`  
一時的なツール構築にあたっては i18n 国際化は行わないことを指示します。

**--enable-gprofng=no**

これは gprofng のビルドを無効にします。 gprofng は一時的ツールにおいては不要であるからです。

**--disable-werror**

ホストのコンパイラーが警告を発した場合に、ビルドが中断することがないようにします。

**--enable-new-dtags**

これは実行ファイルや共有ライブラリに埋め込むライブラリ検索パスとして「runpath」を用いることをリンカーに対して指示します。 従来の「rpath」タグは用いません。 こうすると、動的リンクされた実行ファイルのデバッグが容易になり、いくつかのパッケージにおけるテストスイートにおいて発生する潜在的な問題を解決できるものとなります。

**--enable-default-hash-style=gnu**

リンカーにおいては、共有ライブラリや動的リンク実行ファイルのハッシュテーブルに関して、GNU スタイルのものと旧来の ELF 形式のものの双方を生成することがデフォルトとなっています。 ハッシュテーブルは、動的リンカーがシンボル検索を実現するためのものです。 LFS における動的リンカー (Glibc パッケージから提供されるもの) は、GNU スタイルのハッシュを常に用いており、シンボル検索をより早くなるようにしています。 したがって旧来の ELF ハッシュテーブルは完全に無用です。 本指定はリンカーに対して、デフォルトでは GNU スタイルのハッシュテーブルしか生成しないように指示します。 こうすることで、パッケージビルトの際に、旧来の ELF ハッシュテーブルを生成する不要な時間、およびそれを収容するディスクスペースを軽減できます。

パッケージをコンパイルします。

**make**

パッケージをインストールします。

**make install**

本パッケージの詳細は 「Binutils の構成」 を参照してください。

## 5.3. GCC-15.2.0 - 1回め

GCC パッケージは C コンパイラーや C++ コンパイラーなどの GNU コンパイラーコレクションを提供します。

概算ビルト時間:	3.8 SBU
必要ディスク容量:	5.4 GB

### 5.3.1. クロスコンパイル版 GCC のインストール

GCC は GMP、MPFR、MPC の各パッケージを必要とします。これらのパッケージはホストシステムに含まれていないかもしれないため、以下を実行してビルトの準備をします。個々のパッケージを GCC ソースディレクトリの中に伸張（解凍）し、ディレクトリ名を変更します。これは GCC のビルト処理においてそれらを自動的に利用できるようにするためです。



#### 注記

本節においては誤解が多く発生しています。ここで手順は他のものと同様であり、手順の概要（パッケージビルト手順）は説明済です。まず初めに gcc-15.2.0 の tarball を伸張（解凍）し、生成されたソースディレクトリに移動します。それに加えて本節では、以下の手順を行うものとなります。

```
tar -xf ../mpfr-4.2.2.tar.xz
mv -v mpfr-4.2.2 mpfr
tar -xf ../gmp-6.3.0.tar.xz
mv -v gmp-6.3.0 gmp
tar -xf ../mpc-1.3.1.tar.gz
mv -v mpc-1.3.1 mpc
```

x86\_64 ホストにおいて、64 ビットライブラリに対するデフォルトのディレクトリ名は「lib」です。

```
case $(uname -m) in
  x86_64)
    sed -e '/m64=/s/lib64/lib/' \
      -i.orig gcc/config/i386/t-linux64
  ;;
esac
```



#### 注記

上の処理例においては *-i.orig* スイッチを利用しています。これは sed が t-linux64 ファイルのコピーを t-linux64.orig として残すものです。その上で元の t-linux64 ファイルの内容を編集します。したがってこの処理の後に diff -u gcc/config/i386/t-linux64{.orig,} を実行すれば、その編集結果を確認することができます。本書のこれ以降のパッケージの処理においては、単に *-i* を用いていくことにします。（元のファイルを直接編集し、そのファイルのコピーは取らないものとします。）もし元のファイルのコピーを取っておく必要があれば *-i.orig* に置き換えてください。

GCC のドキュメントでは、専用のビルトディレクトリを作成することが推奨されています。

```
mkdir -v build
cd      build
```

GCC をコンパイルするための準備をします。

```
../configure \
--target=$LFS_TGT \
--prefix=$LFS/tools \
--with-glibc-version=2.43 \
--with-sysroot=$LFS \
--with-newlib \
--without-headers \
--enable-default-pie \
--enable-default-ssp \
--disable-nls \
--disable-shared \
--disable-multilib \
--disable-threads \
--disable-libatomic \
--disable-libgomp \
--disable-libquadmath \
--disable-libssp \
--disable-libvtv \
--disable-libstdcxx \
--enable-languages=c,c++
```

configure オプションの意味

**--with-glibc-version=2.43**

このオプションは、ターゲットにおいて用いられることになる Glibc のバージョンを指定します。これはホストディストリビューションにある libc のバージョンとは関係がありません。1回めの GCC によってコンパイルされるものは、すべて chroot 環境内で実行されるものであって、ホストにある libc とは切り離されているためです。

**--with-newlib**

この時点では利用可能な C ライブラリがまだ存在しません。したがって libgcc のビルト時に inhibit\_libc 定数を定義します。これを行うことで、libc サポートを必要とするコード部分をコンパイルしないようにします。

**--without-headers**

完璧なクロスコンパイラーを構築するなら、GCC はターゲットシステムに互換性を持つ標準ヘッダーを必要とします。本手順においては標準ヘッダーは必要ありません。このスイッチは GCC がそういったヘッダーを探しにいかないようにします。

**--enable-default-pie と --enable-default-ssp**

このスイッチは GCC がプログラムをコンパイルする際にデフォルトとして、堅牢なセキュリティ機能（詳しくは PIE と SSP に関するメモ 参照）をある程度含める指示を行います。厳密には、この段階で必要となるものではありません。と言うのも、ここでのコンパイラーは一時的な実行ファイルを生み出すだけのものだからです。ただし一時的なパッケージだとしても、最終形とするパッケージにできるだけ近づけておけば、理解しやすくなります。

**--disable-shared**

このスイッチは内部ライブラリをスタティックライブラリとしてリンクすることを指示します。共有ライブラリが Glibc を必要としており、処理しているシステム上にはまだインストールされていないためです。

**--disable-multilib**

x86\_64 に対して LFS は multilib のサポートをしていません。このオプション指定は x86 には無関係です。

**--disable-threads, --disable-libatomic, --disable-libgomp, --disable-libquadmath, --disable-libssp, --disable-libvtv, --disable-libstdcxx**

これらのオプションは順に、スレッド処理、libatomic, libgomp, libquadmath, libssp, libvtv, C++ 標準ライブラリのサポートをいずれも無効にすることを指示します。これらの機能を含めていると、クロスコンパイラーをビルトする際にはコンパイルに失敗するかもしれません。またクロスコンパイルによって一時的な libc ライブラリを構築する際には不要なものです。

**--enable-languages=c,c++**

このオプションは C コンパイラーおよび C++ コンパイラーのみビルトすることを指示します。この時点で必要なのはこの言語だけだからです。

GCC をコンパイルします。

**make**

パッケージをインストールします。

### **make install**

ここでの GCC ビルドにおいては、内部にあるシステムヘッダーファイルをいくつかインストールしました。 そのうちの limits.h というものは、対応するシステムヘッダーファイルである limits.h を読み込むものになっています。

そのファイルはここでは \$LFS/usr/include/limits.h になります。 ただし GCC をビルドしたこの時点において \$LFS/usr/include/limits.h は存在していません。 したがってインストールされたばかりの内部ヘッダーファイルは、部分的に自己完結したファイルとなり、システムヘッダーファイルによる拡張された機能を含むものになってしまいます。 Glibc をビルドする際にはこれでもかまわないのですが、後々内部ヘッダーファイルは完全なものが必要になります。 以下のようなコマンドを通じて、その内部ヘッダーファイルの完成版を作り出します。 このコマンドは GCC ビルドが通常行っている方法と同じものです。



### 注記

以下に示すコマンドは、2つの手法、つまりバッククオートと \$( ) 構文を使って、ネスト化したコマンド置換を行う例を示しています。 これは、両方の置換において一つの手法のみを使って書き換えることもできます。 ただしここでは、両者を混在させても実現できることを示すものです。 一般的には \$( ) 構文による手法がよく用いられます。

```
cd ..
cat gcc/limitx.h gcc/glimits.h gcc/limity.h > \
`dirname $($LFS_TGT-gcc -print-libgcc-file-name)`/include/limits.h
```

本パッケージの詳細は 「GCC の構成」 を参照してください。

## 5.4. Linux-6.18.10 API ヘッダー

Linux API ヘッダー (linux-6.18.10.tar.xz 内) は glibc が利用するカーネル API を提供します。

概算ビルド時間:	0.1 SBU 以下
必要ディスク容量:	1.7 GB

### 5.4.1. Linux API ヘッダー のインストール

Linux カーネルはアプリケーションプログラミングインターフェース (Application Programming Interface) を、システムの C ライブラリ (LFS の場合 Glibc) に対して提供する必要があります。これを行うには Linux カーネルのソースに含まれる、さまざまな C ヘッダーファイルを「健全化 (sanitizing)」して利用します。

本パッケージ内にある不適切なファイルを残さないように、以下を処理します。

```
make mrproper
```

そしてユーザーが利用するカーネルヘッダーファイルをソースから抽出します。推奨されている make ターゲット「headers\_install」は利用できません。なぜなら rsync が必要となり、この時点では利用できないからです。ヘッダーファイルは初めに ./usr にコピーし、その後に必要な場所にコピーされます。

```
make headers
find usr/include -type f ! -name '*.h' -delete
cp -rv usr/include $LFS/usr
```

### 5.4.2. Linux API ヘッダー の構成

インストールヘッダー:	/usr/include/asm/*.h, /usr/include/asm-generic/*.h, /usr/include/drm/*.h, /usr/include/linux/*.h, /usr/include/misc/*.h, /usr/include/mtd/*.h, /usr/include/rdma/*.h, /usr/include/scsi/*.h, /usr/include/sound/*.h, /usr/include/video/*.h, /usr/include/xen/*.h
インストールディレクトリ:	/usr/include/asm, /usr/include/asm-generic, /usr/include/drm, /usr/include/linux, /usr/include/misc, /usr/include/mtd, /usr/include/rdma, /usr/include/scsi, /usr/include/sound, /usr/include/video, /usr/include/xen

#### 概略説明

/usr/include/asm/*.h	Linux API ASM ヘッダーファイル
/usr/include/asm-generic/*.h	Linux API ASM の汎用的なヘッダーファイル
/usr/include/drm/*.h	Linux API DRM ヘッダーファイル
/usr/include/linux/*.h	Linux API Linux ヘッダーファイル
/usr/include/misc/*.h	Linux API のさまざまなヘッダーファイル
/usr/include/mtd/*.h	Linux API MTD ヘッダーファイル
/usr/include/rdma/*.h	Linux API RDMA ヘッダーファイル
/usr/include/scsi/*.h	Linux API SCSI ヘッダーファイル
/usr/include/sound/*.h	Linux API Sound ヘッダーファイル
/usr/include/video/*.h	Linux API Video ヘッダーファイル
/usr/include/xen/*.h	Linux API Xen ヘッダーファイル

## 5.5. Glibc-2.43

Glibc パッケージは主要な C ライブラリを提供します。このライブラリは基本的な処理ルーチンを含むもので、メモリ割り当て、ディレクトリ走査、ファイルのオープン、クローズや入出力、文字列操作、パターンマッチング、算術処理、等々があります。

概算ビルド時間: 1.4 SBU  
必要ディスク容量: 890 MB

### 5.5.1. Glibc のインストール

はじめに LSB コンプライアンスに合うように、シンボリックリンクを生成します。さらに x86\_64 向けとして、互換のシンボリックリンクを生成して、ダイナミックライブラリローダーが適切に動作するようにします。

```
case $(uname -m) in
    i?86)   ln -sfv ld-linux.so.2 $LFS/lib/ld-lsb.so.3
    ;;
    x86_64) ln -sfv ../lib/ld-linux-x86-64.so.2 $LFS/lib64
              ln -sfv ../lib/ld-linux-x86-64.so.2 $LFS/lib64/ld-lsb-x86-64.so.3
    ;;
esac
```

#### 注記

上記のコマンドに間違いはありません。ln コマンドにはいくつか文法の異なるバージョンがあります。間違いと思われる場合には info coreutils ln や ln(1) をよく確認してください。

Glibc のプログラムの中で、FHS コンプライアンスに適合しない /var/db ディレクトリを用いているものがあり、そこに実行時データを保存しています。以下のパッチを適用することで、実行時データの保存ディレクトリを FHS に合致するものとします。

```
patch -Np1 -i ../glibc-fhs-1.patch
```

Glibc のドキュメントでは、専用のビルドディレクトリを作成することが推奨されています。

```
mkdir -v build
cd      build
```

ldconfig と sln ユーティリティーを /usr/sbin にインストールするようにします。

```
echo "rootsbindir=/usr/sbin" > configparms
```

次に Glibc をコンパイルするための準備をします。

```
../configure \
  --prefix=/usr \
  --host=$LFS_TGT \
  --build=$(./scripts/config.guess) \
  --disable-nscd \
  libc_cv_slibdir=/usr/lib \
  --enable-kernel=5.4
```

configure オプションの意味

--host=\$LFS\_TGT, --build=\$(./scripts/config.guess)

このようなオプションを組み合わせることで /tools ディレクトリにあるクロスコンパイラー、クロスリンカーを使って Glibc がクロスコンパイルされるようになります。

--enable-kernel=5.4

Linux カーネル 5.4 以上のサポートを行うよう指示します。これ以前のカーネルは利用することができません。

libc\_cv\_slibdir=/usr/lib

この指定は 64 ビットマシンにおいて、ライブラリのインストール先をデフォルトの /lib64 ではなく /usr/lib とします。

--disable-nscd

nscd (name service cache daemon) は使われることがないのでビルドしないようにします。

ビルド中には以下のようなメッセージが出力されるかもしれません。

```
configure: WARNING:
*** These auxiliary programs are missing or
*** incompatible versions: msgfmt
*** some features will be disabled.
*** Check the INSTALL file for required versions.
```

msgfmt プログラムがない場合 (missing) や互換性がない場合 (incompatible) でも特に問題はありません。 msgfmt プログラムは Gettext パッケージが提供するもので、ホストシステムに含まれているかもしれません。



## 注記

本パッケージは「並行ビルド」を行うとビルドに失敗するとの報告例があります。もしビルドに失敗した場合は make コマンドに -j1 オプションをつけて再ビルドしてください。

パッケージをコンパイルします。

**make**

パッケージをインストールします。

## 警告

LFS が適切に設定されていない状態で、推奨する方法とは異なり root によってビルドを行うと、次のコマンドはビルドした Glibc をホストシステムにインストールしてしまいます。これを行ってしまうと、ほぼ間違いないホストが利用不能になります。したがってその環境変数が適切に設定されていること、root ユーザーではないことを確認してから、以下のコマンドを実行してください。

**make DESTDIR=\$LFS install**

make install オプションの意味

**DESTDIR=\$LFS**

make 変数 DESTDIR はほとんどすべてのパッケージにおいて、そのパッケージをインストールするディレクトリを定義するために利用されています。これが設定されていない場合のデフォルトは、ルートディレクトリ (/) となります。ここではパッケージのインストール先を \$LFS とします。これは「Chroot 環境への移行」に入ってからはルートディレクトリとなります。

ldd スクリプト内にある実行可能なローダーへのパスがハードコーディングされているので、これを修正します。

**sed '/RTLDLIST=/s@/usr@@g' -i \$LFS/usr/bin/ldd**

ここにクロスツールチェーンが用意できましたので、コンパイルとリンクが思うとおりに作動する確認をとることが必要になります。以下の健全性チェックを実行してこれを確認します。

```
echo 'int main(){}' | $LFS_TGT-gcc -x c - -v -Wl,--verbose &> dummy.log
readelf -l a.out | grep ': /lib'
```

エラーは出力しないはずであり、最後のコマンドからの出力は（ダイナミックリンクカーネル名がプラットフォームごとに異なることを除けば）以下のようになるはずです。

[Requesting program interpreter: /lib64/ld-linux-x86-64.so.2]

このパスには /mnt/lfs (あるいは LFS に指定しているパス) は含まれていないはずです。こうなるのも、そもそもパスが解釈されるのは、コンパイルしたプログラムが実行される際です。そしてここでは chroot 環境に入っているため、カーネルが \$LFS をルートディレクトリ (/) であると解釈しているからこそ、そのようになります。

ファイルが正しくできていることを確認します。

**grep -E -o "\$LFS/lib.\*?crt[lin].\*succeeded" dummy.log**

最後のコマンドの出力は以下のようになるはずです。

```
/mnt/lfs/lib/..../lib/Scrt1.o succeeded
/mnt/lfs/lib/..../lib/crti.o succeeded
/mnt/lfs/lib/..../lib/crtn.o succeeded
```

コンパイラーが正しいヘッダーファイルを読み取っているかどうかを検査します。

```
grep -B3 "^\$LFS/usr/include" dummy.log
```

上のコマンドは以下の出力を返します。

```
#include <...> search starts here:  
/mnt/lfs/tools/lib/gcc/x86_64-lfs-linux-gnu/15.2.0/include  
/mnt/lfs/tools/lib/gcc/x86_64-lfs-linux-gnu/15.2.0/include-fixed  
/mnt/lfs/usr/include
```

もう一度触れておきますが、プラットフォームの三つの組 (target triplet) の次にくるディレクトリ名は CPU アーキテクチャーにより異なる点に注意してください。

次に、新たなリンカーが正しいパスを検索して用いられているかどうかを検査します。

```
grep 'SEARCH.*/usr/lib' dummy.log | sed 's|;|\\n|g'
```

'-linux-gnu' を含んだパスは無視すれば、最後のコマンドの出力は以下となるはずです。

```
SEARCH_DIR ("=/mnt/lfs/tools/x86_64-lfs-linux-gnu/lib64")  
SEARCH_DIR ("=/usr/local/lib64")  
SEARCH_DIR ("=/lib64")  
SEARCH_DIR ("=/usr/lib64")  
SEARCH_DIR ("=/mnt/lfs/tools/x86_64-lfs-linux-gnu/lib")  
SEARCH_DIR ("=/usr/local/lib")  
SEARCH_DIR ("=/lib")  
SEARCH_DIR ("=/usr/lib");
```

32ビットシステムではディレクトリが多少異なります。ただしここで重要なことは、パス名の先頭がすべて等号記号 (=) で始まっている点です。これはリンカーに対して設定した sysroot ディレクトリに置き換わります。

次に libc が正しく用いられていることを確認します。

```
grep "/lib.*/libc.so.6" dummy.log
```

最後のコマンドの出力は以下のようになるはずです。

```
attempt to open /mnt/lfs/usr/lib/libc.so.6 succeeded
```

GCC が正しくダイナミックリンカーを用いているかを確認します。

```
grep found dummy.log
```

上のコマンドの出力は以下のようになるはずです。（ダイナミックリンカーの名前はプラットフォームによって違っているかもしれません。）

```
found ld-linux-x86-64.so.2 at /mnt/lfs/usr/lib/ld-linux-x86-64.so.2
```

出力結果が上と異なっていたり、出力が全く得られなかつたりした場合は、何かが根本的に間違っているということです。どこに問題があるのか調査、再試行を行って解消してください。問題を残したままこの先には進まないでください。

すべてが正しく動作したら、テストに用いたファイルを削除します。

```
rm -v a.out dummy.log
```

## 注記

次節にてビルドするパッケージでは、ツールチェーンが正しく構築できたかどうかを再度チェックすることになります。特に Binutils 2 回めや GCC 2 回めのビルドに失敗したら、それ以前にインストールしてきた Binutils, GCC, Glibc のいずれかにてビルドがうまくできていないことを意味します。

本パッケージの詳細は 「Glibc の構成」 を参照してください。

## 5.6. GCC-15.2.0 から取り出した libstdc++

Libstdc++ は標準 C++ ライブラリです。 (GCC の一部が C++ によって書かれているため) C++ をコンパイルするため必要となります。ただし gcc 1 回めをビルドするにあたっては、このライブラリのインストールを個別に行わなければなりません。それは Libstdc++ が Glibc に依存していて、対象ディレクトリ内ではまだ Glibc が利用できない状態にあるからです。

概算ビルト時間: 0.2 SBU  
必要ディスク容量: 1.3 GB

### 5.6.1. Libstdc++ のインストール



#### 注記

libstdc++ のソースは GCC に含まれます。したがってまずは GCC の tarball を伸張（解凍）した上で gcc-15.2.0 ディレクトリに入つて作業を進めます。

Libstdc++ のためのディレクトリを新たに生成して移動します。

```
mkdir -v build
cd      build
```

Libstdc++ をコンパイルするための準備をします。

```
../libstdc++-v3/configure \
--host=$LFS_TGT \
--build=$(./config.guess) \
--prefix=/usr \
--disable-multilib \
--disable-nls \
--disable-libstdcxx-pch \
--with-gxx-include-dir=/tools/$LFS_TGT/include/c++/15.2.0
```

configure オプションの意味

--host=...

利用するクロスコンパイラーを指示するものであり、/usr/bin にあるものではなく、まさに先ほど作り出したものを指定するものです。

--disable-libstdcxx-pch

本スイッチは、既にコンパイルされたインクルードファイルをインストールしないようにします。これはこの時点では必要ないためです。

--with-gxx-include-dir=/tools/\$LFS\_TGT/include/c++/15.2.0

インクルードファイルをインストールするディレクトリを指定します。Libstdc++ は LFS における標準 C++ ライブラリであるため、そのディレクトリは C++ コンパイラー (\$LFS\_TGT-g++) が標準 C++ インクルードファイルを探し出すディレクトリでなければなりません。通常のビルドにおいてそのディレクトリ情報は、最上位ディレクトリの configure のオプションにて指定します。ここでの作業では、上のようにして明示的に指定します。C++ コンパイラーは sysroot パスに \$LFS (GCC 1 回めのビルド時に指定) をインクルードファイルの検索パスに加えます。したがって実際には \$LFS/tools/\$LFS\_TGT/include/c++/15.2.0 となります。DESTDIR 変数 (以下の make install にて指定) とこのスイッチを組み合わせることで、ヘッダーファイルをそのディレクトリにインストールするようにします。

Libstdc++ をコンパイルします。

```
make
```

ライブラリをインストールします。

```
make DESTDIR=$LFS install
```

クロスコンパイルにとって libtool アーカイブファイルが邪魔になるため削除します。

```
rm -v $LFS/usr/lib/lib{stdc++,exp,fs,supc++}.la
```

本パッケージの詳細は「GCC の構成」を参照してください。

# 第6章 クロスコンパイルによる一時的ツール

## 6.1. はじめに

本章では、つい先ほど作り出したクロスツールチェーンを利用して、基本ユーティリティーをクロスコンパイルする方法を示します。このユーティリティーは最終的な場所にインストールされますが、まだ利用することはできません。基本的な処理タスクは、まだホストのツールに依存します。ただしインストールされたライブラリは、リンクの際に利用されます。

ユーティリティーの利用は次の章において、「chroot」環境に入つてから可能になります。ただしそこに至る前の章の中で、パッケージをすべて作り出しておく必要があります。したがってホストシステムからは、まだ独立している状態ではありません。

ここでもう一度確認しておきますが、`root` ユーザーとしてビルドを行う際にも `LFS` の適切な設定が必要です。それができていないと、コンピューターが利用できなくなる可能性があります。本章は全体にわたって、`lfs` ユーザーにより操作します。環境は「環境設定」に示したものとなっている必要があります。

## 6.2. M4-1.4.21

M4 パッケージはマクロプロセッサーを提供します。

概算ビルド時間: 0.1 SBU  
必要ディスク容量: 39 MB

### 6.2.1. M4 のインストール

M4 をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
--host=$LFS_TGT \
--build=$(build-aux/config.guess)
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

パッケージをインストールします。

```
make DESTDIR=$LFS install
```

本パッケージの詳細は 「M4 の構成」 を参照してください。

## 6.3. Ncurses-6.6

Ncurses パッケージは、端末に依存しない、文字ベースのスクリーン制御を行うライブラリを提供します。

概算ビルト時間:	0.4 SBU
必要ディスク容量:	54 MB

### 6.3.1. Ncurses のインストール

以下のコマンドを実行して、ビルトホスト上に tic プログラムをビルトします。 インストール先は \$LFS/tools とします。 これは必要なときに PATH を通じて利用することができます。

```
mkdir build
pushd build
./configure --prefix=$LFS/tools AWK=gawk
make -C include
make -C progs tic
install progs/tic $LFS/tools/bin
popd
```

Ncurses をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
           --host=$LFS_TGT \
           --build=$(./config.guess) \
           --mandir=/usr/share/man \
           --with-manpage-format=normal \
           --with-shared \
           --without-normal \
           --with-cxx-shared \
           --without-debug \
           --without-ada \
           --disable-stripping \
           AWK=gawk
```

configure オプションの意味

--with-manpage-format=normal

本パラメーターは Ncurses が圧縮された man ページをインストールしないようにします。 ホストディストリビューションそのものが圧縮 man ページを利用していると、同じようになってしまふからです。

--with-shared

これは Ncurses において共有 C ライブラリをビルトしインストールします。

--without-normal

これは Ncurses においてスタティックな C ライブラリのビルトおよびインストールを行わないようにします。

--without-debug

これは Ncurses においてデバッグライブラリのビルトおよびインストールを行わないようにします。

--with-cxx-shared

これは Ncurses において共有 C++ バインディングをビルトしインストールします。 同時にスタティックな C++ バインディングのビルトおよびインストールは行わないようにします。

--without-ada

このオプションは Ncurses に対して Ada コンパイラーのサポート機能をビルトしないよう指示します。 この機能はホストシステムでは提供されているかもしれません、chroot 環境に入ってしまうと利用できなくなります。

--disable-stripping

本スイッチは、ホスト上の strip を、ビルトシステムが利用しないようにします。 クロスコンパイルされたプログラムに対して、ホスト上のツールを使うと、ビルト失敗の原因になります。

AWK=gawk

本スイッチはホスト上の mawk を使ったビルトが行われないようにするものです。 mawk のバージョンによっては、本パッケージのビルトに失敗するものがあるためです。

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

パッケージをインストールします。

```
make DESTDIR=$LFS install
ln -sv libncursesw.so $LFS/usr/lib/libncurses.so
sed -e 's/^#if.*XOPEN.*$/#if 1/' \
-i $LFS/usr/include/curses.h
```

### install オプションの意味

ln -sv libncursesw.so \$LFS/usr/lib/libncurses.so

これから作り出すパッケージの中で、わずかですが libncurses.so を必要としているものがあります。このシンボリックリンクは libncursesw.so に代わるものとして生成します。

sed -e 's/^#if.\*XOPEN.\*\$/#if 1/' ...

ヘッダーファイル curses.h では Ncurses データ構造に関するさまざまな定義が行われています。プリプロセッサーマクロ定義を変えることによって、データ構造定義を二つの異なるセットとして定義しているものがあります。つまり 8 ビット定義は libncurses.so と互換性があり、ワイドキャラクター定義は libncursesw.so と互換性があります。これまで libncurses.so の代わりとして libncursesw.so を利用してきていることから、ヘッダーファイルを修正して、libncursesw.so と互換性を持つワイドキャラクターデータ構造を常に用いるものとします。

本パッケージの詳細は 「Ncurses の構成」 を参照してください。

## 6.4. Bash-5.3

Bash は Bourne-Again Shell を提供します。

概算ビルド時間:	0.2 SBU
必要ディスク容量:	72 MB

### 6.4.1. Bash のインストール

Bash をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
           --build=$(sh support/config.guess) \
           --host=$LFS_TGT \
           --without-bash-malloc
```

configure オプションの意味

`--without-bash-malloc`

このオプションは Bash のメモリ割り当て関数 (malloc) を利用しないことを指示します。この関数はセグメントーションフォールトが発生する可能性があるものとして知られています。このオプションをオフにすることで、Bash は Glibc が提供する malloc 関数を用いるものとなり、そちらの方が安定しています。

パッケージをコンパイルします。

**make**

パッケージをインストールします。

**make DESTDIR=\$LFS install**

他のプログラム類がシェルとして sh を用いるものがあるためリンクを作ります。

**ln -sv bash \$LFS/bin/sh**

本パッケージの詳細は 「Bash の構成」 を参照してください。

## 6.5. Coreutils-9.10

Coreutils パッケージは、あらゆるオペレーティングシステムが必要とする基本的なユーティリティプログラムを提供します。

概算ビルト時間: 0.3 SBU  
必要ディスク容量: 185 MB

### 6.5.1. Coreutils のインストール

Coreutils をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
           --host=$LFS_TGT \
           --build=$(build-aux/config.guess) \
           --enable-install-program=hostname \
           --enable-no-install-program=kill,uptime
```

configure オプションの意味

--enable-install-program=hostname

このオプションは hostname プログラムを生成しインストールすることを指示します。 このプログラムはデフォルトでは生成されません。 そしてこれは Perl のテストスイートを実行するのに必要となります。

パッケージをコンパイルします。

**make**

パッケージをインストールします。

**make DESTDIR=\$LFS install**

プログラムを、最終的に期待されるディレクトリに移動させます。 この一時的環境にとつては必要なことではありませんが、これを実施するのは、実行モジュールの場所をハードコーディングしているプログラムがあるからです。

```
mv -v $LFS/usr/bin/chroot          $LFS/usr/sbin
mkdir -pv $LFS/usr/share/man/man8
mv -v $LFS/usr/share/man/man1/chroot.1 $LFS/usr/share/man/man8/chroot.8
sed -i 's/"1"/"8"/'                 $LFS/usr/share/man/man8/chroot.8
```

本パッケージの詳細は 「Coreutils の構成」 を参照してください。

## 6.6. Diffutils-3.12

Diffutils パッケージはファイルやディレクトリの差分を表示するプログラムを提供します。

概算ビルド時間:	0.1 SBU
必要ディスク容量:	35 MB

### 6.6.1. Diffutils のインストール

Diffutils をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
--host=$LFS_TGT \
gl_cv_func_strcasecmp_works=y \
--build=$(./build-aux/config.guess)
```

configure オプションの意味

*gl\_cv\_func\_strcasecmp\_works=y*

本オプションは strcasecmp のチェック結果を示します。 そのチェックでは C プログラムをコンパイルして実行することが必要になりますが、クロスコンパイル環境ではこれを行うことができません。 それは一般に、クロスコンパイルしたプログラムをホストディストロで実行することはできないからです。 普通であれば configure スクリプトにおけるそのようなチェックにあたっては、代替となる値を用いるものです。 ただしこのチェックに対する代替値はなく configure はエラーとなります。 アップストリームはすでにこの問題を修正していますが、その修正を適用するには autoconf の実行が必要です。 これはひょっとするとホストディストロにはないかもしれません。 そこでここではそのチェック結果 (Glibc-2.43 の strcasecmp は正しく動作が分かっているので、そのチェック結果 y) を用いることにします。 そうすれば configure がその値を利用しチェックをスキップするようになります。

パッケージをコンパイルします。

**make**

パッケージをインストールします。

**make DESTDIR=\$LFS install**

本パッケージの詳細は 「Diffutils の構成」 を参照してください。

## 6.7. File-5.46

File パッケージは指定されたファイルの種類を決定するユーティリティを提供します。

概算ビルド時間:	0.1 SBU
必要ディスク容量:	43 MB

### 6.7.1. File のインストール

ホストシステム上の file コマンドは、これから生成する同コマンドと同一バージョンでなければなりません。 これはシグニチャーファイル生成のために必要となります。 そこで以下のコマンドを実行して、file コマンドの一時的なコピーを生成します。

```
mkdir build
pushd build
./configure --disable-bzlib \
            --disable-libseccomp \
            --disable-xzlib \
            --disable-zlib
make
popd
```

configure オプションの意味

--disable-\*

configure スクリプトは、ホスト上に特定のライブラリが存在するときに、それを利用しようとします。 ライブラリが存在していて、かつそれに対応するヘッダーファイルが存在していないときに、コンパイルに失敗することがあります。 このオプションは、そういったホストの機能は不要なので利用しないようにします。

File をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr --host=$LFS_TGT --build=$(./config.guess)
```

パッケージをコンパイルします。

```
make FILE_COMPILE=$(pwd)/build/src/file
```

パッケージをインストールします。

```
make DESTDIR=$LFS install
```

クロスコンパイルにとって libtool アーカイブファイルが邪魔になるため削除します。

```
rm -v $LFS/usr/lib/libmagic.la
```

本パッケージの詳細は 「File の構成」 を参照してください。

6.8. Findutils-4.10.0

Findutils パッケージはファイル検索を行うプログラムを提供します。このプログラムはディレクトリツリーを検索したり、データベースの生成、保守、検索を行います。（データベースによる検索は再帰的検索に比べて処理速度は速いものですが、データベースが最新のものに更新されていない場合は信頼できない結果となります。）Findutils では xargs プログラムも提供します。このプログラムは、検索された複数ファイルの個々に対して、指定されたコマンドを実行するために用いられます。

概算ビルト時間: 0.2 SBU  
必要ディスク容量: 48 MB

### 6.8.1. Findutils のインストール

Findutils をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
            --localstatedir=/var/lib/locate \
            --host=$LFS_TGT \
            --build=$(build-aux/config.guess)
```

パッケージをコンパイルします。

make

パッケージをインストールします。

```
make DESTDIR=$LFS install
```

本パッケージの詳細は「Findutils の構成」を参照してください。

## 6.9. Gawk-5.3.2

Gawk パッケージはテキストファイルを操作するプログラムを提供します。

概算ビルド時間: 0.1 SBU  
必要ディスク容量: 49 MB

### 6.9.1. Gawk のインストール

はじめに、必要なないファイルはインストールしないようにします。

```
sed -i 's/extras//' Makefile.in
```

Gawk をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
--host=$LFS_TGT \
--build=$(build-aux/config.guess)
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

パッケージをインストールします。

```
make DESTDIR=$LFS install
```

本パッケージの詳細は 「Gawk の構成」 を参照してください。

## 6.10. Grep-3.12

Grep パッケージはファイル内の検索を行うプログラムを提供します。

概算ビルド時間: 0.1 SBU  
必要ディスク容量: 32 MB

### 6.10.1. Grep のインストール

Grep をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
--host=$LFS_TGT \
--build=$(./build-aux/config.guess)
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

パッケージをインストールします。

```
make DESTDIR=$LFS install
```

本パッケージの詳細は 「Grep の構成」 を参照してください。

## 6.11. Gzip-1.14

Gzip パッケージはファイルの圧縮、伸長（解凍）を行うプログラムを提供します。

概算ビルド時間: 0.1 SBU  
必要ディスク容量: 12 MB

### 6.11.1. Gzip のインストール

Gzip をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr --host=$LFS_TGT
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

パッケージをインストールします。

```
make DESTDIR=$LFS install
```

本パッケージの詳細は 「Gzip の構成」 を参照してください。

## 6.12. Make-4.4.1

Make パッケージは、対象となるパッケージのソースファイルを用いて、実行モジュールやそれ以外のファイルの生成、管理を行うプログラムを提供します。

概算ビルド時間: 0.1 SBU 以下  
必要ディスク容量: 15 MB

### 6.12.1. Make のインストール

Make をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
--host=$LFS_TGT \
--build=$(build-aux/config.guess)
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

パッケージをインストールします。

```
make DESTDIR=$LFS install
```

本パッケージの詳細は 「Make の構成」 を参照してください。

## 6.13. Patch-2.8

Patch パッケージは「パッチ」ファイルを適用することにより、ファイルの修正、生成を行うプログラムを提供します。「パッチ」ファイルは diff プログラムにより生成されます。

概算ビルド時間: 0.1 SBU  
必要ディスク容量: 14 MB

### 6.13.1. Patch のインストール

Patch をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
--host=$LFS_TGT \
--build=$(build-aux/config.guess)
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

パッケージをインストールします。

```
make DESTDIR=$LFS install
```

本パッケージの詳細は 「Patch の構成」 を参照してください。

## 6.14. Sed-4.9

Sed パッケージはストリームエディターを提供します。

概算ビルド時間: 0.1 SBU  
必要ディスク容量: 21 MB

### 6.14.1. Sed のインストール

Sed をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
--host=$LFS_TGT \
--build=$(./build-aux/config.guess)
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

パッケージをインストールします。

```
make DESTDIR=$LFS install
```

本パッケージの詳細は 「Sed の構成」 を参照してください。

## 6.15. Tar-1.35

Tar パッケージは tar アーカイブの生成を行うとともに、アーカイブ操作に関する多くの処理を提供します。 Tar はすでに生成されているアーカイブからファイルを抽出したり、ファイルを追加したりします。 あるいはすでに保存されているファイルを更新したり一覧を表示したりします。

概算ビルド時間: 0.1 SBU  
必要ディスク容量: 42 MB

### 6.15.1. Tar のインストール

Tar をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
--host=$LFS_TGT \
--build=$(build-aux/config.guess)
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

パッケージをインストールします。

```
make DESTDIR=$LFS install
```

本パッケージの詳細は 「Tar の構成」 を参照してください。

## 6.16. Xz-5.8.2

Xz パッケージは、ファイルの圧縮、伸張（解凍）を行うプログラムを提供します。これは lzma フォーマットおよび新しい xz 圧縮フォーマットを取り扱います。xz コマンドによりテキストファイルを圧縮すると、従来の gzip コマンドや bzip2 コマンドに比べて、高い圧縮率を実現できます。

概算ビルド時間: 0.1 SBU  
必要ディスク容量: 24 MB

### 6.16.1. Xz のインストール

Xz をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
           --host=$LFS_TGT \
           --build=$(build-aux/config.guess) \
           --disable-static \
           --docdir=/usr/share/doc/xz-5.8.2
```

パッケージをコンパイルします。

**make**

パッケージをインストールします。

**make DESTDIR=\$LFS install**

クロスコンパイルにとって libtool アーカイブファイルが邪魔になるため削除します。

```
rm -v $LFS/usr/lib/liblzma.la
```

本パッケージの詳細は「Xz の構成」を参照してください。

## 6.17. Binutils-2.46.0 - 2回め

Binutils パッケージは、リンクやアセンブラーなどのようにオブジェクトファイルを取り扱うツール類を提供します。

概算ビルト時間: 0.4 SBU  
必要ディスク容量: 557 MB

### 6.17.1. Binutils のインストール

Binutils によるビルトシステムでは、内部的なスタティックライブラリにリンクさせる libtool は、内部にコピーしたバージョンを用いています。しかしこのパッケージが提供する内部コピーバージョンである libiberty と zlib は、その libtool を利用していません。このような不整合があるため、生成されるバイナリが誤ってホスト内のライブラリにリンクされてしまう場合があります。これを回避するために以下を実行します。

```
sed '6031s/$add_dir//' -i ltmain.sh
```

ビルトのためのディレクトリを再び生成します。

```
mkdir -v build
cd      build
```

Binutils をコンパイルするための準備をします。

```
../configure \
--prefix=/usr \
--build=$(../config.guess) \
--host=$LFS_TGT \
--disable-nls \
--enable-shared \
--enable-gprofng=no \
--disable-werror \
--enable-64-bit-bfd \
--enable-new-dtags \
--enable-default-hash-style=gnu
```

configure オプションの意味

--enable-shared  
libbfd を共有ライブラリとしてビルトします。

--enable-64-bit-bfd  
64 ビットサポートを有効にします（ホスト上にて、より小さなワードサイズとします）。64 ビットシステムにおいては不要ですが、不具合を引き起こすものではありません。

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

パッケージをインストールします。

```
make DESTDIR=$LFS install
```

クロスコンパイルにとって libtool アーカイブファイルが邪魔になるため削除し、不要なスタティックライブラリも削除します。

```
rm -v $LFS/usr/lib/lib{bfd,ctf,ctf-nobfd,opcodes,sframe}.{a,la}
```

本パッケージの詳細は「Binutils の構成」を参照してください。

## 6.18. GCC-15.2.0 - 2回め

GCC パッケージは C コンパイラーや C++ コンパイラーなどの GNU コンパイラーコレクションを提供します。

概算ビルト時間:	4.5 SBU
必要ディスク容量:	6.0 GB

### 6.18.1. GCC のインストール

GCC の 1 回めのビルトと同様に、ここでも GMP、MPFR、MPC の各パッケージを必要とします。 tarball を解凍して、所定のディレクトリに移動させます。

```
tar -xf ../mpfr-4.2.2.tar.xz
mv -v mpfr-4.2.2 mpfr
tar -xf ../gmp-6.3.0.tar.xz
mv -v gmp-6.3.0 gmp
tar -xf ../mpc-1.3.1.tar.gz
mv -v mpc-1.3.1 mpc
```

x86\_64 上でビルトしている場合は、64ビットライブラリのデフォルトディレクトリ名を「lib」にします。

```
case $(uname -m) in
  x86_64)
    sed -e '/m64=/s/lib64/lib/' \
          -i.orig gcc/config/i386/t-linux64
  ;;
esac
```

libgcc と libstdc++ のヘッダーのビルドルールを変更して、これらのライブラリに対して POSIX スレッドサポートを含めてビルトするようにします。

```
sed '/thread_header =/s/@.*@/gthr-posix.h/' \
      -i libgcc/Makefile.in libstdc++-v3/include/Makefile.in
```

専用のディレクトリを再度生成します。

```
mkdir -v build
cd      build
```

GCC のビルトに入る前に、デフォルトの最適化フラグを上書きするような環境変数の設定がないことを確認してください。

GCC をコンパイルするための準備をします。

```
../configure \
--build=$(..../config.guess) \
--host=$LFS_TGT \
--target=$LFS_TGT \
--prefix=/usr \
--with-build-sysroot=$LFS \
--enable-default-pie \
--enable-default-ssp \
--disable-nls \
--disable-multilib \
--disable-libatomic \
--disable-libgomp \
--disable-libquadmath \
--disable-libsanitizer \
--disable-libssp \
--disable-libvtv \
--enable-languages=c,c++ \
LDFLAGS_FOR_TARGET=-L$PWD/$LFS_TGT/libgcc
```

## configure オプションの意味

**--with-build-sysroot=\$LFS**

通常は **--host** を用いれば、GCC ビルドにクロスコンパイラが用いられ、参照すべきヘッダーやライブラリも \$LFS にあるものが用いられるように指示されます。しかし GCC 向けのビルドシステムは追加のツールを使っているので、上のような場所を認識できません。本スイッチは、そのツール類が必要とするファイルを、ホスト内からではなく、\$LFS から探し出すようにします。

**--target=\$LFS\_TGT**

GCC はクロスコンパイルによって作り出しているので、コンパイル済み GCC 実行ファイルからターゲットライブラリ (libgcc と libstdc++) をビルドして作り出すことができません。なぜならその実行ファイルはホスト上で動作させられないからです。GCC ビルドシステムはその回避策として、デフォルトではホスト上有る C および C++ コンパイラを利用しようとします。ただし GCC のバージョンが異なる場合に、GCC ターゲットライブラリをビルドすることはサポートされていません。したがってホスト上のコンパイラがビルドに失敗する可能性があります。本パラメーターは、確実に GCC 1 回めの実行ファイルを使ってライブラリビルドを行うようにします。

**LDFLAGS\_FOR\_TARGET=...**

libstdc++ が今回ビルドされたライブラリ libgcc を用いるようにします。それは gcc 1 回めにおいてビルドされた前回のバージョンではありません。前回のバージョンは C++ 例外処理を適切に処理できません。これは libc サポートを抜きにしてビルドされているためです。

**--disable-libsanitizer**

GCC のサニタイザーランタイムライブラリを無効にします。これはここでの一時的インストールにおいては不要です。gcc 1 回めにおいては、**--disable-libstdcxx** によって暗にそれを行っていましたが、ここではそれを明示的に行う必要があります。

パッケージをコンパイルします。

**make**

パッケージをインストールします。

**make DESTDIR=\$LFS install**

最後に、便利なシンボリックリンクを作成します。プログラムやスクリプトの中には gcc ではなく cc を用いるものがあります。シンボリックリンクを作ることで各種のプログラムを汎用的にすることができます、通常 GNU C コンパイラがインストールされていない多くの UNIX システムでも利用できるものになります。cc を利用することにすれば、システム管理者がどの C コンパイラをインストールすべきかを判断する必要がなくなります。

**ln -sv gcc \$LFS/usr/bin/cc**

本パッケージの詳細は 「GCC の構成」 を参照してください。

# 第7章 chroot への移行と一時的ツールの追加ビルド

## 7.1. はじめに

本章では、一時的システムに足りていない最後の部分をビルドしていきます。つまり、パッケージビルドに必要となる多くのツールをビルドします。こうして循環的な相互参照の関係が解決するので、これまで利用してきたホストオペレーティングシステムから完全に離れて（実行中のカーネルは除きますが）"chroot" 環境に入って、ビルドを行っていきます。

chroot 環境内では適切な操作とするため、実行されているカーネルとのやり取りを確実に行います。それはいわゆる仮想カーネルファイルシステムを通じて行うものです。chroot 環境に入る前には、あらかじめマウントされているはずです。マウントがされているかどうかを確認する場合は `findmnt` を実行します。

「Chroot 環境への移行」まで、コマンドの実行は LFS を設定した上で、root ユーザーにより行う必要があります。chroot 環境に入っても、コマンドはすべて root 実行ですが、もう安心です。LFS を構築しているコンピューター上の OS にはもうアクセスしないからです。かと言つてコマンド実行を誤れば、簡単に LFS システムを壊してしまうことになりますから、十分に注意してください。

## 7.2. 所有者の変更



### 注記

本書のこれ以降で実行するコマンドはすべて root ユーザーでログインして実行します。もう `lfs` ユーザーは不要です。root ユーザーの環境にて環境変数 `$LFS` がセットされていることを今一度確認してください。

`$LFS` ディレクトリ配下の所有者は今は `lfs` ユーザーであり、これはホストシステム上にのみ存在するユーザーです。この `$LFS` ディレクトリ配下をこのままにしておくということは、そこにあるファイル群が、存在しないユーザーによって所有される形を生み出すことになります。これは危険なことです。後にユーザー アカウントが生成され同一のユーザー ID を持つたとすると `$LFS` の全ファイルの所有者となるので、悪意のある操作に利用されてしまいます。

この問題を解消するために `$LFS/*` ディレクトリの所有者を root ユーザーにします。以下のコマンドによりこれを実現します。

```
chown --from lfs -R root:root $LFS/{usr,var,etc,tools}
case $(uname -m) in
  x86_64) chown --from lfs -R root:root $LFS/lib64 ;;
esac
```

## 7.3. 仮想カーネルファイルシステムの準備

ユーザー名前空間内において稼働するアプリケーションは、カーネルが生成するさまざまなファイルシステムを使って、カーネルとのやり取りを行います。これらのファイルシステムは仮想的なものであり、ディスクを消費するものではありません。ファイルシステムの内容はメモリ上に保持されます。こういったファイルシステムは `$LFS` ディレクトリツリー内にマウントされていなければならず、それが初めて初めて、アプリケーションが chroot 環境内にてそれを認識できるようになります。

この仮想ファイルシステムがマウントされるディレクトリを、以下のようにして生成します。

```
mkdir -pv $LFS/{dev,proc,sys,run}
```

### 7.3.1. /dev のマウントと有効化

LFS システムの通常のブートの際に、カーネルは `/dev` ディレクトリ上に `devtmpfs` ファイルシステムを自動的にマウントします。カーネルはブートプロセスを通じて、仮想ファイルシステム上にデバイスノードを生成します。またデバイスが初めて検出されるかアクセスされるかした際に生成します。udev デーモンは、カーネルが生成したデバイスノードの所有者やパーミッションを変更することができます。またディストリビューション管理者やシステム管理者の作業をやりやすくするために、新たなデバイスノードやシンボリックリンクを生成することもあります。（詳しくは「デバイスノードの生成」を参照してください。）ホストのカーネルが `devtmpfs` をサポートしている場合は、`devtmpfs` を `$LFS/dev` 上に簡単にマウントすることができ、デバイスの有効化をカーネルに委ねることができます。

しかしホストカーネルの中には、`devtmpfs` をサポートしていないものがあり、そういうたディストリビューションでは `/dev` の内容を別の手法によって実現しています。そこでホストに依存せずに `$LFS/dev` ディレクトリを有効にするには、ホストシステムの `/dev` ディレクトリをバインドマウントします。バインドマウントは特殊なマウント方法の一つであり、ディレクトリのサブツリーやファイルを、別の場所から見えるようにするものです。以下のコマンドにより実現します。

```
mount -v --bind /dev $LFS/dev
```

### 7.3.2. 仮想カーネルファイルシステムのマウント

残りの仮想カーネルファイルシステムを以下のようにしてマウントします。

```
mount -vt devpts devpts -o gid=5,mode=0620 $LFS/dev/pts
mount -vt proc proc $LFS/proc
mount -vt sysfs sysfs $LFS/sys
mount -vt tmpfs tmpfs $LFS/run
```

`devpts` に対するマウントオプションの意味

`gid=5`

このオプションは、`devpts` により生成されるデバイスノードを、グループIDが5となるようにするものです。このIDは、この後に `tty` グループにおいて利用します。ここではグループ名ではなくグループIDを用いるものとしています。この理由は、ホストシステムが `tty` グループに対して異なるIDを利用していることがあるためです。

`mode=0620`

このオプションは、`devpts` により生成されるデバイスノードのモードを 0620 にします。（所有ユーザーが読み書き可、グループが書き込み可）前のオプションとともにこのオプションを指定することによって、`devpts` が生成するデバイスノードが `grantpt()` の要求を満たすようにします。これはつまり、Glibc のヘルパーコマンド `pt_chown`（デフォルトではインストールされない）が必要ないことを意味します。

ホストシステムによっては `/dev/shm` が通常 `/run/shm` へのシンボリックリンクになっているものがあります。上の作業にて `/run/tmpfs` がマウントされました。これを行うのはこのディレクトリを適切なパーミッションにより生成する必要がある場合のみです。

別のホストシステムでは `/dev/shm` が `tmpfs` へのマウントポイントの場合があります。その場合 `/dev` のマウントは `/dev/shm` を `chroot` 環境内のディレクトリとして生成します。この状況においては `tmpfs` を明示的にマウントしなければなりません。

```
if [ -h $LFS/dev/shm ]; then
    install -v -d -m 1777 $LFS$(realpath /dev/shm)
else
    mount -vt tmpfs -o nosuid,nodev tmpfs $LFS/dev/shm
fi
```

### 7.4. Chroot 環境への移行

残るツール類をビルドするために必要なパッケージは、ここまでにすべてビルドしました。そこで `chroot` 環境に入つて、一時的ツールのインストールを済ませます。この環境は、最終システムに向けたインストールを行う際にも用います。`root` ユーザーになって以下のコマンドを実行します。`chroot` 環境内は、この時点では一時的なツール類のみが利用可能な状態です。

```
chroot "$LFS" /usr/bin/env -i \
    HOME=/root \
    TERM="$TERM" \
    PS1='(lfs chroot) \u:\w\$ ' \
    PATH=/usr/bin:/usr/sbin \
    MAKEFLAGS="-j${nproc}" \
    TESTSUITEFLAGS="-j${nproc}" \
    /bin/bash --login
```

本章と次章のパッケージビルドにおいて、論理コアをすべて利用したくない場合、`$(nproc)` の部分は、利用したい論理コア数に書き換えてください。第8章において（特に Autoconf、Libtool、Tar など）は、テストスイートにおいて `MAKEFLAGS` を参照しないものがあり、そこでは環境変数 `TESTSUITEFLAGS` が代わりに用いられています。そこでここでは同様にして、テストスイートを複数コアにより実行するための設定も行います。

env コマンドの `-i` パラメーターは、chroot 環境での変数定義をすべてクリアするものです。そして HOME, TERM, PS1, PATH という変数だけここで定義し直します。TERM=\$TERM は chroot 環境に入る前と同じ値を TERM 変数に与えます。この設定は vim や less のようなプログラムの処理が適切に行われるために必要となります。これ以外の変数として CFLAGS や CXXFLAGS などが必要であれば、ここで定義しておくと良いでしょう。

ここから先は LFS 変数は不要となります。すべての作業は LFS ファイルシステム内で行っていくことになるからです。chroot コマンドは、\$LFS ディレクトリがルート (/ ディレクトリ) となるようにして Bash シェルを起動します。

/tools/bin が PATH 内には存在しません。つまりクロスチェーンは、もはや利用しないということです。

bash のプロンプトに I have no name! と表示されますがこれは正常です。この時点ではまだ /etc/passwd を生成していないからです。



## 注記

本章のこれ以降と次章では、すべてのコマンドを chroot 環境内にて実行することが必要です。例えばシステムを再起動する場合のように chroot 環境からいったん抜け出した場合には、「/dev のマウントと有効化」と「仮想カーネルファイルシステムのマウント」にて説明した仮想カーネルファイルシステムがマウントされていることを確認してください。そして chroot 環境に入り直してからインストール作業を再開してください。

## 7.5. ディレクトリの生成

LFS ファイルシステムにおける完全なディレクトリ構成を作り出していくきます。



## 注記

本節において触れるディレクトリの中には、明示的な指示か、あるいは何かのパッケージインストールによってすでに生成済みであるものがあります。以下では完全を期して繰り返し生成することにします。

ルートレベルのディレクトリをいくつか生成します。これは前章において必要としていた限定的なものの中には含まれていないものです。以下のコマンドを実行して生成します。

```
mkdir -pv {boot,home,mnt,opt,srv}
```

ルートレベル配下に、必要となる一連のサブディレクトリを、以下のコマンドにより生成します。

```
mkdir -pv /etc/{opt,sysconfig}
mkdir -pv /lib/firmware
mkdir -pv /media/{floppy,cdrom}
mkdir -pv /usr/{,local/}{include,src}
mkdir -pv /usr/lib/locale
mkdir -pv /usr/local/{bin,lib,sbin}
mkdir -pv /usr/{,local/}share/{color,dict,doc,info,locale,man}
mkdir -pv /usr/{,local/}share/{misc,terminfo,zoneinfo}
mkdir -pv /usr/{,local/}share/man/man{1..8}
mkdir -pv /var/{cache,local,log,mail,opt,spool}
mkdir -pv /var/lib/{color,misc,locate}

ln -sfv /run /var/run
ln -sfv /run/lock /var/lock

install -dv -m 0750 /root
install -dv -m 1777 /tmp /var/tmp
```

ディレクトリは標準ではパーミッションモード 755 で生成されますが、どのディレクトリであっても、このままするのは適当ではありません。上のコマンド実行ではパーミッションを変更している箇所が二つあります。一つは root ユーザーのホームディレクトリに対してであり、もう一つはテンポラリディレクトリに対してです。

パーミッションモードを変更している一つめは /root ディレクトリに対して、他のユーザーによるアクセスを制限するためです。通常のユーザーが持つ、自分自身のホームディレクトリへのアクセス権設定と同じことを行ないます。二つめのモード変更は /tmp ディレクトリや /var/tmp ディレクトリに対して、どのユーザーも書き込み可能とし、ただし他のユーザーが作成したファイルは削除できないようにします。ビットマスク 1777 の最上位ビット、いわゆる「ステイックビット (sticky bit)」を用いて実現します。

## 7.5.1. FHS コンプライアンス情報

本書のディレクトリ構成は標準ファイルシステム構成 (Filesystem Hierarchy Standard; FHS) に基づいています。(その情報は <https://refspecs.linuxfoundation.org/fhs.shtml> に示されています。) FHS では、追加ディレクトリとして /usr/local/games や /usr/share/games などを規定しています。したがって LFS では、本当に必要なディレクトリのみを作成していくことにします。他のディレクトリについては、どうぞ自由に取り決めて作成してください。

### 警告

FHS ではディレクトリ /usr/lib64 の利用を必須とはしていません。そこで LFS 編集者はこれを利用しないことに取り決めました。LFS や BLFS での手順を有効なものにするためには、このディレクトリをないものとして扱うことが必要です。このディレクトリがないことを繰り返し確認してください。うっかり生成してしまうようなことがあると、システムが壊れてしまうことがあるからです。

## 7.6. 重要なファイルとシンボリックリンクの生成

Linux のこれまでの経緯として、マウントされているファイルシステムの情報は /etc/mtab ファイルに保持されてきました。最新の Linux であれば、内部的にこのファイルを管理し、ユーザーに対しては /proc ファイルシステムを通じて情報提示しています。/etc/mtab ファイルの存在を前提としているプログラムが正常動作するように、以下のシンボリックリンクを作成します。

```
ln -sv /proc/self/mounts /etc/mtab
```

テストスイートの中に /etc/hosts ファイルを参照するものがあるので、単純なものをここで生成します。これは Perl の設定ファイルにおいても参照されます。

```
cat > /etc/hosts << EOF
127.0.0.1 localhost $(hostname)
::1           localhost
EOF
```

root ユーザーがログインできるように、またその「root」という名称を認識できるように /etc/passwd ファイルと /etc/group ファイルには該当する情報が登録されている必要があります。

以下のコマンドを実行して /etc/passwd ファイルを生成します。

```
cat > /etc/passwd << "EOF"
root:x:0:0:root:/root:/bin/bash
bin:x:1:1:bin:/dev/null:/usr/bin/false
daemon:x:6:6:Daemon User:/dev/null:/usr/bin/false
messagebus:x:18:18:D-Bus Message Daemon User:/run/dbus:/usr/bin/false
uuidd:x:80:80:UUID Generation Daemon User:/dev/null:/usr/bin/false
nobody:x:65534:65534:Unprivileged User:/dev/null:/usr/bin/false
EOF
```

root ユーザーに対する本当のパスワードは後に定めます。

以下のコマンドを実行して /etc/group ファイルを生成します。

```
cat > /etc/group << "EOF"
root:x:0:
bin:x:1:daemon
sys:x:2:
kmem:x:3:
tape:x:4:
tty:x:5:
daemon:x:6:
floppy:x:7:
disk:x:8:
lp:x:9:
dialout:x:10:
audio:x:11:
video:x:12:
utmp:x:13:
clock:x:14:
cdrom:x:15:
adm:x:16:
messagebus:x:18:
input:x:24:
mail:x:34:
kvm:x:61:
uuidd:x:80:
wheel:x:97:
users:x:999:
nogroup:x:65534:
EOF
```

作成するグループは何かの標準に基づいたものではありません。一部は 9 章の udev の設定に必要となるものですし、一部は既存の Linux ディストリビューションが採用している慣用的なものです。またテストスイートにて特定のユーザーやグループを必要としているものがあります。Linux Standard Base (<https://refspecs.linuxfoundation.org/lsb.shtml> 参照) では root グループのグループ ID (GID) は 0、bin グループの GID は 1 を定めているにすぎません。GID 5 は tty グループに対して広く用いられています。また数値 5 は devpts ファイルシステムに対して /etc/fstab においても用いられています。他のグループとその GID はシステム管理者が自由に取り決めることができます。というのも通常のプログラムであれば GID の値に依存することではなく、あくまでグループ名を用いてプログラミングされているからです。

ID 65534 は NFS のカーネルが利用し、マップされていないユーザーやグループに対するユーザー名前空間を切り分けます（これは NFS サーバー上や親のユーザー空間に存在しますが、ローカルマシンや分離された名前空間には存在しません）。未割り当ての ID を避けるために、この ID を nobody と nogroup に用いることになります。他のディストリビューションにおいては、この ID を異なる用い方をしている場合があるため、移植性を考慮するプログラムでは、ここでの割り当てに依存しないようにしてください。

第 8 章におけるテストの中には、通常のユーザーを必要とするものがあります。ここでそういったユーザーをここで追加し、その章の最後には削除します。

```
echo "tester:x:101:101::/home/tester:/bin/bash" >> /etc/passwd
echo "tester:x:101:" >> /etc/group
install -o tester -d /home/tester
```

プロンプトの「I have no name!」を取り除くために新たなシェルを起動します。/etc/passwd ファイルと /etc/group ファイルを作ったので、ユーザー名とグループ名の名前解決が適切に動作します。

```
exec /usr/bin/bash --login
```

login、agetty、init といったプログラム（あるいは他のプログラム）は、システムに誰がいつログインしたかといった情報を多くのログファイルに記録します。しかしログファイルがあらかじめ存在していない場合は、ログファイルの出力が行われません。そこでそのようなログファイルを作成し、適切なパーミッションを与えます。

```
touch /var/log/{btmp,lastlog,faillog,wtmp}
chgrp -v utmp /var/log/lastlog
chmod -v 644 /var/log/lastlog
chmod -v 600 /var/log/btmp
```

`/var/log/wtmp` ファイルはすべてのログイン、ログアウトの情報を保持します。 `/var/log/lastlog` ファイルは各ユーザーが最後にログインした情報を保持します。 `/var/log/faillog` ファイルはログインに失敗した情報を保持します。 `/var/log/btmp` ファイルは不正なログイン情報を保持します。



## 注記

`/run/utmp` ファイルは現在ログインしているユーザーの情報を保持します。 このファイルはブートスクリプトが動的に生成します。



## 注記

`utmp`, `wtmp`, `btmp`, `lastlog` の各ファイルでは、32 ビットの整数値を使ってタイムスタンプを表現していますが、これは 2038 年以降には基本的に壊れるでしょう。多くのパッケージにおいてはこういった利用を停止しており、その他についても順次停止予定です。 したがってこういった表記は非推奨であると捉えるべきです。

## 7.7. Gettext-1.0

Gettext パッケージは国際化を行うユーティリティを提供します。各種プログラムに対して NLS (Native Language Support) を含めてコンパイルすることができます。つまり各言語による出力メッセージが得られることになります。

概算ビルト時間: 1.5 SBU  
必要ディスク容量: 526 MB

### 7.7.1. Gettext のインストール

ここで構築している一時的なツールに際して、Gettext パッケージからは3つのバイナリをインストールするだけで十分です。

Gettext をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --disable-shared
```

configure オプションの意味

*--disable-shared*

Gettext の共有ライブラリはこの時点では必要でないため、それらをビルドしないようにします。

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

msgfmt, msgmerge, xgettext の各プログラムをインストールします。

```
cp -v gettext-tools/src/{msgfmt,msgmerge,xgettext} /usr/bin
```

本パッケージの詳細は「Gettext の構成」を参照してください。

## 7.8. Bison-3.8.2

Bison パッケージは構文解析ツールを提供します。

概算ビルド時間: 0.2 SBU  
必要ディスク容量: 58 MB

### 7.8.1. Bison のインストール

Bison をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
           --docdir=/usr/share/doc/bison-3.8.2
```

configure オプションの意味

--docdir=/usr/share/doc/bison-3.8.2

ビルドシステムに対して、bison のドキュメントをインストールするディレクトリを、バージョンつきとします。

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

本パッケージの詳細は 「Bison の構成」 を参照してください。

## 7.9. Perl-5.42.0

Perl パッケージは Perl 言語 (Practical Extraction and Report Language) を提供します。

概算ビルド時間:	0.6 SBU
必要ディスク容量:	295 MB

### 7.9.1. Perl のインストール

Perl をコンパイルするための準備をします。

```
sh Configure -des \
  -D prefix=/usr \
  -D vendorprefix=/usr \
  -D useshrplib \
  -D privlib=/usr/lib/perl5/5.42/core_perl \
  -D archlib=/usr/lib/perl5/5.42/core_perl \
  -D sitelib=/usr/lib/perl5/5.42/site_perl \
  -D sitearch=/usr/lib/perl5/5.42/site_perl \
  -D vendorlib=/usr/lib/perl5/5.42/vendor_perl \
  -D vendorarch=/usr/lib/perl5/5.42/vendor_perl
```

configure オプションの意味

**-des**

これは三つのオプションを組み合わせたものです。 -d はあらゆる項目に対してデフォルト設定を用います。 -e はタスクをすべて実施します。 -s は不要な出力は行わないようにします。

**-D vendorprefix=/usr**

これは perl に対して、Perl モジュールをどこにインストールするのかを指示するものです。

**-D useshrplib**

Perl モジュールの中には libperl をスタティックライブラリではなく共有ライブラリとして必要とするものがあるため、これをビルドします。

**-D privlib,-D archlib,-D sitelib,...**

この設定は、Perl がインストール済のモジュールを探す場所を指定します。 LFS 編集者はディレクトリ構造として Perl の MAJOR.MINOR バージョン (5.42) の形に基づいて、インストールモジュールを配置することにしています。このようにしておくと、新たなパッチレベル (5.42.0 のようなフルバージョンにおいて最後のドット以降のバージョン部分) によるアップグレードの際に、モジュールを再インストールする必要がなくなるためです。

パッケージをコンパイルします。

**make**

パッケージをインストールします。

**make install**

本パッケージの詳細は 「Perl の構成」 を参照してください。

7.10. Python-3.14.3

Python 3 パッケージは Python 開発環境を提供します。オブジェクト指向プログラミング、スクリプティング、大規模プログラムのプロトタイピング、アプリケーション開発などに有用なものです。Python はインタープリター言語です。

概算ビルト時間: 0.5 SBU  
必要ディスク容量: 592 MB

### 7.10.1. Python のインストール



注記

「python」 というプレフィックスで始まるパッケージファイルは 2 種類あります。 そのうち、扱うべきファイルは `Python-3.14.3.tar.xz` です。 (1 文字めが大文字であるものです。)

Python をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr      \
            --enable-shared   \
            --without-ensurepip \
            --without-static-libpython
```

configure パラメーターの意味

--enable-shared

このスイッチはスタティックライブラリをインストールしないようにします。

--without-ensurepip

このスイッチは Python パッケージインストーラーを無効にします。この段階では必要がないからです。

--without-static-libpython

本スイッチは、膨大でしかも不要なスタティックライブラリをビルドしないようにします。

パッケージをコンパイルします。

make



注記

この時点において、依存パッケージをまだインストールしていないために、ビルドできない Python 3 モジュールがあります。ssl モジュールに対しては Python requires a OpenSSL 1.1.1 or newer というメッセージが出力されます。このメッセージは無視できます。よく確認すべきなのは、トップレベルの make コマンドは失敗していないことです。任意でビルドすれば良いモジュールは、今ここでビルドは必要ありません。それは、この後に 第 8 章 においてビルドされます。

パッケージをインストールします。

**make install**

本パッケージの詳細は「Python 3 の構成」を参照してください。

## 7.11. Texinfo-7.2

Texinfo パッケージは info ページへの読み書き、変換を行うプログラムを提供します。

概算ビルド時間: 0.2 SBU  
必要ディスク容量: 152 MB

### 7.11.1. Texinfo のインストール

Texinfo をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

本パッケージの詳細は 「Texinfo の構成」 を参照してください。

## 7.12. Util-linux-2.41.3

Util-linux パッケージはさまざまなユーティリティープログラムを提供します。

概算ビルド時間:	0.2 SBU
必要ディスク容量:	192 MB

### 7.12.1. Util-linux のインストール

FHS では adjtime ファイルの配置場所として /etc ディレクトリではなく /var/lib/hwclock ディレクトリを推奨しています。そこで以下によりそのディレクトリを生成します。

```
mkdir -pv /var/lib/hwclock
```

Util-linux をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --libdir=/usr/lib \
--runstatedir=/run \
--disable-chfn-chsh \
--disable-login \
--disable-nologin \
--disable-su \
--disable-setpriv \
--disable-runuser \
--disable-pylibmount \
--disable-static \
--disable-liblastlog2 \
--without-python \
ADJTIME_PATH=/var/lib/hwclock/adjtime \
--docdir=/usr/share/doc/util-linux-2.41.3
```

configure オプションの意味

**ADJTIME\_PATH=/var/lib/hwclock/adjtime**

これはハードウェアクロックの情報を保持したファイルの場所を設定するものであり、FHS に従ったものです。一時的なツールにとって厳密には必要ではありませんが、別の場所にはファイル生成するわけにはいきません。最終的な util-linux パッケージをビルドする際に、上書きしたり削除したりすることができなくなるからです。

**--libdir=/usr/lib**

本スイッチは、共有ライブラリを示す .so シンボリックリンクを同一ディレクトリ (/usr/lib) に直接生成するようにします。

**--disable-\***

コンポーネントのビルドの際に、LFS にはない、あるいはまだインストールしていない別のパッケージがあり、そのため発生する警告メッセージを無効にします。

**--without-python**

本スイッチは Python を用いないようにします。ビルドの際に不要なバインディングを作らないようにするためにです。

**runstatedir=/run**

本スイッチは uuid ヤ libuuid が利用するソケットの場所を適切に設定します。

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

本パッケージの詳細は 「Util-linux の構成」 を参照してください。

## 7.13. 一時的システムのクリーンアップと保存

### 7.13.1. クリーンアップ

はじめに、現在インストールされているドキュメントファイルは削除します。これを最終的なシステムに持ち込みません。これによって 35 MB を節約します。

```
rm -rf /usr/share/{info,man,doc}/*
```

最近の Linux システムにおいて libtool の .la ファイルは、libltdl に対してのみ用いられます。LFS 内のライブラリは、libltdl によってロードされるものは一つもありません。これらのライブラリによって BLFS パッケージのビルトに失敗することが分かっています。そこでそのようなファイルをここで削除します。

```
find /usr/{lib,libexec} -name \*.la -delete
```

現在のシステムサイズは、およそ 3 GB になりました。そして /tools ディレクトリは、もう必要がありません。ディスク容量は 1 GB 近くを占めています。ここで削除します。

```
rm -rf /tools
```

### 7.13.2. バックアップ

この時点において、基本的なプログラムやライブラリが生成されたので、現在の LFS システムの状態は良好なものです。このシステムを、後に再利用できるように、ここでバックアップを取ることができます。ここから先の章において、致命的な失敗をしてしまった場合は、すべてを削除して（今度はより慎重に）やり直すのが、一番のやり方であるのは明らかです。ただし、そのときには一時システムも失ってしまっている状態です。余計な時間を費やすことなく、ビルドに成功したところまでのシステムを使ってやり直す策を考えるのであれば、ここで LFS システムのバックアップをとっておくことが、後々の役に立つかもしれません。



#### 注記

本節の残りの作業は必須ではありません。ただし 第 8 章 においてパッケージのインストールを始めていくと、一時的ツールは上書きされていきます。そこで以下に示すように、現時点でのシステムのバックアップをとっておくのが良いでしょう。

以下の手順は chroot 環境の外から実施します。これはつまり chroot 環境から抜け出してから手順を進めていくということです。こうする理由は、バックアップアーカイブの保存や読み込みをするなら、ファイルシステムへのアクセスは chroot 環境の外部から行うべきであって、\$LFS ディレクトリ階層の内部において行うべきではないからです。

バックアップを取ることにしているのであれば、ここで chroot 環境から抜け出ます。

```
exit
```



#### 重要

以降の手順はすべて、ホストシステム上の root ユーザーにより実施します。特にコマンド実行は、よく注意しながら行ってください。誤ったことをすると、ホストシステムを書き換えてしまうことになります。環境変数 LFS はデフォルトで lfs ユーザーにおいて設定していましたが、root ユーザーにおいては設定していないかもしれません。

root ユーザーによってコマンド実行する際にも、必ず LFS が設定されていることを確認してください。

このことは 「変数 \$LFS と umask の設定」 において説明済です。

バックアップを取る前には、仮想ファイルシステムをアンマウントします。

```
mountpoint -q $LFS/dev/shm && umount $LFS/dev/shm
umount $LFS/dev/pts
umount $LFS/{sys,proc,run,dev}
```

バックアップアーカイブを生成したディレクトリを含むファイルシステムにおいて、未使用のディスク容量が最低でも 1 GB はあることを確認してください。（ソース tarball もバックアップアーカイブに含めます。）

なお、これ以降の手順説明においては、ホストシステム上の root ユーザーのホームディレクトリを用いています。これは通常、ルートファイルシステムに置かれているものです。root ユーザーのホームディレクトリにバックアップを生成したくない場合は、\$HOME の内容を適切に書き換えてください。

バックアップアーカイブを生成するために、以下のコマンドを実行します。



### 注記

バックアップアーカイブは圧縮するので、かなりの高速なシステムを利用していても、比較的長い時間（10分以上）を要します。

```
cd $LFS
tar -cJpf $HOME/lfs-temp-tools-r12.4-93.tar.xz .
```



### 注記

第 8 章を続けるのであれば、以降に示す「重要」の説明のように、chroot 環境に再度入ることを忘れないでください。

## 7.13.3. 復元

誤操作をしてしまい、初めからやり直す必要が出てきたとします。そんなときは上のバックアップを復元し、すばやく回復させることにしましょう。\$LFS 配下にソースも配置することにしているので、バックアップアーカイブ内にはそれらも含まれています。したがって再度ダウンロードする必要はありません。\$LFS が適切に設定されていることを再度確認した上で、バックアップの復元を行うための以下のコマンドを実行します。



### 警告

以下に示すコマンドは非常に危険です。root ユーザーになって rm -rf /\* を実行する際に、\$LFS ディレクトリに移動していない、あるいは環境変数 LFS を設定していないとしたら、システム全体を破壊することになります。厳に警告しておきます。

```
cd $LFS
rm -rf /*
tar -xpf $HOME/lfs-temp-tools-r12.4-93.tar.xz
```

環境変数が適切に設定されていることを再度確認の上、ここから続くシステムビルドに進んでいきます。



### 重要

chroot 環境から抜け出して、バックアップの生成を行った場合、あるいはビルド作業を再開する場合は、「仮想カーネルファイルシステムの準備」において説明しているように、カーネル仮想ファイルシステムがマウントされていることを確認してください (findmnt | grep \$LFS の実行により、最低でも \$LFS/dev, \$LFS/proc, \$LFS/sys はマウントされていなければなりません)。もしマウントされていなかつたら、マウントを行ってから、再び chroot 環境に入るようにしてください（「Chroot 環境への移行」参照）。

## 第IV部 LFSシステムの構築

# 第8章 基本的なソフトウェアのインストール

## 8.1. はじめに

この章では LFS システムの構築作業を始めます。

パッケージ類のインストール作業は簡単なものです。インストール手順の説明は、たいていは手短に一般的なものだけで済ますこともできます。ただ誤りの可能性を極力減らすために、個々のインストール手順の説明は十分に行うことになります。Linux システムがどのようにして動作しているかを学ぶには、個々のパッケージが何のために用いられていて、なぜユーザー（あるいはシステム）がそれを必要としているのかを知ることが重要になります。

コンパイラーにはカスタマイズ可能な最適化がありますが、これを利用することはお勧めしません。コンパイラーのカスタマイズ最適化を用いればプログラムが若干速くなる場合もありますが、そもそもコンパイルが出来なかつたり、プログラムの実行時に問題が発生したりする場合があります。もしコンパイラーのカスタマイズ最適化によってパッケージビルドが出来なかつたら、最適化をなしにしてもう一度コンパイルすることで解決するかどうかを確認してください。最適化を行ってパッケージがコンパイル出来たとしても、コードとビルドツールの複雑な関連に起因してコンパイルが適切に行われないリスクをはらんでいます。また `-march` オプションや `-mtune` オプションにて指定する値は、本書には明示しておらずテストも行っていませんので注意してください。これらはツールチェーンパッケージ (Binutils、GCC、Glibc) に影響を及ぼすことがあります。最適化オプションを用いることによって得られるものがあつたとしても、それ以上にリスクを伴うことがしばしばです。初めて LFS 構築を手がける方は、最適化オプションをなしにすることをお勧めします。

一方で、各パッケージにおける最適化のデフォルト設定は、そのまま用いることにします。さらにデフォルトでは有効になつていなものであっても、パッケージが提供する最適化設定を有効にする場合もあります。パッケージ管理者はそういう設定についてのテストは行つていて、安全だと考えているからです。したがつてその設定を利用しても、ビルドに失敗することはないはずです。一般的にデフォルトの設定では `-O2` または `-O3` を有効にしています。つまりビルドされる結果のシステムは、他のカスタマイズ最適化オプションがなくても、充分に早く動作し、同時に安定しているはずです。

各ページではインストール手順の説明よりも前に、パッケージの内容やそこに何が含まれているかを簡単に説明し、ビルドにどれくらいの時間を要するか、ビルド時に必要となるディスク容量はどれくらいかを示しています。またインストール手順の最後には、パッケージがインストールするプログラムやライブラリの一覧を示し、それらがどのようなものかを簡単に説明しています。



### 注記

第 8 章 にて導入するパッケージにおいて SBU 値と必要ディスク容量には、テストスイート実施による時間や容量をすべて含んでいます。なお SBU 値は特に断りのない限り、4 CPU コア (-j4) を用いて算出しています。

### 8.1.1. ライブラリについて

LFS 編集者は全般にスタティックライブラリは作らないものとしています。スタティックライブラリのほとんどは、現在の Linux システムにあってはもはや古いものになっています。スタティックライブラリをリンクすると障害となることすらあります。例えばセキュリティ問題を解決するためにライブラリリンクを更新しなければならなくなつたら、スタティックライブラリにリンクしていたプログラムはすべて再構築しなければなりません。したがつてスタティックライブラリを使うべきかどうかは、いつも迷うところであり、関連するプログラム（あるいはリンクされるプロシージャ）であつてもどちらかに定めなければなりません。

本章の手順では、スタティックライブラリのインストールはたいてい行わないようにしています。多くのケースでは `configure` に対して `--disable-static` を与えることで実現しますが、これができない場合には他の方法を取ります。ただし Glibc や GCC などにおいては、パッケージビルドの手順にとって重要な機能となるため、スタティックライブラリを利用します。

ライブラリに関してのより詳細な議論については BLFS ブックの `Libraries: Static or shared?` を参照してください。

## 8.2. パッケージ管理

パッケージ管理についての説明を LFS ブックに加えて欲しいとの要望をよく頂きます。パッケージ管理ツールが優れていれば、パッケージを再インストールしたりアップグレードしたりするときでも、ユーザーによる設定を保持しつつ、設定ファイルを適切に取り扱ってくれます。パッケージ管理ツールでは、バイナリファイルやライブラリファイルだけ

でなく、設定ファイル類のインストールも取り扱います。 パッケージ管理ツールをどうしたら・・・いえいえ本節は特定のパッケージ管理ツールを説明するわけではなく、その利用を勧めるものではありません。 もっと広い意味で、管理手法にはどういったものがあり、どのように動作するかを説明します。 あなたにとって最適なパッケージ管理がこの中にあるかもしれません。 あるいはそれらをいくつか組み合わせて実施することになるかもしれません。 本節ではパッケージのアップグレードを行う際に発生する問題についても触れます。

LFS や BLFS においてパッケージ管理ツールに触れていない理由には以下のものがあります。

- ・ 本書の目的は Linux システムがいかに構築されているかを学ぶことです。 パッケージ管理はその目的からはずれてしまっています。
- ・ パッケージ管理についてはいくつもの方法があり、それらには一長一短があります。 ユーザーに対して満足のいくものを選び出すのは困難です。

ヒントプロジェクト (Hints Project) ページにパッケージ管理についての情報が示されています。 望むものがあるかどうか確認してみてください。

### 8.2.1. アップグレードに関する問題

パッケージ管理ツールがあれば、各種ソフトウェアの最新版がリリースされた際に容易にアップグレードができます。 全般に LFS ブックや BLFS ブックに示されている作業手順に従えば、新しいバージョンへのアップグレードを行っていくことはできます。 以下ではパッケージをアップグレードする際に注意すべき点、特に稼動中のシステムに対して実施するポイントについて説明します。

- ・ カーネルをアップグレードする必要がある場合（たとえば 5.10.17 から 5.10.18 や 5.11.1 へ、など）、これ以外に再ビルトを必要とするものはありません。 カーネルとユーザー空間のインターフェースが適切に定義されているため、システムは動作し続けるはずです。 特に Linux API ヘッダーは、カーネルに伴ってアップグレードする必要もありません。 アップグレードしたカーネルは、システムを再起動しさえすれば利用できるようになります。
- ・ Glibc を新しいバージョン（たとえば Glibc-2.31 から Glibc-2.43）にアップグレードする必要が発生した場合は、システムが壊れないようにする必要があります。 詳しくは 「Glibc-2.43」 を参照してください。
- ・ 共有ライブラリを提供しているパッケージをアップデートする場合で、そのライブラリ名<sup>1</sup> が変更になったとします。 この場合は、このライブラリに動的リンクを行っていたパッケージは、新たなライブラリに向けてのリンクとなるよう再コンパイルすることが必要になります。 たとえば foo-1.2.3 というパッケージがあって、これが共有ライブラリ libfoo.so.1 をインストールしているとします。 そして新バージョン foo-1.2.4 が共有ライブラリ libfoo.so.2 を持っていて、これにアップグレードするものとします。 この場合 libfoo.so.1 に動的リンクを行っていたパッケージは、すべて新ライブラリバージョン libfoo.so.2 へのリンクを行うように再コンパイルしなければなりません。 そのように依存していたパッケージをすべて再コンパイルしてからでないと、古いバージョンのライブラリは削除するべきではありません。
- ・ あるパッケージが（直接的か間接的に）一つの共有ライブラリにリンクしていて、しかも古いライブラリ名と新しいライブラリ名にリンクしているとします。（たとえばそのパッケージが libfoo.so.2 と libbar.so.1 にリンクしていて、さらに後者のライブラリは libfoo.so.3 にリンクしているとします。）その場合にはパッケージが誤動作する可能性があります。 なぜなら共有ライブラリのリビジョンが異なると、一部のシンボル名に対する定義の互換性が失われる可能性があるからです。 こういった状況が起こりうるのは、共有ライブラリを提供するパッケージがアップグレードされた際に、古い共有ライブラリ名にリンクしているパッケージを（すべてではなく）一部だけ再ビルトしたような場合です。 この問題を回避するため、共有ライブラリにリンクするパッケージをすべて、（たとえば libfoo.so.2 から libfoo.so.3 のように）アップグレードされたリビジョンを使ってできるだけ、早くに再ビルトすることです。
- ・ 共有ライブラリを提供しているパッケージをアップデートする場合で、そのライブラリ名には変更がなかったとします。 ただしライブラリ名の変更はなくても、ライブラリファイルのバージョン番号が減らされたとします。（たとえばライブラリ libfoo.so.1 はそのままの名前であったとして、ライブラリファイル名が libfoo.so.1.25 から libfoo.so.1.24 に変更となった場合です。）この場合、これまでインストールされていたバージョン（例では libfoo.so.1.25）のライブラリファイルは削除すべきです。 そうしておかないと、ldconfig を実行したときに（自分でコマンドライン実行したり、別のパッケージをインストールする際に実施されたりしたときに）、シンボリックリンク libfoo.so.1 がリセットされますが、それが指示す先が古いライブラリファイルとなってしまいます。 なぜならバージョン番号がより大きい方なので、そのバージョンの方が「より新しい」と解釈されるためです。 こういった状況は、パッケージをダウングレードした場合や、パッケージの作者がバージョン番号づけの取り決めを変更してしまった場合に起こり得るものです。

<sup>1</sup> 共有ライブラリ名は、その ELF 動的セクションの DT\_SONAME エントリーに名称がコーディングされます。 readelf -d <ライブラリファイル名> | grep SONAME コマンドを使えば、それを取得することができます。その後ろには .so.<バージョン番号> がつくのが普通です。ただし時には (libbz2.so.1.0 などのように) 複数のバージョン番号がつく場合、.so の前に (libbfd-2.46.0 などのように) つく場合、または (libmemusage.so のように) まったくバージョン番号がつかない場合もあります。一般的に言って、パッケージバージョンとライブラリ名の中のバージョン番号は関連性がありません。

- 共有ライブラリを提供しているパッケージをアップデートする場合で、そのライブラリ名に変更はなかったとします。ただしそこでは重大な問題（特にセキュリティゼイ弱性）が解消されているような場合は、この共有ライブラリにリンクしている実行中プログラムは、すべて再起動してください。アップグレードした後に、以下のコマンドを `root` で実行すると、どういったプロセスが古いバージョンのライブラリを利用しているかの一覧が表示されます。  
(`libfoo` の部分は、目的のライブラリ名に置き換えてください。)

```
grep -l 'libfoo.*deleted' /proc/*maps | tr -cd 0-9\n | xargs -r ps u
```

OpenSSH を利用してシステムにアクセスしている場合であって、これがリンクするライブラリがアップデートされたとします。その場合は `sshd` サービスの再起動が必要です。またシステムからはいったんログアウトしてログインし直し、前に示したコマンドをもう一度実行して、削除されたライブラリを利用していないかどうかの確認を行ってください。

- 実行プログラムや共有ライブラリが上書きされると、その実行プログラムや共有バイナリ内のコードやデータを利用するプロセスがクラッシュすることがあります。プロセスがクラッシュしないように、プログラムや共有ライブラリを正しく更新する方法は、まず初めに削除を行ってから、新たなものをインストールすることです。`coreutils` が提供する `install` コマンドは、すでにこの処理が実装されているため、たいていのパッケージにおいて、バイナリファイルやライブラリをインストールするコマンドとして利用しています。したがってそのような問題に悩まされることはない、これまでほとんどなかったはずです。しかしパッケージの中には（特に BLFS にある `SpiderMonkey` など）、すでにあるファイルを上書きする方式をとっているため、クラッシュするものがあります。そこでパッケージ更新の前には、それまでの作業を保存して、不要な起動プロセスは停止することが安全です。

## 8.2.2. パッケージ管理手法

以下に一般的なパッケージ管理手法について示します。パッケージ管理マネージャーを用いる前に、さまざまな方法を検討し特にそれぞれの欠点も確認してください。

### 8.2.2.1. すべては頭の中で

そうです。これもパッケージ管理のやり方の一つです。いろいろなパッケージに精通していて、どんなファイルがインストールされるか分かっている人もいます。そんな人はパッケージ管理ツールを必要としません。あるいはパッケージが更新された際には、いつでもシステム全体を再構築しようと考える人なら、やはりパッケージ管理ツールを必要としません。

### 8.2.2.2. 異なるディレクトリへのインストール

これは最も単純なパッケージ管理のテクニックであり、パッケージ管理のための特別なプログラムを必要としません。個々のパッケージを個別のディレクトリにインストールする方法です。例えば `foo-1.1` というパッケージを `/opt/foo-1.1` ディレクトリにインストールし、この `/opt/foo-1.1` に対するシンボリックリンク `/opt/foo` を作成します。このパッケージの新しいバージョン `foo-1.2` がリリースされた際には `/opt/foo-1.2` ディレクトリにインストールした上で、先ほどのシンボリックリンクをこのディレクトリを指し示すように置き換えます。

`PATH`、`MANPATH`、`INFOPATH`、`PKG_CONFIG_PATH`、`CPPFLAGS`、`LDFLAGS` といった環境変数、あるいは設定ファイル `/etc/ld.so.conf` に対しては、`/opt/foo` ディレクトリを加えることで、対応する `/opt/foo-x.y` ディレクトリを含める必要があるかもしれません。

このやり方は BLFS ブックが採用するものであり、大規模のパッケージを用意にアップグレードできるようにします。ただし多数のパッケージをインストールするとなると、このやり方では管理がしにくくなってしまいます。また（たとえば Linux API ヘッダーや `Glibc` などのように）パッケージの中には、このやり方ではうまく動作しないものも出てきてしまいます。このやり方は、システム全体に渡るものについては用いないでください。

### 8.2.2.3. シンボリックリンク方式による管理

これは一つ前に示したパッケージ管理テクニックの応用です。各パッケージは、上で説明した方法と同じようにインストールします。ただし先ほどのように、汎用的なパッケージ名によるシンボリックリンクを生成するのではなく `/usr` ディレクトリ階層の中に各ファイルのシンボリックリンクを生成します。この方法であれば環境変数を追加設定する必要がなくなります。シンボリックリンクはユーザーが生成することができますが、パッケージ管理者の多くは、この手法を使っています。よく知られているものとして `Stow`、`Epkg`、`Graft`、`Depot` があります。

インストールスクリプトは、意図的にダマす指示が必要です。パッケージにとって `/usr` にインストールすることが指定されたものとなります。実際には `/usr/pkg` 配下にインストールされるわけです。このインストール方法は単純なものではありません。例えば今 `libfoo-1.1` というパッケージをインストールするものとします。以下のようなコマンドでは、このパッケージを正しくインストールできません。

```
./configure --prefix=/usr/pkg/libfoo/1.1
make
make install
```

インストール自体は動作しますが、このパッケージに依存している他のパッケージは期待どおりには libfoo を正しくリンクしません。 例えば libfoo をリンクするパッケージをコンパイルする際には /usr/lib/libfoo.so.1 がリンクされると思うかもしれません、実際には /usr/pkg/libfoo/1.1/lib/libfoo.so.1 がリンクされることになります。 結局、正しい方法は DESTDIR 変数を使って、パッケージを直接インストールすることです。 この方法は以下のようにして行います。

```
./configure --prefix=/usr
make
make DESTDIR=/usr/pkg/libfoo/1.1 install
```

この手法をサポートするパッケージは数多く存在しますが、そうでないものもあります。 この手法を取り入れていないパッケージに対しては、手作業でインストールすることが必要になります。 またはそういった問題を抱えるパッケージであれば /opt ディレクトリにインストールする方が簡単かもしれません。

#### 8.2.2.4. タイムスタンプによる管理方法

この方法ではパッケージをインストールするにあたって、あるファイルにタイムスタンプが記されます。 インストールの直後に find コマンドを適当なオプション指定により用いることで、インストールされるすべてのファイルのログが生成されます。 これはタイムスタンプファイルの生成の後に行われます。 この方法を用いたパッケージ管理ツールとして install-log があります。

この方法はシンプルであるという利点がありますが、以下の二つの欠点があります。 インストールの際に、いずれかのファイルのタイムスタンプが現在時刻でなかった場合、そういったファイルはパッケージ管理ツールが正しく制御できません。 またこの方法は、インストールされるパッケージが、その時には一つだけであることを前提とします。 例えば二つのパッケージが二つの異なる端末から同時にインストールされるような場合は、ログファイルが適切に生成されません。

#### 8.2.2.5. インストールスクリプトの追跡管理

この方法はインストールスクリプトが実行するコマンドを記録するものです。 これには以下の二種類の手法があります。

インストールされるライブラリを事前にロードする場所を環境変数 LD\_PRELOAD に定めておいてそれからインストールを行う方法です。 パッケージのインストール中には cp、install、mv など、さまざまな実行モジュールにそのライブラリをリンクさせ、ファイルシステムを変更するようなシステムコールを監視することで、そのライブラリがパッケージを追跡管理できるようにします。 この方法を実現するためには、動的リンクする実行モジュールはすべて suid ビット、sgid ビットがオフでなければなりません。 事前にライブラリをロードしておくと、インストール中に予期しない副作用が発生するかもしれません。 したがって、ある程度のテスト確認を行って、パッケージ管理ツールが不具合を引き起こさないここと、しかるべきファイルの記録が取られていることが良いとされます。

別のある方法として strace を用いるものがあります。 これはインストールスクリプトの実行中に発生するシステムコールを記録するものです。

#### 8.2.2.6. パッケージのアーカイブを生成する方法

この方法では、シンボリックリンク方式によるパッケージ管理にて説明したのと同じように、パッケージが個別のディレクトリにインストールされます。 インストールの後は、インストールされたファイルのアーカイブが生成されます。

このアーカイブはローカル PC へのインストールに用いられたり、他の PC へのインストールにも利用されたりします。

商用ディストリビューションが採用しているパッケージ管理ツールは、ほとんどがこの方法によるものです。 この方法に従ったパッケージ管理ツールの例に RPM があります。（これは Linux Standard Base Specification が規定しています。）また pkg-utils、Debian の apt、Gentoo の Portage システムがあります。 このパッケージ管理手法を LFS システムに適用するヒント情報が <https://www.linuxfromscratch.org/hints/downloads/files/fakeroottxt> にあります。

パッケージファイルにその依存パッケージ情報まで含めてアーカイブ生成することは、非常に複雑となり LFS の範疇を超えるものです。

Slackware は、パッケージアーカイブに対して tar ベースのシステムを利用しています。 他のパッケージ管理ツールはパッケージの依存性を取り扱いますが、このシステムは意図的にこれを行っていません。 Slackware のパッケージ管理に関する詳細は <https://www.slackbook.org/html/package-management.html> を参照してください。

#### 8.2.2.7. ユーザー情報をベースとする管理方法

この手法は LFS に固有のものであり Matthias Benkmann により考案されました。 ヒントプロジェクト (Hints Project) から入手することができます。 考え方としては、各パッケージを個々のユーザーが共有ディレクトリにインストールします。 パッケージに属するファイル類は、ユーザーIDを確認することで容易に特定出来るようになります。 この手法の特徴や短所については、複雑な話となるため本節では説明しません。 詳しくは [https://www.linuxfromscratch.org/hints/downloads/files/more\\_control\\_and\\_pkg\\_man.txt](https://www.linuxfromscratch.org/hints/downloads/files/more_control_and_pkg_man.txt) に示されているヒントを参照してください。

### 8.2.3. 他システムへの LFS の配置

LFS システムの利点の一つとして、どのファイルもディスク上のどこに位置していても構わないことです。他のコンピューターに対してビルドした LFS の複製を作ろうとするなら、それが同等のアーキテクチャーであれば容易に実現できます。つまり tar コマンドを使って LFS のルートディレクトリを含むパーティション (LFS の基本的なビルドの場合、非圧縮で 900MB 程度) をまとめ、これをネットワーク転送か、あるいは CD-ROM や USB スティックを通じて新しいシステムにコピーし、伸張 (解凍) するだけです。その後は、設定ファイルにいくらかの変更を行うことが必要です。変更が必要となる設定ファイルは以下のとおりです。 /etc/hosts, /etc/fstab, /etc/passwd, /etc/group, /etc/shadow, /etc/ld.so.conf, /etc/sysconfig/rc.site, /etc/sysconfig/network, /etc/sysconfig/ifconfig.eth0

新しいシステムのハードウェアと元のカーネルに差異があるかもしれないため、カーネルを新しいシステム向けに再ビルトする必要があるでしょう。



#### 重要

LFS システムを CPU の異なるシステム上にデプロイしたい場合、「GMP-6.3.0」と「Libffi-3.5.2」のビルドにあたっては、以下のメモ内容に従ってください。つまりアーキテクチャー固有の最適化を通じて、ホストシステムと LFS デプロイ先のシステム双方に適したライブラリを生成するようにしてください。これを行っていないと LFS 実行時に `Illegal Instruction` エラーが発生することになります。

GMP ビルドシステムは GMP をビルドするために必要となる各アーキテクチャー特有の最適化オプションを `gmp.h` に保存します。そして GMP を利用するパッケージでは、そのヘッダーファイルから最適化オプションを呼び込んで、パッケージビルドに利用するものがあります。少なくとも MPFR のビルドシステムは、この仕組みを理解し利用しています。完全な LFS システムにとって、GMP を単に再ビルトしようとする作業は不十分な事態を引き起こします。もし他 CPU 向けに完全 LFS システムを「移行」しようとするなら、MPFR はもちろん、おそらく GMP を利用する他のパッケージもすべて再ビルトする必要があります。

最後に新システムを起動可能とするために「GRUB を用いたブートプロセスの設定」を設定する必要があります。

## 8.3. Man-pages-6.17

Man-pages パッケージは 2,400 以上のマニュアルページを提供します。

概算ビルド時間:	0.1 SBU
必要ディスク容量:	54 MB

### 8.3.1. Man-pages のインストール

パスワードのハッシュ処理に関する man ページを 2 つ削除します。その man ページは Libxcrypt が、より良いものを提供してくれます。

```
rm -v man3/crypt*
```

Man-pages をインストールするために以下を実行します。

```
make -R GIT=false prefix=/usr install
```

オプションの意味

*-R*

これは make がビルトイン変数を設定しないようにします。man-pages のビルドシステムにおいては、ビルトイン変数が適切に制御できません。現状においてコマンドラインから *-R* を指定する以外に、それを制御する方法は存在しません。

*GIT=false*

これはビルドシステムが git: command not found という警告メッセージ行を出力しないようにします。

### 8.3.2. Man-pages の構成

インストールファイル:	さまざまな man ページ
-------------	---------------

#### 概略説明

man ページ	C 言語の関数、重要なデバイスファイル、重要な設定ファイルなどを説明します。
---------	--

## 8.4. Iana-Etc-20260202

Iana-Etc パッケージはネットワークサービスやプロトコルのためのデータを提供します。

概算ビルド時間: 0.1 SBU 以下  
必要ディスク容量: 4.8 MB

### 8.4.1. Iana-Etc のインストール

このパッケージでは、必要とするファイルを所定の場所にコピーするだけにします。

```
cp -v services protocols /etc
```

### 8.4.2. Iana-Etc の構成

インストールファイル: /etc/protocols, /etc/services

#### 概略説明

/etc/protocols TCP/IP により利用可能なさまざまな DARPA インターネットプロトコル (DARPA Internet protocols) を記述しています。

/etc/services インターネットサービスを分かりやすく表現した名称と、その割り当てポートおよびプロトコルの種類の対応情報を提供します。

## 8.5. Glibc-2.43

Glibc パッケージは主要な C ライブラリを提供します。このライブラリは基本的な処理ルーチンを含むもので、メモリ割り当て、ディレクトリ走査、ファイルのオープン、クローズや入出力、文字列操作、パターンマッチング、算術処理、等々があります。

概算ビルト時間: 12 SBU  
必要ディスク容量: 3.5 GB

### 8.5.1. Glibc のインストール

Glibc のプログラムの中には /var/db ディレクトリに実行データを収容するものがあり、これは FHS に準拠していません。以下のパッチを適用することで、実行データの収容先を FHS 準拠のディレクトリとします。

```
patch -Np1 -i ../glibc-fhs-1.patch
```

Glibc のドキュメントでは専用のビルトディレクトリを作成することが推奨されています。

```
mkdir -v build
cd      build
```

ldconfig と sln ユーティリティーを /usr/sbin にインストールするようにします。

```
echo "rootsbindir=/usr/sbin" > configparms
```

Glibc をコンパイルするための準備をします。

```
../configure --prefix=/usr \
            --disable-werror \
            --disable-nscd \
            libc_cv_slibdir=/usr/lib \
            --enable-stack-protector=strong \
            --enable-kernel=5.4
```

configure オプションの意味

--disable-werror

GCC に対して -werror オプションを利用しないようにします。テストスイートを実行するために必要となります。

--enable-kernel=5.4

本オプションはビルトシステムに対して、カーネルバージョンが 5.4 のように古くても、Glibc が利用されるように指示します。これより古いバージョンにおけるシステムコールが用いられないようにするため、その回避策をとるものです。

--enable-stack-protector=strong

このオプション指定によりスタックに積まれる関数プリアンブル内に、追加のコードを付与することにより、システムセキュリティを向上させます。その追加コードは、スタック破壊攻撃 (stack smashing attacks) のようなバッファーオーバーフローをチェックします。なお Glibc に対して明示的に指定されたオプションは、常に GCC のデフォルトを上書きします。したがってこのオプションは、GCC に対して --enable-default-ssp の設定を行っているからこそ、ここでも指定が必要になります。

--disable-nscd

nscd (name service cache daemon) は使われることがないのでビルトしないようにします。

libc\_cv\_slibdir=/usr/lib

この変数によって、あらゆるシステムにおけるライブラリを正しく設定します。lib64 は利用しません。

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

### 重要

本節における Glibc のテストスイートは極めて重要なものです。したがってどのような場合であっても必ず実行してください。

全般にテストの中には失敗するものがありますが、以下に示すものであれば無視しても構いません。

#### `make check`

テストに失敗する場合があります。これは Glibc のテストスイートがホストシステムにある程度依存しているためです。6000 を超えるテストの中で、ほんの少数のテストは失敗しますが、無視できるものです。LFS の当バージョンにおいて発生しがちな問題を以下に示します。

- `io/tst-lchmod` は LFS の chroot 環境においては失敗します。
- `nss/tst-nss-files-hosts-multi`、`nptl/tst-thread-affinity*` のようなテストでは、タイムアウトを原因として（特に比較的処理性能の低いシステムの利用や平行ビルドを使ったテストスイート実行において）そのテストが失敗します。このようなテストは以下を実行すれば一覧として得られます。

```
grep "Timed out" $(find -name *.out)
```

`TIMEOUTFACTOR=<factor> make test t=<test name>` というコマンド実行により、テスト 1 つずつに対してタイムアウト時間を拡張して再実行することができます。たとえば `TIMEOUTFACTOR=10 make test t=nss/tst-nss-files-hosts-multi` とすれば `nss/tst-nss-files-hosts-multi` のテストが、元々のタイムアウトの 10 倍しながら再実行できます。

- さらに CPU モデルが古い場合に（たとえば `elf/tst-cpu-features-cpuinfo` が）、またホストのカーネルバージョンが古い場合に（たとえば `stdlib/tst-arc4random-thread` が）、それぞれ失敗することがあります。

支障が出る話ではありませんが Glibc のインストール時には `/etc/ld.so.conf` ファイルが存在していないとして警告メッセージが出力されます。これをなくすために以下を実行します。

```
touch /etc/ld.so.conf
```

Makefile を修正して、古くなった健全性チェックをスキップするようにします。これは、この段階での LFS 環境では失敗するためです。

```
sed '/test-installation/s@$(PERL)@echo not running@' -i ..../Makefile
```



## 重要

稼働中の LFS システムにおいて Glibc のマイナーバージョンを最新のものにアップグレードする場合（たとえば Glibc-2.36 を Glibc-2.43 にあげる場合）、いくつか追加の措置を講じることで、システムが壊れないようになります。

- 11.0 未満の Glibc をアップグレードすることは LFS システムにおいてはサポートしていません。そのような古い LFS システムにおいて最新の Glibc が必要になる場合は、LFS を再構築してください。
- 12.0 未満の Glibc をアップグレードする場合は「Libxcrypt-4.5.2.」に従って Libxcrypt をインストールしてください。さらにその Libxcrypt の通常インストール手順に加えて、Libxcrypt の注記の節に示されている手順に従って **libcrypt.so.1\*** のインストールを必ず行ってください（それ以前に行っている Glibc のビルドにおいてインストールした **libcrypt.so.1** を置き換えてください）。
- 12.1 未満の Glibc をアップグレードする場合は nscd プログラムを削除してください。

```
rm -f /usr/sbin/nscd
```

- （現時点のカーネルバージョンは uname -r により確認することができますが）5.4 よりも古いカーネルをアップグレードして再起動する場合には「Linux-6.18.10」の説明に従ってください。
- （現時点の API ヘッダーバージョンは cat /usr/include/linux/version.h により確認することができますが）5.4 よりも古い API ヘッダーをアップグレードする場合は、「Linux-6.18.10 API ヘッダー」の説明に従ってください（ただし cp コマンドからは \$LFS を取り除いてください）。
- DESTDIR を利用したインストール方法により Glibc の共有ライブラリをアップグレードする場合には、以下のように一つの install コマンドにより行ってください。

```
make DESTDIR=$PWD/dest install
install -vm755 dest/usr/lib/*.so.* /usr/lib
```

自分が何をしているのかを完全に理解できていないのであれば、この手順に忠実に従ってください。不用意にこの手順を見逃して進めてしまうと、システムが完全に利用不能になります。ここに警告しておきます。

make install コマンド、/usr/bin/ldd に対する sed コマンド、ロケールをインストールするコマンドを順に実行します。ここまで行ったら即座にシステムを再起動してください。

システムの再起動が成功したら次を行います。今起動させている LFS システムが 12.0 よりも最新のものであって、GCC のビルド時に --disable-fixincludes オプションをつけていなかった場合は、2 つの GCC ヘッダーファイルを適切な位置に移動させた上で Glibc ヘッダーファイルにおける「fixed」を削除します。

```
DIR=$(dirname $(gcc -print-libgcc-file-name))
[ -e $DIR/include/limits.h ] || mv $DIR/include{-fixed,}/limits.h
[ -e $DIR/include/syslimits.h ] || mv $DIR/include{-fixed,}/syslimits.h
rm -rfv $DIR/include-fixed/*
unset DIR
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

ldd スクリプト内にある実行可能なローダーへのパスがハードコーディングされているので、これを修正します。

```
sed '/RTLDLIST=/s@/usr@@g' -i /usr/bin/ldd
```

システムを各種の言語に対応させるためのロケールをインストールします。テストスイートにおいてロケールは必要ではありませんが、ロケールが不足していることによって、重要なテストが実施されずに見逃してしまうパッケージがあるかもしれません。

各ロケールは `localeddef` プログラムを使ってインストールします。 例えば以下に示す 2 つめの `localeddef` では、キャラクターセットには依存しないロケール定義 `/usr/share/i18n/locales/cs_CZ` とキャラクターマップ定義 `/usr/share/i18n/charmaps=UTF-8.gz` とを結合させて `/usr/lib/locale/locale-archive` ファイルにその情報を付け加えます。 以下のコマンドは、テストを成功させるために必要となる最低限のロケールをインストールするものです。

```
localedef -i C -f UTF-8 C.UTF-8
localedef -i cs_CZ -f UTF-8 cs_CZ.UTF-8
localedef -i de_DE -f ISO-8859-1 de_DE
localedef -i de_DE@euro -f ISO-8859-15 de_DE@euro
localedef -i de_DE -f UTF-8 de_DE.UTF-8
localedef -i el_GR -f ISO-8859-7 el_GR
localedef -i en_GB -f ISO-8859-1 en_GB
localedef -i en_GB -f UTF-8 en_GB.UTF-8
localedef -i en_HK -f ISO-8859-1 en_HK
localedef -i en_PH -f ISO-8859-1 en_PH
localedef -i en_US -f ISO-8859-1 en_US
localedef -i en_US -f UTF-8 en_US.UTF-8
localedef -i es_ES -f ISO-8859-15 es_ES@euro
localedef -i es_MX -f ISO-8859-1 es_MX
localedef -i fa_IR -f UTF-8 fa_IR
localedef -i fr_FR -f ISO-8859-1 fr_FR
localedef -i fr_FR@euro -f ISO-8859-15 fr_FR@euro
localedef -i fr_FR -f UTF-8 fr_FR.UTF-8
localedef -i is_IS -f ISO-8859-1 is_IS
localedef -i is_IS -f UTF-8 is_IS.UTF-8
localedef -i it_IT -f ISO-8859-1 it_IT
localedef -i it_IT -f ISO-8859-15 it_IT@euro
localedef -i it_IT -f UTF-8 it_IT.UTF-8
localedef -i ja_JP -f EUC-JP ja_JP
localedef -i ja_JP -f UTF-8 ja_JP.UTF-8
localedef -i nl_NL@euro -f ISO-8859-15 nl_NL@euro
localedef -i ru_RU -f KOI8-R ru_RU.KOI8-R
localedef -i ru_RU -f UTF-8 ru_RU.UTF-8
localedef -i se_NO -f UTF-8 se_NO.UTF-8
localedef -i ta_IN -f UTF-8 ta_IN.UTF-8
localedef -i tr_TR -f UTF-8 tr_TR.UTF-8
localedef -i zh_CN -f GB18030 zh_CN.GB18030
localedef -i zh_HK -f BIG5-HKSCS zh_HK.BIG5-HKSCS
localedef -i zh_TW -f UTF-8 zh_TW.UTF-8
```

上に加えて、あなたの国、言語、キャラクターセットを定めるためのロケールをインストールしてください。

必要に応じて `glibc-2.43/localedata/SUPPORTED` に示されるすべてのロケールを同時にインストールしてください。（そこには上のロケールも含め、すべてのロケールが列記されています。）以下のコマンドによりそれを実現します。 ただしこれには相当な処理時間を要します。

```
make locedata/install-locales
```



### 注記

現状の Glibc は、国際ドメイン名の解決に `libidn2` を利用します。 これは実行時に依存するパッケージです。 この機能が必要である場合は、BLFS にある `libidn2` ページに示されているインストール手順を参照してください。

## 8.5.2. Glibc の設定

### 8.5.2.1. nsswitch.conf の追加

`/etc/nsswitch.conf` ファイルを作成しておく必要があります。 このファイルが無い場合、Glibc のデフォルト値ではネットワーク環境下にて Glibc が正しく動作しません。

以下のコマンドを実行して /etc/nsswitch.conf ファイルを生成します。

```
cat > /etc/nsswitch.conf << "EOF"
# Begin /etc/nsswitch.conf

passwd: files
group: files
shadow: files

hosts: files dns
networks: files

protocols: files
services: files
ethers: files
rpc: files

# End /etc/nsswitch.conf
EOF
```

### 8.5.2.2. タイムゾーンデータの追加

以下によりタイムゾーンデータをインストールし設定します。

```
tar -xf ../../tzdata2025c.tar.gz

ZONEINFO=/usr/share/zoneinfo
mkdir -pv $ZONEINFO/{posix,right}

for tz in etcetera southamerica northamerica europe africa antarctica \
          asia australasia backward; do
    zic -L /dev/null -d $ZONEINFO ${tz}
    zic -L /dev/null -d $ZONEINFO/posix ${tz}
    zic -L leapseconds -d $ZONEINFO/right ${tz}
done

cp -v zone.tab zone1970.tab iso3166.tab $ZONEINFO
zic -d $ZONEINFO -p America/New_York
unset ZONEINFO tz
```

**zic** コマンドの意味

**zic -L /dev/null ...**

うるう秒を含まない posix タイムゾーンデータを生成します。これらは zoneinfo や zoneinfo/posix に収容するものとして適切なものです。 zoneinfo へは POSIX 準拠のタイムゾーンデータを含めることが必要であり、こうしておかないと数々のテストスイートにてエラーが発生してしまいます。組み込みシステムなどでは容量の制約が厳しいため、タイムゾーンデータはあまり更新したくない場合があり、posix ディレクトリを設けなければ 1.9 MB の容量を節約できます。ただしアプリケーションやテストスイートによっては、エラーが発生するかもしれません。

**zic -L leapseconds ...**

うるう秒を含んだ正しいタイムゾーンデータを生成します。組み込みシステムなどでは容量の制約が厳しいため、タイムゾーンデータはあまり更新したくない場合や、さほど気にかけない場合もあります。 right ディレクトリを省略することにすれば 1.9MB の容量を節約することができます。

**zic ... -p ...**

posixrules ファイルを生成します。ここでは New York を用います。POSIX では、日中の保存時刻として US ルールに従うことを規程しているためです。

ローカルなタイムゾーンの設定を行う 1 つの方法として、ここでは以下のスクリプトを実行します。

#### tzselect

地域情報を設定するためにいくつか尋ねられるのでそれに答えます。このスクリプトはタイムゾーン名を表示します。(例えば America/Edmonton などです。) /usr/share/zoneinfo ディレクトリにはさらに Canada/Eastern や EST5EDT のようなタイムゾーンもあります。これらはこのスクリプトでは認識されませんが、利用することは可能です。

以下のコマンドにより /etc/localtime ファイルを生成します。

```
ln -sfv /usr/share/zoneinfo/<xxx> /etc/localtime
```

<xxx> の部分は設定するタイムゾーンの名前（例えば Canada/Eastern など）に置き換えてください。

### 8.5.2.3. ダイナミックローダー の設定

ダイナミックリンクカー (/lib/ld-linux.so.2) がダイナミックライブラリを検索するデフォルトのディレクトリが /usr/lib ディレクトリです。各種プログラムが実行される際にはここから検索されたダイナミックライブラリがリンクされます。もし /usr/lib 以外のディレクトリにライブラリファイルがあるなら /etc/ld.so.conf ファイルに記述を追加して、ダイナミックローダーがそれらを探し出せるようにしておくことが必要です。追加のライブラリが配置されるディレクトリとしては /usr/local/lib ディレクトリと /opt/lib ディレクトリという二つがよく利用されます。ダイナミックローダーの検索パスとして、それらのディレクトリを追加します。

以下のコマンドを実行して /etc/ld.so.conf ファイルを新たに生成します。

```
cat > /etc/ld.so.conf << "EOF"
# Begin /etc/ld.so.conf
/usr/local/lib
/opt/lib

EOF
```

必要がある場合には、ダイナミックローダーに対する設定として、他ディレクトリにて指定されるファイルをインクリードするようにもできます。通常は、そのファイル内の1行に、必要となるライブラリパスを記述します。このような設定を利用する場合には以下のようなコマンドを実行します。

```
cat >> /etc/ld.so.conf << "EOF"
# Add an include directory
include /etc/ld.so.conf.d/*.conf

EOF
mkdir -pv /etc/ld.so.conf.d
```

### 8.5.3. Glibc の構成

インストールプログラム:

gencat, getconf, getent, iconv, iconvconfig, ldconfig, ldd, lddlibc4, ld.so (ld-linux-x86-64.so.2 または ld-linux.so.2 へのリンク), locale, localedef, makedb, mtrace, pcprofiledump, pldd, sln, sotruss, sprof, tzselect, xtrace, zdump, zic

インストールライブラリ:

ld-linux-x86-64.so.2, ld-linux.so.2, libBrokenLocale.{a,so}, libanl.{a,so}, libc.{a,so}, libc\_nonshared.a, libc\_malloc\_debug.so, libdl.{a,so.2}, libg.a, libm.{a,so}, libmcheck.a, libmemusage.so, libmvec.{a,so}, libnsl.so.1, libnss\_compat.so, libnss\_dns.so, libnss\_files.so, libnss\_hesiod.so, libpcprofile.so, libpthread.{a,so.0}, libresolv.{a,so}, librt.{a,so.1}, libthread\_db.so, and libutil.{a,so.1}

インストールディレクトリ:

/usr/include/arpa, /usr/include/bits, /usr/include/gnu, /usr/include/net, /usr/include/netash, /usr/include/netatalk, /usr/include/netax25, /usr/include/neteconet, /usr/include/netinet, /usr/include/netipx, /usr/include/netiucv, /usr/include/netpacket, /usr/include/netrom, /usr/include/netrose, /usr/include/nfs, /usr/include/protocols, /usr/include/rpc, /usr/include/sys, /usr/lib/audit, /usr/lib/gconv, /usr/lib/locale, /usr/libexec/getconf, /usr/share/i18n, /usr/share/zoneinfo, /var/lib/nss\_db

### 概略説明

gencat	メッセージカタログを生成します。
getconf	ファイルシステムに固有の変数に設定された値を表示します。
getent	管理データベースから設定項目を取得します。
iconv	キヤラクターセットを変換します。
iconvconfig	高速ロードができる iconv モジュール設定ファイルを生成します。

ldconfig	ダイナミックリンクラーの実行時バインディングを設定します。
ldd	指定したプログラムまたは共有ライブラリが必要としている共有ライブラリを表示します。
ldd libc4	オブジェクトファイルを使って ldd コマンドを補助します。 これは x86_64 のような最新アーキテクチャーには存在しません。
locale	現在のロケールに対するさまざまな情報を表示します。
localeddef	ロケールの設定をコンパイルします。
makedb	テキストを入力として単純なデータベースを生成します。
mtrace	メモリトレースファイル (memory trace file) を読み込んで解釈します。 そして可読可能な書式で出力します。
pcprofiledump	PC プロファイリングによって生成された情報をダンプします。
pldd	稼動中のプロセスにて利用されている動的共有オブジェクト (dynamic shared objects) を一覧出力します。
sln	スタティックなリンクを行う ln プログラム。
sotruss	指定されたコマンドの共有ライブラリ内のプロシジャー コールをトレースします。
sprof	共有オブジェクトのプロファイリングデータを読み込んで表示します。
tzselect	ユーザーに対してシステムの設置地域を問合せ、対応するタイムゾーンの記述を表示します。
xtrace	プログラム内にて現在実行されている関数を表示することで、そのプログラムの実行状況を追跡します。
zdump	タイムゾーンをダンプします。
zic	タイムゾーンコンパイラー。
ld-* .so	共有ライブラリのためのヘルパープログラム。
libBrokenLocale	Glibc が内部で利用するもので、異常が発生しているプログラムを見つけ出します。(例えば Motif アプリケーションなど) 詳しくは glibc-2.43/locale/broken_cur_max.c に書かれたコメントを参照してください。
libanl	関数を何も含まないダミーライブラリ。かつては非同期の名前解決 (asynchronous name lookup) ライブラリでしたが、今その関数は libc に含まれます。
libc	主要な C ライブラリ。
libc_malloc_debug	プリロード時のメモリ割り当てチェックをオンにします。
libdl	何の関数も含まないダミーライブラリ。以前はダイナミックリンクインターフェースライブラリでしたが、現在その関数は libc に含まれるようになりました。
libg	何の関数も含まないダミーのライブラリ。かつては g++ のランタイムライブラリであったものです。
libm	数学ライブラリ。
libmvec	ベクトル数学ライブラリ。 libm が用いられる際に必要となるためリンクされます。
libmcheck	このライブラリにリンクした場合、メモリ割り当てのチェック機能を有効にします。
libmemusage	memusage コマンドが利用するもので、プログラムのメモリ使用に関する情報を収集します。
libnsl	ネットワークサービスライブラリ。現在は非推奨。
libnss_*	NSS (Name Service Switch) モジュール。ホスト、ユーザー名、エイリアス、サービス、プロトコルなどの名前解決を行う関数を提供します。 /etc/nsswitch.conf での設定に従って libc によりロードされます。
libpcprofile	PC プロファイルにたいして実行モジュールをプリロードするために用いられます。
libpthread	関数を全く含まないダミーのライブラリ。かつては POSIX.1c Threads Extensions によって規定されているインターフェースと、POSIX.1b Real-time Extensions によって規定されるセマフォーアインターフェースをほとんど含めた関数を提供していました。現在その関数は libc に含まれるようになりました。
libresolv	インターネットドメインネームサーバーに対しての、パケットの生成、送信、解析を行う関数を提供します。
librt	POSIX.1b リアルタイム拡張 (Realtime Extension) にて既定されているインターフェースをほぼ網羅した関数を提供します。
libthread_db	マルチスレッドプログラム用のデバッガーを構築するための有用な関数を提供します。

libutil

何の関数も含まないダミーライブラリ。以前は、さまざまな Unix ユーティリティーに用いられる「標準的な」関数のコードを含んでいました。現在その関数は libc に含まれるようになりました。

## 8.6. Zlib-1.3.1

Zlib パッケージは、各種プログラムから呼び出される、圧縮、伸張（解凍）を行う関数を提供します。

概算ビルド時間: 0.1 SBU 以下  
必要ディスク容量: 6.4 MB

### 8.6.1. Zlib のインストール

Zlib をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

不要なスタティックライブラリを削除します。

```
rm -fv /usr/lib/libz.a
```

### 8.6.2. Zlib の構成

インストールライブラリ: libz.so

#### 概略説明

libz 各種プログラムから呼び出される、圧縮、伸張（解凍）を行う関数を提供します。

## 8.7. Bzip2-1.0.8

Bzip2 パッケージはファイル圧縮、伸長（解凍）を行うプログラムを提供します。テキストファイルであれば、これまでもよく用いられてきた gzip に比べて bzip2 の方が圧縮率の高いファイルを生成できます。

概算ビルト時間: 0.1 SBU 以下  
必要ディスク容量: 7.3 MB

### 8.7.1. Bzip2 のインストール

本パッケージのドキュメントをインストールするためにパッチを適用します。

```
patch -Np1 -i ../../bzip2-1.0.8-install_docs-1.patch
```

以下のコマンドによりシンボリックリンクを相対的なものとしてインストールします。

```
sed -i 's@^(ln -s -f )$PREFIX/bin/@\1@' Makefile
```

man ページのインストール先を正しいディレクトリに修正します。

```
sed -i "s@(PREFIX)/man@(PREFIX)/share/man@g" Makefile
```

Bzip2 をコンパイルするための準備をします。

```
make -f Makefile-libbz2_so
make clean
```

make パラメーターの意味

**-f Makefile-libbz2\_so**

このパラメーターは Bzip2 のビルトにあたって通常の Makefile ファイルではなく Makefile-libbz2\_so ファイルを利用することを指示します。これはダイナミックライブラリ libbz2.so をビルトし Bzip2 の各種プログラムをこれにリンクします。

パッケージのコンパイルとテストを行います。

```
make
```

パッケージをインストールします。

```
make PREFIX=/usr install
```

共有ライブラリをインストールします。

```
cp -av libbz2.so.* /usr/lib
ln -sv libbz2.so.1.0.8 /usr/lib/libbz2.so
```

共有ライブラリ名は標準化されておらず、ディストロによってさまざまに命名されています。上の手順では libbz2.so.1.0 をインストールしましたが、ディストロによってはたとえば Kbd などのようなアプリケーションが、それとは別のライブラリ名を期待しているものがあります。そういうしたものに対して、互換性のためにシンボリックリンクを生成します。

```
ln -sv libbz2.so.1.0.8 /usr/lib/libbz2.so.1
```



#### 注記

このシンボリックリンクを用いた方法は、ここでのみ有効なものです。というのも、ライブラリ名を別のもとにしているのは、ディストロ管理者の美学に基づく結果であって、決して ABI 非互換性を理由とするものではないからです。一般的にライブラリ名が異なっているとしたら、それは ABI 互換性がない可能性を意味します。したがってその違いを、シンボリックリンクによって「隠す」ことは、不適切である可能性が高くなります。ライブラリ名に関する詳細は「アップグレードに関する問題」を参照してください。

共有化された bzip2 実行モジュールを /usr/bin ディレクトリにインストールします。またシンボリックリンクにより bzip2 のコピーを 2 つ作ります。

```
cp -v bzip2-shared /usr/bin/bzip2
for i in /usr/bin/{bzcat,bunzip2}; do
    ln -sfv bzip2 $i
done
```

不要なスタティックライブラリを削除します。

```
rm -fv /usr/lib/libbz2.a
```

### 8.7.2. Bzip2 の構成

インストールプログラム:	bunzip2 (bzip2へのリンク), bzcat (bzip2へのリンク), bzcmp (bzip2へのリンク), bzdiff, bzegrep (bzip2へのリンク), bzfgrep (bzip2へのリンク), bzgrep, bzip2, bzip2recover, bzless (bzip2へのリンク), bzmore
インストールライブラリ:	libbz2.so
インストールディレクトリ:	/usr/share/doc/bzip2-1.0.8

#### 概略説明

bunzip2	bzip2で圧縮されたファイルを解凍します。
bzcat	解凍結果を標準出力に出力します。
bzcmp	bzip2で圧縮されたファイルに対して cmp を実行します。
bzdiff	bzip2で圧縮されたファイルに対して diff を実行します。
bzegrep	bzip2で圧縮されたファイルに対して egrep を実行します。
bzfgrep	bzip2で圧縮されたファイルに対して fgrep を実行します。
bzgrep	bzip2で圧縮されたファイルに対して grep を実行します。
bzip2	ブロックソート法（バロウズ-ホイラー変換）とハフマン符号化法を用いてファイル圧縮を行います。圧縮率は、従来用いられてきた「Lempel-Ziv」アルゴリズムによるもの、例えば gzip コマンドによるものに比べて高いものです。
bzip2recover	壊れた bzip2 ファイルの復旧を試みます。
bzless	bzip2で圧縮されたファイルに対して less を実行します。
bzmore	bzip2で圧縮されたファイルに対して more を実行します。
libbz2	ブロックソート法（バロウズ-ホイラー変換）による可逆的なデータ圧縮を提供するライブラリ。

## 8.8. Xz-5.8.2

Xz パッケージは、ファイルの圧縮、伸張（解凍）を行うプログラムを提供します。これは lzma フォーマットおよび新しい xz 圧縮フォーマットを取り扱います。xz コマンドによりテキストファイルを圧縮すると、従来の gzip コマンドや bzip2 コマンドに比べて、高い圧縮率を実現できます。

概算ビルド時間: 0.1 SBU  
必要ディスク容量: 24 MB

### 8.8.1. Xz のインストール

Xz をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
--disable-static \
--docdir=/usr/share/doc/xz-5.8.2
```

パッケージをコンパイルします。

**make**

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

**make check**

パッケージをインストールします。

**make install**

### 8.8.2. Xz の構成

インストールプログラム:

lzcatt (xzへのリンク), lzcmp (xzdiffへのリンク), lzdifft (xzdiffへのリンク),  
lzegrep (xzgrepへのリンク), lzfgrep (xzgrepへのリンク), lzgrep (xzgrepへのリンク),  
lzless (xzlessへのリンク), lzma (xzへのリンク), lzmadec, lzmainfo,  
lzmore (xzmoreへのリンク), unlzma (xzへのリンク), unxz (xzへのリンク),  
xz, xzcat (xzへのリンク), xzcmp (xzdiffへのリンク), xzdec, xzdiff, xzgrep  
(xzgrepへのリンク), xzfgrep (xzgrepへのリンク), xzgrep, xzless, xzmore

インストールライブラリ:

liblzma.so

インストールディレクトリ:

/usr/include/lzma, /usr/share/doc/xz-5.8.2

### 概略説明

lzcatt	ファイルを伸張（解凍）し標準出力へ出力します。
lzcmp	LZMA 圧縮されたファイルに対して cmp を実行します。
lzdifft	LZMA 圧縮されたファイルに対して diff を実行します。
lzegrep	LZMA 圧縮されたファイルに対して egrep を実行します。
lzfgrep	LZMA 圧縮されたファイルに対して fgrep を実行します。
lzgrep	LZMA 圧縮されたファイルに対して grep を実行します。
lzless	LZMA 圧縮されたファイルに対して less を実行します。
lzma	LZMA フォーマットによりファイルの圧縮と伸張（解凍）を行います。
lzmadec	LZMA 圧縮されたファイルを高速に伸張（解凍）するコンパクトなプログラムです。
lzmainfo	LZMA 圧縮されたファイルのヘッダーに保持されている情報を表示します。
lzmore	LZMA 圧縮されたファイルに対して more を実行します。
unlzma	LZMA フォーマットされたファイルを伸張（解凍）します。
unxz	XZ フォーマットされたファイルを伸張（解凍）します。
xz	XZ フォーマットによりファイルの圧縮と伸張（解凍）を行います。
xzcat	ファイルの伸張（解凍）を行い標準出力へ出力します。
xzcmp	XZ 圧縮されたファイルに対して cmp を実行します。
xzdec	XZ 圧縮されたファイルを高速に伸張（解凍）するコンパクトなプログラムです。

xzdiff	XZ 圧縮されたファイルに対して diff を実行します。
xzgrep	XZ 圧縮されたファイルに対して egrep を実行します。
xzfgrep	XZ 圧縮されたファイルに対して fgrep を実行します。
xzgrep	XZ 圧縮されたファイルに対して grep を実行します。
xzless	XZ 圧縮されたファイルに対して less を実行します。
xzmore	XZ 圧縮されたファイルに対して more を実行します。
liblzma	Lempel-Ziv-Markov のチェーンアルゴリズムを利用し、損失なくブロックソートによりデータ圧縮を行う機能を提供するライブラリです。

## 8.9. Lz4-1.10.0

Lz4 は可逆圧縮アルゴリズムであり、1 コアあたり 500 MB/秒を超える圧縮速度を誇ります。非常に高速なデコーダーも備えており、コアあたりの GB/秒 速度がさまざまにあります。Lz4 は Zstandard (zstd) と連携して、双方のアルゴリズムを用いて、より早く圧縮することができます。

概算ビルト時間: 0.1 SBU  
必要ディスク容量: 4.2 MB

### 8.9.1. Lz4 のインストール

パッケージをコンパイルします。

```
make BUILD_STATIC=no PREFIX=/usr
```

ビルト結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make -j1 check
```

パッケージをインストールします。

```
make BUILD_STATIC=no PREFIX=/usr install
```

### 8.9.2. Lz4 の構成

インストールプログラム:	lz4, lz4c (lz4 へのリンク), lz4cat (lz4 へのリンク), unlz4 (lz4 へのリンク)
インストールライブラリ:	liblz4.so

#### 概略説明

lz4	LZ4 フォーマットを使ってファイルの圧縮、伸長を行います。
lz4c	LZ4 フォーマットを使ってファイルの圧縮を行います。
lz4cat	LZ4 フォーマットにより圧縮されたファイルの内容一覧を表示します。
unlz4	LZ4 フォーマットを使ってファイルの伸長を行います。
liblz4	LZ4 アルゴリズムを利用した可逆データ圧縮を実装するライブラリを提供します。

## 8.10. Zstd-1.5.7

Zstandard とはリアルタイムの圧縮アルゴリズムのことであり、高压縮率を実現します。 圧縮、処理速度間のトレードオフを広範囲に提供するとともに、高速な伸張（解凍）処理を実現します。

概算ビルト時間: 0.4 SBU  
必要ディスク容量: 86 MB

### 8.10.1. Zstd のインストール

パッケージをコンパイルします。

```
make prefix=/usr
```



#### 注記

テスト結果の出力の中に 'failed' と示される箇所があります。これは実際のテストが失敗したときだけ 'FAIL' と出力されるものです。したがってテスト失敗ではありません。

ビルト結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make prefix=/usr install
```

スタティックライブラリを削除します。

```
rm -v /usr/lib/libzstd.a
```

### 8.10.2. Zstd の構成

インストールプログラム:	zstd, zstdcat (zstd へのリンク), zstdgrep, zstdless, zstdmt (zstd へのリンク), unzstd (zstd へのリンク)
インストールライブラリ:	libzstd.so

#### 概略説明

zstd	ZSTD 形式によりファイルを圧縮、伸張（解凍）します。
zstdgrep	ZSTD 圧縮ファイルに対して grep を実行します。
zstdless	ZSTD 圧縮ファイルに対して less を実行します。
libzstd	ZSTD アルゴリズムを利用した可逆データ圧縮を実装するライブラリ。

## 8.11. File-5.46

File パッケージは指定されたファイルの種類を決定するユーティリティを提供します。

概算ビルド時間:	0.1 SBU 以下
必要ディスク容量:	19 MB

### 8.11.1. File のインストール

File をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.11.2. File の構成

インストールプログラム:	file
インストールライブラリ:	libmagic.so

#### 概略説明

file	指定されたファイルの種類判別を行います。処理にあたってはいくつかのテスト、すなわちファイルシステムテスト、マジックナンバーテスト、言語テストを行います。
libmagic	マジックナンバーによりファイル判別を行うルーチンを含みます。file プログラムがこれを利用しています。

## 8.12. Readline-8.3

Readline パッケージはコマンドラインの編集や履歴管理を行うライブラリを提供します。

概算ビルト時間:	0.1 SBU 以下
必要ディスク容量:	17 MB

### 8.12.1. Readline のインストール

Readline を再インストールすると、それまでの古いライブラリは <ライブラリ名>.old というファイル名でコピーされます。これは普通は問題ないことですが ldconfig によるリンクに際してエラーを引き起こすことがあります。これを避けるため以下の二つの sed コマンドを実行します。

```
sed -i '/MV.*old/d' Makefile.in
sed -i '/{OLDSUFF}/c:' support/shlib-install
```

共有ライブラリに対して、ライブラリ検索パス (rpath) がハードコーディングされないようにします。本パッケージは標準的なディレクトリにインストールするため rpath を必要ありません。 rpath は時に思わぬ弊害やセキュリティ問題を引き起こす場合があります。

```
sed -i 's/-Wl,-rpath,[^ ]*//' support/shobj-conf
```

readline の当バージョンにおいてアップストリームが認識している問題を修正します。

```
sed -e '270a\
else\
    chars_avail = 1;' \
-e '288i\    result = -1;' \
-i.orig input.c
```

Readline をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
--disable-static \
--with-curses \
--docdir=/usr/share/doc/readline-8.3
```

configure オプションの意味

`--with-curses`

このオプションは Readline パッケージに対して、termcap ライブラリ関数の探し場所を、個別の termcap ライブラリではなく curses ライブラリとすることを指示します。これにより readline.pc ファイルが適切に生成されます。

パッケージをコンパイルします。

```
make SHLIB_LIBS="-lncursesw"
```

make オプションの意味

`SHLIB_LIBS="-lncursesw"`

このオプションにより Readline を libncursesw ライブラリにリンクします。 詳しくは本パッケージの README ファイルにある「Shared Libraries」という節を参照してください。

このパッケージにテストスイートはありません。

パッケージをインストールします。

```
make install
```

必要ならドキュメントをインストールします。

```
install -v -m644 doc/*.{ps, pdf, html, dvi} /usr/share/doc/readline-8.3
```

### 8.12.2. Readline の構成

インストールライブラリ:	libhistory.so, libreadline.so
インストールディレクトリ:	/usr/include/readline, /usr/share/doc/readline-8.3

## 概略説明

`libhistory` 入力履歴を適切に再現するためのユーザーインターフェースを提供します。

`libreadline` プログラムの対話セッションから入力されるテキストを処理するための一連のコマンドを提供します。

## 8.13. Pcre2-10.47

pcre2 パッケージは、次世代の Perl 互換正規表現 (Perl Compatible Regular Expression) ライブラリを提供します。

概算ビルト時間: 0.2 SBU  
必要ディスク容量: 28 MB

### 8.13.1. Pcre2 のインストール

pcre2 をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
--docdir=/usr/share/doc/pcre2-10.47 \
--enable-unicode \
--enable-jit \
--enable-pcre2-16 \
--enable-pcre2-32 \
--enable-pcre2grep-libz \
--enable-pcre2grep-libbz2 \
--enable-pcre2test-libreadline \
--disable-static
```

configure オプションの意味

--enable-unicode

このオプションは Unicode サポートを有効にして、このライブラリ内に UTF-8/16/32 文字列を扱う関数を含めるものです。

--enable-jit

このオプションはジャストインタイムコンパイルを有効にします。これによりパターンマッチングが高速になります。

--enable-pcre2-16

このオプションは 16 ビット文字サポートを有効にします。

--enable-pcre2-32

このオプションは 32 ビット文字サポートを有効にします。

--enable-pcre2grep-libz

このオプションは pcregrep に対して .gz により圧縮されたファイルの読み込み機能を追加します。

--enable-pcre2grep-libbz2

このオプションは pcre2grep に対して .bz2 により圧縮されたファイルの読み込み機能を追加します。

--enable-pcre2test-libreadline

このオプションは pcre2test プログラムに対して行編集および履歴機能を追加します。

パッケージをコンパイルします。

**make**

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

**make check**

パッケージをインストールします。

**make install**

### 8.13.2. Pcre2 の構成

インストールプログラム:	pcre2grep, pcre2test
インストールライブラリ:	libpcre2-8.so, libpcre2-16.so, libpcre2-32.so, libpcre2-posix.so

#### 概略説明

pcre2grep grep と同等であり Perl 互換の正規表現を扱います。

pcre2test    Perl 互換の正規表現をテストします。

## 8.14. M4-1.4.21

M4 パッケージはマクロプロセッサーを提供します。

概算ビルド時間:	0.4 SBU
必要ディスク容量:	61 MB

### 8.14.1. M4 のインストール

M4 をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.14.2. M4 の構成

インストールプログラム: m4

#### 概略説明

m4 指定されたファイル内のマクロ定義を展開して、そのコピーを生成します。 マクロ定義には埋め込み (built-in) マクロとユーザー定義マクロがあり、いくらでも引数を定義することができます。 マクロ定義の展開だけでなく m4 には以下のような埋め込み関数があります。 指定ファイルの読み込み、Unix コマンド実行、整数演算処理、テキスト操作、再帰処理などです。 m4 プログラムはコンパイラーのフロントエンドとして利用することができ、それ自体でマクロプロセッサーとして用いることもできます。

## 8.15. Bc-7.0.3

Bc パッケージは、任意精度 (arbitrary precision) の演算処理言語を提供します。

概算ビルド時間:	0.1 SBU 以下
必要ディスク容量:	7.8 MB

### 8.15.1. Bc のインストール

Bc をコンパイルするための準備をします。

```
CC='gcc -std=c99' ./configure --prefix=/usr -G -O3 -r
```

configure オプションの意味

`CC='gcc -std=c99'`

このパラメーターはコンパイラと C 標準を指定します。

`-G`

bc がまだインストールされていない状態では動作しないテストスイートがあるため、それを省略します。

`-O3`

利用する最適化を指定します。

`-r`

bc における行編集機能を拡張するために Readline 利用を有効にします。

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make test
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.15.2. Bc の構成

インストールプログラム: bc, dc

#### 概略説明

bc コマンドラインから実行する計算機 (calculator)。

dc 逆ポーランド (reverse-polish) 記法による計算機。

## 8.16. Flex-2.6.4

Flex パッケージは、字句パターンを認識するプログラムを生成するユーティリティを提供します。

概算ビルド時間:	0.1 SBU
必要ディスク容量:	33 MB

### 8.16.1. Flex のインストール

Flex をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr      \
            --disable-static \
            --docdir=/usr/share/doc/flex-2.6.4
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

プログラムの中には flex コマンドが用いられず、その前身である lex コマンドを実行しようとするものがあります。 そういったプログラムへ対応するために lex という名のシンボリックリンクを生成します。 このリンクが lex のエミュレーションモードとして flex を呼び出します。 なお lex に対する man ページもシンボリックリンクとして生成します。

```
ln -sv flex    /usr/bin/lex
ln -sv flex.1  /usr/share/man/man1/lex.1
```

### 8.16.2. Flex の構成

インストールプログラム:	flex, flex++ (flex へのリンク), lex (flex へのリンク)
インストールライブラリ:	libfl.so
インストールディレクトリ:	/usr/share/doc/flex-2.6.4

#### 概略説明

flex      テキスト内のパターンを認識するためのプログラムを生成するツール。 これは多彩なパターン検索の規則構築を可能とします。 これを利用することで特別なプログラムの生成が不要となります。  
 flex++    flex の拡張。 C++ コードやクラスの生成に利用されます。 これは flex へのシンボリックリンクです。  
 lex       lex のエミュレーションモードとして flex を実行するシンボリックリンク。  
 libfl     flex ライブラリ。

## 8.17. Tcl-8.6.17

Tcl パッケージは、堅牢で汎用的なスクリプト言語であるツールコマンド言語 (Tool Command Language) を提供します。Expect パッケージは Tcl (発音は "tickle") によって書かれています。

概算ビルト時間: 2.9 SBU  
必要ディスク容量: 91 MB

### 8.17.1. Tcl のインストール

本パッケージとこれに続く 2 つのパッケージ (Expect と DejaGNU) は、Binutils および GCC などにおけるテストスイートを実行するのに必要となるためインストールするものです。テスト目的のためにこれら 3 つのパッケージをインストールするというのは、少々大げさなことかもしれません。ただ本質的ではないことであっても、重要なツール類が正常に動作するという確認が得られれば安心できます。

Tcl をコンパイルするための準備をします。

```
SRCDIR=$(pwd)
cd unix
./configure --prefix=/usr \
    --mandir=/usr/share/man \
    --disable-rpath
```

configure パラメーターの意味

--disable-rpath

このパラメーターはバイナリ実行ファイルや共有ライブラリにおいて、ライブラリ検索パス (rpath) がハードコーディングされないようにします。本パッケージは標準的なディレクトリにインストールするため rpath を必要ありません。rpath は時に思わぬ弊害やセキュリティ問題を引き起こす場合があります。

パッケージをビルドします。

```
make

sed -e "s|${SRCDIR}/unix|/usr/lib|" \
    -e "s|${SRCDIR}|/usr/include|" \
    -i tclConfig.sh

sed -e "s|${SRCDIR}/unix/pkg/tdbc1.1.12|/usr/lib/tdbc1.1.12|" \
    -e "s|${SRCDIR}/pkgs/tdbc1.1.12/generic|/usr/include|" \
    -e "s|${SRCDIR}/pkgs/tdbc1.1.12/library|/usr/lib/tcl8.6|" \
    -e "s|${SRCDIR}/pkgs/tdbc1.1.12|/usr/include|" \
    -i pkgs/tdbc1.1.12/tdbcConfig.sh

sed -e "s|${SRCDIR}/unix/pkg/itcl4.3.4|/usr/lib/itcl4.3.4|" \
    -e "s|${SRCDIR}/pkgs/itcl4.3.4/generic|/usr/include|" \
    -e "s|${SRCDIR}/pkgs/itcl4.3.4|/usr/include|" \
    -i pkgs/itcl4.3.4/itclConfig.sh

unset SRCDIR
```

"make" コマンドに続くたくさんの "sed" コマンドは、設定ファイルにあるビルドディレクトリへの参照を削除して、インストールディレクトリへの参照に置き換えます。これ以降の LFS 作業において必須のことではありませんが、後にビルドされるパッケージが Tcl を用いるかもしれないからです。

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
LC_ALL=C.UTF-8 make test
```

パッケージをインストールします。

```
make install
chmod 644 /usr/lib/libtclstub8.6.a
```

インストールされたライブラリを書き込み可能にします。こうすることで後にデバッグシンボルを削除できるようにします。

```
chmod -v u+w /usr/lib/libtcl8.6.so
```

Tcl のヘッダーファイルをインストールします。これらは次にビルドする Expect が必要とするファイルです。

```
make install-private-headers
```

必要となるシンボリックリンクを生成します。

```
ln -sfv tclsh8.6 /usr/bin/tclsh
```

Perl の man ページと重複するものを名称変更します。

```
mv -v /usr/share/man/man3/{Thread,Tcl_Thread}.3
```

任意の作業として、以下のコマンドを実行してインストールします。

```
cd ..
tar -xf ../tcl8.6.17-html.tar.gz --strip-components=1
mkdir -v -p /usr/share/doc/tcl-8.6.17
cp -v -r ./html/* /usr/share/doc/tcl-8.6.17
```

## 8.17.2. Tcl の構成

インストールプログラム:	tclsh (tclsh8.6へのリンク), tclsh8.6
インストールライブラリ:	libtcl8.6.so, libtclstub8.6.a

### 概略説明

tclsh8.6	Tcl コマンドシェル
tclsh	tclsh8.6へのリンク
libtcl8.6.so	Tcl ライブラリ
libtclstub8.6.a	Tcl スタブライブラリ

8.18. Expect-5.45.4

Expect パッケージには telnet, ftp, passwd, fsck, rlogin, tip といった対話処理ツールを、スクリプト化されたダイアログを通じて自動化するツールを提供します。Expect はこういったアプリケーションをテストする場合にも利用できます。また本パッケージを利用しないと相当に困難となるようなタスクを、いとも簡単に処理できるようになります。DejaGnu フレームワークはこの Expect を用いて記述されています。

概算ビルト時間: 0.2 SBU  
必要ディスク容量: 3.9 MB

### 8.18.1. Expect のインストール

Expect は PTY が動作していることを必要とします。 chroot 環境内において PTY が適切に動作しているかどうかを、以下の単純なテストにより確認します。

```
python3 -c 'from pty import spawn; spawn(["echo", "ok"])'
```

上のコマンドの出力は `ok` となるべきものです。 そうならずに `OSError: out of pty devices` となつたら、その環境は PTY 操作を適切に行うような設定が行われていないということです。 その場合は `chroot` から抜け出て、再度「仮想カーネルファイルシステムの準備」を読み返して、`devpts` ファイルシステム（および他の仮想カーネルファイルシステム）を適切にマウントしてください。「Chroot 環境への移行」に従って `chroot` 環境に再度入ってください。 このメッセージは、先に進む前に解消しておくことが必要です。 そうでないと `Expect` を必要とするテストスイート（たとえば `Bash`, `Binutils`, `GCC`, `GDBM` そして `Expect` 自身のテストスイート）が大失敗し、些末な不備ならいくらでも発生してしまいます。

パッケージが gcc-15.1 以降に対応するための変更を加えます。

```
patch -Np1 -i ./expect-5.45.4-qcc15-1.patch
```

Expect をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
            --with-tcl=/usr/lib \
            --enable-shared \
            --disable-rpath \
            --mandir=/usr/share/man \
            --with-tclinclude=/usr/include
```

`configure` オプションの意味

--with-tcl=/usr/lib

本パラメーターは `configure` に対して、`tclConfig.sh` スクリプトが存在するディレクトリを指示するために必要となります。

--with-tclinclude=/usr/include

Tcl の内部ヘッダーファイルを探し出す場所を指定します。

パッケージをビルドします。

make

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

make test

パッケージをインストールします。

```
make install  
ln -svf expect5.45.4/libexpect5.45.4.so /usr/lib
```

### 8.18.2. Expect の構成

インストールプログラム: expect  
インストールライブラリ: libexpect5.45.4.so

概略說明

スクリプトを通じて他の対話的なプログラムとの処理を行います。

**libexpect-5.45.4.so** Tcl 拡張機能を通じて、あるいは (Tcl がない場合に) C や C++ から直接、Expect とのやりとりを行う関数を提供します。

## 8.19. DejaGNU-1.6.3

DejaGnu パッケージは、GNU ツールに対してテストスイートを実行するフレームワークを提供します。これは expect によって書かれており、expect そのものは Tcl (ツールコマンド言語) を利用しています。

概算ビルド時間: 0.1 SBU 以下  
必要ディスク容量: 6.9 MB

### 8.19.1. DejaGNU のインストール

アップストリームは、専用のビルドディレクトリを作成して DejaGNU をビルドすることを推奨しています。

```
mkdir -v build
cd      build
```

DejaGNU をコンパイルするための準備をします。

```
../configure --prefix=/usr
makeinfo --html --no-split -o doc/dejagnu.html .../doc/dejagnu.texi
makeinfo --plaintext      -o doc/dejagnu.txt  .../doc/dejagnu.texi
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
install -v -dm755  /usr/share/doc/dejagnu-1.6.3
install -v -m644   doc/dejagnu.{html,txt} /usr/share/doc/dejagnu-1.6.3
```

### 8.19.2. DejaGNU の構成

インストールプログラム: dejagnu, runtest

#### 概略説明

dejagnu DejaGNU の補助コマンドローンチャー。

runtest expect シェルの適正な場所を特定し DejaGNU を実行するためのラッパースクリプト。

## 8.20. Pkgconf-2.5.1

pkgconf パッケージは pkg-config の後継となるものです。 configure や make による処理において、インクルードパスやライブラリパスの情報を提供するツールです。

概算ビルド時間:	0.1 SBU 以下
必要ディスク容量:	5.0 MB

### 8.20.1. Pkgconf のインストール

Pkgconf をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
--disable-static \
--docdir=/usr/share/doc/pkgconf-2.5.1
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

元の Pkg-config との互換性を維持するため、以下の 2 つのシンボリックリンクを生成します。

```
ln -sv pkgconf /usr/bin/pkg-config
ln -sv pkgconf.1 /usr/share/man/man1/pkg-config.1
```

### 8.20.2. Pkgconf の構成

インストールプログラム:	pkgconf, pkg-config (pkgconf へのリンク), bomtool
インストールライブラリ:	libpkgconf.so
インストールディレクトリ:	/usr/share/doc/pkgconf-2.5.1

#### 概略説明

pkgconf	指定されたライブラリやパッケージに対するメタ情報を返します。
bomtool	pkg-config の .pc ファイルから Software Bill Of Materials を生成します。
libpkgconf	pkgconf の機能をほぼ提供します。たとえば IDE のような他ツールやコンパイラーがそのフレームワークを利用できるようにします。

## 8.21. Binutils-2.46.0

Binutils パッケージは、リンクやアセンブラーなどのようにオブジェクトファイルを取り扱うツール類を提供します。

概算ビルト時間: 1.7 SBU  
必要ディスク容量: 835 MB

### 8.21.1. Binutils のインストール

Binutils のドキュメントによると Binutils のビルトにあたっては専用のビルトディレクトリを作成することが推奨されています。

```
mkdir -v build
cd      build
```

Binutils をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr      \
            --sysconfdir=/etc    \
            --enable-ld=default \
            --enable-plugins    \
            --enable-shared     \
            --disable-werror   \
            --enable-64-bit-bfd \
            --enable-new-dtags \
            --with-system-zlib  \
            --enable-default-hash-style=gnu
```

configure パラメーターの意味

**--enable-ld=default**  
オリジナルの bfd リンカーをビルトし ld (デフォルトリンカー) と ld.bfd としてインストールします。

**--enable-plugins**  
リンカーに対してプラグインサポートを有効にします。

**--with-system-zlib**  
本パッケージに含まれる zlib をビルトするのではなく、既にインストール済の zlib を用いるようにします。

パッケージをコンパイルします。

```
make tooldir=/usr
```

make パラメーターの意味

**tooldir=/usr**

通常 tooldir (実行ファイルが最終的に配置されるディレクトリ) は \$(exec\_prefix)/\$(target\_alias) に設定されています。x86\_64 マシンでは /usr/x86\_64-pc-linux-gnu となります。LFS は自分で設定を定めていくシステムですから /usr ディレクトリ配下に CPU ターゲットを特定するディレクトリを設ける必要がありません。\$(exec\_prefix)/\$(target\_alias) というディレクトリ構成は、クロスコンパイル環境において必要となるものです。(例えばパッケージをコンパイルするマシンが Intel であり、そこから PowerPC マシン用の実行コードを生成する場合です。)

#### 重要

本節における Binutils のテストスイートは極めて重要なものです。したがってどのような場合であっても必ず実行してください。

ビルト結果をテストします。

```
make -k check
```

失敗したテストの一覧は、以下を実行すれば得られます。

```
grep '^FAIL:' $(find -name '*.log')
```

パッケージをインストールします。

```
make tooldir=/usr install
```

不要なスタティックライブラリなどのファイルを削除します。

```
rm -rfv /usr/lib/lib{bfd,ctf,ctf-nobfd,gprofng,opcodes,sframe}.a \
/usr/share/doc/gprofng/
```

## 8.21.2. Binutils の構成

インストールプログラム:	addr2line, ar, as, c++filt, dwp, elfedit, gprof, gprofng, ld, ld.bfd, nm, objcopy, objdump, ranlib, readelf, size, strings, strip
インストールライブラリ:	libbfd.so, libctf.so, libctf-nobfd.so, libgprofng.so, libopcodes.so, libsframe.so
インストールディレクトリ:	/usr/lib/ldscripts

### 概略説明

addr2line	指定された実行モジュール名とアドレスに基づいて、プログラム内のアドレスをファイル名と行番号に変換します。これは実行モジュール内のデバッグ情報を利用します。特定のアドレスがどのソースファイルと行番号に該当するかを確認するものです。
ar	アーカイブの生成、修正、抽出を行います。
as	gcc の出力結果をアセンブルして、オブジェクトファイルとして生成するアセンブラー。
c++filt	リンカーから呼び出されるもので C++ と Java のシンボルを複合 (demangle) し、オーバーロード関数が破壊されることを回避します。
dwp	DWARF パッケージユーティリティー。
elfedit	ELF ファイルの ELF ヘッダーを更新します。
gprof	コールグラフ (call graph) のプロファイルデータを表示します。
gprofng	性能データの収集と解析を行います。
ld	複数のオブジェクトファイルやアーカイブファイルから、一つのファイルを生成するリンカー。データの再配置やシンボル参照情報の結合を行います。
ld.bfd	ld へのハードリンク。
nm	指定されたオブジェクトファイル内のシンボル情報を一覧表示します。
objcopy	オブジェクトファイルの変換を行います。
objdump	指定されたオブジェクトファイルの各種情報を表示します。さまざまなオプションを用いることで特定の情報表示が可能です。表示される情報は、コンパイル関連ツールを開発する際に有用なものです。
ranlib	アーカイブの内容を索引として生成し、それをアーカイブに保存します。索引は、アーカイブのメンバーによって定義されるすべてのシンボルの一覧により構成されます。アーカイブのメンバーとは再配置可能なオブジェクトファイルのことです。
readelf	ELF フォーマットのバイナリファイルの情報を表示します。
size	指定されたオブジェクトファイルのセクションサイズと合計サイズを一覧表示します。
strings	指定されたファイルに対して、印字可能な文字の並びを出力します。文字は所定の長さ（デフォルトでは 4 文字）以上のものが対象となります。オブジェクトファイルの場合デフォルトでは、初期化セクションとロードされるセクションからのみ文字列を抽出し出力します。これ以外の種類のファイルの場合は、ファイル全体が走査されます。
strip	オブジェクトファイルからデバッグシンボルを取り除きます。
libbfd	バイナリファイルディスクリプター (Binary File Descriptor) ライブラリ。
libctf	Compat ANSI-C Type フォーマットタイプデバッギングサポートライブラリ。
libctf-nobfd	libbfd の機能を利用しない libctf の互換ライブラリ。
libgprofng	gprofng によって利用される処理ルーチンをほぼ含むライブラリ。
libopcodes	opcodes (オペレーションコード；プロセッサー命令を「認識可能なテキスト」として表現したもの) を取り扱うライブラリ。このライブラリは objdump のような、ビルド作業に用いるユーティリティプログラムが利用しています。
libsframe	simple unwinder を使って、オンラインバックトレースをサポートするライブラリ。

## 8.22. GMP-6.3.0

GMP パッケージは数値演算ライブラリを提供します。このライブラリには任意精度演算 (arbitrary precision arithmetic) を行う有用な関数が含まれます。

概算ビルド時間: 0.3 SBU  
必要ディスク容量: 54 MB

### 8.22.1. GMP のインストール



#### 注記

32 ビット x86 CPU にて環境構築する際に、64 ビットコードを扱う CPU 環境であってかつ `CFLAGS` を指定していると、本パッケージの `configure` スクリプトは 64 ビット用の処理を行い失敗します。これを回避するには、以下のように処理してください。

```
ABI=32 ./configure ...
```



#### 注記

GMP のデフォルト設定に従うと、ホストのプロセッサー向けに最適化したライブラリを生成してしまいます。ホストに比べて、やや性能の劣るプロセッサー向けたライブラリを必要とする場合は、汎用ライブラリを生成するために、`configure` コマンドに `--host=none-linux-gnu` オプションを加えます。

はじめに `gcc-15` 以上への互換性を調整します。

```
sed -i '/long long t1;/,+1s/()/(...)/' configure
```

GMP をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr      \
            --enable-cxx    \
            --disable-static \
            --docdir=/usr/share/doc/gmp-6.3.0
```

`configure` オプションの意味

`--enable-cxx`  
C++ サポートを有効にします。

`--docdir=/usr/share/doc/gmp-6.3.0`  
ドキュメントのインストール先を適切に設定します。

パッケージをコンパイルし HTML ドキュメントを生成します。

```
make  
make html
```



#### 重要

本節における GMP のテストスイートは極めて重要なものです。したがってどのような場合であっても必ず実行してください。

テストを実行します。

```
make check 2>&1 | tee gmp-check-log
```



#### 注意

`gmp` のコードはビルドするプロセッサー向けに高度に最適化されます。このためプロセッサーを特定したコードが実はシステム性能を的確に制御できないことも起こります。それはテストにおいてエラーを引き起こしたり、`gmp` を利用する他のアプリケーションにおいて `Illegal instruction` というエラーとして発生したりすることがあります。そういう場合は `gmp` の再ビルトが必要であり、その際にはオプション `--host=none-linux-gnu` をつける必要があります。

最低でも 199 個のテストが完了することを確認してください。 テスト結果は以下のコマンドにより確認することができます。

```
awk '/# PASS:/ {total+=$3} ; END{print total}' gmp-check-log
```

パッケージと HTML ドキュメントをインストールします。

```
make install  
make install-html
```

## 8.22.2. GMP の構成

インストールライブラリ: libgmp.so, libgmpxx.so  
インストールディレクトリ: /usr/share/doc/gmp-6.3.0

### 概略説明

libgmp 精度演算関数 (precision math functions) を提供します。

libgmpxx C++ 用の精度演算関数を提供します。

## 8.23. MPFR-4.2.2

MPFR パッケージは倍精度演算 (multiple precision) の関数を提供します。

概算ビルド時間:	0.2 SBU
必要ディスク容量:	43 MB

### 8.23.1. MPFR のインストール

MPFR をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr      \
            --disable-static \
            --enable-thread-safe \
            --docdir=/usr/share/doc/mpfr-4.2.2
```

パッケージをコンパイルし HTML ドキュメントを生成します。

```
make
make html
```



#### 重要

本節における MPFR のテストスイートは極めて重要なものです。 したがってどのような場合であっても必ず実行してください。

198 個のテストすべてが正常に完了していることを確認してください。

```
make check
```

パッケージとドキュメントをインストールします。

```
make install
make install-html
```

### 8.23.2. MPFR の構成

インストールライブラリ:	libmpfr.so
インストールディレクトリ:	/usr/share/doc/mpfr-4.2.2

#### 概略説明

**libmpfr** 倍精度演算の関数を提供します。

## 8.24. MPC-1.3.1

MPC パッケージは複素数演算を可能とするライブラリを提供するものです。高い精度と適切な丸め（rounding）を実現します。

概算ビルト時間: 0.1 SBU  
必要ディスク容量: 22 MB

### 8.24.1. MPC のインストール

MPC をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
--disable-static \
--docdir=/usr/share/doc/mpc-1.3.1
```

パッケージをコンパイルし HTML ドキュメントを生成します。

```
make
make html
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージとドキュメントをインストールします。

```
make install
make install-html
```

### 8.24.2. MPC の構成

インストールライブラリ: libmpc.so  
インストールディレクトリ: /usr/share/doc/mpc-1.3.1

#### 概略説明

**libmpc** 複素数による演算関数を提供します。

## 8.25. Attr-2.5.2

Attr パッケージは、ファイルシステム上のオブジェクトに対しての拡張属性を管理するユーティリティを提供します。

概算ビルド時間:	0.1 SBU 以下
必要ディスク容量:	4.1 MB

### 8.25.1. Attr のインストール

Attr をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr      \
            --disable-static \
            --sysconfdir=/etc \
            --docdir=/usr/share/doc/attr-2.5.2
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

テストは、ext2, ext3, ext4 のような拡張属性をサポートしているファイルシステム上にて実施する必要があります。テストを実施するには以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.25.2. Attr の構成

インストールプログラム:	attr, getfattr, setfattr
インストールライブラリ:	libattr.so
インストールディレクトリ:	/usr/include/attr, /usr/share/doc/attr-2.5.2

#### 概略説明

attr	ファイルシステム上のオブジェクトに対して、属性を拡張します。
getfattr	ファイルシステム上のオブジェクトに対して、拡張属性の情報を取得します。
setfattr	ファイルシステム上のオブジェクトに対して、拡張属性の情報を設定します。
libattr	拡張属性を制御するライブラリ関数を提供します。

## 8.26. Acl-2.3.2

Acl パッケージは、アクセスコントロールリスト (Access Control Lists) を管理するユーティリティーを提供します。これはファイルやディレクトリに対して、きめ細かく詳細にアクセス権限を設定するものとして利用されます。

概算ビルド時間: 0.1 SBU 以下  
必要ディスク容量: 6.5 MB

### 8.26.1. Acl のインストール

Acl をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
--disable-static \
--docdir=/usr/share/doc/acl-2.3.2
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

Acl のテストはアクセス制御がサポートされたファイルシステム上にて実施する必要があります。ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

test/cp.test というテストが1つだけ失敗します。これは Coreutils が Acl サポートつきでまだビルドできていないためです。

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.26.2. Acl の構成

インストールプログラム:	chacl, getfacl, setacl
インストールライブラリ:	libacl.so
インストールディレクトリ:	/usr/include/acl, /usr/share/doc/acl-2.3.2

#### 概略説明

chacl	ファイルまたはディレクトリに対するアクセスコントロールリストを設定します。
getfacl	ファイルアクセスコントロールリストを取得します。
setfacl	ファイルアクセスコントロールリストを設定します。
libacl	アクセスコントロールリスト (Access Control Lists) を制御するライブラリ関数を提供します。

## 8.27. Libcap-2.77

Libcap パッケージは、Linux カーネルにおいて利用される POSIX 1003.1e 機能へのユーザー空間からのインターフェースを実装します。この機能は、強力な root 権限機能を他の権限へと分散します。

概算ビルド時間: 0.1 SBU 以下  
必要ディスク容量: 3.1 MB

### 8.27.1. Libcap のインストール



#### 注記

既存システム上にて本パッケージの更新を行う場合であって go コンパイラーがインストールされているなら、ビルドエラーが発生しないように、以下のコマンド実行にあたっては export GOLANG=no を指定します。  
インストールが終了したら GOLANG を unset することを忘れないでください。

スタティックライブラリをインストールしないようにします。

```
sed -i '/install -m.*STA/d' libcap/Makefile
```

パッケージをコンパイルします。

```
make prefix=/usr lib=lib
```

make オプションの意味

*lib=lib*

このパラメーターは x86\_64 においてライブラリを /usr/lib64 ではなく /usr/lib にインストールするようにします。x86 においては何も効果はありません。

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make test
```

パッケージをインストールします。

```
make prefix=/usr lib=lib install
```

### 8.27.2. Libcap の構成

インストールプログラム: capsh, getcap, getpcaps, setcap  
インストールライブラリ: libcap.so, libpsx.so

#### 概略説明

capsh 拡張属性サポートについて制御するためのシェルラッパー。

getcap ファイルの拡張属性を検査します。

getpcaps 指定されたプロセスの拡張属性を表示します。

setcap ファイルの拡張属性を設定します。

libcap POSIX 1003.1e 拡張属性を制御するライブラリ関数を提供します。

libpsx pthread ライブラリに関しての syscalls に対する POSIX セマンティックス対応の関数を提供します。

## 8.28. Libxcrypt-4.5.2

Libxcrypt パッケージは、パスワードに対する一方向のハッシュ処理を行う最新ライブラリを提供します。

概算ビルト時間: 0.1 SBU  
必要ディスク容量: 14 MB

### 8.28.1. Libxcrypt のインストール

glibc-2.43 に対して必要となる修正を行います。

```
sed -i '/strchr/s/const//' lib/crypt-{sm3,gost}-yescrypt.c
```

Libxcrypt をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
            --enable-hashes=strong,glibc \
            --enable-obsolete-api=no \
            --disable-static \
            --disable-failure-tokens
```

configure オプションの意味

--enable-hashes=strong,glibc

安全なユースケースに対して推奨される強力なハッシュアルゴリズムを用いてビルトを行います。このハッシュアルゴリズムは Glibc による従来の libcrypt と互換性があります。

--enable-obsolete-api=no

古い API 関数を無効にします。最新の Linux システムをソースからビルトする際には不要なものです。

--disable-failure-tokens

failure token 機能を無効にします。これは、特定プラットフォームにおいて、古くからあるハッシュライブラリとの互換性を保つために必要となります。ただし Glibc ベースの Linux システムでは不要なものです。it.

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルト結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```



#### 注記

上に示した手順では、古い API 関数を無効にしました。このようにしても、ソースからコンパイルしてインストールしたパッケージ類は、実行時にそのライブラリにリンクされるものは一つもありません。ただし、バイナリでのみ提供されている特定のアプリケーションが、その関数ライブラリへのリンクを行い、そこでは ABI バージョン 1 を必要としています。そういうたったバイナリのみで提供されているアプリケーションの利用においてその関数を必要とするか、あるいは LSB への準拠を必要とする場合には、以下のコマンドを使って本パッケージをもう一度ビルトしてください。

```
make distclean
./configure --prefix=/usr \
            --enable-hashes=strong,glibc \
            --enable-obsolete-api=glibc \
            --disable-static \
            --disable-failure-tokens
make
cp -av --remove-destination .libs/libcrypt.so.* /usr/lib
```

### 8.28.2. Libxcrypt の構成

インストールライブラリ: libcrypt.so

## 概略説明

`libcrypt` パスワードをハッシュする関数を提供します。

## 8.29. Shadow-4.19.3

Shadow パッケージはセキュアなパスワード管理を行うプログラムを提供します。

概算ビルト時間: 0.1 SBU  
必要ディスク容量: 115 MB

### 8.29.1. Shadow のインストール



#### 重要

Linux-PAM をすでにインストールしている場合は、本ページではなく BLFS の手順に従って shadow のビルト（または再ビルトやアップグレード）を行う必要があります。



#### 注記

もっと強力なパスワードを利用したい場合は、まずは Linux-PAM のインストールと設定を行ってください。そして PAM サポートつきの shadow のインストールと設定を行ってください。最後に libpwquality のインストールと、これを利用する PAM の設定を行います。

groups コマンドとその man ページをインストールしないようにします。これは Coreutils パッケージにて、より良いバージョンが提供されているからです。また 「Man-pages-6.17」 にてインストールされている man ページはインストールしないようにします。

```
sed -i 's/groups$(EXEEXT) //' src/Makefile.in
find man -name Makefile.in -exec sed -i 's/groups\.1 / /' {} \;
find man -name Makefile.in -exec sed -i 's/getspnam\.3 / /' {} \;
find man -name Makefile.in -exec sed -i 's/passwd\.5 / /' {} \;
```

パスワード暗号化に関して、デフォルトの crypt 手法ではなく、より強力な YESCRYPT 手法を用いることにします。こうしておくと 8 文字以上のパスワード入力が可能となります。メールボックスを収めるディレクトリとして Shadow ではデフォルトで /var/spool/mail ディレクトリを利用していますが、これは古いものであるため /var/mail ディレクトリに変更します。また PATH から /bin と /sbin を削除します。これらは /usr からのシンボリックリンクであるからです。



#### 警告

PATH 変数に /bin や /sbin を含めると、BLFS パッケージのビルトに失敗することがあります。したがって .bashrc ファイルをはじめ、どの設定ファイルでもその設定は行わないでください。

```
sed -e 's:#ENCRYPT_METHOD DES:ENCRYPT_METHOD YESCRYPT:' \
-e 's:/var/spool/mail:/var/mail:' \
-e '/PATH=/ {s@/sbin:@@;s@/bin:@@}' \
-i etc/login.defs
```

Shadow をコンパイルするための準備をします。

```
touch /usr/bin/passwd
./configure --sysconfdir=/etc \
--disable-static \
--with-{b,yes}crypt \
--without-libbsd \
--disable-logind \
--with-group-name-max-length=32
```

configure オプションの意味

touch /usr/bin/passwd

プログラムの中には /usr/bin/passwd のパスがそのままハードコーディングされているものがあります。それがまだ存在していない場合には、インストールスクリプトが間違った場所に作り出しまいます。

--with-{b,yes}crypt

これはシェルによって 2 つのスイッチ、つまり --with-bcrypt と --with-yescrypt に展開されます。パスワードのハッシュ処理を行うための Bcrypt および Yescrypt アルゴリズムが Libxcrypt において実装されており、

本スイッチは shadow がそれを用いることを指示します。このアルゴリズムは従来の SHA アルゴリズムに比べて、(特に GPU ベースの攻撃への耐性が高く) より安全性を有しています。

`--with-group-name-max-length=32`

ユーザー名の最大文字数は 32 です。そこでグループ名の最大文字数も同様とします。

`--disable-logind`

このオプションは、Shadow におけるアクティブなログインセッションの追跡にあたって (特に login と who のプログラムが) logind ではなく /run/utmp を利用するものとして指定します。なぜなら現段階の不完全な LFS システムでは logind がまだ利用できないためです。ただし 「重要なファイルとシンボリックリンクの生成」 において触れているように、/run/utmp ファイルのフォーマットは 2038 年以降は完全に壊れます。LFS 編集者はその年になる前に問題解決を図るつもりです。

`--without-libbsd`

libbsd の readpassphrase 関数は LFS 内には無いため用いないようにします。その代わりに内部にコピーされている分を用います。

パッケージをコンパイルします。

**make**

このパッケージにテストスイートはありません。

パッケージをインストールします。

`make exec_prefix=/usr install`

`make -C man install-man`

## 8.29.2. Shadow の設定

このパッケージには、ユーザーやグループの追加、修正、削除、そのパスワードの設定、変更、その他の管理操作を行うユーティリティが含まれます。パスワードのシャドウイング (password shadowing) というものが何を意味するのか、その詳細についてはこのパッケージのソース内にある doc/HOWTO を参照してください。Shadow によるサポートを利用する場合、パスワード認証を必要とするプログラム (ディスプレイマネージャー、FTP プログラム、POP3、 демонなど) は Shadow に準拠したものでなければなりません。つまりそれらのプログラムが、シャドウ化された (shadowed) パスワードを受け入れて動作しなければならないということです。

Shadow によるパスワードの利用を有効にするために、以下のコマンドを実行します。

**pwconv**

また Shadow によるグループパスワードを有効にするために、以下を実行します。

**grpconv**

Shadow の useradd コマンドに対するデフォルトの設定には、説明が必要です。まず useradd コマンドによりユーザーを生成する場合のデフォルトの動作では、ユーザー名と同じグループを自動生成します。ユーザーID (UID) とグループID (GID) は 1000 以上が割り当てられます。useradd コマンドの利用時に特に追加でパラメーターを与えなければ、追加するユーザーのグループは新たな固有グループが生成されることになります。この動作が不適当であれば useradd コマンドの実行時に `-g` パラメーターか `-N` のいずれかを利用することが必要です。あるいは /etc/login.defs 内にある `USERGROUPS_ENAB` の設定を書き換えてください。詳しくは useradd(8) を参照してください。

次にデフォルトパラメーターを変更します。そのためにはファイル /etc/default/useradd の生成が必要です。特定の状況に合わせてこれを設定します。まずは以下のようにして、このファイルを生成します。

```
mkdir -p /etc/default
useradd -D --gid 999
```

**/etc/default/useradd のパラメーター説明**

`GROUP=999`

このパラメーターは /etc/group ファイルにおいて設定されるグループ ID の先頭番号を指定します。999 という値は、上に示した `--gid` からきています。必要なら任意の数値に設定することもできます。useradd コマンドは既存の UID 値、GID 値を再利用することはありません。このパラメーターによって指定された数値が実際に利用されていた場合、その値以降で利用可能な値が採用されます。また useradd コマンドの実行にあたって パラメーター `-g` を利用せずに、その数値によって表される ID を持ったグループがシステム上に存在しなかつた場合は、以下のようなメッセージが出力されます。useradd: unknown GID 999 ("GID 999 が不明です") この場合でも、アカウン

トは正しく生成されます。だからこそ「重要なファイルとシンボリックリンクの生成」において、グループ ID を指定してグループ `users` を生成できたわけです。

#### `CREATE_MAIL_SPOOL=yes`

このパラメーターは `useradd` コマンドの実行によって、各ユーザー用のメールボックスに関するファイルが生成されます。`useradd` コマンドは、このファイルのグループ所有者を `mail` (グループID 0660) に設定します。メールボックスに関するファイルを生成たくない場合は、以下のコマンドを実行します。

```
sed -i '/MAIL/s/yes/no/' /etc/default/useradd
```

### 8.29.3. root パスワードの設定

`root` ユーザーのパスワードを設定します。

```
passwd root
```

### 8.29.4. Shadow の構成

インストールプログラム:

`chage`, `chfn`, `chgpasswd`, `chpasswd`, `chsh`, `expiry`, `faillog`, `getsubids`, `gpasswd`, `groupadd`, `groupdel`, `groupmems`, `groupmod`, `grpck`, `grpconv`, `grpunconv`, `login`, `logoutd`, `newgidmap`, `newgrp`, `newuidmap`, `newusers`, `nologin`, `passwd`, `pwck`, `pwconv`, `pwunconv`, `sg` (`newgrp`へのリンク), `su`, `useradd`, `userdel`, `usermod`, `vigr` (`vipw`へのリンク), `vipw`

インストールディレクトリ:

`/etc/default`, `/usr/include/shadow`

インストールディレクトリ:

`libsubid.so`

### 概略説明

<code>chage</code>	ユーザーのパスワード変更を行うべき期間を変更します。
<code>chfn</code>	ユーザーのフルネームや他の情報を変更します。
<code>chgpasswd</code>	グループのパスワードをバッチモードにて更新します。
<code>chpasswd</code>	ユーザーのパスワードをバッチモードにて更新します。
<code>chsh</code>	ユーザーのデフォルトのログインシェルを変更します。
<code>expiry</code>	現時点でのパスワード失効に関する設定をチェックし更新します。
<code>faillog</code>	ログイン失敗のログを調査します。ログインの失敗を繰り返すことでアカウントがロックされる際の、最大の失敗回数を設定します。またその失敗回数をリセットします。
<code>getsubids</code>	ユーザーのサブ id 範囲の一覧取得に用いられます。
<code>gpasswd</code>	グループに対してメンバーや管理者を追加、削除します。
<code>groupadd</code>	指定した名前でグループを生成します。
<code>groupdel</code>	指定された名前のグループを削除します。
<code>groupmems</code>	スーパーユーザー権限を持たなくとも、自分自身のグループのメンバーリストを管理可能とします。
<code>groupmod</code>	指定されたグループの名前や GID を修正します。
<code>grpck</code>	グループファイル <code>/etc/group</code> と <code>/etc/gshadow</code> の整合性を確認します。
<code>grpconv</code>	通常のグループファイルから Shadow グループファイルを生成、更新します。
<code>grpunconv</code>	<code>/etc/gshadow</code> ファイルを元に <code>/etc/group</code> ファイルを更新し <code>/etc/gshadow</code> ファイルを削除します。
<code>login</code>	ユーザーのログインを行います。
<code>logoutd</code>	ログオン時間とポートに対する制限を実施するためのデーモン。
<code>newgidmap</code>	ユーザー空間における gid マッピングを設定します。
<code>newgrp</code>	ログインセッション中に現在の GID を変更します。
<code>newuidmap</code>	ユーザー空間における uid マッピングを設定します。
<code>newusers</code>	複数ユーザーのアカウント情報を生成または更新します。
<code>nologin</code>	ユーザーアカウントが利用不能であることをメッセージ表示します。利用不能なユーザーアカウントに対するデフォルトシェルとして利用することを意図しています。
<code>passwd</code>	ユーザーアカウントまたはグループアカウントに対するパスワードを変更します。

pwck	パスワードファイル /etc/passwd と /etc/shadow の整合性を確認します。
pwconv	通常のパスワードファイルを元に shadow パスワードファイルを生成、更新します。
pwunconv	/etc/shadow ファイルを元に /etc/passwd ファイルを更新し /etc/shadow を削除します。
sg	ユーザーの GID を指定されたグループにセットした上で、指定されたコマンドを実行します。
su	ユーザー ID とグループ ID を変更してシェルを実行します。
useradd	指定した名前で新たなユーザーを生成します。あるいは新規ユーザーのデフォルトの情報を更新します。
userdel	指定されたユーザー アカウントを削除します。
usermod	指定されたユーザーのログイン名、UID (User Identification)、利用シェル、初期グループ、ホームディレクトリなどを変更します。
vigr	/etc/group ファイルあるいは /etc/gshadow ファイルを編集します。
vipw	/etc/passwd ファイルあるいは /etc/shadow ファイルを編集します。
libsubid	ユーザーに対するサブ ID 範囲を取り扱うライブラリ。

## 8.30. GCC-15.2.0

GCC パッケージは C コンパイラーや C++ コンパイラーなどの GNU コンパイラーコレクションを提供します。

概算ビルト時間: 45 SBU (テスト込み)  
必要ディスク容量: 6.6 GB

### 8.30.1. GCC のインストール

glibc-2.43 に対して必要となる修正を行います。

```
sed -i 's/char [*]q/const &/' libgomp/affinity-fmt.c
```

x86\_64 上でビルトしている場合は、64ビットライブラリのデフォルトディレクトリ名を "lib" にします。

```
case $(uname -m) in
  x86_64)
    sed -e '/m64=/s/lib64/lib/' \
      -i.orig gcc/config/i386/t-linux64
  ;;
esac
```

GCC のドキュメントによると GCC のビルトにあたっては、専用のビルトディレクトリを作成することが推奨されています。

```
mkdir -v build
cd      build
```

GCC をコンパイルするための準備をします。

```
../configure --prefix=/usr \
            LD=ld \
            --enable-languages=c,c++ \
            --enable-default-pie \
            --enable-default-ssp \
            --enable-host-pie \
            --disable-multilib \
            --disable-bootstrap \
            --disable-fixincludes \
            --with-system-zlib
```

GCC では 7 つのコンピューター言語をサポートしていますが、それらのほとんどが必要としている依存パッケージは、まだこの時点でインストールしていません。GCC がサポートする他のコンピューター言語の構築方法については BLFS ブック の説明を参照してください。

ここで有効にするのは C と C++ のみです。ビルト時間を節約する目的があり、また LFS や BLFS において GCC が他の言語を必要とするパッケージが存在しないからです。GCC においてさらに言語を増やしてプログラムコンパイルを行いたい場合は `--enable-languages` オプションにそれぞれ以下を追加してください。Cobol に対して cobol (32 ビット LFS システム上においてビルトすると GCC がエラーとなります)、Fortran に対して fortran、Go に対して go、Objective C に対して objc、Objective C++ に対して obj-c++、Modula 2 に対して m2。GCC ではさらに Ada と D をサポートします。ただしそれをサポートするコードは Ada あるいは D そのものによって書かれています。したがつてこのサポートを含めてビルトするには、あらかじめ Ada あるいは D コンパイラーガインストールされていないければなりません。ここではそのサポートを有効にすることはできません。

`configure` パラメータの意味

`LD=ld`

本パラメータは、本章の初期段階でビルトした Binutils の ld プログラムを使うことを `configure` スクリプトに指示します。これを指定しなかった場合は、クロスビルト版のものが用いられることになります。

`--disable-bootstrap`

GCC のビルトシステムでは、クロスコンパイラをビルトする場合、あるいはクロスコンパイルを行っている場合を除くと、デフォルトでは 3 ステージにおいてブートストラップを行います。ブートストラップ処理は堅牢性のためであり、特に GCC をより新しいバージョンにアップグレードする際に必要となります。LFS ではブートストラップとはことなる方法をとっています (ツールチェーンの技術的情報において説明しています)。したがつてビルトシステムが提供するブートストラップ処理を必要としません。この処理を用いないことからビルト時間を大幅に軽減し

ています。完璧な(LFSのビルド中ではない)LFSシステム上においてGCCをアップグレードする場合は、本オプションを取り除いてください。

#### --disable-fixincludes

デフォルトにおいて、GCCのインストール中にGCCが利用するシステムヘッダーが「固定される」場合があります。これは最近のLinuxシステムにおいては不要なことです。またGCCのインストール後に何かのパッケージをインストールすることを考えると、潜在的な危険を生み出すことになります。本スイッチはGCCがヘッダーファイルを「固定(fix)」しないようにします。

#### --with-system-zlib

このオプションはシステムに既にインストールされているZlibライブラリをリンクすることを指示するものであり、内部にて作成されるライブラリを用いないようにします。



## 注記

PIE (position independent executable; 位置独立実行形式)とは、メモリ上のどこであっても、実行プログラムをロードできるようにします。PIEがない場合にはASLR (Address Space Layout Randomization; アドレス空間配置のランダム化)という技術が適用されますが、適用先は共有ライブラリのみであって実行ファイルには適用されません。共有ライブラリに加えて実行ファイルに対しても、PIEとASLRを有効にすれば、実行ファイル内にある機密コードやデータが、固定的なアドレスに存在することを前提とした攻撃を軽減できます。

SSP (Stack Smashing Protection)とは、パラメータースタックが破壊されないようにする技術です。スタック破壊が起きると、たとえばサブルーチンから返されるアドレスが変化してしまいます。そうなった場合には、危険なコード（プログラムや共有ライブラリに元からあるものや、攻撃者が何らかの方法によって挿入したもの）に制御が移ってしまうことにもなります。

パッケージをコンパイルします。

#### make



## 重要

本節におけるGCCのテストスイートは極めて重要なものです。ただし相当な時間を要します。初めてビルドを行う方には、必ず実施することをお勧めします。テスト実行に要する時間は、make -k checkコマンドに-jxをつけることで、かなり削減できます。ここに示すxには、システムのCPUコア数を指定するものです。

コンパイルするコードパターンが極端に複雑な場合にGCCはより多くのスタック領域を必要とする場合があります。ホストディストロのスタック制限が厳しいかもしれないため、それを予防する意味でスタックサイズのハード上限を無制限に設定します。ホストシステムのほとんど（そして最終的なLFSシステム）はデフォルトでハード上限は無制限としていますが、それを明示的に設定したところで何も問題はありません。スタックサイズのソフト上限を変更する必要はありません。これはGCCが自動的に設定するものであり、その値がハード上限を超えない限りは適切に設定してくれます。

#### ulimit -s -H unlimited

失敗するテストをいくつか削除します。

```
sed -e '/cpython/d' -i ../../gcc/testsuite/gcc.dg/plugin/plugin.exp
```

一般ユーザーにてテストを行います。ただしエラーがあっても停止しないようにします。

```
chown -R tester .
su tester -c "PATH=$PATH make -k check"
```

テスト結果を確認するために以下を実行します。

```
../contrib/test_summary
```

テスト結果の概略のみ確認したい場合は、出力結果をパイプ出力してgrep -A7 summを実行してください。

テスト結果については<https://www.linuxfromscratch.org/lfs/build-logs/development/>と<https://gcc.gnu.org/ml/gcc-testresults/>にある情報と比較することができます。

pr90579.cに関するテスト4つが失敗します。

analyzer/strchr-1.c>に関するテスト5つが失敗します。

libstdc++ の中にある 4 つのテスト、17\_intro/badnames.cc, 17\_intro/names.cc, 17\_intro/names\_fortify.cc, experimental/names.cc が glibc-2.43 への変更に伴って失敗します。

テスト失敗は回避することができません。その中には特定のハードウェアに起因するものもあります。上記の URL に示されている結果と大きく異なっていなかったら、問題はありませんので先に進んでください。

パッケージをインストールします。

```
make install
```

GCC のビルドディレクトリの所有者は `tester` であるため、ヘッダーがインストールされるディレクトリ（とその内容）に対する所有権が不適切です。そこでその所有権を `root` ユーザーとグループに変更します。

```
chown -v -R root:root \
/usr/lib/gcc/$(gcc -dumpmachine)/15.2.0/include{,-fixed}
```

FHS の求めるところに応じてシンボリックリンクを作成します。これは慣例によるものです

```
ln -svr /usr/bin/cpp /usr/lib
```

各種パッケージは C コンパイラとして `cc` を呼び出しているものが数多くあります。GCC 2回めにおいては、シンボリックリンクとして `cc` をすでに生成しています。同様にしてその `man` ページについてもシンボリックリンクとして生成することにします。

```
ln -sv gcc.1 /usr/share/man/man1/cc.1
```

リンク時の最適化 (Link Time Optimization; LTO) によりプログラム構築できるように、シンボリックリンクを作ります。

```
ln -sfv ../../libexec/gcc/$(gcc -dumpmachine)/15.2.0/liblto_plugin.so \
/usr/lib/bfd-plugins/
```

最終的なツールチェーンが出来上がりました。ここで再びコンパイルとリンクが正しく動作することを確認することが必要です。そこで健全性テストをここで実施します。

```
echo 'int main(){}' | cc -x c - -v -Wl,--verbose &> dummy.log
readelf -l a.out | grep ': /lib'
```

問題なく動作するはずで、最後のコマンドから出力される結果は以下のようになります。（ダイナミックリンクナーの名前はプラットフォームによって違っているかもしれません。）

```
[Requesting program interpreter: /lib64/ld-linux-x86-64.so.2]
```

ここで起動ファイルが正しく用いられていることを確認します。

```
grep -E -o '/usr/lib.*?crt[lin].*succeeded' dummy.log
```

上のコマンドの出力は以下のようになります。

```
/usr/lib/gcc/x86_64-pc-linux-gnu/15.2.0/../../../../lib/Scrt1.o succeeded
/usr/lib/gcc/x86_64-pc-linux-gnu/15.2.0/../../../../lib/crti.o succeeded
/usr/lib/gcc/x86_64-pc-linux-gnu/15.2.0/../../../../lib/crtn.o succeeded
```

作業しているマシンアーキテクチャーによっては、上の結果が微妙に異なるかもしれません。その違いは、たいていは `/usr/lib/gcc` の次のディレクトリ名にあります。注意すべき重要な点は `gcc` が `crt*.o` という 3 つのファイルを `/usr/lib` 配下から探し出しているということです。

コンパイラが正しいヘッダーファイルを読み取っているかどうかを検査します。

```
grep -B4 '^ /usr/include' dummy.log
```

上のコマンドは以下の出力を返します。

```
#include <...> search starts here:
/usr/lib/gcc/x86_64-pc-linux-gnu/15.2.0/include
/usr/local/include
/usr/lib/gcc/x86_64-pc-linux-gnu/15.2.0/include-fixed
/usr/include
```

もう一度触れておきますが、プラットフォームの「三つの組 (target triplet)」の次にくるディレクトリ名は CPU アーキテクチャーにより異なる点に注意してください。

次に、新たなリンカーが正しいパスを検索して用いられているかどうかを検査します。

```
grep 'SEARCH.*;/usr/lib' dummy.log | sed 's|;|\\n|g'
```

'-linux-gnu' を含んだパスは無視すれば、最後のコマンドの出力は以下となるはずです。

```
SEARCH_DIR( "/usr/x86_64-pc-linux-gnu/lib64" )
SEARCH_DIR( "/usr/local/lib64" )
SEARCH_DIR( "/lib64" )
SEARCH_DIR( "/usr/lib64" )
SEARCH_DIR( "/usr/x86_64-pc-linux-gnu/lib" )
SEARCH_DIR( "/usr/local/lib" )
SEARCH_DIR( "/lib" )
SEARCH_DIR( "/usr/lib" );
```

32ビットシステムではディレクトリが多少異なります。 以下は i686 マシンでの出力例です。

```
SEARCH_DIR( "/usr/i686-pc-linux-gnu/lib32" )
SEARCH_DIR( "/usr/local/lib32" )
SEARCH_DIR( "/lib32" )
SEARCH_DIR( "/usr/lib32" )
SEARCH_DIR( "/usr/i686-pc-linux-gnu/lib" )
SEARCH_DIR( "/usr/local/lib" )
SEARCH_DIR( "/lib" )
SEARCH_DIR( "/usr/lib" );
```

次に libc が正しく用いられていることを確認します。

```
grep "/lib.*/libc.so.6" dummy.log
```

最後のコマンドの出力は以下のようになるはずです。

```
attempt to open /usr/lib/libc.so.6 succeeded
```

GCC が正しくダイナミックリンカーを用いているかを確認します。

```
grep found dummy.log
```

上のコマンドの出力は以下のようになるはずです。 (ダイナミックリンカーの名前はプラットフォームによって違っているかもしれません。)

```
found ld-linux-x86-64.so.2 at /usr/lib/ld-linux-x86-64.so.2
```

出力結果が上と異なっていたり、出力が全く得られなかつたりした場合は、何かが根本的に間違っているということです。 どこに問題があるのか調査、再試行を行って解消してください。 問題を残したままこの先には進まないでください。

すべてが正しく動作したら、テストに用いたファイルを削除します。

```
rm -v a.out dummy.log
```

最後に誤ったディレクトリにあるファイルを移動します。

```
mkdir -pv /usr/share/gdb/auto-load/usr/lib
mv -v /usr/lib/*gdb.py /usr/share/gdb/auto-load/usr/lib
```

## 8.30.2. GCC の構成

インストールプログラム:	c++, cc (gcc へのリンク), cpp, g++, gcc, gcc-ar, gcc-nm, gcc-ranlib, gcov, gcov-dump, gcov-tool, lto-dump
インストールライブラリ:	libasan.{a,so}, libatomic.{a,so}, libccl.so, libgcc.a, libgcc_eh.a, libgcc_s.so, libgcov.a, libgomp.{a,so}, libhwasan.{a,so}, libitm.{a,so}, liblsan.{a,so}, liblto_plugin.so, libquadmath.{a,so}, libssp.{a,so}, libssp_nonshared.a, libstdc++.{a,so}, libstdc++exp.a, libstdc++fs.a, libsupc+.a, libtsan.{a,so}, libubsan.{a,so}
インストールディレクトリ:	/usr/include/c++, /usr/lib/gcc, /usr/libexec/gcc, /usr/share/gcc-15.2.0

## 概略説明

c++	C++ コンパイラ
cc	C コンパイラ
cpp	C プリプロセッサー。コンパイラがこれをを利用して、ソース内に記述された #include、#define や同じようなディレクティブを展開します。
g++	C++ コンパイラ
gcc	C コンパイラ
gcc-ar	ar に関するラッパーであり、コマンドラインへのプラグインを追加します。このプログラムは「リンク時の最適化 (link time optimization)」機能を付与する場合にのみ利用されます。デフォルトのビルドオプションでは有効にはなりません。
gcc-nm	nm に関するラッパーであり、コマンドラインへのプラグインを追加します。このプログラムは「リンク時の最適化 (link time optimization)」機能を付与する場合にのみ利用されます。デフォルトのビルドオプションでは有効にはなりません。
gcc-ranlib	ranlib に関するラッパーであり、コマンドラインへのプラグインを追加します。このプログラムは「リンク時の最適化 (link time optimization)」機能を付与する場合にのみ利用されます。デフォルトのビルドオプションでは有効にはなりません。
gcov	カバレッジテストツール。プログラムを解析して、最適化が最も効果的となるのはどこかを特定します。
gcov-dump	オフラインの gcda および gcno プロファイルダンプツール。
gcov-tool	オフラインの gcda プロファイル処理ツール。
lto-dump	LTO が有効にした GCC によって生成されるオブジェクトファイルをダンプするためのツール。
libasan	アドレスサニタイザー (Address Sanitizer) のランタイムライブラリ。
libatomic	GCC 不可分 (アトミック) ビルトインランタイムライブラリ。
libcc1	GDB が GCC を利用可能とするためのライブラリ。
libgcc	gcc のランタイムサポートを提供します。
libgcov	GCC のプロファイリングを有効にした場合にこのライブラリがリンクされます。
libgomp	C/C++ や Fortran においてマルチプラットフォームでの共有メモリ並行プログラミング (multi-platform shared-memory parallel programming) を行うための GNU による OpenMP API インプリメンテーションです。
libhwasan	ハードウェアをアシストする Address Sanitizer ランタイムライブラリ。
libitm	GNU のトランザクショナル (transactional) メモリーライブラリ。
liblsan	リークサニタイザー (Leak Sanitizer) のランタイムライブラリ。
liblto_plugin	GCC の LTO プラグインは、LTO を有効にした GCC から生成されたオブジェクトファイルを Binutils が処理できるようにします。
libquadmath	GCC の4倍精度数値演算 (Quad Precision Math) ライブラリ API
libssp	GCC のスタック破壊を防止する (stack-smashing protection) 機能をサポートするルーチンを提供します。Glibc から同じルーチンが提供されているため、通常は用いられません。
libstdc++	標準 C++ ライブラリ
libstdc++exp	試験的な C++ Contract ライブラリ。
libstdc++fs	ISO/IEC TS 18822:2015 ファイルシステムライブラリ。
libsupc++	C++ プログラミング言語のためのサポートルーチンを提供します。
libtsan	スレッドサニタイザー (Thread Sanitizer) のランタイムライブラリ。
libubsan	Undefined Behavior Sanitizer ランタイムライブラリ。

## 8.31. Ncurses-6.6

Ncurses パッケージは、端末に依存しない、文字ベースのスクリーン制御を行うライブラリを提供します。

概算ビルド時間:	0.2 SBU
必要ディスク容量:	47 MB

### 8.31.1. Ncurses のインストール

Ncurses をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
--mandir=/usr/share/man \
--with-shared \
--without-debug \
--without-normal \
--with-cxx-shared \
--enable-pc-files \
--with-pkg-config-libdir=/usr/lib/pkgconfig
```

configure オプションの意味

**--with-shared**

これは Ncurses において共有 C ライブラリをビルドしインストールします。

**--without-normal**

これは Ncurses においてスタティックな C ライブラリのビルドおよびインストールを行わないようにします。

**--without-debug**

これは Ncurses においてデバッグライブラリのビルドおよびインストールを行わないようにします。

**--with-cxx-shared**

これは Ncurses において共有 C++ バインディングをビルドしインストールします。 同時にスタティックな C++ バインディングのビルドおよびインストールは行わないようにします。

**--enable-pc-files**

本スイッチは pkg-config 用の .pc ファイルを生成しインストールすることを指示します。

パッケージをコンパイルします。

#### make

このパッケージにテストスイートはありますが、パッケージをインストールした後でないと実行できません。 テストスイートのためのファイル群はサブディレクトリ test/ 以下に残っています。 詳しいことはそのディレクトリ内にある README ファイルを参照してください。

本パッケージをインストールすると、所定位置にある libncursesw.so.6.6 が上書きされます。 このときに、そのライブラリファイルのコードやデータを利用しているシェルプロセスが、クラッシュする場合があります。 そこで本パッケージは DESTDIR を使ってインストールして、cp コマンドの **--remove-destination** オプションによってライブラリファイルを正しく置き換えるようにします。 (ヘッダーファイル curses.h も 「Ncurses-6.6」 で行ったものと同様に、ワイドキャラクター ABI が確実に利用されるように修正されます。)

```
make DESTDIR=$PWD/dest install
sed -e 's/^#if.*XOPEN.*$/#if 1/' \
-i dest/usr/include/curses.h
cp --remove-destination -av dest/* /
```

アプリケーションによっては、ワイド文字対応ではないライブラリをリンカーが探し出すよう求めるものが多くあります。 そのようなアプリケーションに対しては、以下のようなシンボリックリンクを作り出して、ワイド文字対応のライブラリにリンクさせるよう仕向けています。 (.so のリンクは、編集された curses.h がワイドキャラクターに対して常に用いられるようにするためにだけのものです。)

```
for lib in ncurses form panel menu ; do
    ln -sfv lib${lib}w.so /usr/lib/lib${lib}.so
    ln -sfv ${lib}w.pc      /usr/lib/pkgconfig/${lib}.pc
done
```

最後に古いアプリケーションにおいて、ビルド時に `-lcurses` を指定するものがあるため、これもビルド可能なものになります。

```
ln -sfv libncursesw.so /usr/lib/libcurses.so
```

必要なら Ncurses のドキュメントをインストールします。

```
cp -v -R doc -T /usr/share/doc/ncurses-6.6
```



## 注記

ここまで作業手順では、ワイド文字対応ではない Ncurses ライブラリは生成しませんでした。ソースからコンパイルして構築するパッケージなら、実行時にそのようなライブラリにリンクするものはないからであり、バイナリコードのアプリケーションで非ワイド文字対応のものは Ncurses 5 にリンクされています。バイナリコードしかないアプリケーションを取り扱う場合、あるいは LSB 対応を要する場合で、それがワイド文字対応ではないライブラリを必要とするなら、以下のコマンドによりそのようなライブラリを生成してください。

```
make distclean
./configure --prefix=/usr      \
            --with-shared    \
            --without-normal \
            --without-debug   \
            --without-cxx-binding \
            --with-abi-version=5
make sources libs
cp -av lib/lib*.so.5* /usr/lib
```

## 8.31.2. Ncurses の構成

インストールプログラム:	<code>captoinfo</code> (ticへのリンク), <code>clear</code> , <code>infocmp</code> , <code>infotocap</code> (ticへのリンク), <code>ncursesw6-config</code> , <code>reset</code> (tsetへのリンク), <code>tabs</code> , <code>tic</code> , <code>toe</code> , <code>tput</code> , <code>tset</code>
インストールライブラリ:	<code>libcurses.so</code> (シンボリックリンク), <code>libform.so</code> (シンボリックリンク), <code>libformw.so</code> , <code>libmenu.so</code> (シンボリックリンク), <code>libmenuw.so</code> , <code>libncurses.so</code> (シンボリックリンク), <code>libncursesw.so</code> , <code>libncurses++w.so</code> , <code>libpanel.so</code> (シンボリックリンク), and <code>libpanelw.so</code> ,
インストールディレクトリ:	<code>/usr/share/tabset</code> , <code>/usr/share/terminfo</code> , <code>/usr/share/doc/ncurses-6.6</code>

## 概略説明

<code>captoinfo</code>	<code>termcap</code> の記述を <code>terminfo</code> の記述に変換します。
<code>clear</code>	画面消去が可能ならこれを行います。
<code>infocmp</code>	<code>terminfo</code> の記述どうしを比較したり出力したりします。
<code>infotocap</code>	<code>terminfo</code> の記述を <code>termcap</code> の記述に変換します。
<code>ncursesw6-config</code>	<code>ncurses</code> の設定情報を提供します。
<code>reset</code>	端末をデフォルト設定に初期化します。
<code>tabs</code>	端末上のタブストップの設定をクリアしたり設定したりします。
<code>tic</code>	<code>terminfo</code> の定義項目に対するコンパイラです。これはソース形式の <code>terminfo</code> ファイルをバイナリ形式に変換し、 <code>ncurses</code> ライブラリ内の処理ルーチンが利用できるようにします。 <code>terminfo</code> ファイルは特定端末の特性に関する情報が記述されるものです。
<code>toe</code>	利用可能なすべての端末タイプを一覧表示します。そこでは端末名と簡単な説明を示します。
<code>tput</code>	端末に依存する機能設定をシェルが利用できるようにします。また端末のリセットや初期化、あるいは長い端末名称の表示も行います。
<code>tset</code>	端末の初期化に利用します。
<code>libncursesw</code>	さまざまな方法により端末画面上に文字列を表示するための関数を提供します。これらの関数を用いた具体例として、カーネルの <code>make menuconfig</code> の実行によって表示されるメニューがあります。
<code>libncurses++w</code>	本パッケージ内でのその他のライブラリに対応する C++ バインディングを提供します。
<code>libformw</code>	フォームを実装するための関数を提供します。

libmenuw

メニューを実装するための関数を提供します。

libpanelw

パネルを実装するための関数を提供します。

## 8.32. Sed-4.9

Sed パッケージはストリームエディターを提供します。

概算ビルド時間:	0.3 SBU
必要ディスク容量:	30 MB

### 8.32.1. Sed のインストール

Sed をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr
```

パッケージをコンパイルし HTML ドキュメントを生成します。

```
make
make html
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
chown -R tester .
su tester -c "PATH=$PATH make check"
```

パッケージとドキュメントをインストールします。

```
make install
install -d -m755          /usr/share/doc/sed-4.9
install -m644 doc/sed.html /usr/share/doc/sed-4.9
```

### 8.32.2. Sed の構成

インストールプログラム:	sed
インストールディレクトリ:	/usr/share/doc/sed-4.9

#### 概略説明

sed テキストファイルを一度の処理でフィルタリングし変換します。

## 8.33. Psmisc-23.7

Psmisc パッケージは稼動中プロセスの情報表示を行うプログラムを提供します。

概算ビルド時間:	0.1 SBU 以下
必要ディスク容量:	6.7 MB

### 8.33.1. Psmisc のインストール

Psmisc をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

テストスイートを実施する場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.33.2. Psmisc の構成

インストールプログラム: fuser, killall, peekfd, prtstat, pslog, pstree, pstree.x11 (pstree へのリンク)

#### 概略説明

fuser	指定されたファイルまたはファイルシステムを利用しているプロセスのプロセス ID (PID) を表示します。
killall	プロセス名を用いてそのプロセスを終了 (kill) させます。 指定されたコマンドを起動しているすべてのプロセスに対してシグナルが送信されます。
peekfd	PID を指定することによって、稼動中のそのプロセスのファイルディスクリプターを調べます。
prtstat	プロセスに関する情報を表示します。
pslog	プロセスに対する現状のログパスを表示します。
pstree	稼働中のプロセスをツリー形式で表示します。
pstree.x11	pstree と同じです。 ただし終了時には確認画面が表示されます。

## 8.34. Gettext-1.0

Gettext パッケージは国際化を行うユーティリティを提供します。各種プログラムに対して NLS (Native Language Support) を含めてコンパイルすることができます。つまり各言語による出力メッセージが得られることになります。

概算ビルド時間: 2.1 SBU  
必要ディスク容量: 447 MB

### 8.34.1. Gettext のインストール

Gettext をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
--disable-static \
--docdir=/usr/share/doc/gettext-1.0
```

パッケージをコンパイルします。

**make**

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

**make check**

パッケージをインストールします。

```
make install
chmod -v 0755 /usr/lib/preloadable_libintl.so
```

### 8.34.2. Gettext の構成

インストールプログラム:	autopoint, envsubst, gettext, gettext.sh, gettextize, msgattrib, msgcat, msgcmp, msgcomm, msgconv, msgen, msgexec, msgfilter, msgfmt, msggrep, msginit, msgmerge, msgunfmt, msguniq, ngettext, recode-sr-latin, xgettext
インストールライブラリ:	libasprintf.so, libgettextlib.so, libgettextpo.so, libgettextsrc.so, libtextstyle.so, preloadable_libintl.so
インストールディレクトリ:	/usr/lib/gettext, /usr/share/doc/gettext-1.0, /usr/share/gettext, /usr/share/gettext-1.0

#### 概略説明

autopoint	Gettext 標準のインフラストラクチャーファイル (infrastructure file) をソースパッケージ内にコピーします。
envsubst	環境変数をシェル書式の文字列として変換します。
gettext	メッセージカタログ内の翻訳文を参照し、メッセージをユーザーの利用言語に変換します。
gettext.sh	主に gettext におけるシェル関数ライブラリとして機能します。
gettextize	パッケージの国際化対応を始めるにあたり、標準的な Gettext 関連ファイルを、指定されたパッケージのトップディレクトリにコピーします。
msgattrib	翻訳カタログ内のメッセージの属性に応じて、そのメッセージを抽出します。またメッセージの属性を操作します。
msgcat	指定された .po ファイルを連結します。
msgcmp	二つの .po ファイルを比較して、同一の msgid による文字定義が両者に含まれているかどうかをチェックします。
msgcomm	指定された .po ファイルにて共通のメッセージを検索します。
msgconv	翻訳カタログを別のキャラクターエンコーディングに変換します。
msgen	英語用の翻訳カタログを生成します。
msgexec	翻訳カタログ内の翻訳文すべてに対してコマンドを適用します。
msgfilter	翻訳カタログ内の翻訳文すべてに対してフィルター処理を適用します。
msgfmt	翻訳カタログからバイナリメッセージカタログを生成します。

msggrep	指定された検索パターンに合致する、あるいは指定されたソースファイルに属する翻訳カタログの全メッセージを出力します。
msginit	新規に .po ファイルを生成します。 その時にはユーザーの環境設定に基づいてメタ情報を初期化します。
msgmerge	二つの翻訳ファイルを一つにまとめます。
msgunfmt	バイナリメッセージカタログを翻訳テキストに逆コンパイルします。
msguniq	翻訳カタログ中に重複した翻訳がある場合にこれを統一します。
ngettext	出力メッセージをユーザーの利用言語に変換します。 特に複数形のメッセージを取り扱います。
recode-sr-latin	セルビア語のテキストに対し、キリル文字からラテン文字にコード変換します。
xgettext	指定されたソースファイルから、翻訳対象となるメッセージ行を抽出して、翻訳テンプレートとして生成します。
libasprintf	autosprintf クラスを定義します。 これは C++ プログラムにて利用できる C 言語書式の出力ルーチンを生成するものです。 <string> 文字列と <iostream> ストリームを利用します。
libgettextlib	さまざまな Gettext プログラムが利用している共通的ルーチンを提供します。 これは一般的な利用を想定したものではありません。
libgettextpo	.po ファイルの出力に特化したプログラムを構築する際に利用します。 Gettext が提供する標準的なアプリケーション (msgcomm, msgcmp, msgattrib, msgen) などでは処理出来ないものがある場合に、このライブラリを利用します。
libgettextsrc	さまざまな Gettext プログラムが利用している共通的ルーチンを提供します。 これは一般的な利用を想定したものではありません。
libtextstyle	テキストスタイルライブラリ。
preloadable_libintl	LD_PRELOAD が利用するライブラリ。 翻訳されていないメッセージを収集 (log) する libintl をサポートします。

## 8.35. Bison-3.8.2

Bison パッケージは構文解析ツールを提供します。

概算ビルド時間:	2.1 SBU
必要ディスク容量:	63 MB

### 8.35.1. Bison のインストール

Bison をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr --docdir=/usr/share/doc/bison-3.8.2
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.35.2. Bison の構成

インストールプログラム:	bison, yacc
インストールライブラリ:	liby.a
インストールディレクトリ:	/usr/share/bison

#### 概略説明

**bison** 構文規則の記述に基づいて、テキストファイルの構造を解析するプログラムを生成します。 Bison は Yacc (Yet Another Compiler Compiler) の互換プログラムです。

**yacc** bison のラッパースクリプト。 yacc プログラムがあるなら bison を呼び出さずに yacc を実行します。 -y オプションが指定された時は bison を実行します。

**liby** Yacc 互換の関数として yyerror 関数と main 関数を含むライブラリです。 このライブラリはあまり使い勝手の良いものではありません。 ただし POSIX ではこれが必要になります。

## 8.36. Grep-3.12

Grep パッケージはファイル内の検索を行うプログラムを提供します。

概算ビルド時間:	0.5 SBU
必要ディスク容量:	48 MB

### 8.36.1. Grep のインストール

各種パッケージのテストにおいて、egrep と fgrep を用いた際の警告が原因でテストが失敗するため、その警告を削除します。

```
sed -i "s/echo/#echo/" src/egrep.sh
```

Grep をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.36.2. Grep の構成

インストールプログラム: egrep, fgrep, grep

#### 概略説明

egrep 拡張正規表現 (extended regular expression) にマッチした行を表示します。これは非推奨となっているため、代わりに grep -E を使ってください。

fgrep 固定文字列の一覧にマッチした行を表示します。これは非推奨となっているため、代わりに grep -F を使ってください。

grep 基本的な正規表現に合致した行を出力します。

8.37. Bash-5.3

Bash は Bourne-Again Shell を提供します。

概算ビルト時間: 1.5 SBU  
必要ディスク容量: 56 MB

### 8.37.1. Bash のインストール

Bash をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr           \
            --without-bash-malloc  \
            --with-installed-readline \
            --docdir=/usr/share/doc/bash-5.3
```

`configure` オプションの意味

--with-installed-readline

このオプションは Bash が持つ独自の `readline` ライブラリではなく、既にインストールした `readline` ライブラリを用いることを指示します。

パッケージをコンパイルします。

make

テストスイートを実行しない場合は「パッケージをインストールします。」と書かれた箇所まで読み飛ばしてください。

テストを実施するにあたっては `tester` ユーザーによるソースツリーへの書き込みを可能とします。

```
chown -R tester .
```

本パッケージのテストスイートは、非 `root` ユーザーが実行するものとされていて、利用する端末が標準入力に接続できているものとしています。この仕様を満たすためには、Expect を使って新たな疑似端末を起動します。そして `tester` ユーザーとしてテストを実行します。

```
LC_ALL=C.UTF-8 su -s /usr/bin/expect tester << "EOF"
set timeout -1
spawn make tests
expect eof
lassign [wait] _ _ _ value
exit $value
EOF
```

テストスイートでは `diff` を使って、テストスクリプトの出力結果と期待される出力結果との差異を調べています。`diff` からの出力（先頭行に `< と >`）があれば、テストが失敗したことを表します。ただしその差異は無視できる旨を示すメッセージがあれば問題ありません。`run-builtins` というテストは特定のホストディストロにおいては失敗します。その際には出力結果の 479 行めと 480 行めが異なると示されます。テストの中には `zh_TW.BIG5` と `ja_JP.SJIS` というロケールを必要とするものがあるため、これらがインストールされていない場合には失敗します。

パッケージをインストールします。

**make install**

新たにコンパイルした bash プログラムを実行します。(この時点までに実行されていたものが置き換えられます。)

```
exec /usr/bin/bash --login
```

## 8.37.2. Bash の構成

インストールプログラム: bash, bashbug, sh (bashへのリンク)

インストールディレクトリ: /usr/include/bash, /usr/lib/bash, /usr/share/doc/bash-5.3

概略說明

**bash** 広く活用されているコマンドインターパリター。処理実行前には、指示されたコマンドラインをさまざまに展開したり置換したりします。この機能があるからこそインターパリター機能を強力なものにしています。

bashbug bash に関連したバグ報告を、標準書式で生成しメール送信することを補助するシェルスクリプトです。  
sh bash プログラムへのシンボリックリンク。 sh として起動された際には、かつてのバージョンである sh の起動時の動作と、出来るだけ同じになるように振舞います。同時に POSIX 標準に適合するよう動作します。

## 8.38. Libtool-2.5.4

Libtool パッケージは GNU 汎用ライブラリをサポートするスクリプトを提供します。これは複雑な共有ライブラリを、一貫した移植性の高いインターフェースとして実現します。

概算ビルド時間: 0.6 SBU  
必要ディスク容量: 44 MB

### 8.38.1. Libtool のインストール

Libtool をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

テストスイートでしか使わない不要なスタティックライブラリを削除します。

```
rm -fv /usr/lib/libltdl.a
```

### 8.38.2. Libtool の構成

インストールプログラム:	libtool, libtoolize
インストールライブラリ:	libltdl.so
インストールディレクトリ:	/usr/include/libltdl, /usr/share/libtool

#### 概略説明

libtool	汎用的なライブラリ構築支援サービスを提供します。
libtoolize	パッケージに対して libtool によるサポートを加える標準的手法を提供します。
libltdl	動的ロードライブラリのオープンに伴うさまざまな複雑さを隠蔽します。

## 8.39. GDBM-1.26

GDBM パッケージは GNU データベースマネージャーを提供します。これは拡張性のあるハッシングなど、従来の UNIX dbm と同様のデータベース機能を実現するライブラリです。このライブラリにより、キーデータペアの収容、キーによるデータ検索と抽出、キーに基づいたデータ削除などを行うことができます。

概算ビルド時間: 0.2 SBU  
必要ディスク容量: 13 MB

### 8.39.1. GDBM のインストール

GDBM をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
--disable-static \
--enable-libgdbm-compat
```

configure オプションの意味

--enable-libgdbm-compat

このオプションは libgdbm 互換ライブラリをビルドすることを指示します。LFS パッケージ以外において、かつての古い DBM ルーチンを必要とするものがあるかもしれません。

パッケージをコンパイルします。

**make**

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

**make check**

パッケージをインストールします。

**make install**

### 8.39.2. GDBM の構成

インストールプログラム:	gdbm_dump, gdbm_load, gdbmtool
インストールライブラリ:	libgdbm.so, libgdbm_compat.so

#### 概略説明

gdbm_dump	GDBM データベースをファイルにダンプします。
gdbm_load	GDBM のダンプファイルからデータベースを再生成します。
gdbmtool	GDBM データベースをテストし修復します。
libgdbm	ハッシュデータベースを取り扱う関数を提供します。
libgdbm_compat	古い DBM 関数を含んだ互換ライブラリ。

## 8.40. Gperf-3.3

Gperf は、キーセットに基づいて完全なハッシュ関数の生成を実現します。

概算ビルド時間: 0.2 SBU  
必要ディスク容量: 12 MB

### 8.40.1. Gperf のインストール

Gperf をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr --docdir=/usr/share/doc/gperf-3.3
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.40.2. Gperf の構成

インストールプログラム: gperf  
インストールディレクトリ: /usr/share/doc/gperf-3.3

#### 概略説明

gperf キーセットに基づいて、完全なハッシュ関数を生成します。

## 8.41. Expat-2.7.4

Expat パッケージは XML を解析するためのストリーム指向 (stream oriented) な C ライブラリを提供します。

概算ビルド時間:	0.1 SBU
必要ディスク容量:	14 MB

### 8.41.1. Expat のインストール

Expat をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr      \
            --disable-static \
            --docdir=/usr/share/doc/expat-2.7.4
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

必要ならドキュメントをインストールします。

```
install -v -m644 doc/*.{html,css} /usr/share/doc/expat-2.7.4
```

### 8.41.2. Expat の構成

インストールプログラム:	xmlwf
インストールライブラリ:	libexpat.so
インストールディレクトリ:	/usr/share/doc/expat-2.7.4

#### 概略説明

`xmlwf` XML ドキュメントが整形されているかどうかをチェックするユーティリティです。

`libexpat` XML を処理する API 関数を提供します。

## 8.42. Inetutils-2.7

Inetutils パッケージはネットワーク制御を行う基本的なプログラムを提供します。

概算ビルド時間:	0.3 SBU
必要ディスク容量:	38 MB

### 8.42.1. Inetutils のインストール

gcc-14.1 以降を用いて本パッケージがビルドできるようにします。

```
sed -i 's/def HAVE_TERMCAP_TGETENT/ 1/' telnet/telnet.c
```

Inetutils をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr      \
            --bindir=/usr/bin \
            --localstatedir=/var \
            --disable-logger \
            --disable-whois \
            --disable-rcp \
            --disable-rexec \
            --disable-rlogin \
            --disable-rsh \
            --disable-servers
```

configure オプションの意味

**--disable-logger**

このオプションは logger プログラムをインストールしないようにします。 このプログラムはシステムログデーモンに対してメッセージ出力を行うスクリプトにて利用されます。 ここでこれをインストールしないのは、後に Util-linux パッケージにおいて、より最新のバージョンをインストールするためです。

**--disable-whois**

このオプションは whois のクライアントプログラムをインストールしないようにします。 このプログラムはもはや古いものです。 より良い whois プログラムのインストール手順については BLFS ブックにて説明しています。

**--disable-r\***

これらのパラメーターは、セキュリティの問題により用いるべきではない古いプログラムを作らないようにします。 古いプログラムによる機能は BLFS ブックにて示す openssh でも提供されています。

**--disable-servers**

このオプションは Inetutils パッケージに含まれるさまざまなネットワークサーバーをインストールしないようにします。 これらのサーバーは基本的な LFS システムには不要なものと考えられます。 サーバーの中には本質的にセキュアでないものがあり、信頼のあるネットワーク内でのみしか安全に扱うことができないものもあります。 サーバーの多くは、これに代わる他の適切なものが存在します。

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

各種プログラムを適切な場所に移動します。

```
mv -v /usr/{,s}bin/ifconfig
```

### 8.42.2. Inetutils の構成

インストールプログラム:	dnsdomainname, ftp, ifconfig, hostname, ping, ping6, talk, telnet, tftp, traceroute
--------------	---

## 概略説明

dnsdomainname	システムの DNS ドメイン名を表示します。
ftp	ファイル転送プロトコル (file transfer protocol) に基づくプログラム。
hostname	ホスト名の表示または設定を行います。
ifconfig	ネットワークインターフェースを管理します。
ping	エコーリクエスト (echo-request) パケットを送信し、返信にどれだけ要したかを表示します。
ping6	IPv6 ネットワーク向けの ping
talk	他ユーザーとのチャットを利用します。
telnet	TELNET プロトコルインターフェース。
tftp	軽量なファイル転送プログラム。 (trivial file transfer program)
traceroute	処理起動したホストからネットワーク上の他のホストまで、送出したパケットの経由ルートを追跡します。 その合間に検出されたすべての hops (= ゲートウェイ) も表示します。

## 8.43. Less-692

Less パッケージはテキストファイルビューアーを提供します。

概算ビルト時間:	0.1 SBU
必要ディスク容量:	17 MB

### 8.43.1. Less のインストール

Less をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr --sysconfdir=/etc
```

configure オプションの意味

--sysconfdir=/etc  
本パッケージによって作成されるプログラムが /etc ディレクトリにある設定ファイルを参照するように指示します。

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.43.2. Less の構成

インストールプログラム: less, lessecho, lesskey

#### 概略説明

less	ファイルビューアーまたはページャー。 指示されたファイルの内容を表示します。 表示中にはスクロール、文字検索、移動が可能です。
lessecho	Unix システム上のファイル名において * や ? といったメタ文字 (meta-characters) を展開するために必要ななります。
lesskey	less におけるキー割り当てを設定するために利用します。

## 8.44. Perl-5.42.0

Perl パッケージは Perl 言語 (Practical Extraction and Report Language) を提供します。

概算ビルド時間:	1.3 SBU
必要ディスク容量:	257 MB

### 8.44.1. Perl のインストール

ここでビルドするバージョンの Perl は Compress::Raw::Zlib モジュールと Compress::Raw::Bzip2 モジュールをビルドします。しかしデフォルトでは内部にコピーされたライブラリソースを用いてビルドを行います。以下のコマンドは、既にインストールされているライブラリを用いるようにします。

```
export BUILD_ZLIB=False
export BUILD_BZIP2=0
```

Perl のビルド設定を完全に制御したい場合は、以下のコマンドから「-des」オプションを取り除くことで手動設定を進めることもできます。Perl が自動判別するデフォルト設定に従うので良ければ、以下のコマンドにより Perl をコンパイルするための準備をします。

```
sh Configure -des \
    -D prefix=/usr \
    -D vendorprefix=/usr \
    -D privlib=/usr/lib/perl5/5.42/core_perl \
    -D archlib=/usr/lib/perl5/5.42/core_perl \
    -D sitelib=/usr/lib/perl5/5.42/site_perl \
    -D sitearch=/usr/lib/perl5/5.42/site_perl \
    -D vendorlib=/usr/lib/perl5/5.42/vendor_perl \
    -D vendorarch=/usr/lib/perl5/5.42/vendor_perl \
    -D man1dir=/usr/share/man/man1 \
    -D man3dir=/usr/share/man/man3 \
    -D pager="/usr/bin/less -isR" \
    -D useshrplib \
    -D usethreads
```

configure オプションの意味

-D pager="/usr/bin/less -isR"

このオプションは more プログラムでなく less プログラムが利用されるようにします。

-D man1dir=/usr/share/man/man1 -D man3dir=/usr/share/man/man3

まだ Groff をインストールしていないので Configure スクリプトが Perl の man ページを生成しません。このオプションを指定することによりその判断を正します。

-D usethreads

スレッドサポートを含めて Perl をビルドします。

パッケージをコンパイルします。

**make**

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
TEST_JOBS=$(nproc) make test_harness
```

パッケージはインストールしクリーンアップします。

```
make install
unset BUILD_ZLIB BUILD_BZIP2
```

### 8.44.2. Perl の構成

インストールプログラム:

corelist, cpan, enc2xs, encguess, h2ph, h2xs, instmodsh, json\_pp, libnetcfg, perl, perl5.42.0 (perl へのハードリンク), perlbug, perldoc, perlivp, perlthanks (perlbug へのハードリンク), piconv, pl2pm, pod2html, pod2man, pod2text, pod2usage, podchecker, podselect, prove, ptar, ptardiff, ptargrep, shasum, splain, xsubpp, zipdetails

インストールライブラリ:

ここで示しきれないほど多くのライブラリ

インストールディレクトリ:

/usr/lib/perl5

## 概略説明

corelist	Module::CoreList に対するコマンドラインフロントエンド。
cpan	コマンドラインから CPAN (Comprehensive Perl Archive Network) との通信を行います。
enc2xs	Unicode キャラクターマッピングまたは Tcl エンコーディングファイルから Perl の Encode 拡張モジュールを構築します。
encguess	複数ファイルのエンコーディングを調査します。
h2ph	C 言語のヘッダーファイル .h を Perl のヘッダーファイル .ph に変換します。
h2xs	C 言語のヘッダーファイル .h を Perl 拡張 (Perl extension) に変換します。
instmodsh	インストールされている Perl モジュールを調査するシェルスクリプト。インストールされたモジュールから tarball を作ることができます。
json_pp	特定の入出力フォーマット間でデータを変換します。
libnetcfg	Perl モジュール libnet の設定に利用します。
perl	C 言語、sed、awk、sh の持つ機能を寄せ集めて出来上がった言語。
perl5.42.0	perl へのハードリンク。
perlbug	Perl およびそのモジュールに関するバグ報告を生成して、電子メールを送信します。
perldoc	pod フォーマットのドキュメントを表示します。pod フォーマットは Perl のインストールツリーあるいは Perl スクリプト内に埋め込まれています。
perlivp	Perl Installation Verification Procedure のこと。Perl とライブラリが正しくインストールできているかを調べるものです。
perlthanks	感謝のメッセージ (Thank you messages) を電子メールで Perl 開発者に送信します。
piconv	キャラクターエンコーディングを変換する iconv の Perl バージョン。
pl2pm	Perl4 の .pl ファイルを Perl5 の .pm モジュールファイルへの変換を行うツール。
pod2html	pod フォーマットから HTML フォーマットに変換します。
pod2man	pod データを *roff の入力ファイル形式に変換します。
pod2text	pod データをアスキーテキスト形式に変換します。
pod2usage	ファイル内に埋め込まれた pod ドキュメントから使用方法の記述部分を表示します。
podchecker	pod 形式の文書ファイルに対して文法をチェックします。
podselect	pod ドキュメントに対して指定したセクションを表示します。
prove	Test::Harness モジュールのテストを行うコマンドラインツール。
ptar	Perl で書かれた tar 相当のプログラム。
ptardiff	アーカイブの抽出前後を比較する Perl プログラム。
ptargrep	tar アーカイブ内のファイルに対してパターンマッチングを適用するための Perl プログラム。
shasum	SHA チェックサム値を表示またはチェックします。
splain	Perl スクリプトの警告エラーの診断結果を詳細 (verbose) に出力するために利用します。
xsubpp	Perl の XS コードを C 言語コードに変換します。
zipdetails	Zip ファイルの内部構造に関する情報を出力します。

## 8.45. XML::Parser-2.47

XML::Parser モジュールは James Clark 氏による XML パーサー Expat への Perl インターフェースです。

概算ビルド時間: 0.1 SBU 以下  
必要ディスク容量: 2.3 MB

### 8.45.1. XML::Parser のインストール

XML::Parser をコンパイルするための準備をします。

```
perl Makefile.PL
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make test
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.45.2. XML::Parser の構成

インストールモジュール: Expat.so

#### 概略説明

Expat Perl Expat インターフェースを提供します。

## 8.46. Intltool-0.51.0

Intltool パッケージは、プログラムソースファイルから翻訳対象の文字列を抽出するために利用する国際化ツールです。

概算ビルト時間: 0.1 SBU 以下  
必要ディスク容量: 1.5 MB

### 8.46.1. Intltool のインストール

perl-5.22 以降にて発生する警告メッセージを修正します。

```
sed -i 's:\\\\${:\\\\$\\\\{:' intltool-update.in
```



#### 注記

上の正規表現は、バックスラッシュが多すぎて変に思うかもしれません。ここで行っているのは '\${' という記述の並びに対して、右ブレースの前にバックスラッシュを追加して '\$\${}' を作り出しています。

Intltool をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
install -v -Dm644 doc/I18N-HOWTO /usr/share/doc/intltool-0.51.0/I18N-HOWTO
```

### 8.46.2. Intltool の構成

インストールプログラム: intltool-extract, intltool-merge, intltool-prepare, intltool-update, intltoolize

インストールディレクトリ: /usr/share/doc/intltool-0.51.0, /usr/share/intltool

#### 概略説明

intltoolize	パッケージに対して intltool を利用できるようにします。
intltool-extract	gettext が読み込むことの出来るヘッダーファイルを生成します。
intltool-merge	翻訳された文字列をさまざまな種類のファイルにマージします。
intltool-prepare	pot ファイルを更新し翻訳ファイルにマージします。
intltool-update	po テンプレートファイルを更新し翻訳ファイルにマージします。

## 8.47. Autoconf-2.72

Autoconf パッケージは、ソースコードを自動的に設定するシェルスクリプトの生成を行うプログラムを提供します。

概算ビルド時間:	0.1 SBU 以下 (テスト込みで約 0.4 SBU)
必要ディスク容量:	25 MB

### 8.47.1. Autoconf のインストール

Autoconf をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.47.2. Autoconf の構成

インストールプログラム:	autoconf, autoheader, autom4te, autoreconf, autoscan, autoupdate, ifnames
インストールディレクトリ:	/usr/share/autoconf

#### 概略説明

autoconf	ソースコードを提供するソフトウェアパッケージを自動的に設定する (configure する) シェルスクリプトを生成します。これにより数多くの Unix 互換システムへの適用を可能とします。生成される設定 (configure) スクリプトは独立して動作します。つまりこれを実行するにあたっては autoconf プログラムを必要としません。
autoheader	C言語の #define 文を configure が利用するためのテンプレートファイルを生成するツール。
autom4te	M4 マクロプロセッサーに対するラッパー。
autoreconf	autoconf と automake のテンプレートファイルが変更された時に、自動的に autoconf、autoheader、aclocal、automake、gettextize、libtoolize を無駄なく適正な順で実行します。
autoscan	ソフトウェアパッケージに対する configure.in ファイルの生成をサポートします。ディレクトリ内のソースファイルを調査して、共通的な可搬性に関わる問題を見出します。そして configure.scan ファイルを生成して、そのパッケージの configure.in ファイルの雛形として提供します。
autoupdate	configure.in ファイルにおいて、かつての古い autoconf マクロが利用されている場合に、それを新しいマクロに変更します。
ifnames	ソフトウェアパッケージにおける configure.in ファイルの記述作成をサポートします。これはそのパッケージが利用する C プリプロセッサーの条件ディレクティブの識別子を出力します。可搬性を考慮した構築ができている場合は、本プログラムが configure スクリプトにおいて何をチェックするべきかを決定してくれます。また autoscan によって生成された configure.in ファイルでの過不足を調整する働きもします。

## 8.48. Automake-1.18.1

Automake パッケージは Autoconf が利用する Makefile などを生成するプログラムを提供します。

概算ビルド時間:	0.1 SBU 以下 (テスト込みで約 1.1 SBU)
必要ディスク容量:	123 MB

### 8.48.1. Automake のインストール

Automake をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr --docdir=/usr/share/doc/automake-1.18.1
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

4 つの並行ビルドとすることにより、テストを速く進めることができます。たとえ論理コア数がそれより少ない場合であっても有用であり、個々のテストにおける内部遅延に関係するためです。ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make -j$(( $(nproc)>4?(nproc):4)) check
```

`$((...))` の部分は、利用したい論理コア数に書き換えてください。

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.48.2. Automake の構成

インストールプログラム:	aclocal, aclocal-1.18 (aclocal へのハードリンク), automake, automake-1.18 (automake へのハードリンク)
--------------	---

インストールディレクトリ:	/usr/share/aclocal-1.18, /usr/share/automake-1.18, /usr/share/doc/automake-1.18.1
---------------	---

#### 概略説明

aclocal            configure.in ファイルの内容に基づいて aclocal.m4 ファイルを生成します。

aclocal-1.18      aclocal へのハードリンク。

automake          Makefile.am ファイルから Makefile.in ファイルを自動生成するツール。パッケージ内のすべての Makefile.in ファイルを作るには、このプログラムをトップディレクトリから実行します。  
configure.in ファイルを調べて、適切な Makefile.am ファイルを検索します。そして対応する Makefile.in ファイルを生成します。

automake-1.18     automake へのハードリンク。

## 8.49. OpenSSL-3.6.1

OpenSSL パッケージは暗号化に関する管理ツールやライブラリを提供します。これを利用することにより、他のパッケージにおいて暗号化機能が実現されます。例えば OpenSSH、Email アプリケーション、(HTTPS サイトアクセスを行う) ウェブブラウザーなどです。

概算ビルド時間: 1.9 SBU  
必要ディスク容量: 981 MB

### 8.49.1. OpenSSL のインストール

OpenSSL をコンパイルするための準備をします。

```
./config --prefix=/usr \
--openssldir=/etc/ssl \
--libdir=lib \
shared \
zlib-dynamic
```

パッケージをコンパイルします。

**make**

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
HARNESS_JOBS=$(nproc) make test
```

30-test\_afalg.t というテストが 1 つだけ失敗します。それはカーネルオプションの CONFIG\_CRYPTO\_USER\_API\_SKCIPHER が有効でない場合、あるいは CBC が実装された AES 機能を提供するオプション（たとえば CONFIG\_CRYPTO\_AES と CONFIG\_CRYPTO\_CBC との組み合わせや、CPU が AES-NI をサポートする際の CONFIG\_CRYPTO\_AES\_NI\_INTEL など）が一つもない場合です。失敗しても、無視してかまいません。

パッケージをインストールします。

```
sed -i '/INSTALL_LIBS/s/libcrypto.a libssl.a/' Makefile
make MANSUFFIX=ssl install
```

ドキュメントディレクトリにバージョンを含めます。他のパッケージとの整合をとるためです。

```
mv -v /usr/share/doc/openssl /usr/share/doc/openssl-3.6.1
```

必要であれば、さらにドキュメントをインストールします。

```
cp -vfr doc/* /usr/share/doc/openssl-3.6.1
```

#### 注記

せい弱性への対処を行った新バージョンが公開されたら、OpenSSL をアップデートすることになります。OpenSSL 3.0.0 以降では、バージョンのつけ方が MAJOR.MINOR.PATCH という形式になりました。API/API の互換性は、同一の MAJOR バージョン番号では保証されます。本パッケージは libcrypto.so または libssl.so へのリンクを行っていますが、LFS では共有ライブラリをインストールするだけなので、MAJOR バージョン番号が同一のアップグレードである限りは、パッケージを再コンパイルする必要はありません。

そうであっても、それらのライブラリにリンクしているプログラムが稼働中であるなら、一度停止してから再起動することが必要です。詳しくは関連する話が「アップグレードに関する問題」にあるので参照してください。

### 8.49.2. OpenSSL の構成

インストールプログラム:	c_rehash, openssl
インストールライブラリ:	libcrypto.so, libssl.so
インストールディレクトリ:	/etc/ssl, /usr/include/openssl, /usr/lib/engines, /usr/share/doc/openssl-3.6.1

## 概略説明

c_rehash	ディレクトリ内のすべてのファイルをスキャンする Perl スクリプト。 それらのファイルに対するハッシュ値へのシンボリックリンクを生成します。 c_rehash の利用は非推奨と考えられており、この代わりに openssl rehash コマンドを使ってください。
openssl	OpenSSL の暗号化ライブラリが提供するさまざまな関数を、シェルから利用するためのコマンドラインツール。 openssl(1) に示される数多くの関数を利用することができます。
libcrypto.so	各種のインターネット標準にて採用されている暗号化アルゴリズムを幅広く実装しています。 このライブラリが提供する機能は、SSL、TLS、S/MIME を実装する OpenSSL において利用されており、また OpenSSH、OpenPGP、あるいはこの他の暗号化標準の実装にも利用されています。
libssl.so	トランスポート層セキュリティ (Transport Layer Security; TLFS v1) プロトコルを実装しています。 これは豊富な API 関数とそのドキュメントを提供します。 ドキュメントは ssl(7) にあります。

## 8.50. Elfutils-0.194 から取り出した libelf

Libelf は、ELF (Executable and Linkable Format) 形式のファイルを扱うライブラリを提供します。

概算ビルド時間:	0.1 SBU
必要ディスク容量:	41 MB

### 8.50.1. Libelf のインストール

Libelf は elfutils-0.194 パッケージに含まれます。ソース tarball として elfutils-0.194.tar.bz2 を利用します。

Libelf をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
           --disable-debuginfod \
           --enable-libdebuginfod=dummy
```

libelf のみをコンパイルします。

```
make -C lib
make -C libelf
```

glibc-2.43 またはそれ以降を用いたビルドにおいて、テストスイートは失敗します。

Libelf のみをインストールします。

```
make -C libelf install
install -vm644 config/libelf.pc /usr/lib/pkgconfig
rm /usr/lib/libelf.a
```

### 8.50.2. Libelf の構成

インストールライブラリ:	libelf.so
インストールディレクトリ:	/usr/include/elfutils

#### 概略説明

`libelf.so` ELF オブジェクトファイルを取り扱うための API 関数を提供します。

## 8.51. Libffi-3.5.2

Libffi ライブラリは、さまざまな呼出規約 (calling conventions) に対しての、移植性に優れた高レベルのプログラミングインターフェースを提供します。このライブラリを用いることで、プログラム実行時に呼出インターフェース記述 (call interface description) による関数を指定して呼び出すことができるようになります。

FFI は Foreign Function Interface を表します。FFI は、1 つの言語で書かれたプログラムから、別の言語で書かれたプログラムを呼び出せるようにするものです。特に Libffi は、Perl や Python のようなインタープリターや、C, C++ で書かれた共有ライブラリサブルーチン間のブリッジ機能を提供します。

概算ビルド時間: 1.7 SBU  
必要ディスク容量: 10 MB

### 8.51.1. Libffi のインストール



#### 注記

GMP と同じように Libffi では、利用中のプロセッサーに応じた最適化を行なってビルドされます。異なるシステムに向けてのビルドを行う場合は、以下のコマンドにおいて `--with-gcc-arch=` を使って、ホスト CPU とそのシステム上の CPU の双方の 実装を完全に表すアーキテクチャー名に変更してください。 そうしなかつた場合には、libffi をリンクするアプリケーションにおいて Illegal Operation エラーを発生させることになります。 双方の CPU に対しての適切な値が分からぬ場合は `--without-gcc-arch` を指定して、汎用ライブラリを生成してください。

Libffi をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
            \
            \
            --with-gcc-arch=native
```

`configure` オプションの意味

`--with-gcc-arch=native`

現状のシステムに応じて GCC が最適化されるようにします。仮にこれを指定しなかった場合、システムを誤認して誤ったコードを生成してしまう場合があります。生成されたコードが、より劣ったシステム向けのネイティブコードをコピーしていたとすると、より劣ったシステムに対するパラメーターを指定することとなります。システムに応じた詳細は the x86 options in the GCC manual を参照してください。

パッケージをコンパイルします。

**make**

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

**make check**

パッケージをインストールします。

**make install**

### 8.51.2. Libffi の構成

インストールライブラリ: libffi.so

#### 概略説明

libffi 外部関数インターフェース API 関数を提供します。

## 8.52. Sqlite-3510200

SQLite パッケージは トランザクション SQL データベースエンジンです。 特徴として、自己完結 (self-contained) していて、サーバーモジュールが不要、かつ設定が不要なものです。

概算ビルド時間: 0.4 SBU  
必要ディスク容量: 124 MB

### 8.52.1. Sqlite のインストール

ドキュメントを伸長（解凍）します。

```
tar -xf ../sqlite-doc-3510200.tar.xz
```

Sqlite をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
--disable-static \
--enable-fts{4,5} \
CPPFLAGS="-D SQLITE_ENABLE_COLUMN_METADATA=1 \
-D SQLITE_ENABLE_UNLOCK_NOTIFY=1 \
-D SQLITE_ENABLE_DBSTAT_VTAB=1 \
-D SQLITE_SECURE_DELETE=1"
```

configure オプションの意味

--enable-fts{4,5}

このスイッチは完全文字列検索 (full text search; FTS) 拡張機能のバージョン 4 と 5 を有効にします。

CPPFLAGS="-D SQLITE\_ENABLE\_COLUMN\_METADATA=1 ...

アプリケーションの中には本オプションを有効にしておく必要のあるものがあります。 これを行うため、CFLAGS または CPPFLAGS の中に含めることにします。 後者まで利用するのは、CFLAGS のデフォルト値（あるいはユーザーが明示した値）では適用されないためです。 詳細は <https://www.sqlite.org/compile.html> を参照してください。

パッケージをコンパイルします。

```
make LDFLAGS.rpath=""
```

`LDFLAGS.rpath=""` オプションを指定するのは、検索パス (rpath) がハードコーディングされて共有ライブラリに埋め込まれることを避けるためです。 このパッケージでは、標準的なインストール先にインストールする限り rpath は不要です。 むしろ rpath は予期しない動作となったり、場合によってはセキュリティに関する問題を起こす可能性すらあります。

このパッケージにテストスイートはありません。

パッケージをインストールします。

```
make install
```

必要であればドキュメントをインストールします。

```
install -v -m755 -d /usr/share/doc/sqlite-3.51.2
cp -v -R sqlite-doc-3510200/* /usr/share/doc/sqlite-3.51.2
```

### 8.52.2. Sqlite の構成

インストールプログラム:	sqlite3
インストールライブラリ:	libsqlite3.so
インストールディレクトリ:	/usr/share/doc/sqlite-3.51.2

#### 概略説明

sqlite3	端末操作により SQLite ライブラリへアクセスするフロントエンドです。 クエリーを対話的に実行し その結果を得ることができます。
libsqlite3.so	SQLite API 関数を提供します。

## 8.53. Python-3.14.3

Python 3 パッケージは Python 開発環境を提供します。オブジェクト指向プログラミング、スクリプティング、大規模プログラムのプロトタイピング、アプリケーション開発などに有用なものです。Python はインターペリター言語です。

概算ビルト時間: 2.6 SBU  
必要ディスク容量: 494 MB

### 8.53.1. Python 3 のインストール

Python をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
    --enable-shared \
    --with-system-expat \
    --enable-optimizations \
    --without-static-libpython
```

configure オプションの意味

**--with-system-expat**

本スイッチは、システムにインストールされている Expat をリンクすることを指示します。

**--enable-optimizations**

本スイッチは、拡張的ではあるものの高くつく最適化を有効にします。インターペリターは二度ビルトされます。そこでは 1 回めのビルトにて実施されるテストを用いて、最適化された最終バージョンが適正化されます。

パッケージをコンパイルします。

**make**

テストの中には不安定でありハングするものがあります。そういうものをテストする場合は、各テストケースにおいて 2 分以内の制限をかけてテストスイートを実行してください。

**make test TESTOPTS="--timeout 120"**

比較的遅いシステムの場合は、その時間制限を増やせば 1 SBU (1 コアを使った Binutils 1 回目のビルト時間) で処理できるはずです。テストの中には一風変わったものがあって、自動的に再実行された上で失敗するものがあります。

一度失敗して再実行の際に成功したものは、テストが成功したものとみなすことができます。

パッケージをインストールします。

**make install**

Python 3 プログラムやモジュールをインストールする際には、全ユーザー向けのインストールを行うために root ユーザーになって pip3 コマンドを用いています。このことは Python 開発者が推奨している、仮想環境内にて一般ユーザーにより（そのユーザーが pip3 を実行することで）パッケージビルトを行う方法とは相容れないものです。これを行っているため、root ユーザーとして pip3 を用いると、警告メッセージが複数出力されます。

開発者がなぜその方法を推奨しているかというと、システムパッケージマネージャー（たとえば dpkg）などと衝突が発生するからです。LFS ではシステムワイドなパッケージマネージャーを利用してないいため、このことは問題となりません。また pip3 そのものが、自分の最新版が存在していないかどうかを実行時に確認します。LFS の chroot 環境においては、ドメイン名解決がまだ設定されていないので、最新版の確認は失敗して警告が出力されます。

LFS システムを再起動してネットワーク設定を行えば、（最新版の入手可能時にはいつでも）あらかじめビルトされていた wheel を PyPI から更新するような警告メッセージが示されます。もっとも LFS では pip3 を Python 3 の一部として考えるので、個別に更新しないでください。したがってあらかじめビルトされた wheel を更新することは、ソースコードから Linux システムをビルトするという目的から逸脱してしまいます。このことから、pip3 の最新版を求める警告は無視してください。警告メッセージを省略したい場合は、以下のコマンドを実行します。ここでは設定ファイルを生成します。

```
cat > /etc/pip.conf << EOF
[global]
root-user-action = ignore
disable-pip-version-check = true
EOF
```



## 重要

LFS や BLFSにおいては通常、Python モジュールのビルドとインストールには pip3 コマンドを用いています。この両ブックにおいて実行する pip3 install コマンドは、(Python 仮想環境内でない場合には) root ユーザーで実行するようにしてください。root ユーザー以外によって pip3 install を実行しても問題なく動作するように見えるかもしれません、インストールしたモジュールが別のユーザーからはアクセスできない事態を作り出します。

pip3 install は、すでにインストールされているモジュールを自動的に再インストールすることは行いません。pip3 install コマンドを使ってモジュールのアップグレードを行う（たとえば meson-0.61.3 から meson-0.62.0 にするような場合）には、コマンドラインに --upgrade オプションを含めてください。またモジュールのダウングレードや再インストールが必要となる理由が確実にあるのであれば、コマンドラインに -force-reinstall --no-deps を含めて実行してください。

必要なら、整形済みドキュメントをインストールします。

```
install -v -dm755 /usr/share/doc/python-3.14.3/html

tar --strip-components=1 \
--no-same-owner \
--no-same-permissions \
-C /usr/share/doc/python-3.14.3/html \
-xvf ../python-3.14.3-docs-html.tar.bz2
```

ドキュメント install コマンドの意味

--no-same-owner と --no-same-permissions

インストールするファイルの所有者とパーミッションを適切に設定します。このオプションがないと tar によって展開されるファイルは、アップストリームが作り出した値になってしまいます。

## 8.53.2. Python 3 の構成

インストールプログラム:	idle3, pip3, pydoc3, python3, python3-config
インストールライブラリ:	libpython3.14.so, libpython3.so
インストールディレクトリ:	/usr/include/python3.14, /usr/lib/python3, /usr/share/doc/python-3.14.3

## 概略説明

idle3	Python に特化した GUI エディターを起動するラッパースクリプト。このスクリプトを実行するには、Python より前に Tk をインストールして、Python モジュールである Tkinter をビルドしておく必要があります。
pip3	Python のパッケージインストーラー。この pip を使って Python Package Index などのインデックスサイトから各種パッケージをインストールできます。
pydoc3	Python ドキュメントツール。
python3	Python インタープリターであり、対話的なオブジェクト指向プログラミング言語。

## 8.54. Flit-Core-3.12.0

Flit-core は Flit (簡単な Python モジュール向けパッケージングツール) の配布物ビルド部分です。

概算ビルド時間:	0.1 SBU 以下
必要ディスク容量:	1.3 MB

### 8.54.1. Flit-Core のインストール

パッケージをビルドします。

```
pip3 wheel -w dist --no-cache-dir --no-build-isolation --no-deps $PWD
```

パッケージをインストールします。

```
pip3 install --no-index --find-links dist flit_core
```

pip3 の configure オプションとコマンドの意味

`wheel`

このコマンドは、本パッケージ向けの wheel アーカイブを生成します。

`-w dist`

生成した wheel を dist ディレクトリに置くことを指示します。

`--no-cache-dir`

生成された wheel を /root/.cache/pip ディレクトリにコピーしないようにします。

`install`

このコマンドはパッケージをインストールします。

`--no-build-isolation, --no-deps, --no-index`

これらのオプションは、オンラインパッケージリポジトリ (PyPI) からファイルを取得しないようにします。 パッケージ類が適切な順番でインストールされていれば、最初にファイルを取得しておく必要はないはずです。 ただしこのオプションをつけておくことで、ユーザーが操作を誤っても安全であるようにします。

`--find-links dist`

dist ディレクトリから wheel アーカイブを検索することを指示します。

### 8.54.2. Flit-Core の構成

インストールディレクトリ:      /usr/lib/python3.14/site-packages/flit\_core, /usr/lib/python3.14/site-packages/flit\_core-3.12.0.dist-info

## 8.55. Packaging-26.0

packaging モジュールは、相互運用性を実装したユーティリティーを提供する Python ライブラリです。これを通じて明確で唯一の動作を規定 (PEP440) したり、共有的な実装 (PEP425) を採用することでそのメリットを最大限活用したりします。ここには、バージョンの取り扱い、識別子、マーカー、タグなどを取り扱うユーティリティーが含まれます。

概算ビルド時間: 0.1 SBU 以下  
必要ディスク容量: 1.6 MB

### 8.55.1. Packaging のインストール

以下のコマンドを実行して packaging をコンパイルします。

```
pip3 wheel -w dist --no-cache-dir --no-build-isolation --no-deps $PWD
```

以下のコマンドを実行して packaging をインストールします。

```
pip3 install --no-index --find-links dist packaging
```

### 8.55.2. Packaging の構成

インストールディレクトリ: /usr/lib/python3.14/site-packages/packaging, /usr/lib/python3.14/site-packages/packaging-26.0.dist-info

## 8.56. Wheel-0.46.3

Wheel は Python wheel パッケージング標準に基づいた標準実装の Python ライブラリです。

概算ビルド時間: 0.1 SBU 以下  
必要ディスク容量: 708 KB

### 8.56.1. Wheel のインストール

以下のコマンドを実行して Wheel をコンパイルします。

```
pip3 wheel -w dist --no-cache-dir --no-build-isolation --no-deps $PWD
```

以下のコマンドを実行して Wheel をインストールします。

```
pip3 install --no-index --find-links dist wheel
```

### 8.56.2. Wheel の構成

インストールプログラム: wheel  
インストールディレクトリ: /usr/lib/python3.14/site-packages/wheel, /usr/lib/python3.14/site-packages/wheel-0.46.3.dist-info

#### 概略説明

wheel は wheel アーカイブの解凍、圧縮、変換を行うユーティリティーです。

## 8.57. Setuptools-82.0.0

Setuptools は Python パッケージに対してのダウンロード、ビルト、インストール、アンインストール、アップグレードを行うツールです。

概算ビルト時間: 0.1 SBU 以下  
必要ディスク容量: 22 MB

### 8.57.1. Setuptools のインストール

パッケージをコンパイルします。

```
pip3 wheel -w dist --no-cache-dir --no-build-isolation --no-deps $PWD
```

パッケージをインストールします。

```
pip3 install --no-index --find-links dist setuptools
```

### 8.57.2. Setuptools の構成

インストールディレクトリ: /usr/lib/python3.14/site-packages/\_distutils\_hack, /usr/lib/python3.14/site-packages/pkg\_resources, /usr/lib/python3.14/site-packages/setuptools, /usr/lib/python3.14/site-packages/setuptools-82.0.0.dist-info

## 8.58. Ninja-1.13.2

このパッケージは、処理速度を重視した軽量なビルドシステムを提供します。

概算ビルド時間:	0.2 SBU
必要ディスク容量:	43 MB

### 8.58.1. Ninja のインストール

ninja は、可能な限り最大数のプロセスを使って並行処理により実行します。 そのプロセス数はデフォルトでは、システムのコア数に 2 を加えたものとなります。 このことが CPU をオーバーヒートさせたり、out of memory を引き起こす場合があります。 ninja をコマンドラインから実行する場合には -jN パラメーターを使って、並行プロセスの数を制御することもできます。 ただ ninja の実行を組み込んでいるパッケージの場合は -j パラメーターを与えることができません。

以降に示す 任意 の手順を用いると、並行プロセス数を環境変数 NINJAJOBS から制御できるようになります。 たとえば 以下のように設定します。

```
export NINJAJOBS=4
```

こうすると ninja の並行プロセスを 4 つに制限できます。

必要な場合は、以下のようにストリームエディターを実行して、ninja が環境変数 NINJAJOBS を認識するようにします。

```
sed -i '/int Guess/a \
int    j = 0; \
char* jobs = getenv( "NINJAJOBS" ); \
if ( jobs != NULL ) j = atoi( jobs ); \
if ( j > 0 ) return j; \
' src/ninja.cc
```

以下を実行して ninja をビルドします。

```
python3 configure.py --bootstrap --verbose
```

build オプションの意味

--bootstrap

本パラメーターは、この時点でのシステムに対して Ninja 自身を再ビルドすることを指示します。

--verbose

本パラメーターは、configure.py の実行にあたって Ninja のビルドプロセスを表示させます。

本パッケージのテストは chroot 環境のもとでは実行することができません。 実行するには cmake が必要です。 ただし (--bootstrap オプションを使って) もう一度ビルドを行えば、本パッケージの基本的な関数についてはテストが実施されます。

パッケージをインストールします。

```
install -vm755 ninja /usr/bin/
install -vDm644 misc/bash-completion /usr/share/bash-completion/completions/ninja
install -vDm644 misc/zsh-completion /usr/share/zsh/site-functions/_ninja
```

### 8.58.2. Ninja の構成

インストールプログラム:      **ninja**

#### 概略説明

ninja Ninja ビルドシステム。

## 8.59. Meson-1.10.1

Meson はオープンソースによるビルドシステムです。非常に高速であり、できるかぎりユーザーフレンドリーであることを意識しています。

概算ビルド時間:	0.1 SBU 以下
必要ディスク容量:	48 MB

### 8.59.1. Meson のインストール

Meson をビルドするには、以下のコマンドを実行します。

```
pip3 wheel -w dist --no-cache-dir --no-build-isolation --no-deps $PWD
```

このテストスイートには、LFS の範囲外としているパッケージがいくつか必要です。

パッケージをインストールします。

```
pip3 install --no-index --find-links dist meson
install -vDm644 data/shell-completions/bash/meson /usr/share/bash-completion/completions/meson
install -vDm644 data/shell-completions/zsh/_meson /usr/share/zsh/site-functions/_meson
```

install パラメーターの意味

*-w dist*

生成された wheel を dist ディレクトリに配置します。

*--find-links dist*

dist ディレクトリから wheel をインストールします。

### 8.59.2. Meson の構成

インストールプログラム:

meson

インストールディレクトリ:

/usr/lib/python3.14/site-packages/meson-1.10.1.dist-info, /usr/lib/python3.14/site-packages/mesonbuild

### 概略説明

meson 生産性の高いビルドシステム。

## 8.60. Kmod-34.2

Kmod パッケージは、カーネルモジュールをロードするためのライブラリやユーティリティーを提供します。

概算ビルド時間:	0.1 SBU 以下
必要ディスク容量:	6.7 MB

### 8.60.1. Kmod のインストール

Kmod をコンパイルするための準備をします。

```
mkdir -p build
cd      build

meson setup --prefix=/usr .. \
            --buildtype=release \
            -D manpages=false
```

configure オプションの意味

*-D manpages=false*

このオプションは、man ページ生成において外部プログラムを必要とするため、これを生成しないようにします。

パッケージをコンパイルします。

**ninja**

本パッケージのテストスイートでは、生のカーネルヘッダー（以前にインストールした「健全化（sanitized）」されたヘッダーではないもの）が必要です。これは LFS の範囲を超えているものです。

パッケージをインストールします。

**ninja install**

### 8.60.2. Kmod の構成

インストールプログラム:	depmod (kmod へのリンク), insmod (kmod へのリンク), kmod, lsmod (kmod へのリンク), modinfo (kmod へのリンク), modprobe (kmod へのリンク), rmmod (kmod へのリンク)
--------------	---

インストールライブラリ:	libkmod.so
--------------	------------

#### 概略説明

depmod	存在しているモジュール内に含まれるシンボル名に基づいて、モジュールの依存関係を記述したファイル (dependency file) を生成します。これは modprobe が必要なモジュールを自動的にロードするために利用します。
insmod	稼動中のカーネルに対してロード可能なモジュールをインストールします。
kmod	カーネルモジュールのロード、アンロードを行います。
lsmod	その時点でロードされているモジュールを一覧表示します。
modinfo	カーネルモジュールに関連付いたオブジェクトファイルを調べて、出来る限りの情報を表示します。
modprobe	depmod によってモジュールの依存関係を記述したファイル (dependency file) が生成されます。これを使って関連するモジュールを自動的にロードします。
rmmod	稼動中のカーネルからモジュールをアンロードします。
libkmod	このライブラリは、カーネルモジュールのロード、アンロードを行う他のプログラムが利用します。

## 8.61. Coreutils-9.10

Coreutils パッケージは、あらゆるオペレーティングシステムが必要とする基本的なユーティリティプログラムを提供します。

概算ビルド時間:	1.2 SBU
必要ディスク容量:	188 MB

### 8.61.1. Coreutils のインストール

POSIX によると Coreutils により生成されるプログラムは、マルチバイトロケールであっても文字データを正しく取り扱うことを求めています。以下のパッチは標準に準拠することと、国際化処理に関するバグを解消することを行います。

```
patch -Np1 -i ../../coreutils-9.10-i18n-1.patch
```



#### 注記

このパッチには多くのバグがありました。新たなバグを発見したら Coreutils の開発者に報告する前に、このパッチの適用前でもバグが再現するかどうかを確認してください。

Coreutils をコンパイルするための準備をします。

```
autoreconf -fv
automake -af
FORCE_UNSAFE_CONFIGURE=1 ./configure \
    --prefix=/usr
```

コマンドと configure オプションの意味

autoreconf -fv

国際化対応を行うパッチによってビルドシステムが修正されます。したがって設定ファイル類を再生成する必要があります。通常なら -i オプションを使って標準的な補助 (auxiliary) ファイルのアップデートを行うところですが、本パッケージに関してはそれが適用しません。それは configure.ac が古い gettext バージョンを指定しているためです。

automake -af

automake の補助 (auxiliary) ファイルは、autoreconf において -i オプションを指定しなかつたため更新されません。以下のコマンドによってこれを更新し、ビルドが失敗しないようにします。

FORCE\_UNSAFE\_CONFIGURE=1

この環境変数は root ユーザーによりパッケージをビルドできるようにします。

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

テストスイートを実行しない場合は「パッケージをインストールします。」と書かれたところまで読み飛ばしてください。

ここからテストスイートを実施していきます。まずは root ユーザーに対するテストを実行します。

```
make NON_ROOT_USERNAME=tester check-root
```

ここからは tester ユーザー向けのテストを実行します。ただしテストの中には、複数のグループに属するユーザーを必要とするものがあります。そのようなテストが確実に実施されるように、一時的なグループを作りて tester ユーザーがそれに属するようにします。

```
groupadd -g 102 dummy -U tester
```

特定のファイルのパーミッションを変更して root ユーザー以外でもコンパイルとテストができるようにします。

```
chown -R tester .
```

テストを実行します。（テストの実行は標準入力を `/dev/null` とします。 そうしておかないと、LFS をグラフィック端末上でビルドしている場合、あるいは SSH 上や GNU Screen 上でのセッションで実行している場合に、2 つのテストが失敗します。 この理由は標準入力がホストディストロにおいて PTY に接続されているからであり、その PTY のようなデバイスノードは、LFS の chroot 環境からはアクセスできないからです。）

```
su tester -c "PATH=$PATH make -k RUN_EXPENSIVE_TESTS=yes check" \
< /dev/null
```

一時的に作成したグループを削除します。

```
groupdel dummy
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

FHS が規定しているディレクトリにプログラムを移します。

```
mv -v /usr/bin/chroot /usr/sbin
mv -v /usr/share/man/man1/chroot.1 /usr/share/man/man8/chroot.8
sed -i 's/"1"/"8"/' /usr/share/man/man8/chroot.8
```

## 8.61.2. Coreutils の構成

インストールプログラム:

`[`, `b2sum`, `base32`, `base64`, `basename`, `basenc`, `cat`, `chcon`, `chgrp`, `chmod`, `chown`, `chroot`, `cksum`, `comm`, `cp`, `csplit`, `cut`, `date`, `dd`, `df`, `dir`, `dircolors`, `dirname`, `du`, `echo`, `env`, `expand`, `expr`, `factor`, `false`, `fmt`, `fold`, `groups`, `head`, `hostid`, `id`, `install`, `join`, `link`, `ln`, `logname`, `ls`, `md5sum`, `mkdir`, `mkfifo`, `mknod`, `mktemp`, `mv`, `nice`, `nl`, `nohup`, `nproc`, `numfmt`, `od`, `paste`, `pathchk`, `pinky`, `pr`, `printenv`, `printf`, `ptx`, `pwd`, `readlink`, `realpath`, `rm`, `rmdir`, `runcon`, `seq`, `shalsum`, `sha224sum`, `sha256sum`, `sha384sum`, `sha512sum`, `shred`, `shuf`, `sleep`, `sort`, `split`, `stat`, `stdbuf`, `stty`, `sum`, `sync`, `tac`, `tail`, `tee`, `test`, `timeout`, `touch`, `tr`, `true`, `truncate`, `tsort`, `tty`, `uname`, `unexpand`, `uniq`, `unlink`, `users`, `vdir`, `wc`, `who`, `whoami`, `yes`

インストールライブラリ:

`libstdbuf.so` (/usr/libexec/coreutils ディレクトリ内)

インストールディレクトリ:

`/usr/libexec/coreutils`

## 概略説明

<code>[</code>	実際のコマンドは <code>/usr/bin/[</code> であり、これは <code>test</code> コマンドへのシンボリックリンクです。
<code>base32</code>	<code>base32</code> 規格 (RFC 4648) に従ってデータのエンコード、デコードを行います。
<code>base64</code>	<code>base64</code> 規格 (RFC 3548) に従ってデータのエンコード、デコードを行います。
<code>b2sum</code>	<code>Prints or checks BLAKE2 (512-bit) checksums</code>
<code>basename</code>	ファイル名からパス部分と指定されたサフィックスを取り除きます。
<code>basenc</code>	各種アルゴリズムを利用したデータのエンコード、出コードを行います。
<code>cat</code>	複数ファイルを連結して標準出力へ出力します。
<code>chcon</code>	ファイルやディレクトリに対してセキュリティコンテキスト (security context) を変更します。
<code>chgrp</code>	ファイルやディレクトリのグループ所有権を変更します。
<code>chmod</code>	指定されたファイルのパーミッションを指定されたモードに変更します。 モードは、変更内容を表す文字表現か8進数表現を用いることができます。
<code>chown</code>	ファイルやディレクトリの所有者またはグループを変更します。
<code>chroot</code>	指定したディレクトリを / ディレクトリとみなしてコマンドを実行します。
<code>cksum</code>	指定された複数ファイルについて、CRC (Cyclic Redundancy Check; 巡回冗長検査) チェックサム値とバイト数を表示します。
<code>comm</code>	ソート済の二つのファイルを比較して、一致しない固有の行と一致する行を三つのカラムに分けて出力します。
<code>cp</code>	ファイルをコピーします。
<code>csplit</code>	指定されたファイルを複数の新しいファイルに分割します。 分割は指定されたパターンか行数により行います。 そして分割後のファイルにはバイト数を出力します。

cut	指定されたフィールド位置や文字位置によってテキスト行を部分的に取り出します。
date	指定された書式により現在日付、現在時刻を表示します。 またはシステム日付を設定します。
dd	指定されたブロックサイズとブロック数によりファイルをコピーします。 変換処理を行うことができます。
df	マウントされているすべてのファイルシステムに対して、ディスクの空き容量（使用量）を表示します。 あるいは指定されたファイルを含んだファイルシステムについてのみの情報を表示します。
dir	指定されたディレクトリの内容を一覧表示します。（ls コマンドに同じ。）
dircolors	環境変数 LS_COLOR にセットするべきコマンドを出力します。 これは ls がカラー設定を行う際に利用します。
dirname	指定されたファイル名からディレクトリ名部分を取り出します。
du	カレントディレクトリ、指定ディレクトリ（サブディレクトリを含む）、指定された個々のファイルについて、それらが利用しているディスク使用量を表示します。
echo	指定された文字列を表示します。
env	環境設定を変更してコマンドを実行します。
expand	タブ文字を空白文字に変換します。
expr	表現式を評価します。
factor	指定された整数値に対する素因数（prime factor）を表示します。
false	何も行わず処理に失敗します。 これは常に失敗を意味するステータスコードを返して終了します。
fmt	指定されたファイル内にて段落を整形します。
fold	指定されたファイル内の行を折り返します。
groups	ユーザーの所属グループを表示します。
head	指定されたファイルの先頭10行（あるいは指定された行数）を表示します。
hostid	ホスト識別番号（16進数）を表示します。
id	現在のユーザーあるいは指定されたユーザーについて、有効なユーザーID、グループID、所属グループを表示します。
install	ファイルコピーを行います。 その際にパーミッションモードを設定し、可能なら所有者やグループも設定します。
join	2つのファイル内にて共通項を持つ行を結合します。
link	（指定された名称により）ファイルへのハードリンクを生成します。
ln	ファイルに対するハードリンク、あるいはソフトリンク（シンボリックリンク）を生成します。
logname	現在のユーザーのログイン名を表示します。
ls	指定されたディレクトリ内容を一覧表示します。
md5sum	MD5 (Message Digest 5) チェックサム値を表示、あるいはチェックします。
mkdir	指定された名前のディレクトリを生成します。
mkfifo	指定された名前の FIFO (First-In, First-Out) を生成します。 これは UNIX の用語で ”名前付きパイプ (named pipe)” とも呼ばれます。
mknod	指定された名前のデバイスノードを生成します。 デバイスノードはキャラクター型特殊ファイル (character special file)、ブロック特殊ファイル (block special file)、FIFO です。
mktemp	安全に一時ファイルを生成します。 これはスクリプト内にて利用されます。
mv	ファイルあるいはディレクトリを移動、名称変更します。
nice	スケジューリング優先度を変更してプログラムを実行します。
nl	指定されたファイル内の行を数えます。
nohup	ハングアップに関係なくコマンドを実行します。 その出力はログファイルにリダイレクトされます。
nproc	プロセスが利用可能なプロセスユニット (processing unit) の数を表示します。
numfmt	記述された文字列と数値を互いに変換します。
od	ファイル内容を 8進数または他の書式でダンプします。
paste	指定された複数ファイルを結合します。 その際には各行を順に並べて結合し、その間をタブ文字で区切ります。
pathchk	ファイル名が有効で移植可能であるかをチェックします。

pinky	軽量な finger クライアント。 指定されたユーザーに関する情報を表示します。
pr	ファイルを印刷するために、ページ番号を振りカラム整形を行います。
printenv	環境変数の内容を表示します。
printf	指定された引数を指定された書式で表示します。 C 言語の printf 関数に似ています。
ptx	指定されたファイル内のキーワードに対して整列済インデックス (permuted index) を生成します。
pwd	現在の作業ディレクトリ名を表示します。
readlink	指定されたシンボリックリンクの対象を表示します。
realpath	解析されたパスを表示します。
rm	ファイルまたはディレクトリを削除します。
rmdir	ディレクトリが空である時にそのディレクトリを削除します。
runcon	指定されたセキュリティコンテキストでコマンドを実行します。
seq	指定された範囲と増分に従って数値の並びを表示します。
shasum	160 ビットの SHA1 (Secure Hash Algorithm 1) チェックサム値を表示またはチェックします。
sha224sum	224 ビットの SHA1 チェックサム値を表示またはチェックします。
sha256sum	256 ビットの SHA1 チェックサム値を表示またはチェックします。
sha384sum	384 ビットの SHA1 チェックサム値を表示またはチェックします。
sha512sum	512 ビットの SHA1 チェックサム値を表示またはチェックします。
shred	指定されたファイルに対して、複雑なパターンデータを繰り返し上書きすることで、データ復旧を困難なものにします。
shuf	テキスト行を入れ替えます。
sleep	指定時間だけ停止します。
sort	指定されたファイル内の行をソートします。
split	指定されたファイルを、バイト数または行数を指定して分割します。
stat	ファイルやファイルシステムのステータスを表示します。
stdbuf	標準ストリームのバッファリング操作を変更してコマンド実行します。
stty	端末回線の設定や表示を行います。
sum	指定されたファイルのチェックサムやブロック数を表示します。
sync	ファイルシステムのバッファを消去します。 変更のあったブロックは強制的にディスクに書き出し、スーパーブロック (super block) を更新します。
tac	指定されたファイルを逆順にして連結します。
tail	指定されたファイルの最終の10行 (あるいは指定された行数) を表示します。
tee	標準入力を読み込んで、標準出力と指定ファイルの双方に出力します。
test	ファイルタイプの比較やチェックを行います。
timeout	指定時間内だけコマンドを実行します。
touch	ファイルのタイムスタンプを更新します。 そのファイルに対するアクセス時刻、更新時刻を現在時刻にするものです。 そのファイルが存在しなかった場合はゼロバイトのファイルを新規生成します。
tr	標準入力から読み込んだ文字列に対して、変換、圧縮、削除を行います。
true	何も行わず処理に成功します。これは常に成功を意味するステータスコードを返して終了します。
truncate	ファイルを指定されたサイズに縮小または拡張します。
tsort	トポロジカルソート (topological sort) を行います。 指定されたファイルの部分的な順序に従って並び替えリストを出力します。
tty	標準入力に接続された端末のファイル名を表示します。
uname	システム情報を表示します。
unexpand	空白文字をタブ文字に変換します。
uniq	連続する同一行を一行のみ残して削除します。
unlink	指定されたファイルを削除します。
users	現在ログインしているユーザーネームを表示します。

vdir ls -l と同じ。

wc 指定されたファイルの行数、単語数、バイト数を表示します。 複数ファイルが指定された場合はこれに加えて合計も出力します。

who 誰がログインしているかを表示します。

whoami 現在有効なユーザーIDに関連づいているユーザーネームを表示します。

yes 処理が停止されるまで繰り返して y または指定文字を出力します。

libstdbuf stdbuf が利用するライブラリ。

## 8.62. Diffutils-3.12

Diffutils パッケージはファイルやディレクトリの差分を表示するプログラムを提供します。

概算ビルド時間:	0.5 SBU
必要ディスク容量:	51 MB

### 8.62.1. Diffutils のインストール

Diffutils をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.62.2. Diffutils の構成

インストールプログラム:      cmp, diff, diff3, sdiff

#### 概略説明

cmp      二つのファイルを比較して、何バイト異なるかを示します。

diff      二つのファイルまたは二つのディレクトリを比較して、ファイル内のどの行に違いがあるかを示します。

diff3      三つのファイルの各行を比較します。

sdiff      二つのファイルを結合して対話的に結果を出力します。

## 8.63. Gawk-5.3.2

Gawk パッケージはテキストファイルを操作するプログラムを提供します。

概算ビルド時間:	0.2 SBU
必要ディスク容量:	45 MB

### 8.63.1. Gawk のインストール

まずは不要なファイルがインストールされないようにします。

```
sed -i 's/extras//' Makefile.in
```

Gawk をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
chown -R tester .
su tester -c "PATH=$PATH make check"
```

パッケージをインストールします。

```
rm -f /usr/bin/gawk-5.3.2
make install
```

コマンドの意味

`rm -f /usr/bin/gawk-5.3.2`

`gawk-5.3.2` が存在している場合、ビルドシステムはハードリンクを再生成しません。「Gawk-5.3.2」においてインストールしたハードリンクをここで削除することにより、確実に再生成されるようにします。

インストール処理においては、`awk` が `gawk` のシンボリックリンクとして、すでに生成されています。同様にしてその man ページについてもシンボリックリンクとして生成することにします。

```
ln -sv gawk.1 /usr/share/man/man1/awk.1
```

必要ならドキュメントをインストールします。

```
install -vDm644 doc/{awkforai.txt,*.{eps,pdf,jpg}} -t /usr/share/doc/gawk-5.3.2
```

## 8.63.2. Gawk の構成

インストールプログラム:	<code>awk</code> ( <code>gawk</code> へのリンク), <code>gawk</code> , <code>gawk-5.3.2</code>
インストールライブラリ:	<code>filefuncs.so</code> , <code>fnmatch.so</code> , <code>fork.so</code> , <code>inplace.so</code> , <code>intdiv.so</code> , <code>ordchr.so</code> , <code>readdir.so</code> , <code>readfile.so</code> , <code>revoutput.so</code> , <code>revtwoway.so</code> , <code>rwarray.so</code> , <code>time.so</code> (すべて <code>/usr/lib/gawk</code> ディレクトリ内)
インストールディレクトリ:	<code>/usr/lib/gawk</code> , <code>/usr/libexec/awk</code> , <code>/usr/share/awk</code> , <code>/usr/share/doc/gawk-5.3.2</code>

### 概略説明

<code>awk</code>	<code>gawk</code> へのリンク。
<code>gawk</code>	テキストファイルを操作するプログラム。これは <code>awk</code> の GNU インプリメンテーションです。
<code>gawk-5.3.2</code>	<code>gawk</code> へのハードリンク。

## 8.64. Findutils-4.10.0

Findutils パッケージはファイル検索を行うプログラムを提供します。このプログラムはディレクトリツリーを検索したり、データベースの生成、保守、検索を行います。（データベースによる検索は再帰的検索に比べて処理速度は速いものですが、データベースが最新のものに更新されていない場合は信頼できない結果となります。）Findutils では xargs プログラムも提供します。このプログラムは、検索された複数ファイルの個々に対して、指定されたコマンドを実行するために用いられます。

概算ビルト時間: 0.7 SBU  
必要ディスク容量: 62 MB

### 8.64.1. Findutils のインストール

Findutils をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr --localstatedir=/var/lib/locate
```

configure オプションの意味

--localstatedir

このオプションは locate データベースの場所を FHS コンプライアンスに準拠するディレクトリ /var/lib/locate に変更します。

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
chown -R tester .
su tester -c "PATH=$PATH make check"
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.64.2. Findutils の構成

インストールプログラム: find, locate, updatedb, xargs  
インストールディレクトリ: /var/lib/locate

#### 概略説明

find	指定された条件に合致するファイルを、指定されたディレクトリツリー内から検索します。
locate	ファイル名データベースを検索して、指定された文字列を含むもの、または検索パターンに合致するものを表示します。
updatedb	locate データベースを更新します。これはすべてのファイルシステムを検索します。（検索非対象とする設定がない限りは、マウントされているすべてのファイルシステムを対象とします。）そして検索されたファイル名をデータベースに追加します。
xargs	指定されたコマンドに対してファイル名の一覧を受け渡して実行します。

## 8.65. Groff-1.23.0

Groff パッケージはテキストやイメージを処理して整形するプログラムを提供します。

概算ビルド時間:	0.2 SBU
必要ディスク容量:	108 MB

### 8.65.1. Groff のインストール

Groff はデフォルトの用紙サイズを設定する環境変数 `PAGE` を参照します。米国のユーザーであれば `PAGE=letter` と設定するのが適当です。その他のユーザーなら `PAGE=A4` とするのが良いかもしれません。このデフォルト用紙サイズはコンパイルにあたって設定されます。「A4」なり「letter」なりの値は `/etc/papersize` ファイルにて設定することも可能です。

Groff をコンパイルするための準備をします。

```
PAGE=<paper_size> ./configure --prefix=/usr
```

パッケージをビルドします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.65.2. Groff の構成

インストールプログラム:

```
addftinfo, afmtodit, chem, eqn, eqn2graph, gdiffmk, glilypond, gperl,  
gpinyin, grap2graph, grn, grodvi, groff, groffer, grog, grlbp, grl4,  
grpdf, grops, grotty, hpftodit, indxbib, lkbib, lookbib, mmroff, neqn,  
nroff, pdfmom, pdfroff, pfbtops, pic, pic2graph, post-grohtml, preconv,  
pre-grohtml, refer, roff2dvi, roff2html, roff2pdf, roff2ps, roff2text, roff2x,  
soelim, tbl, tfmtodit, troff
```

インストールディレクトリ:

```
/usr/lib/groff, /usr/share/doc/groff-1.23.0, /usr/share/groff
```

### 概略説明

addftinfo

troff のフォントファイルを読み込んで groff システムが利用する付加的なフォントメトリック情報を追加します。

afmtodit

groff と grops が利用するフォントファイルを生成します。

chem

化学構造図 (chemical structure diagrams) を生成するための Groff プロセッサー。

eqn

troff の入力ファイル内に埋め込まれている記述式をコンパイルして troff が解釈できるコマンドとして変換します。

eqn2graph

troff の EQN (数式) を、刈り込んだ (crop した) イメージに変換します。

gdiffmk

groff、nroff、troff の入力ファイルを比較して、その差異を変更マークとして出力します。

glilypond

lilypond 言語で書かれたシートミュージック (sheet music) を groff 言語に変換します。

gperl

groff プリプロセッサーであり groff ファイルへの perl コード追加を行います。

gpinyin

groff プリプロセッサーであり groff ファイルへの Pinyin (北京語のローマ字つづり) 追加を行います。

grap2graph

grap プログラムファイルを、刈り込んだ (crop した) ビットマップイメージに変換します。(grap は、ダイアグラムを生成する、かつての Unix プログラミング言語です。)

grn

gremlin 図を表すファイルを処理するための groff プリプロセッサー。

grodvi

TeX の出力ファイルである dvi フォーマットを生成するための groff ドライバープログラム。

groff

文書整形システムのためのフロントエンド。通常は troff プログラムを起動し、指定されたデバイスに適合したポストプロセッサーを呼び出します。

groffer	groff ファイルや man ページを X 上や TTY 端末上に表示します。
grog	入力ファイルを読み込んで、印刷時には groff コマンドオプションのどれが必要かを推定します。 コマンドオプションは -e、-man、-me、-mm、-ms、-p、-s のいずれかです。 そしてそのオプションを含んだ groff コマンドを表示します。
grolbp	Canon CAPSL プリンター (LBP-4 または LBP-8 シリーズのレーザープリンター) に対する groff ドライバープログラム。
grolj4	HP LaserJet 4 プリンターに対しての PCL5 フォーマットを出力する groff ドライバープログラム。
gropdf	GNU troff の出力を PDF に変換します。
grops	GNU troff の出力を PostScript に変換します。
grotty	GNU troff の出力を、タイプライター風のデバイスに適した形式に変換します。
hpftodit	HP のタグ付けが行われたフォントメトリックファイルから groff -Tlj4 コマンドにて利用されるフォントファイルを生成します。
indxbib	指定されたファイル内に示される参考文献データベース (bibliographic database) に対しての逆引きインデックス (inverted index) を生成します。 これは refer、lookbib、lkbib といったコマンドが利用します。
lkbib	指定されたキーを用いて参考文献データベースを検索し、合致したすべての情報を表示します。
lookbib	(標準入力が端末であれば) 標準エラー出力にプロンプトを表示して、標準入力から複数のキーワードを含んだ一行を読み込みます。 そして指定されたファイルにて示される参考文献データベース内に、そのキーワードが含まれるかどうかを検索します。 キーワードが含まれるものも標準出力に出力します。 入力がなくなるまでこれを繰り返します。
mmroff	groff 用の単純なプリプロセッサー。
neqn	数式を ASCII (American Standard Code for Information Interchange) 形式で出力します。
nroff	groff を利用して nroff コマンドをエミュレートするスクリプト。
pdfmom	groff 関連ラッパー。 mom マクロによるファイルから PDF を生成します。
pdfroff	groff を利用して pdf 文書ファイルを生成します。
pfbtops	.pfb フォーマットの PostScript フォントを ASCII フォーマットに変換します。
pic	troff または TeX の入力ファイル内に埋め込まれた図の記述を、 troff または TeX が処理できるコマンドの形式に変換します。
pic2graph	PIC ダイアグラムを、刈り込んだ (crop した) イメージに変換します。
post-grohtml	GNU troff の出力を HTML に変換します。
preconv	入力ファイルのエンコーディングを GNU troff が取り扱うものに変換します。
pre-grohtml	GNU troff の出力を HTML に変換します。
refer	ファイル内容を読み込んで、そのコピーを標準出力へ出力します。 ただし引用文を表す .[ と .] で囲まれた行、および引用文をどのように処理するかを示したコマンドを意味する .R1 と .R2 で囲まれた行は、コピーの対象としません。
roff2dvi	roff ファイルを DVI フォーマットに変換します。
roff2html	roff ファイルを HTML フォーマットに変換します。
roff2pdf	roff ファイルを PDF フォーマットに変換します。
roff2ps	roff ファイルを ps ファイルに変換します。
roff2text	roff ファイルをテキストファイルに変換します。
roff2x	roff ファイルを他のフォーマットに変換します。
soelim	入力ファイルを読み込んで .so ファイル の形式で記述されている行を、記述されている ファイルだけに置き換えます。
tbl	troff 入力ファイル内に埋め込まれた表の記述を troff が処理できるコマンドの形式に変換します。
tfmtodit	コマンド groff -Tdvi を使ってフォントファイルを生成します。
troff	Unix の troff コマンドと高い互換性を持ちます。 通常は groff コマンドを用いて本コマンドが起動されます。 groff コマンドは、プリプロセッサー、ポストプロセッサーを、適切な順で適切なオプションをつけて起動します。

## 8.66. GRUB-2.14

GRUB パッケージは GRand Unified Bootloader を提供します。

概算ビルト時間: 0.3 SBU  
必要ディスク容量: 202 MB

### 8.66.1. GRUB のインストール



#### 注記

システムが UEFI をサポートしていて、これを使って LFS を起動しようとする場合は、UEFI サポートを含む GRUB (およびその依存パッケージ) をインストールする必要があります。その場合は BLFS ページの手順に従ってください。このパッケージのインストールは省略できます。あるいは BLFS ブックに示す UEFI パッケージのサポートを含む GRUB を競合することなくインストールすることもできます (BLFS ではどちらの状況に対しても、その手順を説明しています)。



#### 警告

ビルトに影響を与える可能性のある環境変数をリセットします。

```
unset {C,CPP,CXX,LD}FLAGS
```

このパッケージをビルトする際に、独自のコンパイルフラグを使って「チューニング」することは止めてください。このパッケージはブートローダーです。ソースコード内には低レベル操作が用いられており、過激な最適化フラグによってはその機能を壊してしまうかもしれませんためです。

はじめに grub-2.14 におけるバグを修正します。

```
sed 's/--image-base/--nonexist-linker-option/' -i configure
```

GRUB をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
--sysconfdir=/etc \
--disable-efiemu \
--disable-werror
```

configure オプションの意味

--disable-werror

本オプションは、最新の flex によって警告が出力されても、ビルトを成功させるために指定します。

--disable-efiemu

このオプションは LFS にとって不要な機能を無効にし、一部のテストプログラムを実行しないようにした上で、ビルトを行います。

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

本パッケージのテストスイートの利用はお勧めできません。テストのほとんどが、限定されている今の LFS 環境内では利用できないパッケージに依存しています。それでもテストを行うのであれば、make check を実行します。

パッケージをインストールします。

```
make install
```

GRUB を使ってシステムのブート起動設定を行う方法については 「GRUB を用いたブートプロセスの設定」で説明しています。

## 8.66.2. GRUB の構成

インストールプログラム:

grub-bios-setup, grub-editenv, grub-file, grub-fstest, grub-glue-efi, grub-install, grub-kbdcomp, grub-macbless, grub-menulst2cfg, grub-mkconfig, grub-mkimage, grub-mklayout, grub-mknetdir, grub-mkpasswd-pbkdf2, grub-mkrelpath, grub-mkrescue, grub-mkstandalone, grub-ofpathname, grub-probe, grub-reboot, grub-render-label, grub-script-check, grub-set-default, grub-sparc64-setup, grub-syslinux2cfg

インストールディレクトリ:

/usr/lib/grub, /etc/grub.d, /usr/share/grub, /boot/grub (grub-install が初めに起動される時)

### 概略説明

grub-bios-setup

grub-install に対するヘルパープログラム。

grub-editenv

環境ブロック (environment block) を編集するツール。

grub-file

指定されたファイルが指定されたタイプであるかどうかをチェックします。

grub-fstest

ファイルシステムドライバーをデバッグするツール。

grub-glue-efi

32 ビットおよび 64 ビットの実行バイナリを单一封アイル (Apple マシン向け) に結合します。

grub-install

指定したドライブに GRUB をインストールします。

grub-kbdcomp

xkb レイアウトを GRUB が認識できる他の書式に変換するスクリプト。

grub-macbless

HFS または HFS+ ファイルシステムに対する Mac 風の bless。 (bless は Apple マシン専用です。デバイスをブータブルにします。)

grub-menulst2cfg

GRUB Legacy の menu.lst を GRUB 2 にて利用される grub.cfg に変換します。

grub-mkconfig

grub.cfg ファイルを生成します。

grub-mkimage

GRUB のブートイメージ (bootable image) を生成します。

grub-mklayout

GRUB のキーボードレイアウトファイルを生成します。

grub-mknetdir

GRUB のネットブートディレクトリを生成します。

grub-mkpasswd-pbkdf2

ブートメニューにて利用する、PBKDF2 により暗号化されたパスワードを生成します。

grub-mkrelpath

システムのパスをルートからの相対パスとします。

grub-mkrescue

フロッピーディスク、CDROM/DVD、USB ドライブ向けの GRUB のブートイメージを生成します。

grub-mkstandalone

スタンドアロンイメージを生成します。

grub-ofpathname

GRUB デバイスのパスを出力するヘルパープログラム。

grub-probe

指定されたパスやデバイスに対するデバイス情報を検証 (probe) します。

grub-reboot

デフォルトのブートメニューを設定します。これは次にブートした時だけ有効なものです。

grub-render-label

Apple Mac に対して Apple .disk\_label を提供します。

grub-script-check

GRUB の設定スクリプトにおける文法をチェックします。

grub-set-default

デフォルトのブートメニューを設定します。

grub-sparc64-setup

grub-setup に対するヘルパープログラム。

grub-syslinux2cfg

syslinux の設定ファイルを grub.cfg フォーマットに変換します。

## 8.67. Gzip-1.14

Gzip パッケージはファイルの圧縮、伸長（解凍）を行うプログラムを提供します。

概算ビルド時間:	0.1 SBU
必要ディスク容量:	21 MB

### 8.67.1. Gzip のインストール

Gzip をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.67.2. Gzip の構成

インストールプログラム:	gunzip, gzexe, gzip, uncompress (gunzipへのハードリンク), zcat, zcmp, zdiff, zegrep, zfgrep, zforce, zgrep, zless, zmore, znew
--------------	--

#### 概略説明

gunzip	gzip により圧縮されたファイルを解凍します。
gzexe	自動解凍形式の実行ファイルを生成します。
gzip	Lempel-Ziv (LZ77) 方式により指定されたファイルを圧縮します。
uncompress	圧縮されたファイルを解凍します。
zcat	gzip により圧縮されたファイルを解凍して標準出力へ出力します。
zcmp	gzip により圧縮されたファイルに対して cmp を実行します。
zdiff	gzip により圧縮されたファイルに対して diff を実行します。
zegrep	gzip により圧縮されたファイルに対して egrep を実行します。
zfgrep	gzip により圧縮されたファイルに対して fgrep を実行します。
zforce	指定されたファイルが gzip により圧縮されている場合に、強制的に拡張子 .gz を付与します。 こうすることで gzip は再度の圧縮を行わないようになります。 これはファイル転送によってファイル名が切り詰められてしまった場合に活用することができます。
zgrep	gzip により圧縮されたファイルに対して grep を実行します。
zless	gzip により圧縮されたファイルに対して less を実行します。
zmore	gzip により圧縮されたファイルに対して more を実行します。
znew	compress フォーマットの圧縮ファイルを gzip フォーマットのファイルとして再圧縮します。 つまり .z から .gz への変換を行います。

## 8.68. IPRoute2-6.18.0

IPRoute2 パッケージは IPv4 ベースの基本的または応用的ネットワーク制御を行うプログラムを提供します。

概算ビルド時間:	0.1 SBU
必要ディスク容量:	17 MB

### 8.68.1. IPRoute2 のインストール

本パッケージにて提供している arpd プログラムは LFS では取り扱わない Berkeley DB に依存しています。したがって arpd プログラムはインストールしません。ただし arpd プログラムに対応するディレクトリや man ページはインストールされてしまいます。これをインストールしないように、以下のコマンドを実行します。

```
sed -i /ARPD/d Makefile
rm -fv man/man8/arpd.8
```

パッケージをコンパイルします。

```
make NETNS_RUN_DIR=/run/netns
```

本パッケージには有効なテストスイートはありません。

パッケージをインストールします。

```
make SBINDIR=/usr/sbin install
```

必要な場合はドキュメントをインストールします。

```
install -vDm644 COPYING README* -t /usr/share/doc/iproute2-6.18.0
```

### 8.68.2. IPRoute2 の構成

インストールプログラム:	bridge, ctstat (lnstat へのリンク), genl, ifstat, ip, lnstat, nstat, routel, rtacct, rtmon, rtpr, rtstat (lnstat へのリンク), ss, tc
インストールディレクトリ:	/etc/iproute2, /usr/lib/tc, /usr/share/doc/iproute2-6.18.0

#### 概略説明

bridge ネットワークブリッジを設定します。  
 ctstat 接続ステータスの表示ユーティリティ。  
 genl 汎用的な netlink ユーティリティフロントエンド。  
 ifstat インターフェースの統計情報を表示します。インターフェースによって送受信されたパケット量が示されます。  
 ip 主となる実行モジュールで、複数の機能性を持ちます。以下のよう�습니다。  
     ip link <デバイス名> はデバイスのステータスを参照し、またステータスの変更を行います。  
     ip addr はアドレスとその属性を参照し、新しいアドレスの追加、古いアドレスの削除を行います。  
     ip neighbor は隣接ルーター (neighbor) の割り当てや属性を参照し、隣接ルーターの項目追加や古いものの削除を行います。  
     ip rule はルーティングポリシー (routing policy) を参照し、変更を行います。  
     ip route はルーティングテーブル (routing table) を参照し、ルーティングルール (routing table rule) を変更します。  
     ip tunnel は IP トンネル (IP tunnel) やその属性を参照し、変更を行います。  
     ip maddr はマルチキャストアドレス (multicast address) やその属性を参照し、変更を行います。  
     ip mroute はマルチキャストルーティング (multicast routing) の設定、変更、削除を行います。  
     ip monitor はデバイスの状態、アドレス、ルートを継続的に監視します。  
 lnstat Linux のネットワーク統計情報を提供します。これはかつての rtstat プログラムを汎用的に機能充足を図ったプログラムです。  
 nstat ネットワーク統計情報を表示します。  
 routel ip route のコンポーネント。これはルーティングテーブルの一覧を表示します。  
 rtacct /proc/net/rt\_acct の内容を表示します。  
 rtmon ルート監視ユーティリティー。

rtpm ip -o コマンドにより出力される内容を読みやすい形に戻します。

rtstat ルートステータスの表示ユーティリティー。

ss netstat コマンドと同じ。 アクティブな接続を表示します。

tc QoS (Quality Of Service) と CoS (Class Of Service) を実装するトラフィック制御です。  
tc qdisc はキューイング規則 (queueing discipline) の設定を行います。  
tc class はキューイング規則スケジューリング (queueing discipline scheduling) に基づくクラスの設定を行います。  
tc filter は、QOS/COS パケットのフィルタリング設定を行います。  
tc monitor は、カーネル内のトラフィック制御に対して行われた変更を参照するために用いられます。

## 8.69. Kbd-2.9.0

Kbd パッケージは、キーテーブル (key-table) ファイル、コンソールフォント、キーボードユーティリティを提供します。

概算ビルト時間: 0.1 SBU  
必要ディスク容量: 37 MB

### 8.69.1. Kbd のインストール

バックスペース (backspace) キーとデリート (delete) キーは Kbd パッケージのキーマップ内では一貫した定義にはなっていません。以下のパッチは i386 用のキーマップについてその問題を解消します。

```
patch -Npl -i ../../kbd-2.9.0-backspace-1.patch
```

パッチを当てればバックスペースキーの文字コードは 127 となり、デリートキーはよく知られたエスケープコードを生成することになります。

不要なプログラム resizecons とその man ページを削除します。（今はもう存在しない svgalib がビデオモードファイルを提供するために利用していたものであり、普通は setfont コマンドがコンソールサイズを適切に設定します。）

```
sed -i '/RESIZECONS_PROGS=/s/yes/no/' configure
sed -i 's/resizecons.8 //' docs/man/man8/Makefile.in
```

Kbd をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr --disable-vlock
```

configure オプションの意味

--disable-vlock

このオプションは vlock ユーティリティーをビルドしないようにします。そのユーティリティーは PAM ライブラリが必要ですが、chroot 環境では利用することができません。

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```



#### 注記

ベラルーシ語のような言語において Kbd パッケージは正しいキーマップを提供せず、ISO-8859-5 エンコーディングで CP1251 キーマップであるものとして扱われます。そのような言語ユーザーは個別に正しいキーマップをダウンロードして設定する必要があります。

必要ならドキュメントをインストールします。

```
cp -R -v docs/doc -T /usr/share/doc/kbd-2.9.0
```

### 8.69.2. Kbd の構成

インストールプログラム:	chvt, deallocvt, dumpkeys, fgconsole, getkeycodes, kbdinfo, kbd_mode, kbdrate, loadkeys, loadunimap, mapscrn, openvt, psfaddtable (psfxtable へのリンク), psfgettable (psfxtable へのリンク), psfstriptable (psfxtable へのリンク), psfxtable, setfont, setkeycodes, setleds, setmetamode, setvtrgb, showconsolefont, showkey, unicode_start, unicode_stop
インストールディレクトリ:	/usr/share/consolefonts, /usr/share/consoletrans, /usr/share/keymaps, /usr/share/doc/kbd-2.9.0, /usr/share/unimaps

## 概略説明

chvt	現在表示されている仮想端末を切り替えます。
deallocvt	未使用の仮想端末への割り当てを開放します。
dumpkeys	キーボード変換テーブル (keyboard translation table) の情報をダンプします。
fgconsole	アクティブな仮想端末数を表示します。
getkeycodes	カーネルのスキャンコード-キーコード (scancode-to-keycode) マッピングテーブルを表示します。
kbdinfo	コンソール状態に関する情報を取得します。
kbd_mode	キーボードモードの表示または設定を行います。
kbdrate	キーボードのリピート速度 (repeat rate) と遅延時間 (delay rate) を設定します。
loadkeys	キーボード変換テーブル (keyboard translation tables) をロードします。
loadunimap	カーネルのユニコード-フォント (unicode-to-font) マッピングテーブルをロードします。
mapscrn	かつてのプログラムです。これはユーザー定義の文字マッピングテーブルをコンソールドライバーにロードするために利用します。現在では setfont を利用します。
openvty	新しい仮想端末 (virtual terminal; VT) 上でプログラムを起動します。
psfaddtable	Unicode キャラクターテーブルをコンソールフォントに追加します。
psfgettable	コンソールフォントから埋め込まれた Unicode キャラクターテーブルを抽出します。
psfstriptable	コンソールフォントから埋め込められた Unicode キャラクターテーブルを削除します。
psfxtable	コンソールフォント用のユニコード文字テーブルを取り扱います。
setfont	EGA (Enhanced Graphic Adapter) フォントや VGA (Video Graphics Array) フォントを変更します。
setkeycodes	カーネルのスキャンコード-キーコード (scancode-to-keycode) マッピングテーブルの項目をロードします。キーボード上に特殊キーがある場合に利用します。
setleds	キーボードフラグや LED (Light Emitting Diode) を設定します。
setmetamode	キーボードのメタキー (meta-key) 設定を定義します。
setvtrgb	仮想端末すべてに対してコンソールのカラーマップを設定します。
showconsolefont	現在設定されている EGA/VGA コンソールスクリーンフォントを表示します。
showkey	キーボード上にて押下されたキーのスキャンコード、キーコード、ASCII コードを表示します。
unicode_start	キーボードとコンソールをユニコードモードにします。キーマップファイルが ISO-8859-1 エンコーディングで書かれている場合にのみこれを利用します。他のエンコーディングの場合、このプログラムの出力結果は正しいものになりません。
unicode_stop	キーボードとコンソールをユニコードモードから戻します。

## 8.70. Libpipeline-1.5.8

Libpipeline パッケージは、サブプロセスのパイプラインを柔軟かつ便利に取り扱うライブラリを提供します。

概算ビルド時間: 0.1 SBU  
必要ディスク容量: 10 MB

### 8.70.1. Libpipeline のインストール

Libpipeline をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

テストには Check ライブラリが必要ですが、これは LFS から削除しました。

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.70.2. Libpipeline の構成

インストールライブラリ: libpipeline.so

#### 概略説明

libpipeline このライブラリは、サブプロセス間のパイプラインを安全に構築するために利用されます。

## 8.71. Make-4.4.1

Make パッケージは、対象となるパッケージのソースファイルを用いて、実行モジュールやそれ以外のファイルの生成、管理を行うプログラムを提供します。

概算ビルト時間: 0.6 SBU  
 必要ディスク容量: 13 MB

### 8.71.1. Make のインストール

Make をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
chown -R tester .
su tester -c "PATH=$PATH make check"
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.71.2. Make の構成

インストールプログラム: make

#### 概略説明

make パッケージの構成要素に対して、どれを(再)コンパイルするかを自動判別し、対応するコマンドを実行します。

## 8.72. Patch-2.8

Patch パッケージは「パッチ」ファイルを適用することにより、ファイルの修正、生成を行うプログラムを提供します。「パッチ」ファイルは diff プログラムにより生成されます。

概算ビルド時間: 0.1 SBU  
必要ディスク容量: 14 MB

### 8.72.1. Patch のインストール

Patch をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.72.2. Patch の構成

インストールプログラム: patch

#### 概略説明

patch パッチファイルに従って対象ファイルを修正します。パッチファイルは通常 diff コマンドによって修正前後の違いが列記されているものです。そのような違いを対象ファイルに適用することで patch はパッチを適用したファイルを生成します。

## 8.73. Tar-1.35

Tar パッケージは tar アーカイブの生成を行うとともに、アーカイブ操作に関する多くの処理を提供します。 Tar はすでに生成されているアーカイブからファイルを抽出したり、ファイルを追加したりします。 あるいはすでに保存されているファイルを更新したり一覧を表示したりします。

概算ビルド時間: 0.6 SBU  
必要ディスク容量: 43 MB

### 8.73.1. Tar のインストール

Tar をコンパイルするための準備をします。

```
FORCE_UNSAFE_CONFIGURE=1 \
./configure --prefix=/usr
```

configure オプションの意味

**FORCE\_UNSAFE\_CONFIGURE=1**

このオプションは、mknod に対するテストを root ユーザーにて実行するようにします。 一般にこのテストを root ユーザーで実行することは危険なこととされますが、ここでは部分的にビルドしたシステムでテストするものであるため、オーバーライドすることで支障はありません。

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

テストの 1 つ capabilities: binary store/restore は、LFS が selinux を含んでいないため、実行に失敗します。 ただし LFS ビルドを利用するファイルシステム上において、ホストカーネルが拡張属性またはセキュリティラベルをサポートしていない場合、このテストはスキップされます。

パッケージをインストールします。

```
make install
make -C doc install-html docdir=/usr/share/doc/tar-1.35
```

### 8.73.2. Tar の構成

インストールプログラム: tar  
インストールディレクトリ: /usr/share/doc/tar-1.35

#### 概略説明

tar アーカイブの生成、アーカイブからのファイル抽出、アーカイブの内容一覧表示を行います。 アーカイブは tarball とも呼ばれます。

## 8.74. Texinfo-7.2

Texinfo パッケージは info ページへの読み書き、変換を行うプログラムを提供します。

概算ビルド時間:	0.3 SBU
必要ディスク容量:	160 MB

### 8.74.1. Texinfo のインストール

Perl-5.42 およびそれ以降において警告となるコードパターンを修正します。

```
sed 's/! $output_file eq $output_file ne/' -i tp/Texinfo/Convert/*.pm
```

Texinfo をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

パッケージをインストールします。

```
make install
```

必要なら TeX システムに属するコンポーネント類をインストールします。

```
make TEXMF=/usr/share/texmf install-tex
```

make パラメーターの意味

*TEXMF=/usr/share/texmf*

Makefile 変数である *TEXMF* に TeX ツリーのルートディレクトリを設定します。 これは後に TeX パッケージをインストールするための準備です。

ドキュメントシステム Info は、メニュー項目の一覧を単純なテキストファイルに保持しています。 そのファイルは /usr/share/info/dir にあります。 残念ながら数々のパッケージの Makefile は、既にインストールされている info ページとの同期を取る処理を行わない場合があります。 /usr/share/info/dir の再生成を必要とするなら、以下のコマンドを実行してこれを実現します。

```
pushd /usr/share/info
rm -v dir
for f in *
do install-info $f dir 2>/dev/null
done
popd
```

### 8.74.2. Texinfo の構成

インストールプログラム:	info, install-info, makeinfo (texi2any へのリンク), pdftexi2dvi, pod2texi, texi2any, texi2dvi, texi2pdf, texindex
インストールライブラリ:	MiscXS.so, ParseTeXi.so, XSParagraph.so (すべて /usr/lib/texinfo ディレクトリ内)
インストールディレクトリ:	/usr/share/texinfo, /usr/lib/texinfo

#### 概略説明

info	info ページを見るために利用します。 これは man ページに似ていますが、単に利用可能なコマンドラインオプションを説明するだけのものではなく、おそらくはもっと充実しています。 例えば man bison と info bison を比較してみてください。
install-info	info ページをインストールします。 info 索引ファイルにある索引項目も更新します。

makeinfo	指定された Texinfo ソースファイルを Info ページ、プレーンテキスト、HTML ファイルに変換します。
pdftexi2dvi	指定された Texinfo ドキュメントファイルを PDF (Portable Document Format) ファイルに変換します。
pod2texi	Pod フォーマットを Texinfo フォーマットに変換します。
texi2any	Texinfo のソースファイルを他のさまざまなフォーマットに変換します。
texi2dvi	指定された Texinfo ドキュメントファイルを、デバイスに依存しない印刷可能なファイルに変換します。
texi2pdf	指定された Texinfo ドキュメントファイルを PDF (Portable Document Format) ファイルに変換します。
texindex	Texinfo 索引ファイルの並び替えを行います。

## 8.75. Vim-9.2.0000

Vim パッケージは強力なテキストエディターを提供します。

概算ビルト時間: 3.2 SBU  
必要ディスク容量: 217 MB



### Vim の代替ソフトウェア

もし Emacs、Joe、Nano など他のエディターを用いたい場合は <https://www.linuxfromscratch.org/blfs/view/svn/postlfs/editors.html> に示される手順に従ってインストールしてください。

### 8.75.1. Vim のインストール

設定ファイル `vimrc` がインストールされるデフォルトディレクトリを `/etc` に変更します。

```
echo '#define SYS_VIMRC_FILE "/etc/vimrc"' >> src/feature.h
```

Vim をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルド結果をテストする場合は、`tester` ユーザーがソースツリーに書き込みできるようにし、また `curl` と `wget` を必要とする 1 つのテストを除外するようにします。

```
chown -R tester .
sed '/test_plugin_glvs/d' -i src/testdir/Make_all.mak
```

`tester` ユーザーによりテストを実行します。

```
su tester -c "TERM=xterm-256color LANG=en_US.UTF-8 make -j1 test" \
&> vim-test.log
```

このテストスイートは数多くのバイナリデータを端末画面上に出力します。これは端末画面の設定によっては問題を引き起こします。（特にテストスイートの要請を満たすため `TERM` 変数を上書きしている場合などです。）これを避けるには、上に示すように出力をリダイレクトしてログファイルに出力するようにしてください。テストが成功すれば、ログファイルの最後に `ALL DONE` と表示されます。

`Test_client_server_stopinsert()`、`Test_popup_setbuf()` という 2 つのテストが失敗するシステムがあります。

パッケージをインストールします。

```
make install
```

たいていのユーザーは `vim` ではなく、いわば反射的に `vi` を使うようです。`vi` を入力しても `vim` が実行されるよう、実行モジュールに対するシンボリックリンクを作成します。さらに指定された言語による `man` ページへのシンボリックリンクも作成します。

```
ln -sv vim /usr/bin/vi
for L in /usr/share/man/{,*/}man1/vim.1; do
    ln -sv vim.1 $(dirname $L)/vi.1
done
```

デフォルトでは Vim のドキュメントが `/usr/share/vim` にインストールされます。以下のようなシンボリックリンクを生成することで `/usr/share/doc/vim-9.2.0000` へアクセスしてもドキュメントが参照できるようにし、他のパッケージが配置するドキュメントの場所と整合を取ります。

```
ln -sv ../../vim/vim92/doc /usr/share/doc/vim-9.2.0000
```

LFS システムに対して X ウィンドウシステムをインストールする場合 X のインストールの後で Vim を再コンパイルする必要があります。`vim` には GUI 版があり X や他のライブラリがインストールされていて初めて構築できるためです。この作業の詳細については Vim のドキュメントと BLFS ブックの <https://www.linuxfromscratch.org/blfs/view/svn/postlfs/vim.html> に示されている Vim のインストール説明のページを参照してください。

## 8.75.2. Vim の設定

デフォルトで vim は vi 非互換モード (vi-incompatible mode) で起動します。他のエディターを使ってきたユーザーにとっては、よく分からぬものかもしれません。以下の設定における「nocompatible」(非互換) は、Vi の新しい機能を利用することを意味しています。もし「compatible」(互換) モードに変更したい場合は、この設定ファイルの冒頭にて行っておくことが必要です。このモード設定は他の設定を置き換えるものとなることから、まず初めに行っておかなければならぬものだからです。以下のコマンドを実行して vim の設定ファイルを生成します。

```
cat > /etc/vimrc << "EOF"
" Begin /etc/vimrc

" Ensure defaults are set before customizing settings, not after
source $VIMRUNTIME/defaults.vim
let skip_defaults_vim=1

set nocompatible
set backspace=2
set mouse=
syntax on
if (&term == "xterm") || (&term == "putty")
    set background=dark
endif

" End /etc/vimrc
EOF
```

`set nocompatible` と設定しておくと vi 互換モードでの動作に比べて有用な動作となります。(これがデフォルトになっています。) その設定の記述から「no」の文字を取り除けば、旧来の vi コマンドの動作となります。`set backspace=2` を設定しておくと、行を超えてバックスペースキーによる編集が可能となります。またインデントが自動的に行われ、コマンド起動時には自動的に挿入モードとなります。`syntax on` パラメーターを指定すれば vim の文法ハイライト (syntax highlighting) 機能が有効になります。`set mouse=` を指定すると chroot 環境やリモート接続時であってもマウスによるテキスト選択が適切になります。最後にある `if` 文は、`set background=dark` を指定した場合に、特定の端末エミュレーター上において vim が背景色を誤って認識しないようにするためのものです。エミュレーターの背景色が黒色であった場合に、より適切なハイライトが実現できます。

この他に利用できるオプションについては、以下のコマンドを実行することで出力される説明を参照してください。

```
vim -c ':options'
```



### 注記

Vim がインストールするスペルチェックファイルはデフォルトでは英語に対するものだけです。必要とする言語のスペルチェックファイルをインストールするなら `runtime/spell` から、特定の言語、エンコーディングによる `*.spl` ファイル、またオプションとして `*.sug` ファイルを `/usr/share/vim/vim92/spell/` にコピーしてください。

スペルチェックファイルを利用するには `/etc/vimrc` ファイルにて、例えば以下のような設定が必要になります。

```
set spelllang=en,ru
set spell
```

詳しくは `runtime/spell/README.txt` を参照してください。

## 8.75.3. Vim の構成

インストールプログラム:

`ex` (vim へのリンク), `rview` (vim へのリンク), `rvim` (vim へのリンク), `vi` (vim へのリンク), `view` (vim へのリンク), `vim`, `vimdiff` (vim へのリンク), `vimtutor`, `xxd`

インストールディレクトリ:

`/usr/share/vim`

### 概略説明

`ex` vim を ex モードで起動します。

rview	view の機能限定版。 シェルは起動できず、サスPENDも行うことはできません。
rvim	vim の機能限定版。 シェルは起動できず、サスPENDも行うことはできません。
vi	vim へのリンク。
view	vim を読み込み専用モード (read-only mode) で起動します。
vim	エディター。
vimdiff	vim により、同一ファイルにおける 2 つまたは 3 つの版を同時に編集し、差異を表示します。
vimtutor	vim の基本的なキー操作とコマンドについて教えてくれます。
xxd	指定されたファイルの内容を 16進数ダンプとして変換します。 逆の変換も行うことができるため、バイナリパッチにも利用されます。

## 8.76. MarkupSafe-3.0.3

MarkupSafe は、XML/HTML/XHTML マークアップセーフな文字列を実装する Python モジュールです。

概算ビルド時間: 0.1 SBU 以下  
必要ディスク容量: 692 KB

### 8.76.1. MarkupSafe のインストール

以下のコマンドを実行して MarkupSafe をコンパイルします。

```
pip3 wheel -w dist --no-cache-dir --no-build-isolation --no-deps $PWD
```

このパッケージにテストスイートはありません。

パッケージをインストールします。

```
pip3 install --no-index --find-links dist MarkupSafe
```

### 8.76.2. MarkupSafe の構成

インストールディレクトリ: /usr/lib/python3.14/site-packages/MarkupSafe-3.0.3.dist-info

## 8.77. Jinja2-3.1.6

Jinja2 は、Python の簡単なテンプレート言語を実装する Python モジュールです。

概算ビルド時間: 0.1 SBU 以下  
必要ディスク容量: 2.7 MB

### 8.77.1. Jinja2 のインストール

パッケージをビルドするために以下を実行します。

```
pip3 wheel -w dist --no-cache-dir --no-build-isolation --no-deps $PWD
```

パッケージをインストールします。

```
pip3 install --no-index --find-links dist Jinja2
```

### 8.77.2. Jinja2 の構成

インストールディレクトリ: /usr/lib/python3.14/site-packages/Jinja2-3.1.6.dist-info

## 8.78. Systemd-259.1 から取り出した Udev

Udev パッケージはデバイスノードを動的に生成するプログラムを提供します。

概算ビルト時間: 0.1 SBU  
必要ディスク容量: 162 MB

### 8.78.1. Udev のインストール

Udev は systemd-259.1 パッケージの一部です。 ソース tarball としては systemd-259.1.tar.xz ファイルを用います。

`render` と `sgx` という 2 つのグループが不要であるため、デフォルトの udev ルールから削除します。

```
sed -e 's/GROUP="render"/GROUP="video"/' \
-e 's/GROUP="sgx", //' \
-i rules.d/50-udev-default.rules.in
```

Systemd を完全にインストールしていることを前提としている udev ルールを削除します。

```
sed -i '/systemd-sysctl/s/^#/' rules.d/99-systemd.rules.in
```

ネットワーク設定ファイルへのパスがハードコーディングされているため、独立した udev インストールとして修正します。

```
sed -e '/NETWORK_DIRS/s/systemd/udev/' \
-i src/libsystemd/sd-network/network-util.h
```

Udev をコンパイルするための準備をします。

```
mkdir -p build
cd      build

meson setup .. \
--prefix=/usr \
--buildtype=release \
-D mode=release \
-D dev-kvm-mode=0660 \
-D link-udev-shared=false \
-D logind=false \
-D vconsole=false
```

meson オプションの意味

`--buildtype=release`

本スイッチはデフォルトのビルトタイプ（「debug」）をオーバーライドします。 そのデフォルトでは、最適化されていないバイナリーが生成されます。

`-D mode=release`

アップストリームが試験的なものとしている機能を無効化します。

`-D dev-kvm-mode=0660`

デフォルトの udev ルールは、全ユーザーが `/dev/kvm` にアクセスできるようになります。 しかし本書ではこれは危険なものと捉えています。 本オプションはこれをオーバーライドします。

`-D link-udev-shared=false`

本オプションは、内部提供されている Systemd 共有ライブラリ `libsystemd-shared` を udev にリンクしないようにします。 このライブラリは Systemd 内の数多くのライブラリが共有するものとして作られていますが、udev のみをインストールする際には少々おおげさなものです。

`-D logind=false -D vconsole=false`

これらのオプションは、udev ルールをいくつか生成しないようにするものです。 そのルールは、インストールする予定としていない Systemd コンポーネントに対するものであるためです。

同梱されている udev ヘルパーの一覧を取得して、それを環境変数に保存します。 (変数をエクスポートしておくことは、厳密に言えば不要です。 ただしこうすると、一般ユーザーによるビルトやパッケージマネージャーの利用がしやすくなります。)

```
export udev_helpers=$(grep "'name' :" ../src/udev/meson.build | \
awk '{print $3}' | tr -d "','" | grep -v 'udevadm')
```

udev に必要となるコンポーネントのみをビルドします。

```
ninja udevadm systemd-hwdb
$(ninja -n | grep -Eo '(src/(lib)?udev|rules.d|hwdb.d)/[^ ]*' ) \
$(realpath libudev.so --relative-to .) \
$udev_helpers
```

パッケージをインストールします。

```
install -vm755 -d {/usr/lib,/etc}/udev/{hwdb.d,rules.d,network}
install -vm755 -d /usr/{lib,share}/pkgconfig
install -vm755 udevadm
install -vm755 systemd-hwdb
ln -svfn ../bin/udevadm
cp -av libudev.so{,[0-9]} /usr/bin/
install -vm644 ..../src/libudev/libudev.h /usr/include/
install -vm644 src/libudev/*.pc /usr/lib/pkgconfig/
install -vm644 src/udev/*.pc /usr/share/pkgconfig/
install -vm644 ..../src/udev/udev.conf /etc/udev/
install -vm644 rules.d/* ..../rules.d/README /usr/lib/udev/rules.d/
install -vm644 $(find ..../rules.d/*.{rules \
-not -name '*power-switch*'}) /usr/lib/udev/rules.d/
install -vm644 hwdb.d/* ..../hwdb.d/{*.hwdb,README} /usr/lib/udev/hwdb.d/
install -vm755 $udev_helpers /usr/lib/udev
install -vm644 ..../network/99-default.link /usr/lib/udev/network
```

LFS 環境において有用となるカスタムルールやサポートファイルをインストールします。

```
tar -xvf ../../udev-lfs-20230818.tar.xz
make -f udev-lfs-20230818/Makefile.lfs install
```

man ページをインストールします。

```
tar -xf ../../systemd-man-pages-259.1.tar.xz \
--no-same-owner --strip-components=1 \
-C /usr/share/man --wildcards '*/udev*' '*/libudev*' \
'*/systemd.link.5' \
'*/systemd-{hwdb,udevd.service}.8'

sed 's|systemd/network|udev/network|' \
/usr/share/man/man5/systemd.link.5 \
> /usr/share/man/man5/udev.link.5

sed 's/systemd\\(\\\\?-\\)/udev\\1/' /usr/share/man/man8/systemd-hwdb.8 \
> /usr/share/man/man8/udev-hwdb.8

sed 's|lib.*udevd|sbin/udevd|' \
/usr/share/man/man8/systemd-udevd.service.8 \
> /usr/share/man/man8/udevd.8

rm /usr/share/man/man*/systemd*
```

udev\_helpers 変数をクリアします。

```
unset udev_helpers
```

## 8.78.2. Udev の設定

ハードウェアデバイスに関する情報は /etc/udev/hwdb.d と /usr/lib/udev/hwdb.d の両ディレクトリ内にて保守されています。Udev にとってこれらの情報は、バイナリーデータベース /etc/udev/hwdb.bin にコンパイルするために必要となります。初期データベースを以下のようにして生成します。

```
udev-hwdb update
```

このコマンドは、ハードウェア情報が更新されるたびに実行する必要があります。

### 8.78.3. Udev の構成

インストールプログラム:	udevadm, udevd (udevadm へのシンボリックリンク), udev-hwdb
インストールライブラリ:	libudev.so
インストールディレクトリ:	/etc/udev, /usr/lib/udev

#### 概略説明

udevadm	汎用的な udev 管理ツール。 udevd デーモンの制御、Udev データベースデータからの情報提供、uevent の監視、uevent の完了までの待機、Udev 設定のテスト、指定デバイスに対する uevent の起動、といったことを行います。
udevd	netlink ソケット上の uevent を待ち受けるデーモン。 デバイスを生成し、その uevent に応じて設定された外部プログラムを実行します。
udev-hwdb	ハードウェアデータベースの更新および参照を行います。
libudev	udev デバイス情報へのライブラリインターフェース。
/etc/udev	Udev 設定ファイル、デバイスのパーミッション、デバイスの命名規則を定めます。

## 8.79. Man-DB-2.13.1

Man-DB パッケージは man ページを検索したり表示したりするプログラムを提供します。

概算ビルト時間: 0.3 SBU  
必要ディスク容量: 44 MB

### 8.79.1. Man-DB のインストール

Man-DB をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
--docdir=/usr/share/doc/man-db-2.13.1 \
--sysconfdir=/etc \
--disable-setuid \
--enable-cache-owner=bin \
--with-browser=/usr/bin/lynx \
--with-vgrind=/usr/bin/vgrind \
--with-grap=/usr/bin/grap \
--with-systemdtmpfilesdir= \
--with-systemdsystemunitdir=
```

configure オプションの意味

--disable-setuid

これは man プログラムが man ユーザーに対して setuid を実行しないようにします。

--enable-cache-owner=bin

システムワイドなキャッシュファイルの所有ユーザーを bin とします。

--with-...

この三つのオプションはデフォルトで利用するプログラムを指定します。 lynx はテキストベースの Web ブラウザーです。 (BLFS でのインストール手順を参照してください。) vgrind はプログラムソースを Groff の入力形式に変換します。 grap は Groff 文書においてグラフを組版するために利用します。 vgrind と grap は man ページを見るだけであれば必要ありません。 これらは LFS や BLFS には含まれません。もし利用したい場合は LFS の構築を終えた後に自分でインストールしてください。

--with-systemd...

これらのパラメーターは systemd に関する不要なディレクトリやファイルはインストールしないようにします。

パッケージをコンパイルします。

**make**

ビルド結果をテストする場合は以下を実行します。

**make check**

パッケージをインストールします。

**make install**

### 8.79.2. LFS における英語以外のマニュアルページ

以下に示す表は /usr/share/man/<11> 配下にインストールされる man ページとそのエンコーディングを示します。 Man-DB は man ページが UTF-8 エンコーディングかどうかを正しく認識します。

表8.1 8 ビット man ページのキャラクターエンコーディング

言語 (コード)	エンコーディング	言語 (コード)	エンコーディング
デンマーク語 (da)	ISO-8859-1	クロアチア語 (hr)	ISO-8859-2
ドイツ語 (de)	ISO-8859-1	ハンガリー語 (hu)	ISO-8859-2
英語 (en)	ISO-8859-1	日本語 (ja)	EUC-JP
スペイン語 (es)	ISO-8859-1	韓国語 (ko)	EUC-KR

言語 (コード)	エンコーディング	言語 (コード)	エンコーディング
エストニア語 (et)	ISO-8859-1	リトニア語 (lt)	ISO-8859-13
フィンランド語 (fi)	ISO-8859-1	ラトビア語 (lv)	ISO-8859-13
フランス語 (fr)	ISO-8859-1	マケドニア語 (mk)	ISO-8859-5
アイルランド語 (ga)	ISO-8859-1	ポーランド語 (pl)	ISO-8859-2
ガリシア語 (gl)	ISO-8859-1	ルーマニア語 (ro)	ISO-8859-2
インドネシア語 (id)	ISO-8859-1	ギリシア語 (el)	ISO-8859-7
アイスランド語 (is)	ISO-8859-1	スロバキア語 (sk)	ISO-8859-2
イタリア語 (it)	ISO-8859-1	スロベニア語 (sl)	ISO-8859-2
ノルウェー語 ブークモール (Norwegian Bokmal; nb)	ISO-8859-1	セルビア Latin (sr@latin)	ISO-8859-2
オランダ語 (nl)	ISO-8859-1	セルビア語 (sr)	ISO-8859-5
ノルウェー語 ニーノシュク (Norwegian Nynorsk; nn)	ISO-8859-1	トルコ語 (tr)	ISO-8859-9
ノルウェー語 (no)	ISO-8859-1	ウクライナ語 (uk)	KOI8-U
ポルトガル語 (pt)	ISO-8859-1	ベトナム語 (vi)	TCVN5712-1
スウェーデン語 (sv)	ISO-8859-1	中国語 簡体字 (Simplified Chinese) (zh_CN)	GBK
ベラルーシ語 (be)	CP1251	中国語 簡体字 (Simplified Chinese), シンガポール (zh_SG)	GBK
ブルガリア語 (bg)	CP1251	中国語 繁体字 (Traditional Chinese), 香港 (zh_HK)	BIG5HKSCS
チェコ語 (cs)	ISO-8859-2	中国語 繁体字 (Traditional Chinese) (zh_TW)	BIG5



## 注記

上に示されていない言語によるマニュアルページはサポートされません。

### 8.79.3. Man-DB の構成

インストールプログラム:	accessdb, apropos (whatisへのリンク), catman, lexgrog, man, man-recode, mandb, manpath, whatis
インストールライブラリ:	libman.so, libmandb.so (いずれも /usr/lib/man-db ディレクトリ内)
インストールディレクトリ:	/usr/lib/man-db, /usr/libexec/man-db, /usr/share/doc/man-db-2.13.1

## 概略説明

accessdb	whatis データベースの内容をダンプして読みやすい形で出力します。
apropos	whatis データベースを検索して、指定した文字列を含むシステムコマンドの概略説明を表示します。
catman	フォーマット済マニュアルページを生成、更新します。
lexgrog	指定されたマニュアルページについて、一行のサマリー情報を表示します。
man	指定されたマニュアルページを整形して表示します。
man-recode	マニュアルページを別のエンコーディングに変換します。
mandb	whatis データベースを生成、更新します。
manpath	\$MANPATH の内容を表示します。あるいは (\$MANPATH が設定されていない場合は) man.conf 内の設定とユーザー設定に基づいて適切な検索パスを表示します。
whatis	whatis データベースを検索して、指定されたキーワードを含むシステムコマンドの概略説明を表示します。

**libman** man に対しての実行時のサポート機能を提供します。  
**libmandb** man に対しての実行時のサポート機能を提供します。

## 8.80. Procps-ng-4.0.6

Procps-ng パッケージはプロセス監視を行うプログラムを提供します。

概算ビルド時間:	0.1 SBU
必要ディスク容量:	28 MB

### 8.80.1. Procps-ng のインストール

Procps-ng をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
            --docdir=/usr/share/doc/procps-ng-4.0.6 \
            --disable-static \
            --disable-kill \
            --enable-watch8bit \
```

configure オプションの意味

**--disable-kill**

本スイッチは kill コマンドをビルドしないようにします。このコマンドは Util-linux パッケージにてインストールされます。

**--enable-watch8bit**

本スイッチは watch コマンドに対して ncursesw サポートを有効にします。これによって 8 ビット文字を取り扱うことができるようになります。

パッケージをコンパイルします。

**make**

テストスイートを実施する場合は以下を実行します。

```
chown -R tester .
su tester -c "PATH=$PATH make check"
```

ホストカーネルが CONFIG\_BSD\_PROCESS\_ACCT を有効にしてビルドされていない場合に、ps with output flag bsftime,cputime,etime,etimes という名前のテスト 1 つが失敗します。

パッケージをインストールします。

**make install**

### 8.80.2. Procps-ng の構成

インストールプログラム:	free, pgrep, pidof, pkill, pmap, ps, pwdx, slabtop, sysctl, tload, top, uptime, vmstat, w, watch
インストールライブラリ:	libproc-2.so
インストールディレクトリ:	/usr/include/procps, /usr/share/doc/procps-ng-4.0.6

#### 概略説明

free	物理メモリ、スワップメモリの双方において、メモリの使用量、未使用量を表示します。
pgrep	プロセスの名前などの属性によりプロセスを調べます。
pidof	指定されたプログラムの PID を表示します。
pkill	プロセスの名前などの属性によりプロセスに対してシグナルを送信します。
pmap	指定されたプロセスのメモリマップを表示します。
ps	現在実行中のプロセスを一覧表示します。
pwdx	プロセスが実行されているカレントディレクトリを表示します。
slabtop	リアルタイムにカーネルのスラブキャッシング (slab cache) 情報を詳細に示します。
sysctl	システム稼動中にカーネル設定を修正します。
tload	システムの負荷平均 (load average) をグラフ化して表示します。

top	CPU をより多く利用しているプロセスの一覧を表示します。 これはリアルタイムにプロセッサーの動作状況を逐次表示します。
uptime	システムの稼動時間、ログインユーザー数、システム負荷平均（load average）を表示します。
vmstat	仮想メモリの統計情報を表示します。 そこではプロセス、メモリ、ページング、ブロック入出力（Input/Output; I/O）、トラップ、CPU 使用状況を表示します。
w	どのユーザーがログインしていて、どこから、そしていつからログインしているかを表示します。
watch	指定されたコマンドを繰り返し実行します。 そしてその出力結果の先頭の一画面分を表示します。 出力結果が時間の経過とともにどのように変わるかを確認することができます。
libproc-2	本パッケージのほとんどのプログラムが利用している関数を提供します。

## 8.81. Util-linux-2.41.3

Util-linux パッケージはさまざまなユーティリティプログラムを提供します。 ファイルシステム、コンソール、パーティション、カーネルメッセージなどを取り扱うユーティリティです。

概算ビルト時間: 0.5 SBU  
必要ディスク容量: 346 MB

### 8.81.1. Util-linux のインストール

Util-linux をコンパイルするための準備をします。

```
./configure --bindir=/usr/bin \
--libdir=/usr/lib \
--runstatedir=/run \
--sbin=/usr/sbin \
--disable-chfn-chsh \
--disable-login \
--disable-nologin \
--disable-su \
--disable-setpriv \
--disable-runuser \
--disable-pylibmount \
--disable-liblastlog2 \
--disable-static \
--without-python \
--without-systemd \
--without-systemdsystemunitdir \
ADJTIME_PATH=/var/lib/hwclock/adjtime \
--docdir=/usr/share/doc/util-linux-2.41.3
```

--disable と --without のオプションは、LFS では必要のないパッケージ、あるいは他のパッケージのインストールによって不整合となったパッケージに対して出力される警告をなくします。

パッケージをコンパイルします。

**make**

ダミーの /etc/fstab ファイルを作れば 2 つのテストがうまく実行できます。 テストスイートの実行は root ユーザー以外にて以下を実行します。

#### 警告

root ユーザーによりテストスイートを実行すると、システムに悪影響を及ぼすことがあります。 テストスイートを実行するためには、カーネルオプション CONFIG\_SCSI\_DEBUG が現環境にて有効であり、かつモジュールとしてビルトされていなければなりません。 カーネルに組み込んでいるとブートできません。 またテストを完全に実施するには BLFS での各種パッケージのインストールも必要になります。 テストが必要であるなら、構築済 LFS システムを起動して以下を実行します。

```
bash tests/run.sh --srcdir=$PWD --builddir=$PWD
```

```
touch /etc/fstab
chown -R tester .
su tester -c "make -k check"
```

hardlink テストは失敗する場合があります。 それはカーネルオプションの CONFIG\_CRYPTO\_USER\_API\_HASH が有効でない場合、あるいは SHA256 機能を提供するオプション（たとえば CONFIG\_CRYPTO\_SHA256 や CPU が Supplemental SSE3 をサポートする際の CONFIG\_CRYPTO\_SHA256\_SSSE3 など）が一つもない場合です。 さらにカーネルオプション CONFIG\_NETLINK\_DIAG が無効である場合、lsfd 内のテスト inotify が失敗します。

パッケージをインストールします。

**make install**

## 8.81.2. Util-linux の構成

インストールプログラム:

```
addpart, agetty, blkdiscard, blkid, blkzone, blockdev, cal, cfdisk, chcpu,
chmem, choom, chrt, col, colcrt, colrm, column, ctrlaltdel, delpart, dmesg,
eject, falllocate, fdisk, fincore, findfs, findmnt, flock, fsck, fsck.cramfs,
fsck.minix, fsfreeze, fstrim, getopt, hardlink, hexdump, hwclock, i386
(setarchへのリンク), ionice, ipcmk, ipcrm, ipcs, irqtop, isosize, kill,
last, lastb (lastへのリンク), ldattach, linux32 (setarchへのリンク),
linux64 (setarchへのリンク), logger, look, losetup, lsblk, lscpu, lsipc,
lsirq, lsfd, lslocks, lslogins, lsmem, lsns, mcookie, mesg, mkfs, mkfs.bfs,
mkfs.cramfs, mkfs.minix, mkswap, more, mount, mountpoint, namei, nsenter,
partx, pivot_root, prlimit, readprofile, rename, renice, resizepart, rev,
rfkill, rtcwake, script, scriptlive, scriptreplay, setarch, setsid, setterm,
sfdisk, sulogin, swaplabel, swapoff, swapon, switch_root, taskset, uclampset,
ul, umount, uname26 (setarchへのリンク), unshare, utmpdump, uidd, uidgen,
uuidparse, wall, wdctl, whereis, wipefs, x86_64 (setarchへのリンク), zramctl
libblkid.so, libfdisk.so, libmount.so, libsmartcols.so, libuuid.so
/usr/include/blkid, /usr/include/libfdisk, /usr/include/libmount, /usr/
include/libsmartcols, /usr/include/uuid, /usr/share/doc/util-linux-2.41.3, /
var/lib/hwclock
```

インストールライブラリ:

インストールディレクトリ:

## 概略説明

addpart	Linux カーネルに対して新しいパーティションの情報を通知します。
agetty	tty ポートを開いてログイン名の入力を受け付けます。そして login プログラムを起動します。
blkdiscard	デバイス上のセクターを取り除きます。
blkid	ロックデバイスの属性を見つけて表示するためのコマンドラインユーティリティ。
blkzone	ゾーン処理されたロックデバイスの管理に用いられます。
blockdev	コマンドラインからロックデバイスの ioctl の呼び出しを行います。
cal	簡単なカレンダーを表示します。
cfdisk	指定されたデバイスのパーティションテーブルを操作します。
chcpu	CPU の状態を変更します。
chmem	メモリを設定します。
choom	OOM-killer スコアを表示し調整します。Linux が Out Of Memory となった場合に、どのプロセスを最初に kill すべきかを判断するために用いられます。
chrt	リアルタイムプロセスの属性を操作します。
col	逆改行 (reverse line feeds) を取り除きます。
colcrt	性能が不十分な端末のために nroff の出力結果から重ね書き (overstriking) や半改行 (half-lines) を取り除きます。
colrm	指定されたカラムを取り除きます。
column	指定されたファイルの内容を複数カラムに整形します。
ctrlaltdel	ハードリセットまたはソフトリセットを行うために Ctrl+Alt+Del キー押下時の機能を設定します。
delpart	Linux カーネルに対してパーティションが削除されているかどうかを確認します。
dmesg	カーネルのブートメッセージをダンプします。
eject	リムーバブルメディアをイジェクトします。
falllocate	ファイルのための領域を事前割り当てします。
fdisk	指定されたデバイスのパーティションテーブルを操作します。
fincore	メモリコア内にあるファイル情報のページ数を調べます。
findfs	ファイルシステムに対するラベルまたは UUID (Universally Unique Identifier) を使ってファイルシステムを検索します。
findmnt	libmount ライブラリに対するコマンドラインインターフェース。mountinfo, fstab, mtab の各ファイルに対しての処理を行います。
flock	ファイルロックを取得してロックしたままコマンドを実行します。

fsck	ファイルシステムのチェックを行い、必要に応じて修復を行います。
fsck.cramfs	指定されたデバイス上の Cramfs ファイルシステムに対して一貫性検査 (consistency check) を行います。
fsck.minix	指定されたデバイス上の Minix ファイルシステムに対して一貫性検査 (consistency check) を行います。
fsfreeze	カーネルドライバー制御における FIFREEZE/FITHAW ioctl に対する単純なラッパープログラム。
fstrim	マウントされたファイルシステム上にて、利用されていないブロックを破棄します。
getopt	指定されたコマンドラインのオプション引数を解析します。
hardlink	ハードリンクを生成することで重複ファイルを統合します。
hexdump	指定されたファイルを 16 進数、10 進数、8 進数、アスキーコードの各書式でダンプします。
hwclock	システムのハードウェアクロックを読み取ったり設定したりします。このハードウェアクロックはリアルタイムクリック (Real-Time Clock; RTC) または BIOS (Basic Input-Output System) クロックとも呼ばれます。
i386	setarch へのシンボリックリンク。
ionice	プログラムに対する I/O スケジュールクラスとスケジュール優先度を取得または設定します。
ipcmk	さまざまな IPC リソースを生成します。
ipcrm	指定された IPC (Inter-Process Communication) リソースを削除します。
ipcs	IPC のステータス情報を提供します。
irqtop	カーネルのインタラプトカウンター情報を top(1) スタイルにより表示します。
isosize	iso9660 ファイルシステムのサイズを表示します。
kill	プロセスに対してシグナルを送信します。
last	ユーザーの最新のログイン（ログアウト）の情報を表示します。これは /var/log/wtmp ファイルの終わりから調べているものです。またシステムブート、シャットダウン、ランレベルの変更時の情報を示します。
lastb	ログインに失敗した情報を表示します。これは /var/log/btmp に記録されています。
lattach	シリアル回線 (serial line) に対して回線規則 (line discipline) を割り当てます。
linux32	setarch へのシンボリックリンク。
linux64	setarch へのシンボリックリンク。
logger	指定したメッセージをシステムログに出力します。
look	指定された文字列で始まる行を表示します。
losetup	ループデバイス (loop device) の設定と制御を行います。
lsblk	ブロックデバイスのすべて、あるいは指定されたものの情報を、木構造のような形式で一覧表示します。
lscpu	CPU アーキテクチャーの情報を表示します。
lsfd	オープンしているファイルについての情報を表示します。lsof に代わるものです。
lsipc	システムに搭載されている IPC 機能の情報を表示します。
lsirq	カーネルのインタラプトカウンター情報を表示します。
lslocks	ローカルのシステムロックを一覧表示します。
lslogins	ユーザー、グループ、システムアカウントの情報を一覧表示します。
lsmem	オンライン状態にある利用可能なメモリ範囲を一覧表示します。
lsns	名前空間を一覧表示します。
mcookie	xauth のためのマジッククッキー (128ビットのランダムな16進数値) を生成します。
mesg	現在のユーザーの端末に対して、他のユーザーがメッセージ送信できるかどうかを制御します。
mkfs	デバイス上にファイルシステムを構築します。（通常はハードディスクパーティションに対して行います。）
mkfs.bfs	SCO (Santa Cruz Operations) の bfs ファイルシステムを生成します。
mkfs.cramfs	cramfs ファイルシステムを生成します。
mkfs.minix	Minix ファイルシステムを生成します。

mkswap	指定されたデバイスまたはファイルをスワップ領域として初期化します。
more	テキストを一度に一画面分だけ表示するフィルタープログラム。
mount	ファイルシステムツリー内の特定のディレクトリを、指定されたデバイス上のファイルシステムに割り当てる。
mountpoint	ディレクトリがマウントポイントであるかどうかをチェックします。
namei	指定されたパスに存在するシンボリックリンクを表示します。
nsenter	他プロセスの名前空間にてプログラムを実行します。
partx	カーネルに対して、ディスク上にパーティションが存在するか、何番が存在するかを伝えます。
pivot_root	指定されたファイルシステムを、現在のプロセスに対する新しいルートファイルシステムにします。
prlimit	プロセスが利用するリソースの限界値を取得または設定します。
readprofile	カーネルのプロファイリング情報を読み込みます。
rename	指定されたファイルの名称を変更します。
renice	実行中のプロセスの優先度を変更します。
resizepart	Linux カーネルに対してパーティションのリサイズを指示します。
rev	指定されたファイル内の行の並びを入れ替えます。
rfkill	ワイヤレスデバイスの有効化、無効化を行うツール。
rtcwake	指定された起動時刻までの間、システムをスリープ状態とするモードを指定します。
script	端末セッションでの出力結果の写し (typescript) を生成します。
scriptlive	タイミング情報を使って、セッションのタイプスクリプトを再実行します。
scriptreplay	タイミング情報 (timing information) を利用して、出力結果の写し (typescript) を再生します。
setarch	新しいプログラム環境にて、表示されるアーキテクチャーを変更します。 また設定フラグ (personality flag) の設定も行います。
setsid	新しいセッションで指定されたプログラムを実行します。
setterm	端末の属性を設定します。
sfdisk	ディスクパーティションテーブルを操作します。
sulogin	root ユーザーでのログインを行います。 通常は init が起動するもので、システムがシングルユーザー モードで起動する際に利用されます。
swablabel	スワップ領域の UUID とラベルを変更します。
swapoff	ページングまたはスワッピングに利用しているデバイスまたはファイルを無効にします。
swapon	ページングまたはスワッピングに利用しているデバイスまたはファイルを有効にします。 また現在利用されているデバイスまたはファイルを一覧表示します。
switch_root	別のファイルシステムを、マウントツリーのルートとして変更します。
taskset	プロセスの CPU 親和性 (affinity) を表示または設定します。
uclampset	システムやプロセスの使用率クランプ属性を操作します。
ul	使用中の端末にて、アンダースコア文字を、エスケープシーケンスを用いた下線文字に変換するための フィルター。
umount	システムのファイルツリーからファイルシステムを切断します。
uname26	setarch へのシンボリックリンク。
unshare	上位の名前空間とは異なる名前空間にてプログラムを実行します。
utmpdump	指定されたログインファイルの内容を分かりやすい書式で表示します。
uuidd	UUID ライブリから利用されるデーモン。 時刻情報に基づく UUID を、安全にそして一意性を確保して生成します。
uuidgen	新しい UUID を生成します。 生成される UUID は乱数であり、自他システムでも過去現在にわたってもユニークなものです。 その可能性は極めて高いものです ( $2^{128}$ 個の UUID が可能です)。
uuidparse	ユニークな識別子を解析するためのユーティリティー。
wall	ファイルの内容、あるいはデフォルトでは標準入力から入力された内容を、現在ログインしている全ユーザーの端末上に表示します。
wdctl	ハードウェアの watchdog ステータスを表示します。

whereis	指定されたコマンドの実行モジュール、ソース、man ページの場所を表示します。
wipefs	ファイルシステムのシグニチャーをデバイスから消去します。
x86_64	setarch へのシンボリックリンク。
zramctl	zram (compressed ram disk) デバイスを初期化し制御するためのプログラム。
libblkid	デバイスの識別やトークンの抽出を行う処理ルーチンを提供します。
libfdisk	パーティションテーブルを操作する処理ルーチンを提供します。
libmount	ロックデバイスのマウントとアンマウントに関する処理ルーチンを提供します。
libsmartcols	タブラー形式 (tabular form) による画面出力を補助する処理ルーチンを提供します。
libuuid	ローカルシステム内だけに限らずアクセスされるオブジェクトに対して、一意性が保証された識別子を生成する処理ルーチンを提供します。

## 8.82. E2fsprogs-1.47.3

E2fsprogs パッケージは ext2 ファイルシステムを扱うユーティリティを提供します。これは同時に ext3、ext4 ジャーナリングファイルシステムもサポートします。

概算ビルト時間: 回転式ディスクで 2.4 SBU、SSD で 0.4 SBU  
必要ディスク容量: 100 MB

### 8.82.1. E2fsprogs のインストール

E2fsprogs パッケージは、ソースディレクトリ内にサブディレクトリを作つてビルトすることが推奨されています。

```
mkdir -v build
cd      build
```

E2fsprogs をコンパイルするための準備をします。

```
../configure --prefix=/usr      \
            --sysconfdir=/etc    \
            --enable-elf-shlibs \
            --disable-libblkid   \
            --disable-libuuid    \
            --disable-uuid \
            --disable-fsck
```

configure オプションの意味

--enable-elf-shlibs

このオプションは、本パッケージ内のプログラムが利用する共有ライブラリを生成します。

--disable-\*

このオプションは libuuid ライブラリ、libblkid ライブラリ、uuid デーモン、fsck ラッパーをいずれもビルドせずにインストールしないようにします。これらは util-linux パッケージによって、より最新のものがインストールされています。

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

ビルト結果をテストする場合は以下を実行します。

```
make check
```

`m_assume_storage_prezeroed` というテストが1つだけ失敗します。別のテスト `m_rootdir_acl` というものは、LFS システム向けに ext4 以外を利用している場合に失敗します。

パッケージをインストールします。

```
make install
```

不要なスタティックライブラリを削除します。

```
rm -fv /usr/lib/{libcom_err,libe2p,libext2fs,libss}.a
```

本パッケージは gzip 圧縮された.info ファイルをインストールしますが、共通的な dir を更新しません。そこで以下のコマンドにより gzip ファイルを解凍した上で dir ファイルを更新します。

```
gunzip -v /usr/share/info/libext2fs.info.gz
install-info --dir-file=/usr/share/info/dir /usr/share/info/libext2fs.info
```

必要なら、以下のコマンドを実行して追加のドキュメントをインストールします。

```
makeinfo -o      doc/com_err.info .. /lib/et/com_err.texinfo
install -v -m644 doc/com_err.info /usr/share/info
install-info --dir-file=/usr/share/info/dir /usr/share/info/com_err.info
```

## 8.82.2. E2fsprogs の設定

/etc/mke2fs.conf では mke2fs のさまざまなコマンドラインオプションに対するデフォルト値が設定されています。このファイルにおいて、必要となるデフォルト値を設定することができます。たとえば (LFS や BLFS には含まれていない) ユーティリティーの中には、metadata\_csum\_seed 機能が有効になった ext4 ファイルシステムを認識できないものがあります。もし そのようなユーティリティーを必要とする場合は、以下のコマンドを通じて ext4 のデフォルト機能を取り除くことができます。

```
sed 's/metadata_csum_seed,/' -i /etc/mke2fs.conf
```

詳しくは man ページ mke2fs.conf(5) を参照してください。

## 8.82.3. E2fsprogs の構成

インストールプログラム:	badblocks, chattr, compile_et, debugfs, dumpe2fs, e2freefrag, e2fsck, e2image, e2label, e2mmpstatus, e2scrub, e2scrub_all, e2undo, e4crypt, e4defrag, filefrag, fsck.ext2, fsck.ext3, fsck.ext4, logsave, lsattr, mk_cmds, mke2fs, mkfs.ext2, mkfs.ext3, mkfs.ext4, mklost+found, resize2fs, tune2fs
インストールライブラリ:	libcom_err.so, libe2p.so, libext2fs.so, libss.so
インストールディレクトリ:	/usr/include/e2p, /usr/include/et, /usr/include/ext2fs, /usr/include/ss, /usr/lib/e2fsprogs, /usr/share/et, /usr/share/ss

### 概略説明

badblocks	デバイス（通常はディスクパーティション）の不良ブロックを検索します。
chattr	ext{234} ファイルシステム上のファイル属性を変更します。
compile_et	エラーテーブルコンパイラ。これはエラーコード名とメッセージの一覧を、com_err ライブラリを利用する C ソースコードとして変換するものです。
debugfs	ファイルシステムデバッガー。これは ext{234} ファイルシステムの状態を調査し変更することができます。
dumpe2fs	指定されたデバイス上にあるファイルシステムについて、スーパーblockの情報とロックグループの情報を表示します。
e2freefrag	フリースペースのフラグメント情報を表示します。
e2fsck	ext{234} ファイルシステムをチェックし、必要なら修復を行うことができます。
e2image	ext{234} ファイルシステムの重要なデータをファイルに保存します。
e2label	指定されたデバイス上にある ext{234} ファイルシステムのラベルを表示または変更します。
e2mmpstatus	ext4 ファイルシステムの MMP (Multiple Mount Protection) ステータスをチェックします。
e2scrub	マウントされている ext{234} ファイルシステムの内容をチェックします。
e2scrub_all	マウントされているすべての ext{234} ファイルシステムのエラーをチェックします。
e2undo	デバイス上にある ext{234} ファイルシステムの undo ログを再実行します。（これは E2fsprogs プログラムが処理に失敗した際に undo を行うこともできます。）
e4crypt	Ext4 ファイルシステムの暗号化ユーティリティ。
e4defrag	ext4 ファイルシステムに対するオンラインのデフラグプログラム。
filefrag	特定のファイルがどのようにデフラグ化しているかを表示します。
fsck.ext2	デフォルトでは ext2 ファイルシステムをチェックします。これは e2fsck へのハードリンクです。
fsck.ext3	デフォルトでは ext3 ファイルシステムをチェックします。これは e2fsck へのハードリンクです。
fsck.ext4	デフォルトでは ext4 ファイルシステムをチェックします。これは e2fsck へのハードリンクです。
logsave	コマンドの出力結果をログファイルに保存します。
lsattr	ext2 ファイルシステム上のファイル属性を一覧表示します。
mk_cmds	コマンド名とヘルプメッセージの一覧を、サブシステムライブラリ libss を利用する C ソースコードとして変換するものです。
mke2fs	指定されたデバイス上に ext{234} ファイルシステムを生成します。
mkfs.ext2	デフォルトでは ext2 ファイルシステムを生成します。これは mke2fs へのハードリンクです。

mkfs.ext3	デフォルトでは ext3 ファイルシステムを生成します。 これは mke2fs へのハードリンクです。
mkfs.ext4	デフォルトでは ext4 ファイルシステムを生成します。 これは mke2fs へのハードリンクです。
mklost+found	ext{234} ファイルシステム上に lost+found ディレクトリを作成します。 これはそのディレクトリ内にあらかじめディスクブロックを割り当てておくことにより e2fsck コマンド処理を軽減させます。
resize2fs	ext{234} ファイルシステムを拡張または縮小するために利用します。
tune2fs	ext{234} ファイルシステム上にて調整可能なシステムパラメーターを調整します。
libcom_err	共通的なエラー表示ルーチン。
libe2p	dumpe2fs、chattr、lsattr の各コマンドが利用します。
libext2fs	ユーザーレベルのプログラムが ext{234} ファイルシステムを操作可能とするためのルーチンを提供します。
libss	debugfs コマンドが利用します。

## 8.83. Sysklogd-2.7.2

Sysklogd パッケージは、例えばカーネルが異常発生時に出力するログのような、システムログメッセージを取り扱うプログラムを提供します。

概算ビルド時間:	0.1 SBU 以下
必要ディスク容量:	3.9 MB

### 8.83.1. Sysklogd のインストール

本パッケージをコンパイルするための準備をします。

```
./configure --prefix=/usr \
--sysconfdir=/etc \
--runstatedir=/run \
--without-logger \
--disable-static \
--docdir=/usr/share/doc/sysklogd-2.7.2
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

このパッケージにテストスイートはありません。

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.83.2. Sysklogd の設定

以下を実行して /etc/syslog.conf ファイルを生成します。

```
cat > /etc/syslog.conf << "EOF"
# Begin /etc/syslog.conf

auth,authpriv.* -/var/log/auth.log
*.*,auth,authpriv.none -/var/log/sys.log
daemon.* -/var/log/daemon.log
kern.* -/var/log/kern.log
mail.* -/var/log/mail.log
user.* -/var/log/user.log
*.emerg *

# Do not open any internet ports.
secure_mode 2

# End /etc/syslog.conf
EOF
```

### 8.83.3. Sysklogd の構成

インストールプログラム: syslogd

#### 概略説明

syslogd システムプログラムが outputするログ情報を出力します。出力されるログ情報には少なくとも処理日付、ホスト名が outputされます。また通常はプログラム名も outputされます。ただこれはログ出力デーモンがどれだけ信頼のおけるものであるかに依存する情報です。

## 8.84. SysVinit-3.14

SysVinit パッケージは、システムの起動、実行、シャットダウンを制御するプログラムを提供します。

概算ビルド時間:	0.1 SBU 以下
必要ディスク容量:	3.9 MB

### 8.84.1. SysVinit のインストール

まず他のパッケージによりインストールされるプログラムを取り除いたり、出力メッセージの明確化、警告メッセージの修正などを行うパッチを適用します。

```
patch -Np1 -i ../sysvinit-3.14-consolidated-1.patch
```

パッケージをコンパイルします。

```
make
```

このパッケージにテストスイートはありません。

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 8.84.2. SysVinit の構成

インストールプログラム:	bootlogd, fstab-decode, halt, init, killall5, poweroff (halt へのリンク), reboot (halt へのリンク), runlevel, shutdown, telinit (init へのリンク)
--------------	--

#### 概略説明

bootlogd	ブート時のメッセージをログファイルに出力します。
fstab-decode	fstab 形式の (fstab-encoded の) 引数とともにコマンドを実行します。
halt	ランレベルが既に 0 ではない通常の起動状態の場合に shutdown をオプション -h をつけて実行します。 そしてカーネルに対してシステム停止を指示します。 システムが停止される状況は /var/log/wtmp ファイルに記録されます。
init	カーネルがハードウェアを初期化した後に、最初に起動するプロセスです。 ブート処理がこのプロセスに引き継がれ、設定ファイルにて指定されたプロセスをすべて起動していきます。
killall5	プロセスすべてに対してシグナルを送信します。 ただし自分のセッション内の起動プロセスは除きます。 つまり本コマンドを実行した親シェルは停止しません。
poweroff	カーネルに対してシステムの停止を指示し、コンピューターの電源を切ります。 (halt を参照してください。)
reboot	カーネルに対してシステムの再起動を指示します。 (halt を参照してください。)
runlevel	現在のランレベルと直前のランレベルを表示します。 最新のランレベルは /run/utmp ファイルに記録されています。
shutdown	システムの終了を安全に行います。 その際にはプロセスすべてへのシグナル送信を行い、ログインユーザーへの通知も行います。
telinit	init に対してランレベルの変更を指示します。

## 8.85. デバッグシンボルについて

プログラムやライブラリの多くは、デフォルトではデバッグシンボルを含めてコンパイルされています。（gcc の `-g` オプションが用いられています。）デバッグ情報を含めてコンパイルされたプログラムやライブラリは、デバッグ時にメモリアドレスが参照できるだけでなく、処理ルーチンや変数の名称も知ることができます。

しかしそういったデバッグ情報は、プログラムやライブラリのファイルサイズを極端に大きくします。以下にデバッグシンボルが占める割合の例を 2 つ示します。

- デバッグシンボルを含んだ bash の実行ファイル: 1200 KB
- デバッグシンボルを含まない bash の実行ファイル: 480 KB (60% 減)
- デバッグシンボルを含んだ Glibc と GCC の関連ファイル (`/lib` と `/usr/lib`): 87 MB
- デバッグシンボルを含まない Glibc と GCC の関連ファイル: 16MB (82% 減)

利用するコンパイラーや C ライブラリの違いによって、生成されるファイルのサイズは異なります。デバッグシンボルがストリップされたプログラムは、ストリップされていないものに比べて 50% から 80% のサイズ減となります。プログラムをデバッグするユーザーはそう多くはありません。デバッグシンボルを削除すればディスク容量はかなり節減できます。次節ではプログラムやライブラリからデバッグシンボルを取り除く（`strip` する）方法を示します。

## 8.86. ストリップ

本節での作業を行うかどうかは任意です。対象ユーザーがプログラマーではなく、プログラム類をデバッグするような使い方をしないのであれば、実行ファイルやライブラリに含まれるデバッグシンボルや不要シンボルを削除しても構いません。そうすれば 2 GB ものサイズ削減を図ることができます。普通の Linux ユーザーにとっては、実質的な問題はありません。

以下に示すコマンドは簡単なものです。ただし入力つづりは簡単に間違いややすいので、もし誤った入力をするとシステムを利用不能にしてしまいます。したがって `strip` コマンドを実行する前に、現時点の LFS システムのバックアップを取っておくことをお勧めします。

`strip` コマンドに `--strip-unneeded` オプションをつけて実行すると、バイナリやライブラリからデバッグシンボルをすべて削除します。そして（スタティックライブラリ向けの）リンカーや（動的リンクバイナリあるいは共有ライブラリ向けの）ダイナミックリンクラーにとって通常なら不要なシンボルテーブル項目もすべて削除します。`--strip-debug` を使うと、特定のアプリケーションに必要となるシンボルテーブルエントリは削除しなくなります。`unneeded` と `debug` の違いはわずかなものです。たとえば `unstripped` な `libc.a` は 22.4 MB です。`--strip-debug` によってストリップを行うと 5.9 MB になります。一方 `--strip-unneeded` では減じられる容量はほんのわずかで 5.8 MB となります。

選択したライブラリから得られたデバッグシンボルは、Zstd によって圧縮され、個別のファイルに保存されます。このデバッグ情報を必要とするのは BLFS における `valgrind` または `gdb` の縮退テストを実施するのに必要であるからです。

なお `strip` は、処理しているバイナリファイルやライブラリファイルを上書きします。そのファイルにあるコードやデータを利用しているプロセスは、これによってクラッシュすることができます。仮に `strip` 自体を実行しているプロセスがその影響を受けたとすると、ストリップ最中のバイナリやライブラリは壊れてしまうかもしれません。これが起きた場合、システムが完全に利用不能となりかねません。これを避けるため、ライブラリやバイナリのいくつかを `/tmp` にコピーして、そこでストリップした上で、`install` コマンドを使って、元の場所に再インストールすることになります。（ここで `install` コマンドを利用する意味については、「アップグレードに関する問題」において説明しています。）



### 注記

ELF ローダーの名前は、64 ビットシステムでは `ld-linux-x86-64.so.2`、32 ビットシステムでは `ld-linux.so.2` です。後述の手順では、現行のアーキテクチャーに合わせて適切な名前を選ぶようにしています。ただし `g` で終わるものは除いています。そのようなものはすでにコマンド実行されているからです。



### 重要

各パッケージのバージョンが、本書に示すバージョンとは異なる場合（セキュリティアドバイザリに従った場合や、必要に応じて変更した場合）、`save_usrlib` や `online_usrlib` に含まれるライブラリ名を変更することが必要かもしれません。これを行わなかった場合には、システムが全く動作しないこともあります。

```
save_usrlib=$(cd /usr/lib; ls ld-linux*[^g])
           libc.so.6
           libthread_db.so.1
           libquadmath.so.0.0.0
```

```

libstdc++.so.6.0.34
libitm.so.1.0.0
libatomic.so.1.2.0"

cd /usr/lib

for LIB in $save_usrlib; do
    objcopy --only-keep-debug --compress-debug-sections=zstd $LIB $LIB.dbg
    cp $LIB /tmp/$LIB
    strip --strip-debug /tmp/$LIB
    objcopy --add-gnu-debuglink=$LIB.dbg /tmp/$LIB
    install -vm755 /tmp/$LIB /usr/lib
    rm /tmp/$LIB
done

online_usrbin="bash find strip"
online_usrlib="libbfd-2.46.0.20260210.so
              libsframe.so.3.0.0
              libhistory.so.8.3
              libncursesw.so.6.6
              libm.so.6
              libreadline.so.8.3
              libz.so.1.3.1
              libzstd.so.1.5.7
              $(cd /usr/lib; find libnss*.so* -type f)"

for BIN in $online_usrbin; do
    cp /usr/bin/$BIN /tmp/$BIN
    strip --strip-debug /tmp/$BIN
    install -vm755 /tmp/$BIN /usr/bin
    rm /tmp/$BIN
done

for LIB in $online_usrlib; do
    cp /usr/lib/$LIB /tmp/$LIB
    strip --strip-debug /tmp/$LIB
    install -vm755 /tmp/$LIB /usr/lib
    rm /tmp/$LIB
done

for i in $(find /usr/lib -type f -name '*.so*' ! -name '*dbg') \
        $(find /usr/lib -type f -name '*.a') \
        $(find /usr/{bin,sbin,libexec} -type f); do
    case "$online_usrbin $online_usrlib $save_usrlib" in
        *$(basename $i)* )
            ;;
        * ) strip --strip-debug $i
            ;;
    esac
done

unset BIN LIB save_usrlib online_usrbin online_usrlib

```

ファイルフォーマットが認識できないファイルがいくつもエラーとなりますが、無視して構いません。この警告は、処理したファイルが実行バイナリではなくスクリプトファイルであることを示しています。

## 8.87. 仕切り直し

テストを通じて生成された不要なファイル等を削除します。

```
rm -rf /tmp/*.*
```

また /usr/lib ディレクトリと /usr/libexec ディレクトリには、拡張子が .la であるファイルがいくつかあります。最近の Linux システムにおいて libtool の .la ファイルは、libltdl に対してのみ用いられます。LFS 内のライブラリは、libltdl によってロードされるものは一つもありません。これらのライブラリによって BLFS パッケージのビルドに失敗することが分かっています。そこでそのようなファイルをここで削除します。

```
find /usr/lib /usr/libexec -name \*.la -delete
```

libtool アーカイブファイルについての詳細は BLFS の節 "About Libtool Archive (.la) files" を参照してください。

第 6 章と第 7 章においてビルドしたコンパイラは、部分的にしかインストールしていませんが、これ以降は必要としません。そこで以下によって削除します。

```
find /usr -depth -name $(uname -m)-lfs-linux-gnu\* | xargs rm -rf
```

最後に、本章のはじめに生成した 'tester' ユーザー アカウントを削除します。

```
userdel -r tester
```

# 第9章 システム設定

## 9.1. はじめに

Linux システムの起動時には実行されるタスクがいくつかあります。 実質的および仮想的なファイルシステムのマウント、デバイスの初期化、ファイルシステムの整合チェック、スワップパーティションまたはスワップファイルのマウントと有効化、システムクロックの設定、ネットワーク起動、システム демонの起動、そしてユーザー指定によるタスクの起動です。 この処理過程は適正な順序により実行されが必要ですが、出来るだけ速く処理されることも必要になります。

### 9.1.1. System V

System V は古くからあるブートシステムであり、Unix や Unix ライクである Linux において 1983年頃より活用されています。 小さなプログラム init があり、これが login のような基本的なプロセスを (getty を通じて) 設定しスクリプトを実行します。 そのスクリプトは通常 rc と命名され、他のスクリプトの実行を制御します。 こうしてシステムの初期化を行うタスクが処理されます。

init プログラムは /etc/inittab ファイルにより制御されます。 そしてユーザーが選択したランレベルを設定します。 LFS においては以下のものが利用されます。

0	停止 (halt)
1	シングルユーザーモード
2	ユーザー定義
3	フルマルチユーザーモード
4	ユーザー定義
5	フルマルチユーザーモード、ディスプレイマネージャーあり
6	再起動 (reboot)

通常のデフォルトランレベルは 3 か 5 です。

#### 長所

- 確立されていて、十分に理解されているシステムであること。
- 容易にカスタマイズ可能であること。

#### 短所

- おそらく起動が遅いこと。 中程度の処理性能による LFS システムの場合、最初のカーネルメッセージの出力からログインプロンプトまでの処理時間は 8 から 12 秒程度。 ログイン後のネットワーク接続の確立に 2 秒ほど要する。
- 起動タスクがすべて順番に行われること。 これは前項にも関係する。 ファイルシステムのチェックなどの処理に処理遅延があったとすると、起動処理全体の処理時間を遅らせることになる。
- コントロールグループ (control groups; cgroups) やユーザーごとの適正なスケジュール共有といった、最新機能には直接対応していないこと。
- スクリプト追加にあたっては手作業を要し、固定期間の順序を考慮しないといけないこと。

## 9.2. LFS-ブートスクリプト-20250827

LFS-ブートスクリプトパッケージは LFS システムの起動、終了時に利用するスクリプトを提供します。 システム起動方法のカスタマイズに必要な設定や手順については以降の節で説明します。

概算ビルド時間: 0.1 SBU 以下  
必要ディスク容量: 216 KB

### 9.2.1. LFS ブートスクリプト のインストール

パッケージをインストールします。

```
make install
```

### 9.2.2. LFS ブートスクリプト の構成

インストールスクリプト:	checkfs, cleanfs, console, functions, halt, ifdown, ifup, localnet, modules, mountfs, mountvirtfs, network, rc, reboot, sendsignals, setclock, ipv4-static, swap, sysctl, sysklogd, template, udev, udev_retry
インストールディレクトリ:	/etc/rc.d, /etc/init.d (シンボリックリンク), /etc/sysconfig, /lib/services, /lib/lsb (シンボリックリンク)

#### 概略説明

checkfs	ファイルシステムがマウントされる前にその整合性をチェックします。 (ただしジャーナルファイルシステムとネットワークベースのファイルシステムは除きます。)
cleanfs	リブートの際に不要となるファイルを削除します。 例えば /run/ ディレクトリや /var/lock/ ディレクトリの配下にあるファイルです。 /run/utmp ファイルは再生生成されます。 また /etc/nologin、/fastboot、/forcefsck がおそらく存在しており、これらは削除されます。
console	必要となるキーボードレイアウトに対しての正しいキーマップテーブルをロードします。 同時にスクリーンフォントもセットします。
functions	共通的な関数を提供します。 例えばエラーやステータスのチェックなどであり、これはブートスクリプトの多くが利用します。
halt	システムを停止します。
ifdown	ネットワークデバイスを停止します。
ifup	ネットワークデバイスを初期化します。
localnet	システムのホスト名とローカルループバックデバイスを設定します。
modules	/etc/sysconfig/modules にて一覧設定されているカーネルモジュールをロードします。 その際には引数が指定され利用されます。
mountfs	ファイルシステムをすべてマウントします。 ただし noauto が設定されているものやネットワークベースのファイルシステムは除きます。
mountvirtfs	仮想カーネルファイルシステムをマウントします。 例えば proc などです。
network	ネットワークカードなどのネットワークインターフェースを設定します。 そして (可能であれば) デフォルトゲートウェイを設定します。
rc	ランレベルを制御するマスタースクリプト。 他のブートスクリプトを一つずつ実行します。 その際には、別のブートスクリプトへのシンボリックリンク名によって実行順序を決定します。
reboot	システムを再起動します。
sendsignals	システムが再起動または停止する前に、プロセスすべてが停止していることを確認します。
setclock	ハードウェアクロックが UTC 時刻に設定されていなければ、システムクロックをローカル時刻としてリセットします。
ipv4-static	ネットワークインターフェースに対して固定 IP (Internet Protocol) アドレスを割り当てるために必要な機能を提供します。
swap	スワップファイルやスワップパーティションを有効または無効にします。
sysctl	/etc/sysctl.conf ファイルが存在している場合、実行中のカーネルに対してシステム設定値をロードします。
sysklogd	システムログデーモンおよびカーネルログデーモンの起動と停止を行います。

template

他のデーモン用としてブートスクリプトを生成するためのテンプレート。

udev

/dev ディレクトリを準備して udev デーモンを起動します。

udev\_retry

Udev の uevent が失敗した場合にこれを再実行します。 そして必要に応じて、生成されたルールファイルを /run/udev から /etc/udev/rules.d へコピーします。

## 9.3. デバイスとモジュールの扱いについて

第8章の eudev のビルドを通じて udev デーモンをインストールしました。この udev がどのように動作するかの詳細を説明する前に、デバイスを取り扱うかつての方法について順を追って説明していきます。

Linux システムは一般に、スタティックなデバイス生成方法を採用していました。この方法では /dev のもとに膨大な量の（場合によっては何千にもおよぶ）デバイスノードが生成されます。実際にハードウェアデバイスが存在するかどうかに関わらずです。これは MAKEDEV スクリプトを通じて生成されます。このスクリプトからは mknod プログラムが呼び出されますが、その呼び出しは、この世に存在するありとあらゆるデバイスのメジャー/マイナー番号を用いて行われます。

udev による方法では、カーネルが検知したデバイスに対してのみ、デバイスノードが生成されます。デバイスノードはシステムが起動するたびに生成されることになるので、devtmpfs ファイルシステム上に保存されます。（devtmpfs は仮想ファイルシステムであり、システムメモリ上に置かれます。）デバイスノードの情報はさほど多くないので、消費するメモリ容量は無視できるほど少ないものです。

### 9.3.1. 開発経緯

2000年2月に新しいファイルシステム devfs がカーネル 2.3.46 に導入され、2.4系の安定版カーネルにて利用できるようになりました。このファイルシステムはカーネルのソース内に含まれ実現されていましたが、デバイスを動的に生成するこの手法は、主要なカーネル開発者の十分な支援は得られませんでした。

devfs が採用した手法で問題になるのは、主にデバイスの検出、生成、命名の方法です。特にデバイスの命名方法がおそらく最も重大な問題です。一般的に言えることとして、デバイス名が変更可能であるならデバイス命名の規則はシステム管理者が考えることであって、特定の開発者に委ねるべきことではありません。また devfs にはその設計に起因した競合の問題があるため、根本的にカーネルを修正しなければ解消できる問題ではありません。そこで長い間 devfs は非推奨 (deprecated) とされ、最終的に 2006年6月にはカーネルから取り除かれました。

開発版の 2.5 系カーネルと、後にリリースされた安定版のカーネル 2.6 系を経て、新しい仮想ファイルシステム sysfs が登場しました。sysfs が実現したのは、システムのハードウェア設定をユーザー空間のプロセスに対して提供したことです。ユーザー空間での設定を可視化したことによって devfs が為していたことを、ユーザー空間にて開発することが可能になったわけです。

### 9.3.2. Udev の実装

#### 9.3.2.1. Sysfs ファイルシステム

sysfs ファイルシステムについては上で簡単に触れました。sysfs はどのようにしてシステム上に存在するデバイスを知るのか、そしてどのデバイス番号を用いるべきなのか。そこが知りたいところです。カーネルに組み込まれて構築されたドライバーの場合は、対象のオブジェクトをカーネルが検出し、そのオブジェクトを sysfs (内部的には devtmpfs) に登録します。モジュールとしてコンパイルされたドライバーの場合は、そのモジュールがロードされたときに登録されます。sysfs ファイルシステムが (/sys に) マウントされると、ドライバーによって sysfs に登録されたデータは、ユーザー空間のプロセスと（デバイスノードの修正を含む）さまざまな処理を行う udevd にて利用可能となります。

#### 9.3.2.2. デバイスノードの生成

デバイスファイルはカーネルによって、devtmpfs ファイルシステム内に作り出されます。デバイスノードを登録しようとするドライバーは（デバイスコア経由で）devtmpfs を通じて登録を行います。devtmpfs のインスタンスが /dev 上にマウントされると、デバイスノードには固定的な名称、パーミッション、所有者の情報とともに名前空間が公開されます。

この後にカーネルは udevd に対して uevent を送信します。udevd は、/etc/udev/rules.d, /usr/lib/udev/rules.d, /run/udev/rules.d の各ディレクトリ内にあるファイルの設定ルールに従って、デバイスノードに対するシンボリックリンクを生成したり、パーミッション、所有者、グループの情報を変更したり、内部的な udevd データベースの項目を修正したりします。

上の三つのディレクトリ内にて指定されるルールは番号づけされており、三つのディレクトリの内容は一つにまとめられます。デバイスノードの生成時に udevd がそのルールを見つけ出せなかった時は、devtmpfs が利用される際の初期のパーミッションと所有者の情報のままとなります。

#### 9.3.2.3. モジュールのロード

モジュールとしてコンパイルされたデバイスドライバーの場合、デバイス名の別名が作り出されています。その別名は modinfo プログラムを使えば確認することができます。そしてこの別名は、モジュールがサポートするバス固有の識別子に関連づけられます。例えば snd-fm801 ドライバーは、ベンダーID 0x1319 とデバイスID 0x0801 の

PCI ドライバーをサポートします。そして `pci:v00001319d00000801sv*sd*bc04sc01i*` というエイリアスがあります。たいていのデバイスでは、`sysfs` を通じてドライバーがデバイスを扱うものであり、ドライバーのエイリアスをバスドライバーが提供します。`/sys/bus/pci/devices/0000:00:0d.0/modalias` ファイルならば `pci:v00001319d00000801sv00001319sd00001319bc04sc01i00` という文字列を含んでいるはずです。`udev` が提供するデフォルトの生成規則によって `udevd` から `/sbin/modprobe` が呼び出されることになり、その際には `uevent` に関する環境変数 `MODALIAS` の設定内容が利用されます。（この環境変数の内容は `sysfs` 内の `modalias` ファイルの内容と同じはずです。）そしてワイルドカードが指定されているならそれが展開された上で、エイリアス文字列に合致するモジュールがすべてロードされることになります。

上の例で `forte` ドライバーがあったとすると、`snd-fm801` の他にそれもロードされてしまいます。これは古いものでありロードされて欲しくないものです。不要なドライバーのロードを防ぐ方法については後述しているので参照してください。

カーネルは、ネットワークプロトコル、ファイルシステム、NLS サポートといった各種モジュールも、要求に応じてロードすることもできます。

### 9.3.2.4. ホットプラグ可能な/ダイナミックなデバイスの扱い

USB (Universal Serial Bus) で MP3 プレイヤーを接続しているような場合、カーネルは現在そのデバイスが接続されているということを認識しており、`uevent` が生成済の状態にあります。その `uevent` は上で述べたように `udevd` が取り扱うことになります。

## 9.3.3. モジュールロードとデバイス生成の問題

自動的にデバイスが生成される際には、いくつか問題が発生します。

### 9.3.3.1. カーネルモジュールが自動的にロードされない問題

`udev` がモジュールをロードできるためには、バス固有のエイリアスがあって、バスドライバーが `sysfs` に対して適切なエイリアスを提供していることが必要です。そうでない場合は、別の手段を通じてモジュールのロードを仕組まなければなりません。Linux-6.18.10においての `udev` は、INPUT、IDE、PCI、USB、SCSI、SERIO、FireWire の各デバイスに対するドライバーをロードします。それらのデバイスドライバーが適切に構築されているからです。

目的のデバイスドライバーが `udev` に対応しているかどうかは、`modinfo` コマンドに引数としてモジュール名を与えて実行します。`/sys/bus` ディレクトリ配下にあるそのデバイス用のディレクトリを見つけ出して、`modalias` ファイルが存在しているかどうかを覗くことで分かります。

`sysfs` に `modalias` ファイルが存在しているなら、そのドライバーはデバイスをサポートし、デバイスとの直接のやり取りが可能であることを表します。ただしエイリアスを持っていなければ、それはドライバーのバグです。その場合は `udev` に頼ることなくドライバーをロードするしかありません。そしてそのバグが解消されるのを待つしかありません。

`/sys/bus` ディレクトリ配下の対応するディレクトリ内に `modalias` ファイルがなかったら、これはカーネル開発者がそのバス形式に対する `modalias` のサポートをまだ行っていないことを意味します。Linux-6.18.10 では ISA バスがこれに該当します。最新のカーネルにて解消されることを願うしかありません。

`Udev` は `snd-pcm-oss` のような「ラッパー (wrapper)」ドライバーや `loop` のような、現実のハードウェアに対するものではないドライバーは、ロードすることができません。

### 9.3.3.2. カーネルモジュールが自動的にロードされず Udev もロードしようとしない問題

「ラッパー (wrapper)」モジュールが単に他のモジュールの機能を拡張するだけのものであるなら（例えば `snd-pcm-oss` は `snd-pcm` の機能拡張を行うもので、OSS アプリケーションに対してサウンドカードを利用可能なものにするだけのものであるため）`modprobe` の設定によってラッパーモジュールを先にロードし、その後でラップされるモジュールがロードされるようになります。これは以下のように、対応する `/etc/modprobe.d/<filename>.conf` ファイル内にて「`softdep`」の記述行を加えることで実現します。

```
softdep snd-pcm post: snd-pcm-oss
```

「`softdep`」コマンドは `pre:` を付与することもでき、あるいは `pre:` と `post:` の双方を付与することもできます。その記述方法や機能に関する詳細は `man` ページ `modprobe.d(5)` を参照してください。

問題のモジュールがラッパーモジュールではなく、単独で利用できるものであれば、`modules` ブートスクリプトを編集して、システム起動時にこのモジュールがロードされるようにします。これは `/etc/sysconfig/modules` ファイルにて、そのモジュール名を単独の行に記述することで実現します。この方法はラッパーモジュールに対しても動作しますが、この場合は次善策となります。

### 9.3.3.3. Udev が不必要的モジュールをロードする問題

不必要的モジュールはこれをビルドしないことにするか、あるいは `/etc/modprobe.d/blacklist.conf` ファイルにブラックリスト (blacklist) として登録してください。例えば `forte` モジュールをブラックリストに登録するには以下のようにします。

```
blacklist forte
```

ブラックリストに登録されたモジュールは `modprobe` コマンドを使えば手動でロードすることもできます。

### 9.3.3.4. Udev が不正なデバイスを生成する、または誤ったシンボリックリンクを生成する問題

デバイス生成規則が意図したデバイスに合致していないと、この状況が往々にして起こります。例えば生成規則の記述が不十分であった場合、SCSI ディスク（本来望んでいるデバイス）と、それに対応づいたものとしてベンダーが提供する SCSI ジェネリックデバイス（これは誤ったデバイス）の両方に生成規則が合致してしまいます。記述されている生成規則を探し出して正確に記述してください。その際には `udevadm info` コマンドを使って情報を確認してください。

### 9.3.3.5. Udev 規則が不審な動きをする問題

この問題は、一つ前に示したもののが別の症状となって現れたものかもしれません。そのような理由でなく、生成規則が正しく `sysfs` の属性を利用しているのであれば、それはカーネルの処理タイミングに関わる問題であって、カーネルを修正すべきものです。今の時点では、該当する `sysfs` の属性の利用を待ち受けるような生成規則を生成し、`/etc/udev/rules.d/10-wait_for_sysfs.rules` ファイルにそれを追加することで対処できます。（`/etc/udev/rules.d/10-wait_for_sysfs.rules` ファイルがなければ新規に生成します。）もしこれを実施してうまくいった場合は LFS 開発メーリングリストにお知らせください。

### 9.3.3.6. Udev がデバイスを生成しない問題

ここでは以下のことを前提としています。まずドライバーがカーネル内に組み入れられて構築されているか、あるいは既にモジュールとしてロードされていること。そして udev が間違った名前のデバイスを生成していないことです。

カーネルドライバーがそのデータを `sysfs` にエクスポートしていない場合、udev はデバイスノード生成に必要な情報を得ていません。これはカーネルツリーの外に配置されるサードパーティ製のドライバーであれば当たり前のことです。したがって `/usr/lib/udev/devices` において、適切なメジャー、マイナーファイル番号を用いた静的なデバイスノードを生成してください。（カーネルのドキュメント `devices.txt` またはサードパーティベンダーが提供するドキュメントを参照してください。）この静的デバイスノードは、udev によって `/dev` にコピーされます。

### 9.3.3.7. 再起動後にデバイスの命名順がランダムに変わってしまう問題

これは udev の設計仕様に従って発生するもので、uevent の扱いとモジュールのロードが平行して行われるためです。このために命名順が予期できないものになります。これを「固定的に」することはできません。ですからカーネルがデバイス名を固定的に定めるようなことを求めるのではなく、シンボリックリンクを用いた独自の生成規則を作り出して、そのデバイスの固定的な属性を用いた固定的な名前を用いる方法を取ります。固定的な属性とは例えば、udev によってインストールされるさまざまの `*_id` という名のユーティリティが出力するシリアル番号などです。設定例については「デバイスの管理」や「全般的なネットワークの設定」を参照してください。

## 9.3.4. 参考情報

さらに参考になるドキュメントが以下のサイトにあります：

- `devfs` のユーザー空間での実装方法 [http://www.kroah.com/linux/talks/ols\\_2003\\_udev\\_paper/Reprint-Kroah-Hartman-OLS2003.pdf](http://www.kroah.com/linux/talks/ols_2003_udev_paper/Reprint-Kroah-Hartman-OLS2003.pdf)
- `sysfs` ファイルシステム <https://www.kernel.org/pub/linux/kernel/people/mochel/doc/papers/ols-2005/mochel.pdf>

## 9.4. デバイスの管理

### 9.4.1. ネットワークデバイス

Udev はデフォルトにおいて、ネットワークデバイスの名前づけを、ファームウェア/BIOS データや物理的特性、つまりバス、スロット、MAC アドレスに基づいて取り決めます。このような命名規則とする目的は、複数のネットワークデバイスの命名を正確に行うためであり、検出した順番に命名するようになります。かつての古いバージョンの Linux の場合に、たとえば Intel 製と Realtek 製の 2 つのネットワークカードを持つコンピューターにおいて、Intel 製が `eth0`、Realtek 製が `eth1` となつたとします。システムを再起動した際には、番号割り振りが逆転することもあります。

新たな命名スキーマでは、ネットワークデバイス名が例えば `enp5s0` や `wlp3s0` といったものになります。もしこの命名規則を望まない場合は、従来の命名規則とすることもできます。またはカスタムスキーマを定義することもできます。

#### 9.4.1.1. カーネルコマンドラインによる持続的命名の回避

従来の命名スキーマ、例えば `eth0`、`eth1` といったものは、カーネルコマンドラインに `net.ifnames=0` を加えることで利用できます。この設定は、イーサネットデバイスをただ一つしか持たないシステムでは適正なものとなります。一方ノート PC には、たいていは `eth0` と `wlan0` といった 2 つのイーサネット接続があります。上に示した方法は、ノート PC に対しても適用できます。カーネルコマンドラインは GRUB の設定ファイルにて設定できます。詳しくは「GRUB 設定ファイルの生成」を参照してください。

#### 9.4.1.2. Udev カスタムルールの生成

命名スキーマは udev カスタムルールを生成することによってカスタマイズが可能です。Udev には初期ルールを生成するスクリプトが含まれています。このルールを生成するには以下を実行します。

```
bash /usr/lib/udev/init-net-rules.sh
```

そして `/etc/udev/rules.d/70-persistent-net.rules` ファイルを参照し、どういった名前によりネットワークデバイスが定められているかを確認します。

```
cat /etc/udev/rules.d/70-persistent-net.rules
```



#### 注記

ネットワークカードに対して手動で MAC アドレスを割り当てた場合、あるいは Qemu や Xen のような仮想環境における場合においては、ネットワークルールファイルが生成されないことがあります。これはアドレスの割り当てが確定されないためです。こういった場合は本方法を利用することはできません。

このファイルの先頭にはコメントが数行あり、続いてそれぞれの NIC に対する行があります。NIC ごとの記述では一行めがコメントで、そのハードウェア ID が記されています。（PCI カードである場合、PCI ベンダとデバイス ID が記述されます。）また（ドライバーが検出できている場合にはカッコ書きで）ドライバーナーも示されます。ハードウェア ID もドライバーナーも、インターフェースに対して与えられる名称とは無関係で、単に分かりやすくするために記されているにすぎません。二行めは udev ルールであり、その NIC を定め、名称を割り当てる記述です。

udev ルールはいくつかのキーワードで構成され、それぞれがカンマで区切られるか、場合によっては空白文字で区切られています。このキーワードとその内容は以下のようになります。

- `SUBSYSTEM=="net"` - ネットワークカードではないデバイスは無視することを指示します。
- `ACTION=="add"` - uevent の add イベントではないものは無視することを指示します。（uevent の "remove" イベントや "change" イベントも発生しますが、これらはネットワークインターフェースの名前を変更するものではありません。）
- `DRIVERS=="?*"` - udev に対して VLAN やブリッジサブインターフェース (bridge sub-interfaces) を無視することを指示します。（サブインターフェースにはドライバーがないためです。）サブインターフェースに名前が割り当てられたとすると、親デバイスの名前と衝突してしまうため、サブインターフェースの名前割り当てはスキップされます。
- `ATTR{address}` - このキーワードの値は NIC の MAC アドレスを表します。
- `ATTR{type}=="1"` - 特定のワイヤレスドライバーでは複数の仮想インターフェースが生成されますが、そのうちの主となるインターフェースにのみルールが合致するようにします。二つめ以降のインターフェースに対する処理は、VLAN やブリッジサブインターフェースがスキップされるのと同じくスキップされます。名前割り当てが行われてしまうと名前衝突を起こすためです。
- `NAME` - udev がインターフェースに対して割り当てる名前をキーワードの値として指定します。

`NAME` に定義される値が重要です。どのネットワークカードにどんな名前が割り当てられているかをよく確認してください。そしてネットワーク設定ファイルを生成する際には `NAME` に定義されている名称を利用してください。

たとえカスタムルールファイルを生成していても、udev は NIC に対して、その物理的特性からいくつかの名前を割り振るかもしれません。仮にカスタム udev ルールが定めた NIC 名が、他の NIC に割り当てられた別名と同じものに割り当てられた場合、その udev ルールは失敗します。この問題が発生する場合には、設定ファイル `/etc/udev/network/99-default.link` を生成して、空の別名割り当てポリシーを設定することで、デフォルトの設定である `/usr/lib/udev/network/99-default.link` を上書きするようにします。

```
sed -e '/^AlternativeNamesPolicy/s/=.*$/=/' \
    /usr/lib/udev/network/99-default.link \
> /etc/udev/network/99-default.link
```

## 9.4.2. CD-ROM のシンボリックリンク

後にインストールしていくソフトウェア（例えばメディアプレーヤーなど）では、`/dev/cdrom` や `/dev/dvd` といったシンボリックリンクを必要とするものがあります。これらはそれぞれ CD-ROM、DVD-ROM を指し示しています。こういったシンボリックリンクは `/etc/fstab` ファイルに設定しておくのが便利です。Udev が提供するスクリプトファイルで、ルールファイル (`rules files`) を生成するものがあります。そのルールファイルは、各デバイスの性能に応じてシンボリックファイルを構成します。もっともこのスクリプトファイルを利用する際には、二つ存在する動作モードのいずれを用いるかを決めなければなりません。

一つは「パス (by-path)」モードです。これは USB デバイスやファームウェアデバイスに対してデフォルトで利用されます。これによって作り出されるルールは CD や DVD デバイスに対して物理パスが用いられます。二つめは「ID (by-id)」モードです。デフォルトで IDE や SCSI デバイスに利用されます。このモードで作り出されるルールは CD や DVD デバイス自身が持つ識別文字列が用いられます。パスは udev の `path_id` スクリプトによって決定します。一方、識別文字列は `ata_id` プログラムまたは `scsi_id` プログラムによってハードウェアから読み出されます。`ata_id`、`scsi_id` のいずれであるかは、そのデバイスによって決まります。

二つの方法にはそれぞれに利点があります。どちらの方法が適切であるかは、デバイスがどのように変更されるかによります。デバイスに対する物理パス（そのデバイスが接続しているポートやスロット）を変更したい場合、例えば IDE ポートや USB コネクタを切り替えたいような場合、「ID (by-id)」モードを使うべきです。一方、デバイスの識別文字列を変えたい場合、つまりデバイスが故障したために、新しいデバイスを同一コネクタに接続しようとする場合は、「パス (by-path)」モードを使うべきです。

いずれの変更の可能性もあるならば、より変更の可能性の高いケースに従ってモードを選ぶべきです。

### 重要

外部接続のデバイス（例えば USB 接続の CD ドライブなど）はパス (by-path) モードを用いるべきではありません。そのようなデバイスは接続するたびに外部ポートが新しくなり、物理パスが変わってしまうためです。こういった外部接続のデバイスを物理パスで認識させ udev ルールを構成した場合は、あらゆるデバイスがこの問題を抱えることになります。これは CD や DVD ドライブだけに限った話ではありません。

udev スクリプトが利用しているキーの値を確認したい場合は `/sys` ディレクトリ配下を確認します。例えば CD-ROM デバイスについては `/sys/block/hdd` を確認します。そして以下のようなコマンドを実行します。

```
udevadm test /sys/block/hdd
```

出力結果には `*_id` というプログラム名を示した行がたくさん表示されます。「ID (by-id)」モードは `ID_SERIAL` 値が存在して空でなければこれを利用します。そうでない時は `ID_MODEL` と `ID_REVISION` を利用します。「パス (by-path)」モードは `ID_PATH` の値を利用します。

デフォルトモードが利用状況に合わない場合は、`/etc/udev/rules.d/83-cdrom-symlinks.rules` ファイルに対して以下のように修正を行います。`mode` の部分は「by-id」か「by-path」に置き換えます。

```
sed -e 's/"write_cd_rules"/"write_cd_rules mode"/' \
-i /etc/udev/rules.d/83-cdrom-symlinks.rules
```

ここでルールファイルやシンボリックリンクを作成する必要はありません。この時点ではホストの `/dev` ディレクトリに対して LFS システムに向けてのバインドマウント (bind-mounted) を行っており、ホスト上にシンボリックリンクが存在していると仮定しているからです。ルールファイルとシンボリックリンクは LFS システムを初めてブートした時に生成されます。

もっとも CD-ROM デバイスが複数あると、ブート時に生成されるシンボリックリンクが、ホスト利用時に指し示されていたものとは異なる場合が発生します。デバイスの検出順は予測できないものだからです。LFS システムを初めて起動した時の割り当ては、たぶん固定的に行われるはずです。つまりこのことは、ホストシステムと LFS システムの双方で、シンボリックリンクが同じデバイスを指し示すことが必要である場合にのみ問題となります。これが必要であるなら、生成されている `/etc/udev/rules.d/70-persistent-cd.rules` ファイルを起動後に調査して（おそらくは編集して）割り当てられたシンボリックリンクが望むものになっているかどうかを確認してください。

## 9.4.3. 重複するデバイスの取り扱い方

「デバイスとモジュールの扱いについて」で説明したように、`/dev` 内に同一機能を有するデバイスがあったとすると、その検出順は本質的にランダムです。例えば USB 接続のウェブカメラと TV チューナーがあったとして、`/dev/video0` がウェブカメラを、また `/dev/video1` がチューナーをそれぞれ参照していたとしても、システム起動後はその順が変わることがあります。サウンドカードやネットワークカードを除いた他のハードウェアであれば、udev ルールを適切に記述することで、固定的なシンボリックリンクを作り出すことができます。ネットワークカードについては、別途「全般的なネットワークの設定」にて説明しています。またサウンドカードの設定方法は BLFS にて説明しています。

利用しているデバイスに上の問題の可能性がある場合（お使いの Linux ディストリビューションではそのような問題がなかったとしても）/sys/class ディレクトリや /sys/block ディレクトリ配下にある対応ディレクトリを探してください。ビデオデバイスであれば /sys/class/video4linux/video0 といったディレクトリです。そしてそのデバイスを一意に特定する識別情報を確認してください。（通常はベンダー名、プロダクトID、シリアル番号などです。）

```
udevadm info -a -p /sys/class/video4linux/video0
```

シンボリックリンクを生成するルールを作ります。

```
cat > /etc/udev/rules.d/83-duplicate_devs.rules << "EOF"

# Persistent symlinks for webcam and tuner
KERNEL=="video*", ATTRS{idProduct}=="1910", ATTRS{idVendor}=="0d81", SYMLINK+="webcam"
KERNEL=="video*", ATTRS{device}=="0x036f", ATTRS{vendor}=="0x109e", SYMLINK+="tvtuner"

EOF
```

こうしたとしても /dev/video0 と /dev/video1 はチューナーとウェブカメラのいずれかをランダムに指示することに変わりありません。（したがって直接このデバイス名を使ってはなりません。）しかしシンボリックリンク /dev/tvtuner と /dev/webcam は常に正しいデバイスを指示すようになります。

## 9.5. 全般的なネットワークの設定

### 9.5.1. ネットワークインターフェースに対する設定ファイルの生成

/etc/sysconfig/ ディレクトリ配下のファイルは、どのネットワークインターフェースがネットワークスクリプトにより起動、停止されるかを取り決めます。このディレクトリには、設定を行ないたい各ネットワークインターフェースに対するファイル ifconfig.xyz を準備します。「xyz」はネットワークカードを指します。通常はインターフェース名（例えばeth0）を用います。そして各ファイルには、1つのネットワークインターフェースの属性、つまり IP アドレスやサブネットマスクなどを定義します。ファイルベース名は ifconfig とします。

#### 注記

前節に示した手順を実施しなかった場合、udev は、システムの物理的な特性に従った enp2s1 などのような名称をネットワークカードインターフェースに割り当てます。インターフェース名がよく分からない場合は、システム起動した後に ip link または ls /sys/class/net を実行すれば確認できます。

インターフェース名は、システム上で起動している udev デーモンの実装や設定に依存します。LFS における udev デーモン（「Systemd-259.1 から取り出した Udev」においてインストール）は、LFS システムを起動させるまでは動作しません。したがってホストディストリビューションにおいて各コマンドを実行しても、LFS 上において用いられるインターフェース名が何であるのかは特定できません。それは chroot 環境内においても同じことです。

以下のコマンドは、eth0 デバイスに対して固定 IP アドレスを設定するファイルを生成する例です。

```
cd /etc/sysconfig/
cat > ifconfig.eth0 << "EOF"
ONBOOT=yes
IFACE=eth0
SERVICE=ipv4-static
IP=192.168.1.2
GATEWAY=192.168.1.1
PREFIX=24
BROADCAST=192.168.1.255
EOF
```

イタリックで示す変数の値は、各ファイルごとにインターフェースが起動するように適切に設定してください。

ONBOOT 変数を yes に設定した場合、システム起動時に System V ネットワークスクリプトがネットワークインターフェースカード (network interface card; NIC) を起動します。yes 以外に設定すると、ネットワークスクリプトから NIC は無視され、NIC が自動的に起動することはなくなります。ネットワークインターフェースは ifup や ifdown といったコマンドを使って、起動や停止を行うことができます。

IFACE 変数は、インターフェース名を定義します。例えば eth0 といったものです。これはネットワークデバイスの設定を行うすべてのファイルにて必要な定義です。ファイル拡張子もこの設定に合わせます。

SERVICE 変数はIP アドレスの取得方法を指定します。 LFS-ブートスクリプトは IP アドレス割り当て方法をモジュール化しています。そして /lib/services/ ディレクトリに追加でファイルを生成すれば、他の IP アドレス割り当て方法をとることもできます。通常は DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) において利用されるものです。これについては BLFS ブックにて説明しています。

GATEWAY 変数は、デフォルトゲートウェイが存在するならその IP アドレスを指定します。存在しない場合は、の変数設定を行っている一行をコメントにします。

PREFIX 変数はサブネットマスクにて用いられるビット数を指定します。IP アドレスの各セグメントは 8 ビットで構成されます。例えばサブネットマスクが 255.255.255.0 である場合、ネットワーク番号 (network number) を特定するには最初の 3 つのセグメント (24ビット) が用いられることを意味します。もし 255.255.255.240 であれば、サブネットは最初の 28 ビットということになります。24 ビットを超えるプレフィックスは、通常は DSL やケーブルを用いたインターネットサービスプロバイダー (Internet Service Provider; ISP) がよく利用しています。上の例 (PREFIX=24) では、サブネットマスクは 255.255.255.0 となります。PREFIX 変数の値は、ネットワーク環境に応じて変更してください。これが省略された場合は、デフォルトの 24 が用いられます。

より詳しくは ifup の man ページを参照してください。

## 9.5.2. /etc/resolv.conf ファイルの生成

インターネットドメイン名を IP アドレスに、あるいはその逆の変換を行なうには、ドメイン名サービス (domain name service; DNS) による名前解決を必要とします。これを行うには ISP やネットワーク管理者が指定する DNS サーバーの割り振り IP アドレスを /etc/resolv.conf ファイルに設定します。以下のコマンドによりこのファイルを生成します。

```
cat > /etc/resolv.conf << "EOF"
# Begin /etc/resolv.conf

domain <Your Domain Name>
nameserver <IP address of your primary nameserver>
nameserver <IP address of your secondary nameserver>

# End /etc/resolv.conf
EOF
```

domain ステートメントは省略するか、search ステートメントで代用することが可能ですが。詳しくは resolv.conf の man ページを参照してください。

<IP address of the nameserver> (ネームサーバーの IP アドレス) の部分には、DNS が割り振る適切な IP アドレスを記述します。IP アドレスの設定は複数行う場合もあります。(代替構成を必要とするなら二次サーバーを設けることでしょう。) 一つのサーバーのみで十分な場合は、二つめの nameserver の行は削除します。ローカルネットワークにおいてはルーターの IP アドレスを設定することになるでしょう。



### 注記

Google Public IPv4 DNS アドレスは 8.8.8.8 と 8.8.4.4 です。

## 9.5.3. ホスト名の設定

システム起動時には /etc/hostname が参照されてシステムのホスト名が決定されます。

以下のコマンドを実行することで /etc/hostname ファイルを生成するとともに、ホスト名を設定します。

```
echo "<lfs>" > /etc/hostname
```

<lfs> の部分は、各システムにおいて定めたい名称に置き換えてください。ここでは完全修飾ドメイン名 (Fully Qualified Domain Name; FQDN) は指定しないでください。その情報は /etc/hosts ファイルにて行います。

## 9.5.4. /etc/hosts ファイルの設定

完全修飾ドメイン名 (Fully Qualified Domain Name; FQDN)、エイリアスの各設定を /etc/hosts ファイルにて行います。固定 IP アドレスを利用する場合は、その IP アドレスも定めることが必要です。その文法は以下のようになります。

```
IP_address myhost.example.org aliases
```

インターネットに公開されていないコンピューターである場合（つまり登録ドメインであったり、あらかじめ IP アドレスが割り当てられていたりする場合。普通のユーザーはこれを持ちません。）IP アドレスはプライベートネットワーク IP アドレスの範囲で指定します。以下がそのアドレス範囲です。

Private Network Address Range	Normal Prefix
10.0.0.1 - 10.255.255.254	8
172.x.0.1 - 172.x.255.254	16
192.168.y.1 - 192.168.y.254	24

x は 16 から 31、y は 0 から 255 の範囲の数値です。

IP アドレスの例は 192.168.1.2 となります。

インターネット上にコンピューターを公開しようとする場合、正しい FQDN はドメイン名そのものか、あるいはプレフィックス（たいていはホスト名）とドメイン名を「.」でつなげて記述します。そしてドメインプロバイダーに問い合わせて、FQDN を公開 IP アドレスとして解決する必要があります。

インターネット上にコンピューターが公開されていない場合であっても、特定のプログラム、たとえば MTA などにおいては、正常な処理が行われるよう FQDN が必要になります。特別な FQDN localhost.localdomain は、その目的で利用されます。

以下のようにして /etc/hosts ファイルを生成します。

```
cat > /etc/hosts << "EOF"
# Begin /etc/hosts

127.0.0.1 localhost.localdomain localhost
127.0.1.1 <FQDN> <HOSTNAME>
<192.168.1.2> <FQDN> <HOSTNAME> [alias1] [alias2 ...]
::1      localhost ip6-localhost ip6-loopback
ff02::1  ip6-allnodes
ff02::2  ip6-allrouters

# End /etc/hosts
EOF
```

<192.168.1.2>, <FQDN>, <HOSTNAME.example.org> の部分は利用状況に応じて書き換えてください。（ネットワーク管理者から IP アドレスを指定されている場合や、既存のネットワーク環境に接続する場合など。）エイリアスの記述は省略しても構いません。

## 9.6. System V ブートスクリプトの利用と設定

### 9.6.1. System V ブートスクリプトはどのようにして動くのか

本バージョンの LFS では SysVinit という特別なブート機能を利用しておらず、ランレベル（run-levels）という考え方に基づいています。ブート処理はシステムによって大きく異なります。つまり特定の Linux ディストリビューションにおける 1 つの処理方法がうまく動作しているからといって、LFS においても全く同じように動くわけではありません。

LFS では独自の方法でこれを取り入れることにします。ただし標準として受け入れられるような方法を取ります。

ブート処理の別方法として systemd があります。ここではブート処理に関して、これ以上のことを述べません。詳しくは <https://www.linux.com/training-tutorials/understanding-and-using-systemd/> を参照してください。

SysVinit（これ以降は「init」と表現します）はランレベルという仕組みを利用しています。ランレベルには 7 つのレベル、0 から 6 があります。（実際にはランレベルはそれ以上あるのですが、特殊な場合であって普通は利用されません。詳しくは init(8) を参照してください。）各レベルは、コンピューターの起動時や終了時における処理動作に対応づいており、デフォルトのランレベルは 3 となっています。LFS において実装されるランレベルの詳細を以下に説明します。

- 0: コンピューターの停止
- 1: シングルユーザーモード
- 2: 拡張用として予約されています。拡張がなければ 3 と同じです。
- 3: マルチユーザーモード、ネットワークあり
- 4: 拡張用として予約されています。拡張がなければ 3 と同じです。
- 5: 4 と同様。通常（GNOME の gdm や LXDE の lxdm のような）GUI ログインに用いられます。
- 6: コンピューターの再起動



## 注記

従来より、上のランレベル 2 は「ネットワークなしにおけるマルチユーザーモード」として定義されていました。ただしこれは相当以前の話として、シリアルポートを介して複数ユーザーがシステムにログインするケースだけを表しています。今日のコンピューター環境においてこれは意味をなしません。そこでここでは「拡張用の予約」としています。

### 9.6.2. SysVinit の設定

カーネルの初期化にあたって最初に起動するプログラムは（コマンドラインから指定されていなければ） init です。このプログラムは初期設定ファイル /etc/inittab を読み込みます。そのファイルは以下のようにして生成します。

```
cat > /etc/inittab << "EOF"
# Begin /etc/inittab

id:3:initdefault:

si::sysinit:/etc/rc.d/init.d/rc S

10:0:wait:/etc/rc.d/init.d/rc 0
11:S1:wait:/etc/rc.d/init.d/rc 1
12:2:wait:/etc/rc.d/init.d/rc 2
13:3:wait:/etc/rc.d/init.d/rc 3
14:4:wait:/etc/rc.d/init.d/rc 4
15:5:wait:/etc/rc.d/init.d/rc 5
16:6:wait:/etc/rc.d/init.d/rc 6

ca:12345:ctrlaltdel:/sbin/shutdown -t1 -a -r now

su:S06:once:/sbin/sulogin
s1:1:respawn:/sbin/sulogin

1:2345:respawn:/sbin/agetty --noclear tty1 9600
2:2345:respawn:/sbin/agetty tty2 9600
3:2345:respawn:/sbin/agetty tty3 9600
4:2345:respawn:/sbin/agetty tty4 9600
5:2345:respawn:/sbin/agetty tty5 9600
6:2345:respawn:/sbin/agetty tty6 9600

# End /etc/inittab
EOF
```

この初期化ファイルに関することは inittab の man ページにて説明されています。LFS において重要なコマンドは rc です。初期化ファイルは rc コマンドに対してスクリプトの実行を指示します。実行されるスクリプトは /etc/rc.d/rcS.d ディレクトリにて S で始まるスクリプトです。そしてその後に /etc/rc.d/rc?.d ディレクトリにて、同じく S で始まるスクリプトも実行されます。ここで ? は、初期化を行う際の数値を示します。

扱いやすさを考慮して、rc スクリプトは /lib/lsb/init-functions ディレクトリにあるライブラリ群を読み込む形にしています。このライブラリは、さらにオプションで設定ファイル /etc/sysconfig/rc.site を読み込みます。本節以降に説明している、各種の設定パラメーターは、上のファイルにて設定することもできます。上のファイルは、システム上のパラメーターを1つのファイルに集約して設定できるようになっています。

デバッグがしやすいように、各ライブラリの関数スクリプトは、すべて /run/var/bootlog にログを出力するようになっています。/run ディレクトリは tmpfs であることから、/run/var/bootlog ファイルはブート前後にて恒常的なファイルではありません。ただしブート処理の最後には、恒常的なファイルである /var/log/boot.log に情報が 출력されます。

#### 9.6.2.1. ランレベルの変更

ランレベルを変更するには init <runlevel> を実行します。<runlevel> はランレベルを示す数字です。例えばコンピューターを再起動するには init 6 コマンドを実行します。これは reboot コマンドのエイリアスとなっています。同様に init 0 は halt のエイリアスです。

/etc/rc.d ディレクトリの配下には複数のサブディレクトリがあります。 そのディレクトリ名は rc?.d のようになっています。 (?) はランレベルの数字を表します。) また rcS.d というサブディレクトリもあります。 それらサブディレクトリ内には数多くのシンボリックリンクがあります。 シンボリックリンクの先頭一文字には K や S が用いられ、続いて二桁の数値文字がつけられています。 K はサービスの停止 (kill)、S はサービスの起動 (start) を意味します。 二桁の数字はスクリプトの起動順を定めるもので、00 から 99 までが割振られ、小さな数字から順に実行されます。 init コマンドによってランレベルが変更される時は、そのランレベルに応じて必要なサービスが起動するか停止することになります。

スクリプトファイルは /etc/rc.d/init.d ディレクトリにあります。 実際の処理はここにあるファイルが用いられます。 これらに対してはシンボリックリンクが用意されています。 サービスの起動 (S で始まる) と停止 (K で始まる) を行うシンボリックリンクは /etc/rc.d/init.d ディレクトリにあるスクリプトを指し示しています。 このようにしているのは、各スクリプトが start、stop、restart、reload、status といったさまざまなパラメーターにより呼び出されるためです。 K の名前を持つシンボリックリンクが起動されるということは stop パラメーターをつけて該当するスクリプトが実行されるということです。 同様に S の名前を持つシンボリックリンクが起動されるということは start パラメーターをつけて呼び出されるということになります。

スクリプトに対するパラメーターは以下のとおりです。

`start`

サービスを起動します。

`stop`

サービスを停止します。

`restart`

サービスをいったん停止し再起動します。

`reload`

サービスの設定ファイルを更新します。 設定ファイルが変更されたものの、サービスの再起動は必要ではない場合に利用します。

`status`

サービスがどの PID 値で動いているかを表示します。

ブート機能を動作させる方法は自由に取り決めて設定して構いません。 このシステムはつまるところあなた自身のシステムだからです。 上に示したファイル類はブート機能を定めた一例に過ぎません。

### 9.6.3. Udev ブートスクリプト

初期起動スクリプト /etc/rc.d/init.d/udev は udevd を起動し、カーネルにより既に生成されている ”コールドプラグ” のデバイスをすべて稼動させます。 そしてすべてのルールが起動完了するのを待ちます。 このスクリプトは /sbin/hotplug のデフォルトから uevent ハンドラーを取り除きます。 この時点でカーネルは、他の実行モジュールを呼び出す必要がないからです。 そのかわりに、udevdは、カーネルが起動する uevent をネットリンクソケット (netlink socket) 上で待ち受けます。

/etc/rc.d/init.d/udev\_retry スクリプトは、サブシステムに対するイベントの再起動を行ないます。 そのサブシステムとはファイルシステムに依存するもので、mountfs が実行されるまでマウントされません。(特に /usr や /var がこれに該当します。) mountfs スクリプトの後にこのスクリプトが実行されるので、(イベントが再起動されるものであれば) 二度目には成功します。 このスクリプトは /etc/sysconfig/udev\_retry ファイルにより設定が可能で、コメントを除く記述項目はすべてサブシステム名を表わし、二度目の起動時のリトライ対象となります。(デバイスのサブシステムを知るには udevadm info --attribute-walk <device> を実行します。 ここで <device> は、/dev や /sys から始まる絶対パスであり /dev/sr0 や /sys/class/rtc などを表します。)

カーネルモジュールのロードや udev に関しては 「モジュールのロード」 を参照してください。

### 9.6.4. システムクロックの設定

setclock スクリプトはハードウェアクロックから時刻を読み取ります。 ハードウェアクロックは BIOS クロック、あるいは CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) クロックとしても知られているものです。 ハードウェアクロックが UTC に設定されていると setclock スクリプトは /etc/localtime ファイルを参照して、ハードウェアクロックの示す時刻をローカル時刻に変換します。 /etc/localtime ファイルは hwclock プログラムに対して、ユーザーがどのタイムゾーンを利用するかを伝えます。 ハードウェアクロックが UTC に設定されているかどうかを知る方法はないので、手動で設定を行う必要があります。

setclock スクリプトは udev によって起動されます。 この時というのはブート時であり、カーネルがハードウェアを検出する時です。 停止パラメータを与えて手動でこのスクリプトを実行することもできます。 その場合 CMOS クロックに対してシステム時刻が保存されます。

ハードウェアクロックが UTC に設定されているかどうか忘れた場合は `hwclock --localtime --show` を実行すれば確認できます。このコマンドにより、ハードウェアクロックに基づいた現在時刻が表示されます。その時刻が手元の時計と同じ時刻であれば、ローカル時刻として設定されているわけです。一方それがローカル時刻でなかった場合は、おそらくは UTC に設定されているからでしょう。`hwclock` によって示された時刻からタイムゾーンに応じた一定時間を加減してみてください。例えばタイムゾーンが MST であった場合、これは GMT -0700 なので、7時間加えればローカル時刻となります。

ハードウェアクロックが UTC 時刻として設定されていない場合は、以下に示す変数 UTC の値を 0 (ゼロ) にしてください。

以下のコマンドを実行して `/etc/sysconfig/clock` ファイルを新規に作成します。

```
cat > /etc/sysconfig/clock << "EOF"
# Begin /etc/sysconfig/clock

UTC=1

# Set this to any options you might need to give to hwclock,
# such as machine hardware clock type for Alphas.
CLOCKPARAMS=

# End /etc/sysconfig/clock
EOF
```

LFSにおいて時刻の取り扱い方を示した分かりやすいヒントが <https://www.linuxfromscratch.org/hints/downloads/files/time.txt> にあります。そこではタイムゾーン、UTC、環境変数 TZ などについて説明しています。



## 注記

`CLOCKPARAMS` と UTC パラメーターは `/etc/sysconfig/rc.site` ファイルにて設定することもできます。

### 9.6.5. Linux コンソールの設定

この節ではブートスクリプト `console` の設定方法について説明します。このスクリプトはキーボードマップ、コンソールフォント、カーネルログレベルを設定します。非ASCII文字（例えば著作権、ポンド記号、ユーロ記号など）を使わず、キーボードが US 配列であるなら、本節は読み飛ばしてください。`console` ブートスクリプトの設定ファイルが存在しない場合（あるいはこれと同等の設定が `rc.site` ない場合）は、このスクリプトは何も行いません。

`console` スクリプトは、設定情報を `/etc/sysconfig/console` ファイルから読み込みます。まずは利用するキーボードマップとスクリーンフォントを定めます。さまざまな言語に応じた設定方法については <https://tldp.org/HOWTO/HOWTO-INDEX/other-lang.html> を参照してください。よく分からぬ場合は `/usr/share/keymaps` ディレクトリや `/usr/share/consolefonts` ディレクトリを見て、正しいキーマップとスクリーンフォントを探してください。マニュアルページ `loadkeys(1)` と `setfont(8)` を見て、これらのプログラムに対する適切な引数を決定してください。

`/etc/sysconfig/console` ファイルの各行には `VARIABLE=value` という記述を行います。そして変数には以下に示すものが利用可能です。

#### LOGLEVEL

この変数は、コンソールに出力されるカーネルメッセージのログレベルを指定するもので `dmesg -n` コマンドにより設定されます。有効な設定値は1(メッセージ出力なし)から8まであります。デフォルトは "7" です。かなり詳細な出力となっています。

#### KEYMAP

この変数は `loadkeys` プログラムに対する引数を指定します。このプログラムは `it` などのキーマップをロードします。この変数がセットされていない場合、ブートスクリプトは `loadkeys` プログラムを実行せず、デフォルトのカーネルキーマップが用いられます。キーマップによっては同一名に対して重複した定義を持つものもあります。(cz とその変形が qwerty/ と qwertz/ にあり、es は olpc/ と qwerty/ に、trf は fgGiod/ と qwerty/ にあります) こういった場合には、適切なキーマップがロードされるように、親ディレクトリを必ず指定する必要があります (qwerty/es など)。

#### KEYMAP\_CORRECTIONS

この変数は（あまり利用されませんが）`loadkeys` プログラムを二度目に呼び出す際の引数を指定します。普通のキーマップでは十分な設定にならない時の微調整を行うために利用します。例えばユーロ記号がキーマップの中に含まれておらずこれを付け加える場合には、この変数に対して `euro2` を設定します。

**FONT**

この変数は `setfont` プログラムへの引数を指定します。一般にこの変数にはフォント名、`-m`、アプリケーションキャラクターマップ (application character map) を順に指定します。例えばフォントとして「lat1-16」、アプリケーションキャラクターマップとして「8859-1」を指定する場合、この変数には `lat1-16 -m 8859-1` を設定します。（これは米国にて適切な設定となります。）UTF-8 モードの場合、カーネルは UTF-8 キーマップ内の 8 ビットキーコードを変換するためにアプリケーションキャラクターマップを利用します。したがって “`-m`” パラメータには、キーマップ内キーコードのエンコーディングを指定する必要があります。

**UNICODE**

コンソールを UTF-8 モードにするには、この変数を `1`, `yes`, `true` のいずれかに指定します。UTF-8 ベースのロケールであればこの設定を行います。そうでないロケールにおいて設定するのは不適切です。

**LEGACY\_CHARSET**

キーボードレイアウトの多くに対して、`Kbd` パッケージは標準的な Unicode キーマップを提供していません。この変数にて UTF-8 ではないキーマップのエンコーディングが指定されていたら `console` ブートスクリプトは利用可能な UTF-8 キーマップに変換します。

以下はいくつかの設定例です。

- 「システムロケールの設定」においては、Linux コンソールでの対話セッションのロケールは `C.UTF-8` を用いることにしていました。そこで `UNICODE` は `1` にする必要があります。`C.UTF-8` のもとでプログラムメッセージの全文字に対するグリフを持っているコンソールフォントと言えば、`Kbd` の中では `LatArCyrHeb*.psfu.gz`, `LatGrkCyr*.psfu.gz`, `Lat2-Terminus16.psfu.gz`, `pancyrilllic.f16.psfu.gz` です。これらは `/usr/share/consolefonts` にあります。（その他のコンソールフォントは、ユニコードの左右のクオーテーションマークや英語ダッシュなどのグリフが欠落しています。）したがってデフォルトのコンソールフォントとして、たとえば `Lat2-Terminus16` を設定します。

```
cat > /etc/sysconfig/console << "EOF"
# Begin /etc/sysconfig/console

UNICODE="1"
FONT="Lat2-Terminus16"

# End /etc/sysconfig/console
EOF
```

- Unicode を用いない設定では、普通は `KEYMAP` 変数と `FONT` 変数のみを定めます。例えばポーランド語の設定であれば以下のようになります。

```
cat > /etc/sysconfig/console << "EOF"
# Begin /etc/sysconfig/console

KEYMAP="pl2"
FONT="lat2a-16 -m 8859-2"

# End /etc/sysconfig/console
EOF
```

- 上で述べたように、普通のキーマップの設定に対して多少の修正を必要とする場合もあります。以下の例はドイツ語のキーマップにユーロ記号を加える例です。

```
cat > /etc/sysconfig/console << "EOF"
# Begin /etc/sysconfig/console

KEYMAP="de-latin1"
KEYMAP_CORRECTIONS="euro2"
FONT="lat0-16 -m 8859-15"
UNICODE="1"

# End /etc/sysconfig/console
EOF
```

- 以下は Unicode を用いたブルガリア語の設定例です。通常のキーマップが存在しているものと仮定しています。

```
cat > /etc/sysconfig/console << "EOF"
# Begin /etc/sysconfig/console

UNICODE="1"
KEYMAP="bg_bds-utf8"
FONT="LatArCyrHeb-16"

# End /etc/sysconfig/console
EOF
```

- 上の例においては 512 個のグリフを持つ LatArCyrHeb-16 フォントを利用しています。この場合、フレームバッファーを利用していなければ Linux コンソール上に鮮やかな色づけを行うことは出来なくなります。フレームバッファーがない状態で文字フォントを変更することなく色づけを適切に行いたい場合は、以下に示すように 256 個のグリフを持った、この言語に固有のフォントを用いる方法もあります。

```
cat > /etc/sysconfig/console << "EOF"
# Begin /etc/sysconfig/console

UNICODE="1"
KEYMAP="bg_bds-utf8"
FONT="cyr-sun16"

# End /etc/sysconfig/console
EOF
```

- 以下の例では ISO-8859-15 から UTF-8 へのキーマップ変換の自動化 (keymap autoconversion) を指定し、Unicode におけるデッドキー (dead keys) を有効にするものです。

```
cat > /etc/sysconfig/console << "EOF"
# Begin /etc/sysconfig/console

UNICODE="1"
KEYMAP="de-latin1"
KEYMAP_CORRECTIONS="euro2"
LEGACY_CHARSET="iso-8859-15"
FONT="LatArCyrHeb-16 -m 8859-15"

# End /etc/sysconfig/console
EOF
```

- キーマップにデッドキー (dead keys) を持つものがあります。そのキー自身は文字を意味するものではなく、次のキー入力による文字に対するアクセント記号をつける目的のものなどです。または複合的な入力規則を定義するもの、例えば「Ctrl+、A、E を入力することで Å を得るもの」があります。Linux-6.18.10 ではキーマップに応じてデッドキーや複合的な入力規則を解釈します。ただしこれが正しく動作するのは、元の文字がマルチバイトではない場合に限ります。このような欠点は西欧のキーマップでは問題にはなりません。アクセント記号なら、アクセント記号についていない ASCII 文字を使ったり、ASCII 文字を二つ使って工夫したりするからです。しかし UTF-8 モードでは問題になります。例えばギリシャ語にて α の文字の上にアクセント記号を付けたい場合が問題です。これを解決するには、一つには UTF-8 の利用を諦めることであり、もう一つは X ウィンドウシステムを使うことで、そのような入力処理の制約を解消することです。
- 中国語、日本語、韓国語などを利用する場合 Linux コンソールにはそれらの文字を表示できません。この言語を利用するユーザーは X ウィンドウシステムを使ってください。そこで用いるフォントは、必要となるコード範囲の文字を有しており、入力メソッドも用意されています。(例えば SCIM は数多くの言語入力をサポートしています。)



## 注記

/etc/sysconfig/console ファイルは Linux のテキストコンソール上の言語設定を行うだけです。X ウィンドウシステム、SSH セッション、シリアルコンソールでのキーボードレイアウトや端末フォントの設定とは無関係です。それらに対しては、上に列記した最後の二項目における制約は適用されません。

## 9.6.6. ブート時のファイル生成

ブート時にファイルを生成したいときがあります。 例えば `/tmp/.ICE-unix` ディレクトリが必要であったとします。 これは `/etc/sysconfig/createfiles` スクリプトに設定を行うことで実現できます。 このファイルの書式は、デフォルト設定ファイル内にコメントとして埋め込まれているので参照してください。

## 9.6.7. Sysklogd スクリプトの設定

`sysklogd` スクリプトは System V の一連の初期化に際して `syslogd` プログラムを起動します。 オプション `-m 0` により実行され、`syslogd` がデフォルトで 20分おきにログファイルに対して周期的にタイムスタンプを書き込む機能を無効にします。 この機能を有効にしたい場合は `/etc/sysconfig/rc.site` ファイルを新たに作るか既存のものを編集して、`SYSKLOGD_PARMS` 変数を必要な値に設定してください。 例えばすべてのパラメーターを無効にする場合は、変数値をヌル値とします。

```
SYSKLOGD_PARMS=
```

詳しくは `man syslogd` を入力して `man` ページを参照してください。

## 9.6.8. rc.site ファイル

オプションファイル `/etc/sysconfig/rc.site` は、System V の各ブートスクリプトにて自動的に設定される内容を含んでいます。 `/etc/sysconfig/` ディレクトリにおける `hostname`, `console`, `clock` の各ファイルにて値の設定を行うこともできます。 関係する変数が、これらのファイルと `rc.site` の双方に存在する場合、スクリプトにて指定されたファイル内の値が優先されます。

`rc.site` では、起動時におけるその他の機能をカスタマイズするためのパラメーターも含まれています。 変数 `IPROMPT` を設定すると、起動するブートスクリプトを選択することができます。 この他のオプションについては、このファイル内にてコメントとして記述されています。 このファイルのデフォルト版は以下のとおりです。

```
# rc.site
# Optional parameters for boot scripts.

# Distro Information
# These values, if specified here, override the defaults
#DISTRO="Linux From Scratch" # The distro name
#DISTRO_CONTACT="lfs-dev@lists.linuxfromscratch.org" # Bug report address
#DISTRO_MINI="LFS" # Short name used in filenames for distro config

# Define custom colors used in messages printed to the screen

# Please consult `man console_codes` for more information
# under the "ECMA-48 Set Graphics Rendition" section
#
# Warning: when switching from a 8bit to a 9bit font,
# the linux console will reinterpret the bold (1;) to
# the top 256 glyphs of the 9bit font. This does
# not affect framebuffer consoles

# These values, if specified here, override the defaults
#BRACKET="\\"033[1;34m" # Blue
#FAILURE="\\"033[1;31m" # Red
#INFO="\\"033[1;36m" # Cyan
#NORMAL="\\"033[0;39m" # Grey
#SUCCESS="\\"033[1;32m" # Green
#WARNING="\\"033[1;33m" # Yellow

# Use a colored prefix
# These values, if specified here, override the defaults
#BMPREFIX=" "
#SUCCESS_PREFIX="${SUCCESS} * ${NORMAL} "
#FAILURE_PREFIX="${FAILURE}*****${NORMAL} "
#WARNING_PREFIX="${WARNING} *** ${NORMAL} "
```

```

# Manually set the right edge of message output (characters)
# Useful when resetting console font during boot to override
# automatic screen width detection
#COLUMNS=120

# Interactive startup
#IPROMPT="yes" # Whether to display the interactive boot prompt
#itime="3"      # The amount of time (in seconds) to display the prompt

# The total length of the distro welcome string, without escape codes
#wlen=$(echo "Welcome to ${DISTRO}" | wc -c )
#welcome_message="Welcome to ${INFO}${DISTRO}${NORMAL}"

# The total length of the interactive string, without escape codes
#ilen=$(echo "Press 'I' to enter interactive startup" | wc -c )
#i_message="Press '${FAILURE}I${NORMAL}' to enter interactive startup"

# Set scripts to skip the file system check on reboot
#FASTBOOT=yes

# Skip reading from the console
#HEADLESS=yes

# Write out fsck progress if yes
#VERBOSE_FSCK=no

# Speed up boot without waiting for settle in udev
#OMIT_UDEV_SETTLE=y

# Speed up boot without waiting for settle in udev_retry
#OMIT_UDEV_RETRY_SETTLE=yes

# Skip cleaning /tmp if yes
#SKIPTMPCLEAN=no

# For setclock
#UTC=1
#CLOCKPARAMS=

# For consolelog (Note that the default, 7=debug, is noisy)
#LOGLEVEL=7

# For network
#HOSTNAME=mylfs

# Delay between TERM and KILL signals at shutdown
#KILLDELAY=3

# Optional sysklogd parameters
#SYSKLOGD_PARMs="-m 0"

# Console parameters
#UNICODE=1
#KEYMAP="de-latin1"
#KEYMAP_CORRECTIONS="euro2"
#FONT="lat0-16 -m 8859-15"
#LEGACY_CHARSET=

```

### 9.6.8.1. ブートおよびシャットダウンスクリプトのカスタマイズ

LFS のブートスクリプト類により、システムの起動および終了が適正に行われます。ただし `rc.site` ファイルにおいては改善の余地があつて、処理性能を向上させたり出力メッセージを調整したりすることができます。種々の設定は、上に示した `/etc/sysconfig/rc.site` ファイルへの変更により実現します。

- ブートスクリプト `udev` の起動中には `udev settle` の呼び出しが行われます。ただこの呼び出しは特定の場合において必要となるものであり、それはシステム上に存在するデバイスに依存します。単純なパーティション設定を行つていて、またイーサネットカードを1つのみ利用している場合には、ブート時に上のコマンドを実行する必要はないかもしれません。このコマンドの実行をスキップする場合は、変数の設定として `OMIT_UDEV_SETTLE=y` を記述します。
- ブートスクリプト `udev_retry` も同様に `udev settle` を実行します。このコマンドはデフォルトでは、`/var` ディレクトリが個別にマウントされている時にのみ必要となります。それはクロックが `/var/lib/hwclock/adjtime` ファイルを必要とするためです。これ以外にも `udev` の処理を待つことが必要になるケースがありますが、本当に必要になることはまれです。変数の設定として `OMIT_UDEV_RETRY_SETTLE=y` を行えば、コマンドをスキップすることができます。
- デフォルトにおいてファイルシステムのチェックは、何も表示されることなく処理が行われるので、処理が遅延して行われているかのように見えます。`fsck` による出力を有効とするには、変数の設定を `VERBOSE_FSCK=y` とします。
- 再起動時にはファイルシステムのチェック、つまり `fsck` の実行を完全に行う必要はないと考えられる場合もあります。そうであるなら、ファイル `/fastboot` を生成するか、`/sbin/shutdown -f -r now` というコマンドを実行します。一方、ファイルシステムのチェックを必ず行うのであれば、ファイル `/forcefsck` を生成するか、`shutdown` コマンドの実行において `-f` ではなく `-F` というパラメーターをつける方法があります。

変数の設定として `FASTBOOT=y` を行えば、ブート時において `fsck` を実行しないようにすることができます。この設定を恒常的に行なうことは推奨されません。

- 通常 `/tmp` ディレクトリ内にあるファイルは、ブート時にすべて削除されます。ファイル数やディレクトリ数が膨大になっていた場合は、ブート処理が極端に時間を要することになります。変数の設定 `SKIPTMPCLEAN=y` を行うと、ファイルの削除が行われなくなります。
- シャットダウン時には `init` プログラムが稼働中のプログラム (`agetty` など) に対して TERM シグナルを送信し、一定時間（デフォルトでは3秒）待ちます。そして各プロセスに対して KILL シグナルを送信して再度待ちます。各プロセスが自身のスクリプト内にシャットダウンしないようであれば `sendsignals` スクリプトにて上の処理が繰り返されます。`init` が起動するまでの時間は、パラメーターにより制御することができます。例えば `init` の遅延を無くす場合は、シャットダウンまたはリブート時のコマンドに `-t0` パラメーターを与えます。（つまり `/sbin/shutdown -t0 -r now` といったコマンド実行とします。）`sendsignals` スクリプトの遅延を無くすには、パラメーターの設定を `KILLDELAY=0` とします。

## 9.7. システムロケールの設定

環境変数の中には、ネイティブな言語サポートのために必要になるものがあります。これを設定することによって以下の内容が定められます。

- プログラムの出力結果を指定した言語で得ることができます。
- キャラクターを英字、数字、その他のクラスに分類します。この設定は、英語以外のロケールにおいて、コマンドラインに非アスキー文字が入力された場合に `bash` が正しく入力を受け付けるために必要となります。
- 各国ごとに正しくアルファベット順が並ぶようにします。
- 適切なデフォルト用紙サイズを設定します。
- 通貨、日付、時刻を正しい書式で出力するように設定します。

以下において `<11>` と示しているものは、言語を表す2文字の英字（例えば `en`）に、また `<CC>` は、国を表す2文字の英字（例えば `GB`）にそれぞれ置き換えてください。`<charmap>` は、選択したロケールに対応したキャラクターマップ (`charmap`) に置き換えてください。オプションの修飾子として `@euro` といった記述もあります。

以下のコマンドを実行すれば Glibc が取り扱うロケールを一覧で見ることができます。

```
locale -a
```

キャラクターマップにはエイリアスがいくつもあります。例えば `ISO-8859-1` は `iso8859-1` や `iso88591` として記述することもできます。ただしアプリケーションによってはエイリアスを正しく取り扱うことができないものがあります。（`UTF-8` の場合 `UTF-8` と書かなければならず、これを `utf8` としてはならない場合があります。）そこでロケールに対する正規の名称を選ぶのが最も無難です。正規の名称は以下のコマンドを実行すれば分かります。ここで `<locale name>` は `locale -a` コマンドの出力から得られたロケールを指定します。（本書の例では `en_GB.iso88591` とします。）

```
LC_ALL=<locale name> locale charmap
```

en\_GB.iso88591 ロケールの場合、上のコマンドの出力は以下となります。

#### ISO-8859-1

出力された結果が en\_GB.ISO-8859-1 に対するロケール設定として用いるべきものです。こうして探し出したロケールは動作確認しておくことが重要です。Bash の起動ファイルに記述するのはその後です。

```
LC_ALL=<locale name> locale language
LC_ALL=<locale name> locale charmap
LC_ALL=<locale name> locale int_curr_symbol
LC_ALL=<locale name> locale int_prefix
```

上のコマンドを実行すると、言語名やロケールに応じたキャラクターエンコーディングが表示されます。また通貨や各國ごとの国際電話番号プレフィックスも表示されます。コマンドを実行した際に以下のようなメッセージが表示されたら、第 8 章にてロケールをインストールしていないか、あるいはそのロケールが Glibc のデフォルトのインストールではサポートされていないかのいずれかです。

```
locale: Cannot set LC_* to default locale: No such file or directory
```

このエラーが発生したら localedef コマンドを使って、目的とするロケールをインストールするか、別のロケールを選択必要があります。これ以降の説明では Glibc がこのようなエラーを生成していないことを前提に話を進めます。

これ以外のパッケージでも、パッケージが求めるものとは異なるロケール設定がなされた場合に、適切に処理されないケースがあります。（そして必ずしもエラーメッセージが表示されない場合もあります。）そういう場合は、利用している Linux ディストリビューションがどのようにロケール設定をサポートしているかを調べてみると、有用な情報が得られるかもしれません。

シェルプログラムである /bin/bash（これ以降は単に「シェル」と表現します）は、初期起動ファイルをいくつも利用して環境設定を行います。個々のファイルにはそれぞれに目的があり、ログインや対話環境をさまざまに制御します。/etc ディレクトリにあるファイルは一般にグローバルな設定を行います。これに対応づいたファイルがユーザーのホームディレクトリにある場合は、グローバルな設定を上書きします。

対話型ログインシェルは /bin/login プログラムを利用して /etc/passwd ファイルを読み込み、ログインが成功することで起動します。同じ対話型でも非ログインシェルの場合は [prompt]\$ /bin/bash のようなコマンドラインからの入力を経て起動します。非対話型のシェルはシェルスクリプト動作中に実行されます。非対話型であるのは、スクリプトの実行の最中にユーザーからの入力を待つことがないためです。

適切なロケール設定が定まつたら /etc/profile を生成してロケールを望みどおりに設定します。ただし Linux コンソールの起動中は、上ではなく C.UTF-8 を設定します。（Linux コンソールが表示できない文字を出力しないようにするためにです。）

```
cat > /etc/profile << "EOF"
# Begin /etc/profile

for i in $(locale); do
    unset ${i%=*}
done

if [[ "$TERM" = linux ]]; then
    export LANG=C.UTF-8
else
    export LANG=<ll>_<CC>.<charmap><@modifiers>
fi

# End /etc/profile
EOF
```

ロケール設定の C（デフォルト）と en\_US（米国の英語利用ユーザーに推奨）は異なります。C は US-ASCII 7 ビットキャラクターセットを用います。もし最上位ビットがセットされたキャラクターがあれば不適当なものとして取り扱います。例えば ls コマンドにおいてクエスチョン記号が表示されることがあるのはこのためです。また Mutt や Pine などにより電子メールが送信される際に、そういう文字は RFC には適合しないメールとして送信されます。送信された文字は unknown 8-bit(不明な 8 ビット) として示されます。そこで 8 ビット文字を必要としないことが明らかな場合には C ロケールを指定してください。

## 9.8. /etc/inputrc ファイルの生成

inputrc ファイルは readline ライブラリに対する設定ファイルです。この Readline ライブラリは、ユーザーが端末から文字列入力を行う際の編集機能を提供するものです。キーボード入力内容は所定の処理動作に変換され解釈されます。readline ライブラリは bash をはじめとする各種シェルや他の多くのアプリケーションにおいて利用されています。

ユーザー固有の機能を必要となるのはまれなので、以下の /etc/inputrc ファイルによって、ログインユーザーすべてに共通するグローバルな定義を生成します。各ユーザーごとにこのデフォルト定義を上書きする必要が出てきた場合は、ユーザーのホームディレクトリに .inputrc ファイルを生成して、修正マップを定義することもできます。

inputrc ファイルの設定方法については info bash により表示される Readline Init File の節に詳しい説明があります。info readline にも有用な情報があります。

以下はグローバルな inputrc ファイルの一般的な定義例です。コメントをつけて各オプションを説明しています。コメントはコマンドと同一行に記述することはできません。以下のコマンドを実行してこのファイルを生成します。

```
cat > /etc/inputrc << "EOF"
# Begin /etc/inputrc
# Modified by Chris Lynn <roryo@roryo.dynup.net>

# Allow the command prompt to wrap to the next line
set horizontal-scroll-mode Off

# Enable 8-bit input
set meta-flag On
set input-meta On

# Turns off 8th bit stripping
set convert-meta Off

# Keep the 8th bit for display
set output-meta On

# none, visible or audible
set bell-style none

# All of the following map the escape sequence of the value
# contained in the 1st argument to the readline specific functions
"\eOd": backward-word
"\eOc": forward-word

# for linux console
"\e[1~": beginning-of-line
"\e[4~": end-of-line
"\e[5~": beginning-of-history
"\e[6~": end-of-history
"\e[3~": delete-char
"\e[2~": quoted-insert

# for xterm
"\eOH": beginning-of-line
"\eOF": end-of-line

# for Konsole
"\e[H": beginning-of-line
"\e[F": end-of-line

# End /etc/inputrc
EOF
```

## 9.9. /etc/shells ファイルの生成

`shells` ファイルには、システム上でのログインシェルを記述します。各アプリケーションはこのファイルを参照して、シェルが適切であるかどうかを判別します。各シェルの指定は1行でを行い、そのシェルのパスを記述します。パスはルートディレクトリ (/) を基準として記述します。

例えば一般ユーザーが自身のアカウントに対するログインシェルを `chsh` にしようとした場合、`chsh` が `shells` ファイルを参照します。シェルコマンド名が記述されていなければ、その一般ユーザーはシェルの変更ができません。

例えば GDM は `/etc/shells` ファイルが参照できない時には対話インターフェースの設定が出来ません。また FTP デーモンなどは、このファイルに記述されていないシェルを用いてのユーザーアクセスを拒否するのが通常です。こういったアプリケーションのためにこのファイルが必要となります。

```
cat > /etc/shells << "EOF"
# Begin /etc/shells

/bin/sh
/bin/bash

# End /etc/shells
EOF
```

# 第10章 LFS システムのブート設定

## 10.1. はじめに

ここからは LFS システムをブート可能にしていきます。この章では `/etc/fstab` ファイルを作成し、LFS システムのカーネルを構築します。また GRUB のブートローダーをインストールして LFS システムの起動時にブートローダーを選択できるようにします。

## 10.2. `/etc/fstab` ファイルの生成

`/etc/fstab` ファイルは、種々のプログラムがファイルシステムのマウント状況を確認するために利用するファイルです。ファイルシステムがデフォルトでどこにマウントされ、それがどういう順序であるか、マウント前に（整合性エラーなどの）チェックを行うかどうか、という設定が行われます。新しいファイルシステムに対する設定は以下のようにして生成します。

```
cat > /etc/fstab << "EOF"
# Begin /etc/fstab

# file system  mount-point    type      options          dump   fsck
#                                         order

/dev/<xxx>      /           <fff>    defaults        1      1
/dev/<yyy>      swap        swap     pri=1          0      0
proc            /proc        proc     nosuid,noexec,nodev 0      0
sysfs           /sys         sysfs   nosuid,noexec,nodev 0      0
devpts           /dev/pts    devpts  gid=5,mode=620    0      0
tmpfs            /run         tmpfs   defaults        0      0
devtmpfs         /dev         devtmpfs mode=0755,nosuid 0      0
tmpfs            /dev/shm    tmpfs   nosuid,nodev       0      0
cgroup2          /sys/fs/cgroup cgroup2 nosuid,noexec,nodev 0      0

# End /etc/fstab
EOF
```

`<xxx>`、`<yyy>`、`<fff>` の部分はシステムに合わせて正しい記述に書き換えてください。例えば `sda2`、`sda5`、`ext4` といったものです。上記各行の6項目の記述内容については `fstab(5)` により確認してください。

MS-DOS や Windows において利用されるファイルシステム（つまり `vfat`、`ntfs`、`smbfs`、`cifs`、`iso9660`、`udf`など）では、ファイル名称内に用いられた非アスキー文字を正しく認識させるために、特別なマウントオプション「`utf8`」の指定が必要になります。UTF-8 以外のロケールの場合 `iocharset` オプションには、文字ロケールと同じ値を設定することが必要であり、カーネルが理解できる形でなければなりません。またこれを動作させるために、対応するキャラクターセット定義（File systems ->Native Language Support にあります）をカーネルに組み入れるか、モジュールとしてビルドすることが必要です。ただし `iocharset=utf8` というオプション指定によって文字ロケールを UTF-8 とした場合、ファイルシステムの英大文字小文字は区別されるようになります。これを避けるのであれば、`iocharset=utf8` ではなく特別なオプション `utf8` を指定します。`vfat` や `smbfs` ファイルシステムを用いるなら、さらに「`codepage`」オプションも必要です。このオプションには、国情報に基づいて MS-DOS にて用いられるコードページ番号をセットします。例えば USB フラッシュドライブをマウントし `ru_RU.K0I8-R` をセットするユーザーであれば `/etc/fstab` ファイルの設定は以下のようになります。

```
noauto,user,quiet,showexec,codepage=866,iocharset=koi8r
```

`ru_RU.UTF-8` をセットするなら以下のように変わります。

```
noauto,user,quiet,showexec,codepage=866,utf8
```

`iocharset` オプションは `iso8859-1` に対してのデフォルト設定です。（その場合、ファイルシステムの英大文字小文字は区別されません。）`utf8` オプションは、ファイル名称が UTF-8 ロケール内にて正しく認識されるように、カーネルが UTF-8 ロケールに変換して取り扱うことを指示するものです。

ファイルシステムによっては codepage と iocharset のデフォルト値をカーネルにおいて設定することもできます。カーネルにおいて対応する設定は「Default NLS Option」(CONFIG\_NLS\_DEFAULT)、「Default Remote NLS Option」(CONFIG\_SMB\_NLS\_DEFAULT)、「Default codepage for FAT」(CONFIG\_FAT\_DEFAULT\_CODEPAGE)、「Default iocharset for FAT」(CONFIG\_FAT\_DEFAULT\_IOCHARSET) です。なお ntfs ファイルシステムに対しては、カーネルのコンパイル時に設定する項目はありません。

## 10.3. Linux-6.18.10

Linux パッケージは Linux カーネルを提供します。

概算ビルド時間:	0.4 - 32 SBU (一般的には 2.5 SBU 程度)
必要ディスク容量:	1.7 - 14 GB (一般的には 2.3 GB 程度)

### 10.3.1. カーネル のインストール

カーネルの構築は、カーネルの設定、コンパイル、インストールの順に行っていきます。本書が行っているカーネル設定の方法以外については、カーネルソースツリー内にある `README` ファイルを参照してください。

#### 重要

Linux カーネルの構築を初めて行うなら、LFS の中でも、かなりハドルの高い作業になります。これをうまく成功させることができるとかは、対象システム向けの特定ハードウェアの存在や、どのように作り上げたいかの要求に依存します。カーネルに設定できる項目は、ほぼ 12,000 項目もあります。ただしたいいのコンピューターにおいて、必要となる項目はその 3 分の 1 程度です。LFS 編集者としては、この作業手順に不慣れなユーザーであれば、以降に示す手順をほぼそっくり従って頂くことをお勧めしています。ここでの目的は、後に「システムの再起動」を経てシステムを再起動した際に、この新システムに向けて、コマンドラインからログインできるようにすることです。この段階では、最適化やカスタマイズを目指すものではありません。

カーネルの設定方法に関する一般的な情報が <https://www.linuxfromscratch.org/hints/downloads/files/kernel-configuration.txt> にあるので参考してください。さらに詳しくカーネルの構築や設定を説明している <https://anduin.linuxfromscratch.org/LFS/kernel-nutshell/> もあります。この情報を少々古いものですが、理にかなった作業過程をおおまかに示しています。

それでもうまくいかなかった場合は、`lfs-support` メーリングリストに問い合わせる方法があります。スパムメールを避ける目的から、このメーリングリストは登録が必要です。

コンパイルするための準備として以下のコマンドを実行します。

**make mrproper**

これによりカーネルソースが完全にクリーンなものになります。カーネル開発チームは、カーネルコンパイルするなら、そのたびにこれを実行することを推奨しています。tar コマンドにより伸張しただけのソースではクリーンなものにはなりません。

カーネルオプションの設定方法にはいくつかあります。通常は以下に示すように、メニュー形式のインターフェースを通じて行います。

**make menuconfig**

追加する make 環境変数の意味:

`LANG=<host_LANG_value> LC_ALL=`

これはホストのロケール設定を指示するものです。この設定は UTF-8 での表示設定がされたテキストコンソールにて `menuconfig` の `ncurses` による行表示を適切に行うために必要となります。

`<host_LANG_value>` の部分は、ホストの `$LANG` 変数の値に置き換えてください。`$LC_ALL` あるいは `$LC_CTYPE` の値を設定することもできます。

`make menuconfig`

これは `ncurses` によるメニュー形式のインターフェースを起動します。これ以外の（グラフィカルな）インターフェースについては `make help` を入力して確認してください。

#### 注記

カーネル設定を行うにあたって、分かりやすいやり方として `make defconfig` を実行する方法があります。これを実行することで基本的な設定がなされ、現在のシステム構成が考慮された、より良い設定が得られるかもしれません。

以下の機能項目についての有効、無効、設定状況を確認してください。不適切である場合にはシステムが正常動作しなかったり起動できなかったりするかもしれません。

```

General setup --->
  [ ] Compile the kernel with warnings as errors                               [WERROR]
  CPU/Task time and stats accounting --->
    [*] Pressure stall information tracking                                     [PSI]
    [ ]   Require boot parameter to enable pressure stall information tracking
          ... [PSI_DEFAULT_DISABLED]
  < > Enable kernel headers through /sys/kernel/kheaders.tar.xz                [IKHEADERS]
  [*] Control Group support --->                                              [CGROUPS]
    [*] Memory controller                                                       [MEMCG]
  [ ] Configure standard kernel features (expert users) --->                 [EXPERT]

Processor type and features --->
  [*] Build a relocatable kernel                                                 [RELOCATABLE]
  [*]   Randomize the address of the kernel image (KASLR)                         [RANDOMIZE_BASE]

General architecture-dependent options --->
  [*] Stack Protector buffer overflow detection                                [STACKPROTECTOR]
  [*]   Strong Stack Protector                                                 [STACKPROTECTOR_STRONG]

Device Drivers --->
  Generic Driver Options --->
    [ ] Support for uevent helper                                               [UEVENT_HELPER]
    [*] Maintain a devtmpfs filesystem to mount at /dev                          [DEVTMPFS]
    [*]   Automount devtmpfs at /dev, after the kernel mounted the rootfs
          ... [DEVTMPFS_MOUNT]
  Firmware Drivers --->
    [*] Mark VGA/VBE/EFI FB as generic system framebuffer                      [SYSFB_SIMPLEFB]
  Graphics support --->
    <*>   Direct Rendering Manager (XFree86 4.1.0 and higher DRI support) --->
          ... [DRM]
    [*]   Display a user-friendly message when a kernel panic occurs
          ... [DRM_PANIC]
    (kmsg)   Panic screen formatter                                              [DRM_PANIC_SCREEN]
  Supported DRM clients --->
    [*] Enable legacy fbdev support for your modesetting driver
          ... [DRM_FBDEV_EMULATION]
  Drivers for system framebuffers --->
    <*> Simple framebuffer driver                                                [DRM_SIMPLEDRM]
  Console display driver support --->
    [*] Framebuffer Console support                                              [FRAMEBUFFER_CONSOLE]

```

64 ビットシステムの構築時は、追加機能をいかに有効にしてください。menuconfig を利用している場合、初めに `CONFIG_PCI_MSI` を有効にして、その後に `CONFIG_IRQ_REMAP`、`CONFIG_X86_X2APIC` を有効にします。こうするのは、依存するオプションが選択されていないと、特定のオプションが現れてこないからです。

```

Processor type and features --->
  [*] x2APIC interrupt controller architecture support                         [X86_X2APIC]

Device Drivers --->
  [*] PCI support --->                                                       [PCI]
    [*] Message Signaled Interrupts (MSI and MSI-X)                           [PCI_MSI]
  [*] IOMMU Hardware Support --->                                            [IOMMU_SUPPORT]
    [*] Support for Interrupt Remapping                                       [IRQ_REMAP]

```

32 ビットシステムの構築時は、カーネルが 4GB 物理 RAM まで利用可能となるように設定を調整してください。

*Processor type and features ---->*  
[\*] High Memory Support

[HIGHMEM4G]

LFS システムを配置するパーティションが NVME SSD (つまりデバイスノードが /dev/sd\* でなく /dev/nvme\*) である場合は、NVME サポートを有効にしてください。これを行っていないと、LFS システムが起動しません。

*Device Drivers ---->*  
NVME Support --->  
<\*> NVM Express block device

[BLK\_DEV\_NVME]

システムに特定の機能性が必要になれば、それだけ多くのオプションが必要となります。例えば BLFS パッケージにて必要となるオプションについては BLFS Index of Kernel Settings を参照してください。



## 注記

ホストが UEFI を利用していて、これを使って LFS システムのブートを行いたい場合は、BLFS ページに従って、カーネル設定を調整する必要があります。これは、ホストディストリビューションにて UEFI ブートローダーを利用している場合であっても同様です。

## 上の設定項目の説明

### *Randomize the address of the kernel image (KASLR)*

カーネルイメージにおいて ASLR を有効にします。これによって、カーネル内にある機密コードやデータが、固定的なアドレスに存在することを前提とした攻撃を軽減できます。

### *Compile the kernel with warnings as errors*

これを設定すると、カーネル開発者が採用するコンパイラーや設定と異なる場合に、カーネルビルトエラーとなる場合があります。

### *Enable kernel headers through /sys/kernel/kheaders.tar.xz*

これは、カーネルビルトにあたって cpio を必要とします。cpio は LFS ではインストールしません。

### *Configure standard kernel features (expert users)*

これは設定項目上にいくつかのオプションを表示するのですが、そのオプションを変更することは非常に危険なことです。何を行っているのかがわからっていない場合には、触れないようにしてください。

### *Strong Stack Protector*

カーネルにおいて SSP を有効にします。ユーザー空間全体に対してこれを有効にするには、GCC のコンパイルにあたって --enable-default-ssp を指定します。ただしカーネルは、GCC のデフォルト設定として SSP を利用しません。したがってここで明示的な指定を行います。

### *Support for uevent helper*

本項目を有効にすることで、デバイス管理を Udev により行ないます。

### *Maintain a devtmpfs*

本項目は、カーネルにより事前登録される自動化デバイスノードを生成します。これは Udev が動作していないなくても行われます。Udev はその上で起動し、パーティション管理やシンボリックリンクの追加を行います。Udev を利用する場合には本項目を有効にすることが必要です。

### *Automount devtmpfs at /dev*

これは、カーネルから見たデバイス情報を /dev 上にマウントするものです。init が起動される直前にルートファイルシステムに切り替えられます。

### *Display a user-friendly message when a kernel panic occurs*

カーネルパニック発生にあたって、起動中の DRM ドライバーの出力機能が適切にサポートされている場合に、メッセージを正しく表示します。これがなかった場合には、パニック内容を調べることがより困難になります。たとえば DRM ドライバーが起動していなかった場合は、VGA コンソールを利用することになり、その場合には 24 行の表示しか行われず、相当数のカーネルメッセージは消えてなくなってしまいます。また DRM ドライバーが起動していても、パニック時のメッセージは非常に複雑です。Linux-6.12 の場合、主要な GPU モデルの専用ドライバーはどれもこれに対応していませんが、「Simple framebuffer driver」であれば対応しています。これであれば VESA (あるいは EFI) フレームバッファー上で作動し、GPU 専用ドライバーがロードされる前であってかまいません。GPU 専用ドライバーが（カーネルイメージの一部としてではなく）モジュールとしてビルドされていて、かつ initramfs が利用

されていない場合は、ルートファイルシステムのマウント前であっても正しく機能します。そして LFS の設定誤りがパニックを引き起こしている（たとえば「GRUB を用いたブートプロセスの設定」における `root=` の設定が適切でない）場合に、情報表示が充分に行われることになります。

#### *Panic screen formatter*

これを `kmsg` に設定すると、カーネルパニックが発生した際に、カーネルメッセージの最終行付近を確実に表示するようになります。デフォルト設定は `user` であり、その場合カーネルは「ユーザーフレンドリーな」パニックメッセージしか表示せず、これでは解析になんら役立ちません。もう一つの設定として `qr_code` がありますが、これはカーネルメッセージの最終行付近を圧縮して QR コードとして表示します。QR コードであればプレーンテキストに比べて、それ以上に多くのメッセージを保持することができ、別のデバイス（たとえばスマートホン）上で圧縮の展開を行うことができます。ただしこれを実現するためには LFS では提供していない Rust コンパイラーが必要となります。

#### *Mark VGA/VBE/EFI FB as generic system framebuffer , Simple framebuffer driver*

これは DRM デバイスとして VESA フレームバッファーを利用するようにします（UEFI 経由により LFS システムを起動する場合には EFI フレームバッファーを利用するようにします）。VESA フレームバッファーは GRUB によって（あるいは EFI フレームバッファーにおいては UEFI ファームウェアによって）設定されます。したがって DRM におけるパニック処理は、GPU 固有の DRM ドライバーがロードされる前であっても正しく機能します。

#### *Enable legacy fbdev support for your modesetting driver , Framebuffer Console support*

これは DRI (Direct Rendering Infrastructure) ドライバーにより起動される GPU 上に Linux コンソールを表示するためには必要となります。`CONFIG_DRM` (Direct Rendering Manager) を有効にしている場合は、この 2 つのオプションも同じく有効にしておく必要があります。そうしておかないと、DRI ドライバーのロードの際に画面がブランクになってしまいます。

#### *Support x2apic*

64 ビット x86 プロセッサーの x2APIC モードでのインタラプトコントローラーの実行をサポートします。64 ビット x86 システムにおいてはファームウェアが x2APIC を有効にすることができます。ファームウェアによって x2APIC が有効である場合、カーネルにおいてこのオプションが無効であると、起動時にパニックを起こします。本オプションには効果がありません。またファームウェアによって x2APIC が無効であった場合、このオプションは影響を及ぼしません。

上のコマンドではなく、状況によっては `make oldconfig` を実行することが適当な場合もあります。 詳細についてはカーネルソース内の `README` ファイルを参照してください。

カーネル設定は行わずに、ホストシステムにあるカーネル設定ファイル `.config` をコピーして利用することもできます。そのファイルが存在すればの話です。その場合は `linux-6.18.10` ディレクトリにそのファイルをコピーしてください。もっともこのやり方はお勧めしません。設定項目をメニューから探し出して、カーネル設定を一から行っていくことが望ましいことです。

カーネルイメージとモジュールをコンパイルします。

#### `make`

カーネルモジュールを利用する場合 `/etc/modprobe.d` ディレクトリ内での設定を必要とします。モジュールやカーネル設定に関する情報は「デバイスとモジュールの扱いについて」や `linux-6.18.10/Documentation` ディレクトリにあるカーネルドキュメントを参照してください。また `modprobe.d(5)` も有用です。

カーネル設定においてモジュールの利用を無効にしているのでなければ、ここでモジュールをインストールします。

#### `make modules_install`

カーネルのコンパイルが終わったら、インストールの完了に向けてあと少し作業を行います。`/boot` ディレクトリにいくつかのファイルをコピーします。

#### 注意

LFS システムにおいて、`/boot` パーティションを切り分けて用意することにした場合（おそらくホストディストロの `/boot` パーティションを共用とする場合）、以降でコピーするファイルがそこに入ります。これを最も簡単に行うには、`/etc/fstab` 内に `/boot` 用のエントリーを生成します（詳細は前節を参照してください）。そして `chroot` 環境内の `root` ユーザーになって、以下のコマンドを実行します。

#### `mount /boot`

コマンド実行にあたっては、デバイスノードへのパスは省略します。これは `mount` コマンドが `/etc/fstab` から読み込むからです。

カーネルイメージへのパスは、利用しているプラットフォームによってさまざまです。そのファイル名は、好みにより自由に変更して構いません。ただし `vmlinuz` という語は必ず含めてください。これにより、次節で説明するブートプロセスを自動的に設定するために必要なことです。以下のコマンドは x86 アーキテクチャーの場合の例です。

```
cp -iv arch/x86/boot/bzImage /boot/vmlinuz-6.18.10-lfs-r12.4-93
```

`System.map` はカーネルに対するシンボルファイルです。このファイルはカーネル API の各関数のエントリポイントをマッピングしています。同様に実行中のカーネルのデータ構成のアドレスを保持します。このファイルは、カーネルに問題があった場合にその状況を調べる手段として利用できます。マップファイルをインストールするには以下を実行します。

```
cp -iv System.map /boot/System.map-6.18.10
```

カーネル設定ファイル `.config` は、上で実行した `make menuconfig` によって生成されます。このファイル内には、今コンパイルしたカーネルの設定項目の情報がすべて保持されています。将来このファイルを参照する必要が出てくるかもしれませんため、このファイルを保存しておきます。

```
cp -iv .config /boot/config-6.18.10
```

Linux カーネルのドキュメントをインストールします。

```
cp -r Documentation -T /usr/share/doc/linux-6.18.10
```

カーネルのソースディレクトリは所有者が `root` ユーザーになっていません。我々は `chroot` 環境内の `root` ユーザーとなってパッケージを開発していましたが、展開されたファイル類はパッケージ開発者が用いていたユーザー ID、グループ ID が適用されています。このことは普通はあまり問題になりません。というのもパッケージをインストールした後のソースファイルは、たいてい削除するからです。一方 Linux のソースファイルは、削除せずに保持しておくことがよく行われます。このことがあるため開発者の用いたユーザーIDが、インストールしたマシン内の誰かの ID に割り当たった状態となります。その人はカーネルソースを自由に書き換えてしまう権限を持つことになるわけです。



## 注記

カーネルの設定は、BLFS をインストールしていくにつれて、設定を更新していかなければならぬことがあります。一般にパッケージのソースは削除することが通常ですが、カーネルのソースに関しては、カーネルをもう一度新たにインストールするなら、削除しなくて構いません。

カーネルのソースファイルを保持しておくつもりなら `linux-6.18.10` ディレクトリにおいて `chown -R 0:0` を実行してください。これによりそのディレクトリの所有者は `root` ユーザーとなります。

保持しておいたカーネルソースを使って、カーネル設定の更新およびカーネルの再ビルドを行う場合、普通は `make mrproper` コマンドは実行しないでください。このコマンドを実行すると、前回のビルド時に生成された `.config` ファイルと、拡張子 `.o` のファイルすべてを削除します。`.config` だけなら `/boot` からコピーすれば簡単に復元できます。しかし `.o` ファイルをすべて削除すると、またビルドに時間を要することになります。たとえば単純な設定を変更するだけであったなら、(再)生成すべき `.o` ファイルは少ないのであります。それ以外の `.o` ファイルは残しておけば、カーネルビルドシステムは適切にビルドをスキップしてくれます。

それとは逆に GCC のアップグレードを行っていた場合には `make clean` を実行して、前回ビルドされた `.o` ファイルは削除しておかなければなりません。これを行わなかった場合、新たなビルドが失敗する可能性があります。



## 警告

カーネルを説明する書の中には、カーネルのソースディレクトリに対してシンボリックリンク `/usr/src/linux` の生成を勧めているものがあります。これはカーネル 2.6 系以前におけるものであり LFS システム上では生成してはなりません。ベースとなる LFS システムを構築し、そこに新たなパッケージを追加していくとした際に、そのことが問題となるからです。

### 10.3.2. Linux モジュールのロード順の設定

たいていの場合 Linux モジュールは自動的にロードされます。しかし中には特定の指示を必要とするものもあります。モジュールをロードするプログラム、`modprobe` または `insmod` は、そのような指示を行う目的で `/etc/modprobe.d/usb.conf` を利用します。USB ドライバー (`ehci_hcd`, `ohci_hcd`, `uhci_hcd`) がモジュールとしてビルドされていた場合には、それらを正しい順でロードしなければならず、そのため `/etc/modprobe.d/usb.conf` ファイルが必要となります。`ehci_hcd` は `ohci_hcd` や `uhci_hcd` よりも先にロードしなければなりません。これを行わないとブート時に警告メッセージが出力されます。

以下のコマンドを実行して /etc/modprobe.d/usb.conf ファイルを生成します。

```
install -v -m755 -d /etc/modprobe.d
cat > /etc/modprobe.d/usb.conf << "EOF"
# Begin /etc/modprobe.d/usb.conf

install ohci_hcd /sbin/modprobe ehci_hcd ; /sbin/modprobe -i ohci_hcd ; true
install uhci_hcd /sbin/modprobe ehci_hcd ; /sbin/modprobe -i uhci_hcd ; true

# End /etc/modprobe.d/usb.conf
EOF
```

### 10.3.3. Linux の構成

インストールファイル: config-6.18.10, vmlinuz-6.18.10-lfs-r12.4-93, and System.map-6.18.10  
 インストールディレクトリ: /lib/modules, /usr/share/doc/linux-6.18.10

#### 概略説明

config-6.18.10	カーネルの設定をすべて含みます。
vmlinuz-6.18.10-lfs-r12.4-93	Linux システムのエンジンです。 コンピューターを起動した際には、オペレーティングシステム内にて最初にロードされるものです。 カーネルはコンピューターのハードウェアを構成するあらゆるコンポーネントを検知して初期化します。 それらのコンポーネントをツリー階層のファイルとして、ソフトウェアが利用できるようにします。 ただひとつの CPU からマルチタスクを処理するマシンとして、あたかも多数のプログラムが同時稼動しているように仕向けています。
System.map-6.18.10	アドレスとシンボルのリストです。 カーネル内のすべての関数とデータ構成のエントリポイントおよびアドレスを示します。

## 10.4. GRUB を用いたブートプロセスの設定



### 注記

UEFI サポートが有効なシステムにおいて UEFI を使って LFS をブートしたい場合は、本ページに示す手順は読み飛ばしてください。ただし `grub.cfg` の文法を学ぶ場合や、ファイル内にあるパーティションの指定方法を学ぶ場合は確認しておいてください。そして BLFS ページ に示されている手順に従って、UEFI に対応するように GRUB 設定を行ってください。

### 10.4.1. はじめに



### 警告

GRUB の設定を誤ってしまうと、CD-ROM や USB 起動ドライブのような他のデバイスからもブートできなくなってしまいます。読者の LFS システムをブート可能とするためには、本節の内容は必ずしも必要ではありません。読者が利用している現在のブートローダー、例えば Grub-Legacy, GRUB2, LILO などの設定を修正することが必要かもしれません。

コンピューターが利用不能に（ブート不能に）なってしまうこともあります。そんな事態に備えてコンピューターを「復旧（rescue）」するブートディスクの生成を必ず行ってください。ブートデバイスを用意していない場合は作成してください。以降に示す手順を実施するために、必要に応じて BLFS ブックを参照し `libisoburn` にある `xorriso` をインストールしてください。

```
cd /tmp
grub-mkrescue --output=grub-img.iso
xorriso -as cdrecord -v dev=/dev/cdrw blank=as-needed grub-img.iso
```

### 10.4.2. GRUB の命名規則

GRUB ではドライブやパーティションに対して (hdn,m) といった書式の命名法を採用しています。n はハードドライブ番号、m はパーティション番号を表します。ハードドライブ番号はゼロから数え始めます。一方パーティション番号は、基本パーティションであれば 1 から（拡張パーティションは 5 から）数え始めます。かつてのバージョンでは共にゼロから数え始めましたが、今はそうではないので注意してください。例えば `sda1` は GRUB では (hd0,1) と表記され、`sdb3` は (hd1,3) と表記されます。Linux システムでの取り扱いとは違って GRUB では CD-ROM ドライブをハードドライブとしては扱いません。例えば CD が `hdb` であり、2 番目のハードドライブが `hdc` であった場合、2 番目のハードドライブは `(hd1)` と表記されます。

### 10.4.3. 設定作業

GRUB は、ハードディスク上の最初の物理トラックにデータを書き出します。この領域は、どのファイルシステムにも属していません。ここに配置されているプログラムは、ブートパーティションにある GRUB モジュールにアクセスします。モジュールのデフォルト位置は `/boot/grub/` です。

ブートパーティションをどこにするかは各人に委ねられていて、それによって設定方法が変わります。推奨される1つの手順としては、ブートパーティションとして独立した小さな（200MB 程度のサイズの）パーティションを設けることです。こうしておくと、この後に LFS であろうが商用ディストリビューションであろうが、システム導入する際に同一のブートファイルを利用することが可能です。つまりどのようなブートシステムからでもアクセスが可能となります。この方法をとるなら、新たなパーティションをマウントした上で、現在 `/boot` ディレクトリにある全ファイルを（例えば前節にてビルドした Linux カーネルも）新しいパーティションに移動させる必要があります。そしていったんパーティションをアンマウントし、再度 `/boot` としてマウントしなおすことになります。これを行った後は `/etc/fstab` を適切に書き換えてください。

現時点での LFS パーティションにて `/boot` を残しても問題なく動作します。ただし複数システムを取り扱うための設定は、より複雑になります。

ここまで情報に基づいて、ルートパーティションの名称を（あるいはブートパーティションを別パーティションとするならそれも含めて）決定します。以下では例として、ルートパーティション（あるいは別立てのブートパーティション）が `sda2` であるとします。

以下を実行して GRUB ファイル類を `/boot/grub` にインストールし、ブートトラックを構築します。

## 警告

以下に示すコマンドを実行すると、現在のブートローダーを上書きします。上書きするのが不適当であるならコマンドを実行しないでください。例えばマスターブートレコード (Master Boot Record; MBR) を管理するサードパーティ製のブートマネージャーソフトウェアを利用している場合などがこれに該当します。

```
grub-install /dev/sda
```

## 注記

システムが UEFI を通じて起動されている時、grub-install は x86\_64-efi ターゲットに対するファイルをインストールしようとします。しかしそのようなファイルは 第 8 章 にてインストールしていません。その場合は上のコマンドに対して --target i386-pc を追加してください。

### 10.4.4. GRUB 設定ファイルの生成

/boot/grub/grub.cfg ファイルを生成します。

```
cat > /boot/grub/grub.cfg << "EOF"
# Begin /boot/grub/grub.cfg
set default=0
set timeout=5

insmod part_gpt
insmod ext2
set root=(hd0,2)
set gfxpayload=1024x768x32

menuentry "GNU/Linux, Linux 6.18.10-lfs-r12.4-93" {
    linux    /boot/vmlinuz-6.18.10-lfs-r12.4-93 root=/dev/sda2 ro
}
EOF
```

insmod コマンドは GRUB モジュールである part\_gpt と ext2 をロードします。そしてその名前こそ ext2 となっていますが、このモジュールは実際には ext2, ext3, ext4 の各ファイルシステムをサポートしています。grub-install コマンドによっていくつかのモジュールは、メインの (MBR または GRUB BIOS パーティションにインストールされる) GRUB イメージ内に埋め込まれており、鶏が先か卵が先かという問題を生じさせることなく、そこから (/boot/grub/i386-pc にある) 他モジュールへのアクセスを可能としています。したがってごく普通の設定を行っていれば、上述の 2 つのモジュールはすでに埋め込まれていることとなり、insmod コマンドは何も行わないことになります。そうなったとしても何も問題はありませんが、特殊な設定を行った際には必要となるかもしれません。

set gfxpayload=1024x768x32 コマンドは VESA フレームバッファーの解像度と色の深さを設定するものであり、これがカーネルに受け渡されます。VESA フレームバッファー向けにカーネルの SimpleDRM ドライバーを用いる場合にこの指定が必要になります。モニター画面に最適な解像度や色深さを選んでください。

## 注記

GRUB にとってカーネルファイル群は、配置されるパーティションからの相対位置となります。したがって /boot パーティションを別に作成している場合は、上記の linux の行から /boot の記述を取り除いてください。また set root 行でのブートパーティションの指定も、正しく設定する必要があります。



## 注記

GRUB のパーティション指示子は、(USB サムデバイスといったリムーバルディスクを含め) ディスクの加除によって変わることがあります。その加除が原因で起動に失敗することがあります、それは `grub.cfg`において「古い」指示子を用いているからです。こういった問題を避けようとおもったら、パーティション指定にあたって GRUB 指定子を用いずに、パーティションやファイルシステムの UUID を用いることが考えられます。`lsblk -o UUID,PARTUUID,PATH,MOUNTPOINT` を実行してください。ファイルシステムの UUID が UUID 列に示されます。またパーティションは PARTUUID 列に示されます。そうしたら `set root=(hdx,y)` の記述を `search --set=root --fs-uuid <カーネルがインストールされているファイルシステムの UUID>` に書き換え、同様に `root=/dev/sda2` を `root=PARTUUID=<UUID>` がビルドされたパーティションの UUID に書き換えます。

パーティションの UUID と、そのパーティション内のファイルシステムの UUID は全く異なります。オンラインから得られる情報において、`root=PARTUUID=<パーティション UUID>` ではなく `root=UUID=<ファイルシステム UUID>` を用いるように説明している場合があります。これを行うには `initramfs` が必要であり、これは LFS の範囲を超えるものです。

`/dev` 内のパーティションに対するデバイスノード名も変わります (GRUB 指定子が変更される可能性よりは低いです)。 `/etc/fstab` において記述するデバイスノードへのパスは、たとえば `/dev/sda1` を `PARTUUID=<パーティション UUID>` に置き換えることができます。これによりデバイスノード名が変更になった場合の、潜在的な起動エラーを回避することができます。

GRUB は大変強力なプログラムであり、ブート処理に際して非常に多くのオプションを提供しています。これにより、各種デバイス、オペレーティングシステム、パーティショントラブルに幅広く対応しています。さらにカスタマイズのためのオプションも多く提供されていて、グラフィカルなスプラッシュ画面、サウンド、マウス入力などについてカスタマイズが可能です。オプションの細かな説明は、ここでの手順説明の範囲を超えるため割愛します。



## 注意

`grub-mkconfig` というコマンドは、設定ファイルを自動的に生成するものです。このコマンドは `/etc/grub.d/` にある一連のスクリプトを利用しておらず、それまでに設定していた内容は失われることになります。その一連のスクリプトは、ソースコードを提供しない Linux ディストリビューションにて用いられるのが主であるため、LFS では推奨されません。商用 Linux ディストリビューションをインストールする場合には、それらのスクリプトを実行する、ちょうど良い機会となるはずです。こういった状況ですから、`grub.cfg` のバックアップは忘れずに行うようにしてください。

# 第11章 作業終了

## 11.1. 作業終了

できました！LFS システムのインストール終了です。あなたの輝かしいカスタムメイドの Linux システムが完成したことでしょう。

`/etc/lfs-release` というファイルをここで作成することにします。このファイルを作つておけば、どのバージョンの LFS をインストールしたのか、すぐに判別できます。（もしあなたが質問を投げた時には、我々もすぐに判別できることになります。）以下のコマンドによりこのファイルを生成します。

```
echo r12.4-93 > /etc/lfs-release
```

インストールシステムの情報を表わした 2 つのファイルがあれば、これからシステムにインストールするパッケージにおいて利用していくことができます。パッケージはバイナリ形式であっても、ビルドするものであってもかまいません。

1 つめのファイルは Linux Standards Base (LSB) の観点で、あなたのシステムがどのような状況にあるかを示すものです。これを作成するために以下のコマンドを実行します。

```
cat > /etc/lsb-release << "EOF"
DISTRIB_ID="Linux From Scratch"
DISTRIB_RELEASE="r12.4-93"
DISTRIB_CODENAME=""
DISTRIB_DESCRIPTION="Linux From Scratch"
EOF
```

2 つめのファイルは、だいたい同じ情報を含むのですが、systemd やグラフィカルデスクトップ環境がこれを利用します。これを作成するために以下のコマンドを実行します。

```
cat > /etc/os-release << "EOF"
NAME="Linux From Scratch"
VERSION="r12.4-93"
ID=lfs
PRETTY_NAME="Linux From Scratch r12.4-93"
VERSION_CODENAME=""
HOME_URL="https://www.linuxfromscratch.org/lfs/"
RELEASE_TYPE="development"
EOF
```

'DISTRIB\_CODENAME' と 'VERSION\_CODENAME' の両項目に対しては、あなたのシステムを特定できるように適切に設定してください。

## 11.2. ユーザー登録

これにより本書の作業は終了です。LFS ユーザー登録を行つてカウンターを取得しますか？以下のページ <https://www.linuxfromscratch.org/cgi-bin/lfscounter.php> にて、初めて構築した LFS のバージョンと氏名を登録して下さい。

それではシステムの再起動を行ないましょう。

## 11.3. システムの再起動

ソフトウェアのインストールがすべて完了しました。ここでコンピューターを再起動しますが、いくつか注意しておいて下さい。以下にその内容を示します。

- 利用するハードウェア用のカーネルドライバーが、それを適切に動作させるために何か別のファームウェアを利用している場合は、firmwares をインストールしてください。
- `root` ユーザーのパスワードが設定されていることを確認してください。
- 最後に、以下に示す種々の設定ファイルが適切であるかどうかを確認します。
  - `/etc/fstab`
  - `/etc/hosts`

- /etc/inputrc
- /etc/profile
- /etc/resolv.conf
- /etc/vimrc
- /etc/sysconfig/ifconfig.eth0

さあよろしいですか。 新しくインストールした LFS システムの再起動を行いましょう。 まずは chroot 環境から抜けます。

### logout

仮想ファイルシステムをアンマウントします。

```
umount -v $LFS/dev/pts
mountpoint -q $LFS/dev/shm && umount -v $LFS/dev/shm
umount -v $LFS/dev
umount -v $LFS/run
umount -v $LFS/proc
umount -v $LFS/sys
```

複数のパーティションを生成していた場合は、メインのパーティションをアンマウントする前に、個々のパーティションをアンマウントします。

```
umount -v $LFS/home
umount -v $LFS
```

LFS ファイルシステムそのものをアンマウントします。

```
umount -v $LFS
```

システムを再起動します。

これまでの作業にて GRUB ブートローダーが設定されているはずです。 そのメニューには LFS r12.4-93 を起動するためのメニュー項目があるはずです。

再起動が無事行われ LFS システムを使うことができます。 起動後に見えるのは「login: 」という単純なプロンプトです。 ここからは BLFS ブック に進んでいき、利用したいソフトウェアをいろいろと追加していくことができます。

再起動がうまくできなかった場合は、解消していきます。 初期起動時の問題を解決するヒントとして、<https://www.linuxfromscratch.org/lfs/troubleshooting.html> を参考にしてください。

## 11.4. さらなる情報

本書をお読み頂き、ありがとうございます。 本書が皆さんにとって有用なものとなり、システムの構築方法について十分に学んで頂けたものと思います。

LFS システムをインストールしたら「次は何を？」とお考えになるかもしれません。 その質問に答えるために以下に各種の情報をまとめます。

- 保守

あらゆるソフトウェアにおいて、バグやセキュリティの情報は日々報告されています。 LFS システムはソースコードからコンパイルしていますので、そのような報告を見逃さずにおくことは皆さんの仕事となります。 そのような報告をオンラインで提供する情報の場がありますので、いくつかを以下に示しましょう。

- LFS セキュリティアドバイザリー

LFS ブックを公開した後に発見されたセキュリティぜい弱性の一覧です。

- オープンソースセキュリティーリングリスト

オープンソースコミュニティにおいて、セキュリティ不備、捉え方、実践などを議論するメーリングリストです。

- LFS ヒント (LFS Hints)

LFS ヒントは有用なドキュメントを集めたものです。 LFS コミュニティのボランティアによって投稿されたものです。 それらのヒントは <https://www.linuxfromscratch.org/hints/downloads/files/> にて参照することができます。

- ・ メーリングリスト

皆さんにも参加して頂ける LFS メーリングリストがあります。何かの助けが必要になったり、最新の開発を行いたかったり、あるいはプロジェクトに貢献したいといった場合に、参加して頂くことができます。詳しくは 第 1 章 - メーリングリストを参照してください。

- ・ Linux ドキュメントプロジェクト (The Linux Documentation Project; TLDP)

Linux ドキュメントプロジェクトの目指すことは Linux のドキュメントに関わる問題を共同で取り組むことです。TLDP ではハウツー (HOWTO)、ガイド、man ページを数多く提供しています。以下のサイトにあります。 <https://www.tldp.org/>

## 11.5. LFS の次に向けて

### 11.5.1. 次に何をやるのか

ここに LFS が完成して起動可能なシステムを手にしました。ここから何をしますか？次はこれをどう使うかを決めることがあります。一般的には大きく 2 つの方法があります。ワークステーションとするのかサーバーとするのです。実のところ、両者は別々とする必要はありません。それぞれにとって必要となるアプリケーションは、同じシステム内に含めることができます。もっとも以下では、それぞれを個別に見ていくことにします。

サーバーとすることは比較的簡単です。一般には Apache HTTP Server のようなウェブサーバーと、MariaDB のようなデータベースサーバーから構成されます。ただし他のサービスを含めても構いません。使い捨てデバイスに埋め込まれているオペレーティングシステムは、ここに分類されます。

これに比べてワークステーションは、やや複雑です。一般には LXDE, XFCE, KDE, Gnome といったグラフィカルユーザー環境が必要であり、これらは グラフィック環境 や Firefox ウェブブラウザー、Thunderbird Email クライアント、LibreOffice office スイート といったグラフィックベースのアプリケーションによって成り立っています。こういったアプリケーションは、実際に多くのパッケージ（所定機能の実現のために何百もの依存パッケージ）によるアプリケーションやライブラリを必要としています。

上に加えて、全システム向けにシステムを管理するアプリケーション群があります。そういうアドミニストレーターは BLFS ブックに掲載しています。環境による話であって、そのアプリケーションをすべて必要とするものではありません。例として dhcpcd は、サーバーにおいては普通は不要のものですし、wireless\_tools は、ラップトップシステムにのみ必要となるのが通常です。

### 11.5.2. 基本的な LFS 環境での作業

LFS を初めて起動すると、追加するパッケージをビルドするための内部ツールはすべて含まれています。ただしユーザー環境は十分なものではありません。これを充実させていくには、いくつかの方法があります。

#### 11.5.2.1. LFS ホストからの chroot による作業

この方法を使えば、完全なグラフィック環境を扱うことができ、充実したブラウザを利用してコピー/ペースト機能が活用できます。またホスト内にある wget のようなアプリケーションを使うことができるため、パッケージソースをダウンロードして、chroot 環境内で作業可能な場所に配置することができます。

chroot 環境内で適切にパッケージビルドを行うためには、仮想ファイルシステムのマウントを忘れずに行っておく必要があります。これを実現する1つの方法として、以下のようなスクリプトをHOSTシステム内に生成して利用することができます。

```
cat > ~/mount-virt.sh << "EOF"
#!/bin/bash

function mountbind
{
    if ! mountpoint $LFS/$1 >/dev/null; then
        $SUDO mount --bind /$1 $LFS/$1
        echo $LFS/$1 mounted
    else
        echo $LFS/$1 already mounted
    fi
}

function mounttype
{
    if ! mountpoint $LFS/$1 >/dev/null; then
        $SUDO mount -t $2 $3 $4 $5 $LFS/$1
        echo $LFS/$1 mounted
    else
        echo $LFS/$1 already mounted
    fi
}

if [ $EUID -ne 0 ]; then
    SUDO=sudo
else
    SUDO=""
fi

if [ x$LFS == x ]; then
    echo "LFS not set"
    exit 1
fi

mountbind dev
mounttype dev/pts devpts devpts -o gid=5,mode=620
mounttype proc proc proc
mounttype sys sysfs sysfs
mounttype run tmpfs run
if [ -h $LFS/dev/shm ]; then
    install -v -d -m 1777 $LFS$(realpath /dev/shm)
else
    mounttype dev/shm tmpfs tmpfs -o nosuid,nodev
fi

#mountbind usr/src
#mountbind boot
#mountbind home
EOF
```

なおこのスクリプト内の最後の3つのコマンドはコメントアウトしています。こういったディレクトリがホストシステム上の個別パーティションにマウントされていて、LFS/BLFSシステムの起動時にマウントする必要がある場合に利用します。

このスクリプトは、一般ユーザー（これを推奨）または root ユーザーにて bash ~/mount-virt.sh として実行します。一般ユーザーとして実行する場合には、ホストシステム上に sudo が必要です。

もう一つ、このスクリプトにおいて指摘するポイントとして、ダウンロードしたパッケージファイルをどこに保存するのかという点があります。その場所については任意です。たとえば一般ユーザーのホームディレクトリ配下の`~/sources`といった場所にすることができます。あるいはグローバルな場所として`/usr/src`とすることもできます。ここで推奨したいのは、(chroot 環境から見て)`/sources`といったディレクトリに、BLFS と LFS のソースを混ぜないようにすることです。どのようにするにせよ、パッケージソースは chroot 環境内部からアクセスできるようにしなければなりません。

ここで紹介する機能の最後は、chroot 環境に入る手順を効率化することです。これは、ホストシステム内のユーザー向け`~/.bashrc` ファイルにエイリアスを設けることで実現します。

```
alias lfs='sudo /usr/sbin/chroot /mnt/lfs /usr/bin/env -i HOME=/root TERM="$TERM" PS1="\u:\w\\\" PATH=/usr/bin:/usr/sbin /bin/bash --login'
```

このエイリアスは多少トリッキーなところがあります。それはクオートと重複するバックスラッシュ文字があるところです。これらは單一行にすべて記述しなければなりません。上で示したコマンド記述は、見やすさを考慮して二行に分けているに過ぎません。

### 11.5.2.2. ssh 経由のリモート作業

この方法はグラフィック環境下においても利用できます。まず何よりも`sshd` を LFS システムにインストールすることが必要です。これは通常 chroot 環境にて行います。また 2 つめのコンピューターも必要です。この方法は、複雑な chroot 環境を必要としないことから、単純であるという利点があります。追加導入するパッケージに対しても、LFS からビルドしたカーネルを用いていくことになるので、インストールパッケージに対しても完全なシステム構成を保証し続けることになります。

LFS システム上においてビルドするソースパッケージを`scp` コマンドによってアップロードすることができます。LFS システム上に直接ダウンロードするのであれば、chroot 環境内において`libtasnl`, `pll-kit`, `make-ca`, `wget` をインストールしてください。(あるいは LFS システムの起動後に、それらのソースを`scp` を使ってアップロードしてください。)

### 11.5.2.3. LFS コマンドラインからの作業

この方法を用いるには chroot 環境において`libtasnl`, `pll-kit`, `make-ca`, `wget`, `gpm`, `links` (または`lynx`) をインストールしておき、再起動して新たな LFS システムに入ることが必要です。その時点において、システムにはデフォルトで 6 つの仮想コンソールが存在します。コンソールの切り替えは簡単で、`Alt+Fx` のキー組み合わせを利用します。ここで`Fx` は`F1` から`F6` までのキーを表します。別のキー組み合わせ`Alt+←` と`Alt+→` を使ってコンソールを切り替えることもできます。

この後に 2 つの異なる仮想コンソールにログインして、1 つのコンソール上では`links` または`lynx` ブラウザーを開き、もう 1 つのコンソールでは`bash` を起動します。GPM があることで、ブラウザー上のコマンドを左マウスボタンによりコピーすることができます。したがってコンソールを移って、そのコマンドをペーストすることができます。



#### 注記

注記にして示しておくと、X Windows インスタンスから仮想コンソールを切り替えるには、`Ctrl+Alt+Fx` のキー組み合わせを用います。ただしマウスによるコピー操作は、グラフィックインターフェースと仮想コンソール間では動作しません。X Windows ディスプレイに戻るため`Ctrl+Alt+Fx` の組み合わせを用いてください。ここで`Fx` は一般的には`F1` ですが`F7` の場合もあります。

## 第V部 付録

# 付録A 略語と用語



## 日本語訳情報

本節における日本語訳は、訳語が一般的に普及していると思われるものは、その訳語とカッコ書き内に原語を示します。逆に訳語に適当なものがないと思われるものは、無理に訳出せず原語だけを示すことにします。この判断はあくまで訳者によるものであるため、不適切・不十分な個所についてはご指摘ください。

ABI	アプリケーション バイナリ インターフェース (Application Binary Interface)
ALFS	Automated Linux From Scratch
API	アプリケーション プログラミング インターフェース (Application Programming Interface)
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
BIOS	ベーシック インプット/アウトプット システム; バイオス (Basic Input/Output System)
BLFS	Beyond Linux From Scratch
BSD	Berkeley Software Distribution
chroot	ルートのチェンジ (change root)
CMOS	シーモス (Complementary Metal Oxide Semiconductor)
COS	Class Of Service
CPU	中央演算処理装置 (Central Processing Unit)
CRC	巡回冗長検査 (Cyclic Redundancy Check)
CVS	Concurrent Versions System
DHCP	ダイナミック ホスト コンフィギュレーション プロトコル (Dynamic Host Configuration Protocol)
DNS	ドメインネームサービス (Domain Name Service)
EGA	Enhanced Graphics Adapter
ELF	Executable and Linkable Format
EOF	ファイルの終端 (End of File)
EQN	式 (equation)
ext2	second extended file system
ext3	third extended file system
ext4	fourth extended file system
FAQ	よく尋ねられる質問 (Frequently Asked Questions)
FHS	ファイルシステム階層標準 (Filesystem Hierarchy Standard)
FIFO	ファーストイント、ファーストアウト (First-In, First Out)
FQDN	完全修飾ドメイン名 (Fully Qualified Domain Name)
FTP	ファイル転送プロトコル (File Transfer Protocol)
GB	ギガバイト (gigabytes)
GCC	GNU コンパイラーコレクション (GNU Compiler Collection)
GID	グループ識別子 (Group Identifier)
GMT	グリニッジ標準時 (Greenwich Mean Time)
HTML	ハイパーテキスト マークアップ 言語 (Hypertext Markup Language)
IDE	Integrated Drive Electronics
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IO	入出力 (Input/Output)
IP	インターネット プロトコル (Internet Protocol)
IPC	プロセス間通信 (Inter-Process Communication)
IRC	インターネット リレー チャット (Internet Relay Chat)
ISO	国際標準化機構 (International Organization for Standardization)

ISP	インターネット サービス プロバイダー (Internet Service Provider)
KB	キロバイト (kilobytes)
LED	発光ダイオード (Light Emitting Diode)
LFS	Linux From Scratch
LSB	Linux Standard Base
MB	メガバイト (megabytes)
MBR	マスター ブート レコード (Master Boot Record)
MD5	Message Digest 5
NIC	ネットワーク インターフェース カード (Network Interface Card)
NLS	Native Language Support
NNTP	Network News Transport Protocol
NPTL	Native POSIX Threading Library
OSS	Open Sound System
PCH	プリコンパイル済みヘッダー (Pre-Compiled Headers)
PCRE	Perl Compatible Regular Expression
PID	プロセス識別子 (Process Identifier)
PTY	仮想端末 (pseudo terminal)
QOS	クオリティ オブ サービス (Quality Of Service)
RAM	ランダム アクセス メモリ (Random Access Memory)
RPC	リモート プロシージャ コール (Remote Procedure Call)
RTC	リアルタイムクロック (Real Time Clock)
SBU	標準ビルド時間 (Standard Build Unit)
SCO	サンタ クルズ オペレーション社 (The Santa Cruz Operation)
SHA1	Secure-Hash Algorithm 1
TLDP	The Linux Documentation Project
TFTP	Trivial File Transfer Protocol
TLS	スレッド ローカル ストレージ (Thread-Local Storage)
UID	ユーザー識別子 (User Identifier)
umask	user file-creation mask
USB	ユニバーサル シリアル バス (Universal Serial Bus)
UTC	協定世界時 (Coordinated Universal Time)
UUID	汎用一意識別子 (Universally Unique Identifier)
VC	仮想コンソール (Virtual Console)
VGA	ビデオ グラフィックス アレー (Video Graphics Array)
VT	仮想端末 (Virtual Terminal)

# 付録B 謝辞

Linux From Scratch プロジェクトへ貢献して下さった以下の方々および組織団体に感謝致します。

- Gerard Beekmans <gerard@linuxfromscratch.org> - LFS 構築者
- Bruce Dubbs <bdubbs@linuxfromscratch.org> - LFS 編集管理者
- Jim Gifford <jim@linuxfromscratch.org> - CLFS プロジェクト共同リーダー
- Pierre Labastie <pierre@linuxfromscratch.org> - BLFS 編集者、ALFS リーダー
- DJ Lucas <dj@linuxfromscratch.org> - LFS、BLFS 編集者
- Ken Moffat <ken@linuxfromscratch.org> - BLFS 編集者
- この他に数多くの方々にも協力頂きました。 皆さまには LFS や BLFS などのメーリングリストにて、提案、ブック内容のテスト、バグ報告、作業指示、パッケージインストールの経験談などを通じて、本ブック製作にご協力頂きました。

## 翻訳者

- Manuel Canales Esparcia <macana@macana-es.com> - スペインの LFS 翻訳プロジェクト
- Johan Lenglet <johan@linuxfromscratch.org> - フランスの LFS 翻訳プロジェクト；2008年まで
- Jean-Philippe Mengual <jmengual@linuxfromscratch.org> - フランスの LFS 翻訳プロジェクト；2008年～2016年まで
- Julien Lepiller <jlepiller@linuxfromscratch.org> - フランスの LFS 翻訳プロジェクト；2017年から現在まで
- Anderson Lizardo <lizardo@linuxfromscratch.org> - ポルトガルの LFS 翻訳プロジェクト；以前
- Jamenson Espindula <jafesp@gmail.com> - ポルトガルの LFS 翻訳プロジェクト；2022年から現在
- Thomas Reitelbach <tr@erdfunkstelle.de> - ドイツの LFS 翻訳プロジェクト

## ミラー管理者

### 北米のミラー

- Scott Kveton <scott@osuosl.org> - lfs.oregonstate.edu ミラー
- William Astle <lost@l-w.net> - ca.linuxfromscratch.org ミラー
- Eujon Sellers <jpolen@rackspace.com> - lfs.introspeed.com ミラー
- Justin Knierim <tim@idge.net> - lfs-matrix.net ミラー

### 南米のミラー

- Manuel Canales Esparcia <manuel@linuxfromscratch.org> - lfsmirror.lfs-es.info ミラー
- Luis Falcon <Luis Falcon> - torredehanoi.org ミラー

### ヨーロッパのミラー

- Guido Passet <guido@primrelay.net> - nl.linuxfromscratch.org ミラー
- Bastiaan Jacques <baafie@planet.nl> - lfs.pagefault.net ミラー
- Sven Cranshoff <sven.cranshoff@lineo.be> - lfs.lineo.be ミラー
- Scarlet Belgium - lfs.scarlet.be ミラー
- Sebastian Faulborn <info@aliensoft.org> - lfs.aliensoft.org ミラー
- Stuart Fox <stuart@dontuse.ms> - lfs.dontuse.ms ミラー
- Ralf Uhlemann <admin@realhost.de> - lfs.oss-mirror.org ミラー
- Antonin Sprinzl <Antonin.Sprinzl@tuwien.ac.at> - at.linuxfromscratch.org ミラー
- Fredrik Danerklint <fredan-lfs@fredan.org> - se.linuxfromscratch.org ミラー
- Franck <franck@linuxpourtous.com> - lfs.linuxpourtous.com ミラー
- Philippe Baque <baque@cict.fr> - lfs.cict.fr ミラー
- Vitaly Chekasin <gyouja@pilgrims.ru> - lfs.pilgrims.ru ミラー

- Benjamin Heil <kontakt@wankoo.org> - lfs.wankoo.org ミラー
- Anton Maisak <info@linuxfromscratch.org.ru> - linuxfromscratch.org.ru ミラー

## アジアのミラー

- Satit Phermsawang <satit@wbac.ac.th> - lfs.phayoune.org ミラー
- Shizunet Co.,Ltd. <info@shizu-net.jp> - lfs.mirror.shizu-net.jp ミラー

## オーストラリアのミラー

- Jason Andrade <jason@dstc.edu.au> - au.linuxfromscratch.org ミラー

## 以前のプロジェクトチームメンバー

- Christine Barczak <theladyskye@linuxfromscratch.org> - LFS ブック編集者
- Archaic <archaic@linuxfromscratch.org> - LFS テクニカルライター/編集者、HLFS プロジェクトリーダー、BLFS 編集者、ヒントプロジェクトとパッチプロジェクトの管理者
- Matthew Burgess <matthew@linuxfromscratch.org> - LFS プロジェクトリーダー、LFS テクニカルライター/編集者
- Nathan Coulson <nathan@linuxfromscratch.org> - LFS-ポートスクリプトの管理者
- Timothy Bauscher
- Robert Briggs
- Ian Chilton
- Jeroen Coumans <jeroen@linuxfromscratch.org> - ウェブサイト開発者、FAQ 管理者
- Manuel Canales Esparcia <manuel@linuxfromscratch.org> - LFS/BLFS/HLFS の XML と XSL の管理者
- Alex Groenewoud - LFS テクニカルライター
- Marc Heerdink
- Jeremy Huntwork <jhuntwork@linuxfromscratch.org> - LFS テクニカルライター、LFS LiveCD 管理者
- Bryan Kadzban <bryan@linuxfromscratch.org> - LFS テクニカルライター
- Mark Hymers
- Seth W. Klein - FAQ 管理者
- Nicholas Leippe <nicholas@linuxfromscratch.org> - Wiki 管理者
- Anderson Lizardo <lizardo@linuxfromscratch.org> - ウェブサイトのバックエンドスクリプトの管理者
- Randy McMurphy <randy@linuxfromscratch.org> - BLFS プロジェクトリーダー、LFS 編集者
- Dan Nicholson <dnicholson@linuxfromscratch.org> - LFS/BLFS 編集者
- Alexander E. Patrakov <alexander@linuxfromscratch.org> - LFS テクニカルライター、LFS 国際化に関する編集者、LFS Live CD 管理者
- Simon Perreault
- Scot Mc Pherson <scot@linuxfromscratch.org> - LFS NNTP ゲートウェイ管理者
- Douglas R. Reno <renodr@linuxfromscratch.org> - Systemd 編集者
- Ryan Oliver <ryan@linuxfromscratch.org> - CLFS プロジェクト共同リーダー
- Greg Schafer <gschafer@zip.com.au> - LFS テクニカルライター、次世代 64 ビット機での構築手法の開発者
- Jesse Tie-Ten-Quee - LFS テクニカルライター
- James Robertson <jwrober@linuxfromscratch.org> - Bugzilla 管理者
- Tushar Teredesai <tushar@linuxfromscratch.org> - BLFS ブック編集者、ヒントプロジェクト・パッチプロジェクトのリーダー
- Jeremy Utley <jeremy@linuxfromscratch.org> - LFS テクニカルライター、Bugzilla 管理者、LFS-ポートスクリプト管理者
- Zack Winkles <zwinkles@gmail.com> - LFS テクニカルライター

# 付録C パッケージの依存関係

LFS にて構築するパッケージはすべて、他のいくつかのパッケージに依存していて、それらがあつて初めて適切にインストールができます。パッケージの中には互いに依存し合っているものもあります。つまり一つめのパッケージが二つめのパッケージに依存しており、二つめが実は一つめのパッケージにも依存しているような例です。こういった依存関係があることから LFS においてパッケージを構築する順番は非常に重要なものです。本節は LFS にて構築する各パッケージの依存関係を示すものです。

ビルドするパッケージの個々には、3種類あるいは、最大で5種類の依存関係を示しています。1つめは、対象パッケージをコンパイルしてビルドするために必要となるパッケージです。2つめは、対象パッケージのプログラムやライブラリが、実行時にその利用を必要とするパッケージです。3つめは、1つめのものに加えて、テストスイートを実行するために必要となるパッケージです。4つめ以降は、対象パッケージをビルドし、最終的にインストールするために必要となるパッケージです。

依存関係として4つめに示すのは任意のパッケージであり LFS では説明していないものです。しかし皆さんにとって有用なパッケージであるはずです。それらのパッケージは、さらに別のパッケージを必要としていたり、互いに依存し合っていることがあります。そういうたったの依存関係があるため、それらをインストールする場合には、LFS をすべて仕上げた後に再度 LFS 内のパッケージを再構築する方法をお勧めします。再インストールに関しては、たいてい BLFS にて説明しています。

## Acl

インストール依存パッケージ:	Attr, Bash, Binutils, Coreutils, GCC, Gettext, Grep, M4, Make, Perl, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Attr, Glibc
テストスイート依存パッケージ:	Automake, Diffutils, Findutils, Libtool
事前インストールパッケージ:	Coreutils, Sed, Tar, Vim
任意依存パッケージ:	なし

## Attr

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, GCC, Gettext, Glibc, Grep, M4, Make, Perl, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	Automake, Diffutils, Findutils, Libtool
事前インストールパッケージ:	Acl, Libcap, Patch
任意依存パッケージ:	なし

## Autoconf

インストール依存パッケージ:	Bash, Coreutils, Grep, M4, Make, Perl, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Bash, Coreutils, Grep, M4, Make, Sed, Texinfo
テストスイート依存パッケージ:	Automake, Diffutils, Findutils, GCC, Libtool
事前インストールパッケージ:	Automake, Coreutils
任意依存パッケージ:	Emacs

## Automake

インストール依存パッケージ:	Autoconf, Bash, Coreutils, Gettext, Grep, M4, Make, Perl, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Bash, Coreutils, Grep, M4, Sed, Texinfo
テストスイート依存パッケージ:	Binutils, Bison, Bzip2, DejaGNU, Diffutils, Expect, Findutils, Flex, GCC, Gettext, Gzip, Libtool, Tar
事前インストールパッケージ:	Coreutils
任意依存パッケージ:	なし

## Bash

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Bison, Coreutils, Diffutils, Gawk, GCC, Glibc, Grep, Make, Ncurses, Patch, Readline, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Glibc, Ncurses, Readline
テストスイート依存パッケージ:	Expect, Shadow
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	Xorg

## Bc

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, GCC, Glibc, Grep, Make, Readline
実行時依存パッケージ:	Glibc, Ncurses, Readline
テストスイート依存パッケージ:	Gawk
事前インストールパッケージ:	Linux
任意依存パッケージ:	なし

## Binutils

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, File, Flex, Gawk, GCC, Glibc, Grep, Make, Perl, Pkgconf, Sed, Texinfo, Zlib, Zstd
実行時依存パッケージ:	Glibc, Zlib, Zstd
テストスイート依存パッケージ:	DejaGNU, Expect
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	Elfutils, Jansson

## Bison

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, GCC, Gettext, Glibc, Grep, M4, Make, Perl, Sed
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	Diffutils, Findutils, Flex
事前インストールパッケージ:	Kbd, Tar
任意依存パッケージ:	Doxygen

## Bzip2

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, GCC, Glibc, Make, Patch
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	File, Libelf
任意依存パッケージ:	なし

## Coreutils

インストール依存パッケージ:	Autoconf, Automake, Bash, Binutils, Coreutils, GCC, Gettext, Glibc, GMP, Grep, Libcap, Make, OpenSSL, Patch, Perl, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	Diffutils, E2fsprogs, Findutils, Shadow, Util-linux
事前インストールパッケージ:	Bash, Diffutils, Findutils, Man-DB, Udev
任意依存パッケージ:	Expect.pm, IO::Tty

## DejaGNU

インストール依存パッケージ:	Bash, Coreutils, Diffutils, Expect, GCC, Grep, Make, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Expect, Bash
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	なし

## Diffutils

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Gawk, GCC, Gettext, Glibc, Grep, Make, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	Perl
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	なし

## E2fsprogs

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, Gawk, GCC, Glibc, Grep, Gzip, Make, Pkgconf, Sed, Texinfo, Util-linux
実行時依存パッケージ:	Glibc, Util-linux
テストスイート依存パッケージ:	Procps-ng, Psmisc
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	なし

## Expat

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Gawk, GCC, Glibc, Grep, Make, Sed
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	Python, XML::Parser
任意依存パッケージ:	なし

## Expect

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, GCC, Glibc, Grep, Make, Patch, Sed, Tcl
実行時依存パッケージ:	Glibc, Tcl
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	Tk

## File

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Bzip2, Coreutils, Diffutils, Gawk, GCC, Glibc, Grep, Make, Sed, Xz, Zlib, Zstd
実行時依存パッケージ:	Glibc, Bzip2, Xz, Zlib
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	libseccomp

## Findutils

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, GCC, Gettext, Glibc, Grep, Make, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Bash, Glibc
テストスイート依存パッケージ:	DejaGNU, Diffutils, Expect
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	なし

## Flex

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, GCC, Gettext, Glibc, Grep, M4, Make, Patch, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Bash, Glibc, M4
テストスイート依存パッケージ:	Bison, Gawk
事前インストールパッケージ:	Binutils, IProute2, Kbd, Kmod, Man-DB
任意依存パッケージ:	なし

## Flit-Core

インストール依存パッケージ:	Python
実行時依存パッケージ:	Python
テストスイート依存パッケージ:	テストスイートはありません
事前インストールパッケージ:	Packaging, Wheel
任意依存パッケージ:	pytest, testpath

## Gawk

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, GCC, Gettext, Glibc, GMP, Grep, Make, MPFR, Patch, Readline, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Bash, Glibc, Mpfr
テストスイート依存パッケージ:	Diffutils
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	libsigsegv

## GCC

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, Findutils, Gawk, GCC, Gettext, Glibc, GMP, Grep, M4, Make, MPC, MPFR, Patch, Perl, Sed, Tar, Texinfo, Zstd
実行時依存パッケージ:	Bash, Binutils, Glibc, Mpc, Python
テストスイート依存パッケージ:	DejaGNU, Expect, Shadow
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	GDC, GNAT, ISL

## GDBM

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, GCC, Grep, Make, Sed
実行時依存パッケージ:	Bash, Glibc, Readline
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	なし

## Gettext

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Gawk, GCC, Glibc, Grep, Make, Ncurses, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Acl, Bash, Gcc, Glibc
テストスイート依存パッケージ:	Diffutils, Perl, Tcl
事前インストールパッケージ:	Automake, Bison
任意依存パッケージ:	libunistring , libxml2

## Glibc

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Bison, Coreutils, Diffutils, Gawk, GCC, Gettext, Grep, Gzip, Linux API ヘッダー, Make, Perl, Python, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	なし
テストスイート依存パッケージ:	File
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	なし

## GMP

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, Gawk, GCC, Glibc, Grep, M4, Make, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	GCC, Glibc
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	MPFR, GCC
任意依存パッケージ:	なし

## Gperf

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, GCC, Glibc, Make
実行時依存パッケージ:	GCC, Glibc
テストスイート依存パッケージ:	Diffutils, Expect
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	なし

## Grep

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, GCC, Gettext, Glibc, Grep, Make, Patch, Pcre2, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	Gawk
事前インストールパッケージ:	Man-DB
任意依存パッケージ:	なし

## Groff

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Bison, Coreutils, Gawk, GCC, Glibc, Grep, Make, Patch, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	GCC, Glibc, Perl
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	Man-DB
任意依存パッケージ:	ghostscript, Uchardet

## GRUB

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Bison, Coreutils, Diffutils, GCC, Gettext, Glibc, Grep, Make, Ncurses, Sed, Texinfo, Xz
実行時依存パッケージ:	Bash, GCC, Gettext, Glibc, Xz, Sed
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	なし

## Gzip

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, GCC, Glibc, Grep, Make, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Bash, Glibc
テストスイート依存パッケージ:	Diffutils, Less
事前インストールパッケージ:	Man-DB
任意依存パッケージ:	なし

## Iana-Etc

インストール依存パッケージ:	Coreutils
実行時依存パッケージ:	なし
テストスイート依存パッケージ:	テストスイートはありません
事前インストールパッケージ:	Perl
任意依存パッケージ:	なし

## Inetutils

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, GCC, Glibc, Grep, Make, Ncurses, Patch, Sed, Texinfo, Zlib
実行時依存パッケージ:	GCC, Glibc, Ncurses, Readline
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	Tar
任意依存パッケージ:	なし

## Intltool

インストール依存パッケージ:	Bash, Gawk, Glibc, Make, Perl, Sed, XML::Parser
実行時依存パッケージ:	Autoconf, Automake, Bash, Glibc, Grep, Perl, Sed
テストスイート依存パッケージ:	Perl
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	なし

## IProute2

インストール依存パッケージ:	Bash, Bison, Coreutils, Flex, GCC, Glibc, Make, Libcap, Libelf, Linux API ヘッダー, Pkgconf, Zlib
実行時依存パッケージ:	Bash, Coreutils, Glibc, Libcap, Libelf, Zlib
テストスイート依存パッケージ:	テストスイートはありません
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	Berkeley DB, iptables, libbpf, libmnl, libtirpc

## Jinja2

インストール依存パッケージ:	MarkupSafe, Python, Setuptools, Wheel
実行時依存パッケージ:	MarkupSafe, Python
テストスイート依存パッケージ:	テストスイートはありません
事前インストールパッケージ:	Udev
任意依存パッケージ:	なし

## Kbd

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Bison, Coreutils, Flex, GCC, Gettext, Glibc, Gzip, Make, Patch, Sed
実行時依存パッケージ:	Bash, Coreutils, Glibc
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	Linux-PAM

## Kmod

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Bison, Coreutils, Flex, GCC, Gettext, Glibc, Gzip, Make, OpenSSL, Pkgconf, Sed, Xz, Zlib, Zstd
実行時依存パッケージ:	Glibc, Xz, Zlib
テストスイート依存パッケージ:	テストスイートはありません
事前インストールパッケージ:	Udev
任意依存パッケージ:	scdoc (man ページのため)

## Less

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, GCC, Glibc, Grep, Make, Ncurses, Pcre2, Sed
実行時依存パッケージ:	Glibc, Ncurses
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	Gzip
任意依存パッケージ:	なし

## Libcap

インストール依存パッケージ:	Attr, Bash, Binutils, Coreutils, GCC, Glibc, Perl, Make, Sed
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	IProute2, Shadow
任意依存パッケージ:	Linux-PAM

## Libelf

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Bzip2, Coreutils, GCC, Glibc, Make, Xz, Zlib, Zstd
実行時依存パッケージ:	Bzip2, Glibc, Xz, Zlib, Zstd
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	IProute2, Linux
任意依存パッケージ:	なし

## Libffi

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, GCC, Glibc, Make, Sed
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	DejaGnu
事前インストールパッケージ:	Python
任意依存パッケージ:	なし

## Libpipeline

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, Gawk, GCC, Glibc, Grep, Make, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	Pkgconf
事前インストールパッケージ:	Man-DB
任意依存パッケージ:	なし

## Libtool

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, Gawk, GCC, Glibc, Grep, Make, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Autoconf, Automake, Bash, Binutils, Coreutils, File, GCC, Glibc, Grep, Make, Sed
テストスイート依存パッケージ:	Autoconf, Automake, Findutils
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	なし

## Libxcrypt

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, Gawk, GCC, Glibc, Grep, Make, Perl, Sed
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	Perl, Python, Shadow, Udev
任意依存パッケージ:	なし

## Linux

インストール依存パッケージ:	Bash, Bc, Binutils, Coreutils, Diffutils, Findutils, GCC, Glibc, Grep, Gzip, Kmod, Libelf, Make, Ncurses, OpenSSL, Perl, Sed
実行時依存パッケージ:	なし
テストスイート依存パッケージ:	テストスイートはありません
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	cpio, LLVM (Clang 込み), Rust-bindgen

## Linux API Headers

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Findutils, GCC, Glibc, Grep, Gzip, Make, Perl, Sed
実行時依存パッケージ:	なし
テストスイート依存パッケージ:	テストスイートはありません
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	なし

## Lz4

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, GCC, Glibc, Make
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	Python
事前インストールパッケージ:	Zstd
任意依存パッケージ:	なし

## M4

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, GCC, Glibc, Grep, Make, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Bash, Glibc
テストスイート依存パッケージ:	Diffutils
事前インストールパッケージ:	Autoconf, Bison
任意依存パッケージ:	libsigsegv

## Make

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, GCC, Gettext, Glibc, Grep, Make, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	Perl, Procps-ng
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	Guile

## Man-DB

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Bzip2, Coreutils, Flex, GCC, GDBM, Gettext, Glibc, Grep, Groff, Gzip, Less, Libpipeline, Make, Pkgconf, Sed, Xz
実行時依存パッケージ:	Bash, GDBM, Groff, Glibc, Gzip, Less, Libpipeline, Zlib
テストスイート依存パッケージ:	Util-linux
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	libseccomp, po4a

## Man-Pages

インストール依存パッケージ:	Bash, Coreutils, Make, Sed
実行時依存パッケージ:	なし
テストスイート依存パッケージ:	テストスイートはありません
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	なし

## MarkupSafe

インストール依存パッケージ:	Python, Setuptools, Wheel
実行時依存パッケージ:	Python
テストスイート依存パッケージ:	テストスイートはありません
事前インストールパッケージ:	Jinja2
任意依存パッケージ:	なし

## Meson

インストール依存パッケージ:	Ninja, Python, Setuptools, Wheel
実行時依存パッケージ:	Python
テストスイート依存パッケージ:	テストスイートはありません
事前インストールパッケージ:	Udev
任意依存パッケージ:	なし

## MPC

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, Gawk, GCC, Glibc, Grep, GMP, Make, MPFR, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Glibc, GMP, MPFR
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	GCC
任意依存パッケージ:	なし

## MPFR

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, Gawk, GCC, Glibc, Grep, GMP, Make, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Glibc, GMP
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	Gawk, GCC
任意依存パッケージ:	なし

## Ncurses

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, Gawk, GCC, Glibc, Grep, Make, Patch, Sed
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	テストスイートはありません
事前インストールパッケージ:	Bash, GRUB, Inetutils, Less, Procps-ng, Psmisc, Readline, Texinfo, Util-linux, Vim
任意依存パッケージ:	なし

## Ninja

インストール依存パッケージ:	Binutils, Coreutils, GCC, Python
実行時依存パッケージ:	GCC, Glibc
テストスイート依存パッケージ:	cmake
事前インストールパッケージ:	Meson
任意依存パッケージ:	Asciidoc, Doxygen, Emacs, re2c

## OpenSSL

インストール依存パッケージ:	Binutils, Coreutils, GCC, Make, Perl
実行時依存パッケージ:	Glibc, Perl
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	Coreutils, Kmod, Linux, Udev
任意依存パッケージ:	なし

## Packaging

インストール依存パッケージ:	Flit-core, Python
実行時依存パッケージ:	Python
テストスイート依存パッケージ:	テストスイートはありません
事前インストールパッケージ:	Wheel
任意依存パッケージ:	pytest

## Patch

インストール依存パッケージ:	Attr, Bash, Binutils, Coreutils, GCC, Glibc, Grep, Make, Sed
実行時依存パッケージ:	Attr, Glibc
テストスイート依存パッケージ:	Diffutils
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	Ed

## Pcre2

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Bzip2, Coreutils, GCC, Glibc, GZip, Make, Readline
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	Grep
事前インストールパッケージ:	Grep, Less
任意依存パッケージ:	Valgrind, libedit

## Perl

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Gawk, GCC, GDBM, Glibc, Grep, Libxcrypt, Make, Sed, Zlib
実行時依存パッケージ:	GDBM, Glibc, Libxcrypt
テストスイート依存パッケージ:	Iana-Etc, Less, Procps-ng
事前インストールパッケージ:	Autoconf
任意依存パッケージ:	Berkeley DB

## Pkgconf

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Gawk, GCC, Glibc, Grep, Make, Sed, Sqlite
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	Binutils, E2fsprogs, IProute2, Kmod, Man-DB, Procps-ng, Python, Udev, Util-linux
任意依存パッケージ:	なし

## Procps-ng

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, GCC, Glibc, Make, Ncurses, Pkgconf
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	DejaGNU
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	elogind

## Psmisc

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, GCC, Gettext, Glibc, Grep, Make, Ncurses, Sed
実行時依存パッケージ:	Glibc, Ncurses
テストスイート依存パッケージ:	Expect
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	なし

## Python

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Expat, GCC, Gdbm, Gettext, Glibc, Grep, Libffi, Libxcrypt, Make, Ncurses, OpenSSL, Pkgconf, Sed, Util-linux, Zstd
実行時依存パッケージ:	Bzip2, Expat, Gdbm, Glibc, Libffi, Libxcrypt, Ncurses, OpenSSL, Zlib
テストスイート依存パッケージ:	GDB, Valgrind
事前インストールパッケージ:	Ninja
任意依存パッケージ:	Berkeley DB, libnsl, SQLite, Tk

## Readline

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Gawk, GCC, Glibc, Grep, Make, Ncurses, Patch, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Glibc, Ncurses
テストスイート依存パッケージ:	テストスイートはありません
事前インストールパッケージ:	Bash, Bc, Gawk
任意依存パッケージ:	なし

## Sed

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, GCC, Gettext, Glibc, Grep, Make, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Acl, Attr, Glibc
テストスイート依存パッケージ:	Diffutils, Gawk
事前インストールパッケージ:	E2fsprogs, File, Libtool, Shadow
任意依存パッケージ:	なし

## Setup tools

インストール依存パッケージ:	Python, Wheel
実行時依存パッケージ:	Python
テストスイート依存パッケージ:	テストスイートはありません
事前インストールパッケージ:	Jinja2, MarkupSafe, Meson
任意依存パッケージ:	なし

## Shadow

インストール依存パッケージ:	Acl, Attr, Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, Findutils, Gawk, GCC, Gettext, Glibc, Grep, Libcap, Libxcrypt, Make, Sed
実行時依存パッケージ:	Glibc, Libxcrypt
テストスイート依存パッケージ:	テストスイートはありません
事前インストールパッケージ:	Coreutils
任意依存パッケージ:	CrackLib, Linux-PAM

## Pcre2

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, GCC, Glibc, Gzip, Make, Ncurses, Readline
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	Python
任意依存パッケージ:	libarchive, libedit

## Sysklogd

インストール依存パッケージ:	Binutils, Coreutils, GCC, Glibc, Make, Patch
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	テストスイートはありません
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	なし

## SysVinit

インストール依存パッケージ:	Binutils, Coreutils, GCC, Glibc, Make, Sed
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	テストスイートはありません
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	なし

## Tar

インストール依存パッケージ:	Acl, Attr, Bash, Binutils, Bison, Coreutils, GCC, Gettext, Glibc, Grep, Inetutils, Make, Sed, Texinfo
実行時依存パッケージ:	Acl, Attr, Bzip2, Glibc, Gzip, Xz
テストスイート依存パッケージ:	Autoconf, Diffutils, Findutils, Gawk, Gzip
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	なし

## Tcl

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, GCC, Glibc, Grep, Make, Sed
実行時依存パッケージ:	Glibc, Zlib
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	なし

## Texinfo

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, GCC, Gettext, Glibc, Grep, Make, Ncurses, Patch, Sed
実行時依存パッケージ:	Glibc, Ncurses
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	なし

## Udev

インストール依存パッケージ:	Acl, Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, Gawk, GCC, Glibc, Gperf, Grep, Jinja2, Libcap, Libcrypt, Meson, OpenSSL, Pkgconf, Sed, Util-linux, Zstd
実行時依存パッケージ:	Acl, Glibc, Libcap, OpenSSL, Util-linux
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	Util-linux
任意依存パッケージ:	なし

## Util-linux

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, File, Findutils, Gawk, GCC, Gettext, Glibc, Grep, Make, Ncurses, Pkgconf, Sed, Udev, Zlib
実行時依存パッケージ:	Glibc, Ncurses, Readline, Udev, Zlib
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	Asciidoctor, Libcap-NG, libeconf, libuser, libutempter, Linux-PAM, smartmontools, po4a, slang

## Vim

インストール依存パッケージ:	Acl, Attr, Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, GCC, Glibc, Grep, Make, Ncurses, Sed
実行時依存パッケージ:	Acl, Attr, Glibc, Python, Ncurses, Tcl
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	なし
任意依存パッケージ:	Xorg, GTK+2, LessTif, Ruby, GPM

## Wheel

インストール依存パッケージ:	Python, Flit-core, packaging
実行時依存パッケージ:	Python
テストスイート依存パッケージ:	テストスイートはありません
事前インストールパッケージ:	Jinja2, MarkupSafe, Meson, Setuptools
任意依存パッケージ:	なし

## XML::Parser

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Expat, GCC, Glibc, Make, Perl
実行時依存パッケージ:	Expat, Glibc, Perl
テストスイート依存パッケージ:	Perl
事前インストールパッケージ:	Intltool
任意依存パッケージ:	LWP::UserAgent

## Xz

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, Diffutils, GCC, Glibc, Make
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	File, GRUB, Kmod, Libelf, Man-DB, Udev
任意依存パッケージ:	なし

## Zlib

インストール依存パッケージ:	Bash, Binutils, Coreutils, GCC, Glibc, Make, Sed
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	File, Kmod, Libelf, Perl, Util-linux
任意依存パッケージ:	なし

## Zstd

インストール依存パッケージ:	Binutils, Coreutils, GCC, Glibc, Gzip, Lz4, Make, Xz, Zlib
実行時依存パッケージ:	Glibc
テストスイート依存パッケージ:	なし
事前インストールパッケージ:	Binutils, File, GCC, Kmod, Libelf, Python, Udev
任意依存パッケージ:	なし

# 付録D ブートスクリプトと sysconfig スクリプト version-20250827

本付録に示すスクリプトは、それらが収容されているディレクトリごとに列記します。/etc/rc.d/init.d、/etc/sysconfig、/etc/sysconfig/network-devices、/etc/sysconfig/network-devices/servicesの順です。各ディレクトリにおいてのスクリプトは呼び出し順に説明します。

## D.1. /etc/rc.d/init.d/rc

rc スクリプトは initによって呼び出される最初のスクリプトであり、ブート処理を初期化します。

```
#!/bin/bash
#####
# Begin rc
#
# Description : Main Run Level Control Script
#
# Authors      : Gerard Beekmans - gerard@linuxfromscratch.org
#                 : DJ Lucas - dj@linuxfromscratch.org
# Updates     : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#                 : Pierre Labastie - pierre@linuxfromscratch.org
#
# Version      : LFS 7.0
#
# Notes        : Updates March 24th, 2022: new semantics of S/K files
#                 - Instead of testing that S scripts were K scripts in the
#                   previous runlevel, test that they were not S scripts
#                 - Instead of testing that K scripts were S scripts in the
#                   previous runlevel, test that they were not K scripts
#                 - S scripts in runlevel 0 or 6 are now run with
#                   "script start" (was "script stop" previously).
#####
. /lib/lsb/init-functions

print_error_msg()
{
    log_failure_msg
    # $i is set when called
    MSG="FAILURE:\n\nYou should not be reading this error message.\n\n"
    MSG="$MSG It means that an unforeseen error took place in\n"
    MSG="$MSG ${i},\n"
    MSG="$MSG which exited with a return value of ${error_value}.\n"

    MSG="$MSG If you're able to track this error down to a bug in one of\n"
    MSG="$MSG the files provided by the ${DISTRO_MINI} book,\n"
    MSG="$MSG please be so kind to inform us at ${DISTRO_CONTACT}.\n"
    log_failure_msg "$MSG"

    log_info_msg "Press Enter to continue..."
    wait_for_user
}

check_script_status()
{
    # $i is set when called
    if [ ! -f ${i} ]; then
        log_warning_msg "${i} is not a valid symlink."
        SCRIPT_STAT="1"
```

```

fi

if [ ! -x ${i} ]; then
    log_warning_msg "${i} is not executable, skipping."
    SCRIPT_STAT="1"
fi
}

run()
{
    if [ -z $interactive ]; then
        ${1} ${2}
        return $?
    fi

    while true; do
        read -p "Run ${1} ${2} (Yes/no/continue)? " -n 1 runit
        echo

        case ${runit} in
            c | C)
                interactive=""
                ${i} ${2}
                ret=${?}
                break;
                ;;

            n | N)
                return 0
                ;;

            y | Y)
                ${i} ${2}
                ret=${?}
                break
                ;;

        esac
    done

    return $ret
}

# Read any local settings/overrides
[ -r /etc/sysconfig/rc.site ] && source /etc/sysconfig/rc.site

DISTRO=${DISTRO:-"Linux From Scratch"}
DISTRO_CONTACT=${DISTRO_CONTACT:-"lfs-dev@lists.linuxfromscratch.org (Registration required)"}
DISTRO_MINI=${DISTRO_MINI:-"LFS"}
IPROMPT=${IPROMPT:-"no"}

# These 3 signals will not cause our script to exit
trap "" INT QUIT TSTP

[ "${1}" != "" ] && runlevel=${1}

if [ "${runlevel}" == "" ]; then
    echo "Usage: ${0} <runlevel>" >&2
    exit 1
fi

previous=${PREVLEVEL}

```

```
[ "${previous}" == "" ] && previous=N

if [ ! -d /etc/rc.d/rc${runlevel}.d ]; then
    log_info_msg "/etc/rc.d/rc${runlevel}.d does not exist.\n"
    exit 1
fi

if [ "$runlevel" == "6" -o "$runlevel" == "0" ]; then IPROMPT="no"; fi

# Note: In ${LOGLEVEL:-7}, it is ':' 'dash' '7', not minus 7
if [ "$runlevel" == "S" ]; then
    [ -r /etc/sysconfig/console ] && source /etc/sysconfig/console
    dmesg -n "${LOGLEVEL:-7}"
fi

if [ "${IPROMPT}" == "yes" -a "${runlevel}" == "S" ]; then
    # The total length of the distro welcome string, without escape codes
    wlen=${wlen:-$(echo "Welcome to ${DISTRO}" | wc -c )}
    welcome_message=${welcome_message:-"Welcome to ${INFO}${DISTRO}${NORMAL}"}

    # The total length of the interactive string, without escape codes
    ilen=${ilen:-$(echo "Press 'I' to enter interactive startup" | wc -c )}
    i_message=${i_message:-"Press '${FAILURE}I${NORMAL}' to enter interactive startup"}

    # dcol and icol are spaces before the message to center the message
    # on screen. itime is the amount of wait time for the user to press a key
    wcol=$(( ( ${COLUMNS} - ${wlen} ) / 2 ))
    icol=$(( ( ${COLUMNS} - ${ilen} ) / 2 ))
    itime=${itime:-"3"}

    echo -e "\n\n"
    echo -e "\\033[${wcol}G${welcome_message}"
    echo -e "\\033[${icol}G${i_message}${NORMAL}"
    echo ""
    read -t "${itime}" -n 1 interactive 2>&1 > /dev/null
fi

# Make lower case
[ "${interactive}" == "I" ] && interactive="i"
[ "${interactive}" != "i" ] && interactive=""

# Read the state file if it exists from runlevel S
[ -r /run/interactive ] && source /run/interactive

# Stop all services marked as K, except if marked as K in the previous
# runlevel: it is the responsibility of the script to not try to kill
# a non running service
if [ "${previous}" != "N" ]; then
    for i in $(ls -v /etc/rc.d/rc${runlevel}.d/K* 2> /dev/null)
    do
        check_script_status
        if [ "${SCRIPT_STAT}" == "1" ]; then
            SCRIPT_STAT="0"
            continue
        fi

        suffix=${i#/etc/rc.d/rc${runlevel}.d/K[0-9][0-9]}
        [ -e /etc/rc.d/rc${previous}.d/K[0-9][0-9]$suffix ] && continue

        run ${i} stop
    done
fi
```

```

error_value=${?}

if [ "${error_value}" != "0" ]; then print_error_msg; fi
done
fi

if [ "${previous}" == "N" ]; then export IN_BOOT=1; fi

if [ "$runlevel" == "6" -a -n "${FASTBOOT}" ]; then
    touch /fastboot
fi

# Start all services marked as S in this runlevel, except if marked as
# S in the previous runlevel
# it is the responsibility of the script to not try to start an already running
# service
for i in $( ls -v /etc/rc.d/rc${runlevel}.d/S* 2> /dev/null )
do

    if [ "${previous}" != "N" ]; then
        suffix=${i##etc/rc.d/rc${runlevel}.d/S[0-9][0-9]}
        [ -e /etc/rc.d/rc${previous}.d/S[0-9][0-9]$suffix ] && continue
    fi

    check_script_status
    if [ "${SCRIPT_STAT}" == "1" ]; then
        SCRIPT_STAT="0"
        continue
    fi

    run ${i} start
    error_value=${?}

    if [ "${error_value}" != "0" ]; then print_error_msg; fi
done

# Store interactive variable on switch from runlevel S and remove if not
if [ "${runlevel}" == "S" -a "${interactive}" == "i" ]; then
    echo "interactive=\\"$i\\" > /run/interactive
else
    rm -f /run/interactive 2> /dev/null
fi

# Copy the boot log on initial boot only
if [ "${previous}" == "N" -a "${runlevel}" != "S" ]; then
    cat $BOOTLOG >> /var/log/boot.log

    # Mark the end of boot
    echo "-----" >> /var/log/boot.log

    # Remove the temporary file
    rm -f $BOOTLOG 2> /dev/null
fi

# End rc

```

## D.2. /lib/lsb/init-functions

```
#!/bin/sh
#####
#
# Begin /lib/lsb/init-funtions
#
# Description : Run Level Control Functions
#
# Authors      : Gerard Beekmans - gerard@linuxfromscratch.org
#                 : DJ Lucas - dj@linuxfromscratch.org
# Update       : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#
# Version      : LFS 7.0
#
# Notes        : With code based on Matthias Benkmann's simpleinit-msb
#                 http://winterdrache.de/linux/newboot/index.html
#
#                 The file should be located in /lib/lsb
#
#####
## Environmental setup
# Setup default values for environment
umask 022
export PATH="/bin:/usr/bin:/sbin:/usr/sbin"

## Set color commands, used via echo
# Please consult `man console_codes` for more information
# under the "ECMA-48 Set Graphics Rendition" section
#
# Warning: when switching from a 8bit to a 9bit font,
# the linux console will reinterpret the bold (1;) to
# the top 256 glyphs of the 9bit font. This does
# not affect framebuffer consoles

NORMAL="\033[0;39m"          # Standard console grey
SUCCESS="\033[1;32m"         # Success is green
WARNING="\033[1;33m"          # Warnings are yellow
FAILURE="\033[1;31m"          # Failures are red
INFO="\033[1;36m"             # Information is light cyan
BRACKET="\033[1;34m"          # Brackets are blue

# Use a colored prefix
BMPREFIX=" "
SUCCESS_PREFIX="${SUCCESS} * ${NORMAL} "
FAILURE_PREFIX="${FAILURE}*****${NORMAL} "
WARNING_PREFIX="${WARNING} *** ${NORMAL} "
SKIP_PREFIX="${INFO} S ${NORMAL} "

SUCCESS_SUFFIX="${BRACKET}[ ${SUCCESS} OK ${BRACKET}]${NORMAL} "
FAILURE_SUFFIX="${BRACKET}[ ${FAILURE} FAIL ${BRACKET}]${NORMAL} "
WARNING_SUFFIX="${BRACKET}[ ${WARNING} WARN ${BRACKET}]${NORMAL} "
SKIP_SUFFIX="${BRACKET}[ ${INFO} SKIP ${BRACKET}]${NORMAL} "

BOOTLOG=/run/bootlog
KILLEDAY=3
SCRIPT_STAT="0"

# Set any user specified environment variables e.g. HEADLESS
```

```
[ -r /etc/sysconfig/rc.site ] && . /etc/sysconfig/rc.site

# If HEADLESS is set, use that.
# If file descriptor 1 or 2 (stdout and stderr) is not open or
# does not refer to a terminal, consider the script headless.
[ ! -t 1 -o ! -t 2 ] && HEADLESS=${HEADLESS:-yes}

if [ "x$HEADLESS" != "xyes" ]
then
    ## Screen Dimensions
    # Find current screen size
    if [ -z "${COLUMNS}" ]; then
        COLUMNS=$(stty size)
        COLUMNS=${COLUMNS##* }
    fi
else
    COLUMNS=80
fi

# When using remote connections, such as a serial port, stty size returns 0
if [ "${COLUMNS}" = "0" ]; then
    COLUMNS=80
fi

## Measurements for positioning result messages
COL=$((COLUMNS - 8))
WCOL=$((COL - 2))

## Set Cursor Position Commands, used via echo
SET_COL="\033[$COLG"      # at the $COL char
SET_WCOL="\033[$WCOLG"    # at the $WCOL char
CURS_UP="\033[1A\033[0G"  # Up one line, at the 0'th char
CURS_ZERO="\033[0G"

#####
# start_daemon()
# Usage: start_daemon [-f] [-n nicelevel] [-p pidfile] pathname [args...]
#
# Purpose: This runs the specified program as a daemon
#
# Inputs: -f: (force) run the program even if it is already running.
#         -n nicelevel: specify a nice level. See 'man nice(1)'.
#         -p pidfile: use the specified file to determine PIDs.
#         pathname: the complete path to the specified program
#         args: additional arguments passed to the program (pathname)
#
# Return values (as defined by LSB exit codes):
#         0 - program is running or service is OK
#         1 - generic or unspecified error
#         2 - invalid or excessive argument(s)
#         5 - program is not installed
#####
start_daemon()
{
    local force=""
    local nice="0"
    local pidfile=""
    local pidlist=""
    local retval=""

    # Process arguments

```

```

while true
do
    case "${1}" in
        -f)
            force="1"
            shift 1
            ;;
        -n)
            nice="${2}"
            shift 2
            ;;
        -p)
            pidfile="${2}"
            shift 2
            ;;
        -*)
            return 2
            ;;
        *)
            program="${1}"
            break
            ;;
    esac
done

# Check for a valid program
if [ ! -e "${program}" ]; then return 5; fi

# Execute
if [ -z "${force}" ]; then
    if [ -z "${pidfile}" ]; then
        # Determine the pid by discovery
        pidlist=`pidofproc "${1}"` \
        retval="${?}"
    else
        # The PID file contains the needed PIDs
        # Note that by LSB requirement, the path must be given to pidofproc,
        # however, it is not used by the current implementation or standard.
        pidlist=`pidofproc -p "${pidfile}" "${1}"` \
        retval="${?}"
    fi
else
    # Return a value ONLY
    # It is the init script's (or distribution's functions) responsibility
    # to log messages!
    case "${retval}" in
        0)
            # Program is already running correctly, this is a
            # successful start.
            return 0
            ;;
        1)
            # Program is not running, but an invalid pid file exists
            # remove the pid file and continue
            ;;
    esac
fi

```

```

        rm -f "${pidfile}"
        ;;

    3)
        # Program is not running and no pidfile exists
        # do nothing here, let start_deamon continue.
        ;;

    *)
        # Others as returned by status values shall not be interpreted
        # and returned as an unspecified error.
        return 1
        ;;
    esac
fi

# Do the start!
nice -n "${nice}" "${@}"
}

#####
# killproc()
# Usage: killproc [-p pidfile] pathname [signal]
#
# Purpose: Send control signals to running processes
#
# Inputs: -p pidfile, uses the specified pidfile
#         pathname, pathname to the specified program
#         signal, send this signal to pathname
#
# Return values (as defined by LSB exit codes):
#     0 - program (pathname) has stopped/is already stopped or a
#         running program has been sent specified signal and stopped
#         successfully
#     1 - generic or unspecified error
#     2 - invalid or excessive argument(s)
#     5 - program is not installed
#     7 - program is not running and a signal was supplied
#####
killproc()
{
    local pidfile
    local program
    local prefix
    local progrname
    local signal="-TERM"
    local fallback="-KILL"
    local nosig
    local pidlist
    local retval
    local pid
    local delay="30"
    local piddead
    local dtime

    # Process arguments
    while true; do
        case "${1}" in
            -p)
                pidfile="${2}"
                shift 2

```

```

;;
*)

program="${1}"
if [ -n "${2}" ]; then
    signal="${2}"
    fallback=""
else
    nosig=1
fi

# Error on additional arguments
if [ -n "${3}" ]; then
    return 2
else
    break
fi
;;
esac
done

# Check for a valid program
if [ ! -e "${program}" ]; then return 5; fi

# Check for a valid signal
check_signal "${signal}"
if [ "${?}" -ne "0" ]; then return 2; fi

# Get a list of pids
if [ -z "${pidfile}" ]; then
    # determine the pid by discovery
    pidlist=`pidofproc "${1}"`  

    retval="${?}"
else
    # The PID file contains the needed PIDs
    # Note that by LSB requirement, the path must be given to pidofproc,
    # however, it is not used by the current implementation or standard.
    pidlist=`pidofproc -p "${pidfile}" "${1}"`  

    retval="${?}"
fi

# Return a value ONLY
# It is the init script's (or distribution's functions) responsibility
# to log messages!
case "${retval}" in

    0)
        # Program is running correctly
        # Do nothing here, let killproc continue.
        ;;

    1)
        # Program is not running, but an invalid pid file exists
        # Remove the pid file.

        progname=${program##*/}

        if [[ -e "/run/${progname}.pid" ]]; then
            pidfile="/run/${progname}.pid"
            rm -f "${pidfile}"
        fi
    ;;
esac
done

```

```

# This is only a success if no signal was passed.
if [ -n "${nosig}" ]; then
    return 0
else
    return 7
fi
;;

3)
# Program is not running and no pidfile exists
# This is only a success if no signal was passed.
if [ -n "${nosig}" ]; then
    return 0
else
    return 7
fi
;;

*)
# Others as returned by status values shall not be interpreted
# and returned as an unspecified error.
return 1
;;
esac

# Perform different actions for exit signals and control signals
check_sig_type "${signal}"

if [ "${?}" -eq "0" ]; then # Signal is used to terminate the program

    # Account for empty pidlist (pid file still exists and no
    # signal was given)
    if [ "${pidlist}" != "" ]; then

        # Kill the list of pids
        for pid in ${pidlist}; do

            kill -0 "${pid}" 2> /dev/null

            if [ "${?}" -ne "0" ]; then
                # Process is dead, continue to next and assume all is well
                continue
            else
                kill "${signal}" "${pid}" 2> /dev/null

                # Wait up to ${delay}/10 seconds to for "${pid}" to
                # terminate in 10ths of a second

                while [ "${delay}" -ne "0" ]; do
                    kill -0 "${pid}" 2> /dev/null || piddead="1"
                    if [ "${piddead}" = "1" ]; then break; fi
                    sleep 0.1
                    delay="${(( ${delay} - 1 ))}"
                done
            fi
        done

        # If a fallback is set, and program is still running, then
        # use the fallback
        if [ -n "${fallback}" -a "${piddead}" != "1" ]; then
            kill "${fallback}" "${pid}" 2> /dev/null
            sleep 1
        fi
    fi
fi

```

```

        # Check again, and fail if still running
        kill -0 "${pid}" 2> /dev/null && return 1
    fi
fi
done
fi

# Check for and remove stale PID files.
if [ -z "${pidfile}" ]; then
    # Find the basename of $program
    prefix=`echo "${program}" | sed 's/[^\/*]*/$//'
    progname=`echo "${program}" | sed "s@${prefix}@@" `

    if [ -e "/run/${progname}.pid" ]; then
        rm -f "/run/${progname}.pid" 2> /dev/null
    fi
else
    if [ -e "${pidfile}" ]; then rm -f "${pidfile}" 2> /dev/null; fi
fi

# For signals that do not expect a program to exit, simply
# let kill do its job, and evaluate kill's return for value

else # check_sig_type - signal is not used to terminate program
    for pid in ${pidlist}; do
        kill "${signal}" "${pid}"
        if [ "${?}" -ne "0" ]; then return 1; fi
    done
fi
}

#####
# pidofproc() #
# Usage: pidofproc [-p pidfile] pathname #
#
# Purpose: This function returns one or more pid(s) for a particular daemon #
#
# Inputs: -p pidfile, use the specified pidfile instead of pidof #
#         pathname, path to the specified program #
#
# Return values (as defined by LSB status codes): #
#     0 - Success (PIDs to stdout) #
#     1 - Program is dead, PID file still exists (remaining PIDs output) #
#     3 - Program is not running (no output) #
#####
pidofproc()
{
    local pidfile
    local program
    local prefix
    local progname
    local pidlist
    local lpids
    local exitstatus="0"

    # Process arguments
    while true; do
        case "${1}" in
            -p)
                pidfile="${2}"

```

```

        shift 2
        ;;

    *)
        program="${1}"
        if [ -n "${2}" ]; then
            # Too many arguments
            # Since this is status, return unknown
            return 4
        else
            break
        fi
        ;;
    esac
done

# If a PID file is not specified, try and find one.
if [ -z "${pidfile}" ]; then
    # Get the program's basename
    prefix=`echo "${program}" | sed 's/[^/]*$//'`

    if [ -z "${prefix}" ]; then
        progname="${program}"
    else
        progname=`echo "${program}" | sed "s@${prefix}@@"`
    fi

    # If a PID file exists with that name, assume that is it.
    if [ -e "/run/${progname}.pid" ]; then
        pidfile="/run/${progname}.pid"
    fi
fi

# If a PID file is set and exists, use it.
if [ -n "${pidfile}" -a -e "${pidfile}" ]; then
    # Use the value in the first line of the pidfile
    pidlist=`/bin/head -n1 "${pidfile}"` 
else
    # Use pidof
    pidlist=`pidof "${program}"` 
fi

# Figure out if all listed PIDs are running.
for pid in ${pidlist}; do
    kill -0 ${pid} 2> /dev/null

    if [ "${?}" -eq "0" ]; then
        lpids="${lpids}${pid} "
    else
        exitstatus="1"
    fi
done

if [ -z "${lpids}" -a ! -f "${pidfile}" ]; then
    return 3
else
    echo "${lpids}"
    return "${exitstatus}"
fi
}

```

```
#####
# statusproc()                                     #
# Usage: statusproc [-p pidfile] pathname          #
#                                                               #
# Purpose: This function prints the status of a particular daemon to stdout   #
#                                                               #
# Inputs: -p pidfile, use the specified pidfile instead of pidof           #
#         pathname, path to the specified program                                #
#                                                               #
# Return values:                                         #
#     0 - Status printed                               #
#     1 - Input error. The daemon to check was not specified.                 #
#####
statusproc()
{
    local pidfile
    local pidlist

    if [ "${#}" = "0" ]; then
        echo "Usage: statusproc [-p pidfile] {program}"
        exit 1
    fi

    # Process arguments
    while true; do
        case "${1}" in
            -p)
                pidfile="${2}"
                shift 2
                ;;

            *)
                if [ -n "${2}" ]; then
                    echo "Too many arguments"
                    return 1
                else
                    break
                fi
                ;;
        esac
    done

    if [ -n "${pidfile}" ]; then
        pidlist=`pidofproc -p "${pidfile}" $@`  

    else
        pidlist=`pidofproc $@`  

    fi

    # Trim trailing blanks
    pidlist=`echo "${pidlist}" | sed -r 's/ +$//'`  

    base="${1##*/}"

    if [ -n "${pidlist}" ]; then
        /bin/echo -e "${INFO}${base} is running with Process" \
            "ID(s) ${pidlist}.${NORMAL}"
    else
        if [ -n "${base}" -a -e "/run/${base}.pid" ]; then
            /bin/echo -e "${WARNING}${1} is not running but" \
                "/run/${base}.pid exists.${NORMAL}"
    fi
}
```

```

    else
        if [ -n "${pidfile}" -a -e "${pidfile}" ]; then
            /bin/echo -e "${WARNING}${1} is not running" \
                "but ${pidfile} exists.${NORMAL}"
        else
            /bin/echo -e "${INFO}${1} is not running.${NORMAL}"
        fi
    fi
fi
}

#####
# timespec()
#
# Purpose: An internal utility function to format a timestamp
#           a boot log file. Sets the STAMP variable.
#
# Return value: Not used
#####
timespec()
{
    STAMP=$(echo `date +"%b %d %T %:z"` `hostname` )
    return 0
}

#####
# log_success_msg()
#
# Usage: log_success_msg [ "message" ]
#
# Purpose: Print a successful status message to the screen and
#           a boot log file.
#
# Inputs: $@ - Message
#
# Return values: Not used
#####
log_success_msg()
{
    if [ "x$HEADLESS" != "xyes" ]
    then
        /bin/echo -n -e "${BMPREFIX}${@}"
        /bin/echo -e "${CURS_ZERO}${SUCCESS_PREFIX}${SET_COL}${SUCCESS_SUFFIX}"
    else
        logmessage=`echo "${@}" | sed 's/\\\033[^a-zA-Z]*./g'`
        /bin/echo -e "${logmessage} OK"
    fi
    # Strip non-printable characters from log file
    logmessage=`echo "${@}" | sed 's/\\\033[^a-zA-Z]*./g'`

    timespec
    /bin/echo -e "${STAMP} ${logmessage} OK" >> ${BOOTLOG}
    return 0
}

log_success_msg2()
{
    if [ "x$HEADLESS" != "xyes" ]
    then
        /bin/echo -n -e "${BMPREFIX}${@}"
        /bin/echo -e "${CURS_ZERO}${SUCCESS_PREFIX}${SET_COL}${SUCCESS_SUFFIX}"

```

```

else
    echo " OK"
fi

echo " OK" >> ${BOOTLOG}

return 0
}

#####
# log_failure_msg()
# Usage: log_failure_msg [ "message" ]
#
# Purpose: Print a failure status message to the screen and
#           a boot log file.
#
# Inputs: $@ - Message
#
# Return values: Not used
#####
log_failure_msg()
{
    if [ "x$HEADLESS" != "xyes" ]
    then
        /bin/echo -n -e "${BMPREFIX}${@}"
        /bin/echo -e "${CURS_ZERO}${FAILURE_PREFIX}${SET_COL}${FAILURE_SUFFIX}"
    else
        logmessage=`echo "${@}" | sed 's/\\\033[^a-zA-Z]*./g'`
        /bin/echo -e "${logmessage} FAIL"
    fi

    # Strip non-printable characters from log file

    timespec
    logmessage=`echo "${@}" | sed 's/\\\033[^a-zA-Z]*./g'`
    /bin/echo -e "${STAMP} ${logmessage} FAIL" >> ${BOOTLOG}

    return 0
}

log_failure_msg2()
{
    if [ "x$HEADLESS" != "xyes" ]
    then
        /bin/echo -n -e "${BMPREFIX}${@}"
        /bin/echo -e "${CURS_ZERO}${FAILURE_PREFIX}${SET_COL}${FAILURE_SUFFIX}"
    else
        echo "FAIL"
    fi

    echo "FAIL" >> ${BOOTLOG}

    return 0
}

#####
# log_warning_msg()
# Usage: log_warning_msg [ "message" ]
#
# Purpose: Print a warning status message to the screen and
#           a boot log file.
#

```

```

#
# Return values: Not used
#####
log_warning_msg()
{
    if [ "x$HEADLESS" != "xyes" ]
    then
        /bin/echo -n -e "${BMPREFIX}${@}"
        /bin/echo -e "${CURS_ZERO}${WARNING_PREFIX}${SET_COL}${WARNING_SUFFIX}"
    else
        logmessage=`echo "${@}" | sed 's/\\\033[^a-zA-Z]*./g'`
        /bin/echo -e "${logmessage} WARN"
    fi

    # Strip non-printable characters from log file
    logmessage=`echo "${@}" | sed 's/\\\033[^a-zA-Z]*./g'`  

    timespec
    /bin/echo -e "${STAMP} ${logmessage} WARN" >> ${BOOTLOG}

    return 0
}

log_skip_msg()
{
    if [ "x$HEADLESS" != "xyes" ]
    then
        /bin/echo -n -e "${BMPREFIX}${@}"
        /bin/echo -e "${CURS_ZERO}${SKIP_PREFIX}${SET_COL}${SKIP_SUFFIX}"
    else
        logmessage=`echo "${@}" | sed 's/\\\033[^a-zA-Z]*./g'`
        /bin/echo "SKIP"
    fi

    # Strip non-printable characters from log file
    logmessage=`echo "${@}" | sed 's/\\\033[^a-zA-Z]*./g'`  

    /bin/echo "SKIP" >> ${BOOTLOG}

    return 0
}

#####
# log_info_msg()
# Usage: log_info_msg message
#
# Purpose: Print an information message to the screen and
#           a boot log file. Does not print a trailing newline character.
#
# Return values: Not used
#####
log_info_msg()
{
    if [ "x$HEADLESS" != "xyes" ]
    then
        /bin/echo -n -e "${BMPREFIX}${@}"
    else
        logmessage=`echo "${@}" | sed 's/\\\033[^a-zA-Z]*./g'`
        /bin/echo -n -e "${logmessage}"
    fi

    # Strip non-printable characters from log file
    logmessage=`echo "${@}" | sed 's/\\\033[^a-zA-Z]*./g'`
```

```

timespec
/bin/echo -n -e "${STAMP} ${logmessage}" >> ${BOOTLOG}

return 0
}

log_info_msg2()
{
    if [ "x$HEADLESS" != "xyes" ]
    then
        /bin/echo -n -e "${@}"
    else
        logmessage=`echo "${@}" | sed 's/\\033[^a-zA-Z]*./g'` \
        /bin/echo -n -e "${logmessage}"
    fi

    # Strip non-printable characters from log file
    logmessage=`echo "${@}" | sed 's/\\033[^a-zA-Z]*./g'` \
    /bin/echo -n -e "${logmessage}" >> ${BOOTLOG}

    return 0
}

#####
# evaluate_retval()                                     #
# Usage: Evaluate a return value and print success or failure as appropriate #
#                                                 #
# Purpose: Convenience function to terminate an info message      #
#                                                 #
# Return values: Not used                                     #
#####
evaluate_retval()
{
    local error_value="${?}"

    if [ ${error_value} = 0 ]; then
        log_success_msg2
    else
        log_failure_msg2
    fi
}

#####
# check_signal()                                         #
# Usage: check_signal [ -{signal} ]                      #
#                                                 #
# Purpose: Check for a valid signal. This is not defined by any LSB draft,   #
#           however, it is required to check the signals to determine if the   #
#           signals chosen are invalid arguments to the other functions.     #
#                                                 #
# Inputs: Accepts a single string value in the form of -{signal}          #
#                                                 #
# Return values:                                              #
#           0 - Success (signal is valid)                         #
#           1 - Signal is not valid                            #
#####
check_signal()
{
    local valsig

    # Add error handling for invalid signals

```

```

valsig=" -ALRM -HUP -INT -KILL -PIPE -POLL -PROF -TERM -USR1 -USR2"
valsig="${valsig} -VTALRM -STKFLT -PWR -WINCH -CHLD -URG -TSTP -TTIN"
valsig="${valsig} -TTOU -STOP -CONT -ABRT -FPE -ILL -QUIT -SEGV -TRAP"
valsig="${valsig} -SYS -EMT -BUS -XCPU -XFSZ -0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -8 -9"
valsig="${valsig} -11 -13 -14 -15 "

echo "${valsig}" | grep -- " ${1} " > /dev/null

if [ "${?}" -eq "0" ]; then
    return 0
else
    return 1
fi
}

#####
# check_sig_type()                                     #
# Usage: check_signal [ -{signal} | {signal} ]          #
#
# Purpose: Check if signal is a program termination signal or a control signal #
#           This is not defined by any LSB draft, however, it is required to      #
#           check the signals to determine if they are intended to end a        #
#           program or simply to control it.                                    #
#
# Inputs: Accepts a single string value in the form or -{signal} or {signal} #
#
# Return values:                                         #
#     0 - Signal is used for program termination          #
#     1 - Signal is used for program control              #
#####
check_sig_type()
{
    local valsig

    # The list of termination signals (limited to generally used items)
    valsig=" -ALRM -INT -KILL -TERM -PWR -STOP -ABRT -QUIT -2 -3 -6 -9 -14 -15 "

    echo "${valsig}" | grep -- " ${1} " > /dev/null

    if [ "${?}" -eq "0" ]; then
        return 0
    else
        return 1
    fi
}

#####
# wait_for_user()                                      #
#
# Purpose: Wait for the user to respond if not a headless system      #
#
#####
wait_for_user()
{
    # Wait for the user by default
    [ "${HEADLESS=0}" = "0" ] && read ENTER
    return 0
}

#####
# is_true()                                           #
#
#####

```

```

#
# Purpose: Utility to test if a variable is true | yes | 1
#
#####
is_true()
{
    [ "$1" = "1" ] || [ "$1" = "yes" ] || [ "$1" = "true" ] || [ "$1" = "Y" ] ||
    [ "$1" = "t" ]
}

# End /lib/lsb/init-functions

```

## D.3. /etc/rc.d/init.d/mountvirtfs

```

#!/bin/sh
#####
# Begin mountvirtfs
#
# Description : Ensure proc, sysfs, run, and dev are mounted
#
# Authors      : Gerard Beekmans - gerard@linuxfromscratch.org
#                  DJ Lucas - dj@linuxfromscratch.org
# Update       : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#                  Xi Ruoyao - xry111@xry111.site
#
# Version      : LFS 12.0
#
#####

### BEGIN INIT INFO
# Provides:          mountvirtfs
# Required-Start:    $first
# Should-Start:
# Required-Stop:
# Should-Stop:
# Default-Start:     S
# Default-Stop:
# Short-Description: Mounts various special fs needed at start
# Description:        Mounts /sys and /proc virtual (kernel) filesystems.
#                      Mounts /run (tmpfs) and /dev (devtmpfs).
#                      This is done only if they are not already mounted.
#                      with the kernel config proposed in the book, dev
#                      should be automatically mounted by the kernel.
# X-LFS-Provided-By: LFS
### END INIT INFO

. /lib/lsb/init-functions

case "${1}" in
start)
    # Make sure /run is available before logging any messages
    if ! mountpoint /run >/dev/null; then
        mount /run || failed=1
    fi

    mkdir -p /run/lock
    chmod 1777 /run/lock

    log_info_msg "Mounting virtual file systems: ${INFO}/run"

```

```

if ! mountpoint /proc >/dev/null; then
    log_info_msg2 "${INFO}/proc"
    mount -o nosuid,noexec,nodev /proc || failed=1
fi

if ! mountpoint /sys >/dev/null; then
    log_info_msg2 "${INFO}/sys"
    mount -o nosuid,noexec,nodev /sys || failed=1
fi

if ! mountpoint /dev >/dev/null; then
    log_info_msg2 "${INFO}/dev"
    mount -o mode=0755,nosuid /dev || failed=1
fi

mkdir -p /dev/shm
log_info_msg2 "${INFO}/dev/shm"
mount -o nosuid,nodev /dev/shm || failed=1

mkdir -p /sys/fs/cgroup
log_info_msg2 "${INFO}/sys/fs/cgroup"
mount -o nosuid,noexec,nodev /sys/fs/cgroup || failed=1

(exit ${failed})
evaluate_retval
if [ "${failed}" = 1 ]; then
    exit 1
fi

log_info_msg "Create symlinks in /dev targeting /proc: ${INFO}/dev/stdin"
ln -sf /proc/self/fd/0 /dev/stdin || failed=1

log_info_msg2 "${INFO}/dev/stdout"
ln -sf /proc/self/fd/1 /dev/stdout || failed=1

log_info_msg2 "${INFO}/dev/stderr"
ln -sf /proc/self/fd/2 /dev/stderr || failed=1

log_info_msg2 "${INFO}/dev/fd"
ln -sfn /proc/self/fd /dev/fd || failed=1

if [ -e /proc/kcore ]; then
    log_info_msg2 "${INFO}/dev/core"
    ln -sf /proc/kcore /dev/core || failed=1
fi

(exit ${failed})
evaluate_retval
exit $failed
;;

*)
    echo "Usage: ${0} {start}"
    exit 1
;;
esac

# End mountvirtfs

```

## D.4. /etc/rc.d/init.d/modules

```
#!/bin/sh
#####
# Begin modules
#
# Description : Module auto-loading script
#
# Authors      : Zack Winkles
#                  DJ Lucas - dj@linuxfromscratch.org
# Update       : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#
# Version      : LFS 7.0
#
#####
#####

### BEGIN INIT INFO
# Provides:                      modules
# Required-Start:                 mountvirtfs
# Should-Start:
# Required-Stop:
# Should-Stop:
# Default-Start:                 S
# Default-Stop:
# Short-Description:             Loads required modules.
# Description:                   Loads modules listed in /etc/sysconfig/modules.
# X-LFS-Provided-By:             LFS
### END INIT INFO

# Assure that the kernel has module support.
[ -e /proc/modules ] || exit 0

. /lib/lsb/init-functions

case "${1}" in
  start)
    # Exit if there's no modules file or there are no
    # valid entries
    [ -r /etc/sysconfig/modules ]           || exit 0
    grep -E -qv '^($|#)' /etc/sysconfig/modules || exit 0

    log_info_msg "Loading modules:"

    # Only try to load modules if the user has actually given us
    # some modules to load.

    while read module args; do

      # Ignore comments and blank lines.
      case "$module" in
        ""|#"") continue ;;
      esac

      # Attempt to load the module, passing any arguments provided.
      modprobe ${module} ${args} >/dev/null

      # Print the module name if successful, otherwise take note.
      if [ $? -eq 0 ]; then
        log_info_msg2 " ${module}"
      else

```

```

        failedmod="\${failedmod} \$module"
    fi
done < /etc/sysconfig/modules

# Print a message about successfully loaded modules on the correct line.
log_success_msg2

# Print a failure message with a list of any modules that
# may have failed to load.
if [ -n "\${failedmod}" ]; then
    log_failure_msg "Failed to load modules:\${failedmod}"
    exit 1
fi
;;
*)

echo "Usage: ${0} {start}"
exit 1
;;
esac

exit 0

# End modules

```

## D.5. /etc/rc.d/init.d/udev

```

#!/bin/sh
#####
# Begin udev
#
# Description : Udev cold-plugging script
#
# Authors      : Zack Winkles, Alexander E. Patrakov
#                  DJ Lucas - dj@linuxfromscratch.org
# Update       : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#                  Xi Ruoyao - xry111@xry111.site
#
# Version      : LFS 12.0
#
#####

### BEGIN INIT INFO
# Provides:                      udev $time
# Required-Start:                 localnet
# Should-Start:                  modules
# Required-Stop:
# Should-Stop:
# Default-Start:                 S
# Default-Stop:
# Short-Description:             Populates /dev with device nodes.
# Description:                    Mounts a tmpfs on /dev and starts the udevd daemon.
#                                 Device nodes are created as defined by udev.
# X-LFS-Provided-By:             LFS
### END INIT INFO

. /lib/lsb/init-functions

case "${1}" in
    start)

```

```

log_info_msg "Populating /dev with device nodes... "
if ! grep -q '[:space:]sysfs' /proc/mounts; then
    log_failure_msg2
    msg="FAILURE:\n\nUnable to create "
    msg+="${msg}devices without a SysFS filesystem\n\n"
    msg+="${msg}After you press Enter, this system "
    msg+="${msg}will be halted and powered off.\n\n"
    log_info_msg "$msg"
    log_info_msg "Press Enter to continue..."
    wait_for_user
    /etc/rc.d/init.d/halt start
fi

# Start the udev daemon to continually watch for, and act on,
# uevents
SYSTEMD_LOG_TARGET=kmsg /sbin/udevd --daemon

# Now traverse /sys in order to "coldplug" devices that have
# already been discovered
/bin/udevadm trigger --action=add --type=subsystems
/bin/udevadm trigger --action=add --type=devices
/bin/udevadm trigger --action=change --type=devices

# Now wait for udevd to process the uevents we triggered
if ! is_true "$ OMIT_UDEV_SETTLE"; then
    /bin/udevadm settle
fi

# If any LVM based partitions are on the system, ensure they
# are activated so they can be used.
if [ -x /sbin/vgchange ]; then /sbin/vgchange -a y >/dev/null; fi

log_success_msg2
;;

*)
echo "Usage ${0} {start}"
exit 1
;;
esac

exit 0

# End udev

```

## D.6. /etc/rc.d/init.d/swap

```

#!/bin/sh
#####
# Begin swap
#
# Description : Swap Control Script
#
# Authors      : Gerard Beekmans - gerard@linuxfromscratch.org
#                  DJ Lucas - dj@linuxfromscratch.org
# Update       : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#
# Version      : LFS 7.0
#
#####

```

```

### BEGIN INIT INFO
# Provides:                      swap
# Required-Start:                 udev
# Should-Start:                  modules
# Required-Stop:                 localnet
# Should-Stop:                   $local_fs
# Default-Start:                 S
# Default-Stop:                  0 6
# Short-Description:              Activates and deactivates swap partitions.
# Description:                    Activates and deactivates swap partitions defined in
#                                /etc/fstab.
#                                LFS
### END INIT INFO

. /lib/lsb/init-functions

case "${1}" in
    start)
        log_info_msg "Activating all swap files/partitions..."
        swapon -a
        evaluate_retval
        ;;

    stop)
        log_info_msg "Deactivating all swap files/partitions..."
        swapoff -a
        evaluate_retval
        ;;

    restart)
        ${0} stop
        sleep 1
        ${0} start
        ;;

    status)
        log_success_msg "Retrieving swap status."
        swapon -s
        ;;

    *)
        echo "Usage: ${0} {start|stop|restart|status}"
        exit 1
        ;;
esac

exit 0

# End swap

```

## D.7. /etc/rc.d/init.d/setclock

```

#!/bin/sh
#####
# Begin setclock
#
# Description : Setting Linux Clock
#
# Authors      : Gerard Beekmans - gerard@linuxfromscratch.org

```

```

# DJ Lucas - dj@linuxfromscratch.org
# Update : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#
# Version : LFS 7.0
#
#####
#####

### BEGIN INIT INFO
# Provides:
# Required-Start:
# Should-Start: modules
# Required-Stop:
# Should-Stop: $syslog
# Default-Start: S
# Default-Stop:
# Short-Description: Stores and restores time from the hardware clock
# Description: On boot, system time is obtained from hwclock. The
#               hardware clock can also be set on shutdown.
# X-LFS-Provided-By: LFS
### END INIT INFO

. /lib/lsb/init-functions

[ -r /etc/sysconfig/clock ] && . /etc/sysconfig/clock

case "${UTC}" in
yes|true|1)
CLOCKPARAMS="${CLOCKPARAMS} --utc"
;;
no|false|0)
CLOCKPARAMS="${CLOCKPARAMS} --localtime"
;;
esac

case ${1} in
start)
hwclock --hctosys ${CLOCKPARAMS} >/dev/null
;;
stop)
log_info_msg "Setting hardware clock..."
hwclock --systohc ${CLOCKPARAMS} >/dev/null
evaluate_retval
;;
*)
echo "Usage: ${0} {start|stop}"
exit 1
;;
esac

exit 0

```

## D.8. /etc/rc.d/init.d/checkfs

```
#!/bin/sh
```

```
#####
# Begin checkfs
#
# Description : File System Check
#
# Authors      : Gerard Beekmans - gerard@linuxfromscratch.org
#                  A. Luebke - luebke@users.sourceforge.net
#                  DJ Lucas - dj@linuxfromscratch.org
# Update       : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#
# Version      : LFS 7.0
#
# Based on checkfs script from LFS-3.1 and earlier.
#
# From man fsck
# 0      - No errors
# 1      - File system errors corrected
# 2      - System should be rebooted
# 4      - File system errors left uncorrected
# 8      - Operational error
# 16     - Usage or syntax error
# 32     - Fsck canceled by user request
# 128    - Shared library error
#
#####
### BEGIN INIT INFO
# Provides:          checkfs
# Required-Start:    udev swap
# Should-Start:
# Required-Stop:
# Should-Stop:
# Default-Start:    S
# Default-Stop:
# Short-Description: Checks local filesystems before mounting.
# Description:       Checks local filesystems before mounting.
# X-LFS-Provided-By: LFS
### END INIT INFO

. /lib/lsb/init-functions

case "${1}" in
start)
  if [ -f /fastboot ]; then
    msg="/fastboot found, will omit "
    msg="${msg} file system checks as requested.\n"
    log_info_msg "${msg}"
    exit 0
  fi

  log_info_msg "Mounting root file system in read-only mode... "
  mount -n -o remount,ro / >/dev/null

  if [ ${?} != 0 ]; then
    log_failure_msg2
    msg="\n\nCannot check root "
    msg="${msg}filesystem because it could not be mounted "
    msg="${msg}in read-only mode.\n\n"
    msg="${msg}After you press Enter, this system will be "
    msg="${msg}halted and powered off.\n\n"
    log_failure_msg "${msg}"
  fi
;;
esac
```

```

log_info_msg "Press Enter to continue..."
wait_for_user
/etc/rc.d/init.d/halt start
else
    log_success_msg2
fi

if [ -f /forcefsck ]; then
    msg="/forcefsck found, forcing file"
    msg="${msg} system checks as requested."
    log_success_msg "$msg"
    options="-f"
else
    options=""
fi

log_info_msg "Checking file systems..."
# Note: -a option used to be -p; but this fails e.g. on fsck.minix
if is_true "$VERBOSE_FSCK"; then
    fsck ${options} -a -A -C -T
else
    fsck ${options} -a -A -C -T >/dev/null
fi

error_value=${?}

if [ "${error_value}" = 0 ]; then
    log_success_msg2
fi

if [ "${error_value}" = 1 ]; then
    msg="\nWARNING:\n\nFile system errors "
    msg="${msg}were found and have been corrected.\n"
    msg="${msg}      You may want to double-check that "
    msg="${msg}everything was fixed properly."
    log_warning_msg "$msg"
fi

if [ "${error_value}" = 2 -o "${error_value}" = 3 ]; then
    msg="\nWARNING:\n\nFile system errors "
    msg="${msg}were found and have been "
    msg="${msg}corrected, but the nature of the "
    msg="${msg}errors require this system to be rebooted.\n\n"
    msg="${msg}After you press enter, "
    msg="${msg}this system will be rebooted\n\n"
    log_failure_msg "$msg"

    log_info_msg "Press Enter to continue..."
    wait_for_user
    reboot -f
fi

if [ "${error_value}" -gt 3 -a "${error_value}" -lt 16 ]; then
    msg="\nFAILURE:\n\nFile system errors "
    msg="${msg}were encountered that could not be "
    msg="${msg}fixed automatically.\nThis system "
    msg="${msg}cannot continue to boot and will "
    msg="${msg}therefore be halted until those "
    msg="${msg}errors are fixed manually by a "
    msg="${msg}System Administrator.\n\n"

```

```

msg="${msg}After you press Enter, this system will be "
msg="${msg}halted and powered off.\n\n"
log_failure_msg "$msg"

log_info_msg "Press Enter to continue..."
wait_for_user
/etc/rc.d/init.d/halt start
fi

if [ "${error_value}" -ge 16 ]; then
    msg="FAILURE:\n\nUnexpected failure "
    msg="$msgrunning fsck. Exited with error "
    msg="$msg code: ${error_value}.\n"
    log_info_msg $msg
    exit ${error_value}
fi

exit 0
;;
*)
echo "Usage: ${0} {start}"
exit 1
;;
esac

# End checkfs

```

## D.9. /etc/rc.d/init.d/mountfs

```

#!/bin/sh
#####
# Begin mountfs
#
# Description : File System Mount Script
#
# Authors      : Gerard Beekmans - gerard@linuxfromscratch.org
#                  DJ Lucas - dj@linuxfromscratch.org
# Update       : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#
# Version      : LFS 7.0
#
#####

### BEGIN INIT INFO
# Provides:          $local_fs
# Required-Start:    udev checkfs
# Should-Start:     modules
# Required-Stop:    localnet
# Should-Stop:
# Default-Start:    S
# Default-Stop:     0 6
# Short-Description: Mounts/unmounts local filesystems defined in /etc/fstab.
# Description:       Remounts root filesystem read/write and mounts all
#                   remaining local filesystems defined in /etc/fstab on
#                   start. Remounts root filesystem read-only and unmounts
#                   remaining filesystems on stop.
# X-LFS-Provided-By: LFS
### END INIT INFO

. /lib/lsb/init-functions

```

```

case "${1}" in
start)
    log_info_msg "Remounting root file system in read-write mode..."
    mount --options remount,rw / >/dev/null
    evaluate_retval

    # Remove fsck-related file system watermarks.
    rm -f /fastboot /forcefsck

    # Make sure /dev/pts exists
    mkdir -p /dev/pts

    # This will mount all filesystems that do not have _netdev in
    # their option list. _netdev denotes a network filesystem.

    log_info_msg "Mounting remaining file systems..."
    failed=0
    mount --all --test-opts no_netdev >/dev/null || failed=1
    evaluate_retval
    exit $failed
    ;;

stop)
    # Don't unmount virtual file systems like /run
    log_info_msg "Unmounting all other currently mounted file systems..."
    # Ensure any loop devices are removed
    losetup -D
    umount --all --detach-loop --read-only \
        --types notmpfs,nosysfs,nodevtmpfs,noproc,nodevpts >/dev/null
    evaluate_retval

    # Make sure / is mounted read only (umount bug)
    mount --options remount,ro /

    # Make all LVM volume groups unavailable, if appropriate
    # This fails if swap or / are on an LVM partition
    #if [ -x /sbin/vgchange ]; then /sbin/vgchange -an > /dev/null; fi
    if [ -r /etc/mdadm.conf ]; then
        log_info_msg "Mark arrays as clean..."
        mdadm --wait-clean --scan
        evaluate_retval
    fi
    ;;

*)
    echo "Usage: ${0} {start|stop}"
    exit 1
    ;;
esac

# End mountfs

```

## D.10. /etc/rc.d/init.d/udev\_retry

```

#!/bin/sh
#####
# Begin udev_retry
#
# Description : Udev cold-plugging script (retry)

```

```

#
# Authors      : Alexander E. Patrakov
#                 DJ Lucas - dj@linuxfromscratch.org
# Update       : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#                 Bryan Kadzban -
#
# Version      : LFS 7.0
#
#####
#####

### BEGIN INIT INFO
# Provides:          udev_retry
# Required-Start:    udev
# Should-Start:     $local_fs cleanfs
# Required-Stop:
# Should-Stop:
# Default-Start:    S
# Default-Stop:
# Short-Description: Replays failed uevents and creates additional devices.
# Description:       Replays any failed uevents that were skipped due to
#                   slow hardware initialization, and creates those needed
#                   device nodes
# X-LFS-Provided-By: LFS
### END INIT INFO

. /lib/lsb/init-functions

case "${1}" in
  start)
    log_info_msg "Retrying failed uevents, if any..."

    rundir=/run/udev
    # From Debian: "copy the rules generated before / was mounted
    # read-write":

    for file in ${rundir}/tmp-rules--*; do
      dest=${file##*tmp-rules--}
      [ "$dest" = '*' ] && break
      cat $file >> /etc/udev/rules.d/$dest
      rm -f $file
    done

    # Re-trigger the uevents that may have failed,
    # in hope they will succeed now
    /bin/sed -e 's/#.*$/ /' /etc/sysconfig/udev_retry | /bin/grep -v '^$' | \
    while read line ; do
      for subsystem in $line ; do
        /bin/udevadm trigger --subsystem-match=$subsystem --action=add
      done
    done

    # Now wait for udevd to process the uevents we triggered
    if ! is_true "$OMIT_UDEV_RETRY_SETTLE"; then
      /bin/udevadm settle
    fi

    evaluate_retval
    ;;

  *)
    echo "Usage ${0} {start}"
  ;;
esac

```

```

    exit 1
    ;;
esac

exit 0

# End udev_retry

```

## D.11. /etc/rc.d/init.d/cleanfs

```

#!/bin/sh
#####
# Begin cleanfs
#
# Description : Clean file system
#
# Authors      : Gerard Beekmans - gerard@linuxfromscratch.org
#                  DJ Lucas - dj@linuxfromscratch.org
# Update       : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#
# Version      : LFS 7.0
#
#####
#### BEGIN INIT INFO
# Provides:          cleanfs
# Required-Start:    $local_fs
# Should-Start:
# Required-Stop:
# Should-Stop:
# Default-Start:    S
# Default-Stop:
# Short-Description: Cleans temporary directories early in the boot process.
# Description:       Cleans temporary directories /run, /var/lock, and
#                   optionally, /tmp.  cleanfs also creates /run/utmp
#                   and any files defined in /etc/sysconfig/createfiles.
# X-LFS-Provided-By: LFS
#### END INIT INFO

. /lib/lsb/init-functions

# Function to create files/directory on boot.
create_files()
{
    # Input to file descriptor 9 and output to stdin (redirection)
    exec 9>&0 < /etc/sysconfig/createfiles

    while read name type perm grp dtype maj min junk
    do
        # Ignore comments and blank lines.
        case "${name}" in
            ""|#\*) continue ;;
        esac

        # Ignore existing files.
        if [ ! -e "${name}" ]; then
            # Create stuff based on its type.
            case "${type}" in
                dir)
                    mkdir "${name}"

```

```

        ;;
file)
    :> "${name}"
;;
dev)
    case "${dtype}" in
        char)
            mknod "${name}" c ${maj} ${min}
            ;;
        block)
            mknod "${name}" b ${maj} ${min}
            ;;
        pipe)
            mknod "${name}" p
            ;;
        *)
            log_warning_msg "\nUnknown device type: ${dtype}"
            ;;
    esac
    ;;
*)
    log_warning_msg "\nUnknown type: ${type}"
    continue
    ;;
esac

# Set up the permissions, too.
chown ${usr}:${grp} "${name}"
chmod ${perm} "${name}"
fi
done

# Close file descriptor 9 (end redirection)
exec 0>&9 9>&-
return 0
}

case "${1}" in
start)
    log_info_msg "Cleaning file systems:"

    if [ "${SKIPTMPCLEAN}" = "" ]; then
        log_info_msg2 " /tmp"
        cd /tmp &&
        find . -xdev -mindepth 1 ! -name lost+found -delete || failed=1
    fi

    > /run/utmp

    if grep -q '^utmp:' /etc/group ; then
        chmod 664 /run/utmp
        chgrp utmp /run/utmp
    fi

    (exit ${failed})
    evaluate_retval

    if grep -E -qv '^(#|$)' /etc/sysconfig/createfiles 2>/dev/null; then
        log_info_msg "Creating files and directories... "
        create_files      # Always returns 0
        evaluate_retval
    fi
;;
esac
}

```

```

    fi

    exit $failed
;;
*)
echo "Usage: ${0} {start}"
exit 1
;;
esac

# End cleansfs

```

## D.12. /etc/rc.d/init.d/console

```

#!/bin/sh
#####
# Begin console
#
# Description : Sets keymap and screen font
#
# Authors      : Gerard Beekmans - gerard@linuxfromscratch.org
#                  Alexander E. Patrakov
#                  DJ Lucas - dj@linuxfromscratch.org
# Update       : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#
# Version      : LFS 7.0
#
#####

### BEGIN INIT INFO
# Provides:          console
# Required-Start:    $local_fs
# Should-Start:     udev_retry
# Required-Stop:
# Should-Stop:
# Default-Start:    S
# Default-Stop:
# Short-Description: Sets up a localised console.
# Description:       Sets up fonts and language settings for the user's
#                   local as defined by /etc/sysconfig/console.
# X-LFS-Provided-By: LFS
### END INIT INFO

. /lib/lsb/init-functions

# Native English speakers probably don't have /etc/sysconfig/console at all
[ -r /etc/sysconfig/console ] && . /etc/sysconfig/console

failed=0

case "${1}" in
start)
    # See if we need to do anything
    if [ -z "${KEYMAP}" ] && [ -z "${KEYMAP_CORRECTIONS}" ] &&
       [ -z "${FONT}" ] && [ -z "${LEGACY_CHARSET}" ] &&
       ! is_true "${UNICODE}"; then
        exit 0
    fi
    # There should be no bogus failures below this line!

```

```

log_info_msg "Setting up Linux console..."

# Figure out if a framebuffer console is used
[ -d /sys/class/graphics/fbcon ] && use_fb=1 || use_fb=0

# Figure out the command to set the console into the
# desired mode
is_true "${UNICODE}" &&
    MODE_COMMAND="echo -en '\033%G' && kbd_mode -u" ||
    MODE_COMMAND="echo -en '\033%@\\033(K' && kbd_mode -a"

# On framebuffer consoles, font has to be set for each vt in
# UTF-8 mode. This doesn't hurt in non-UTF-8 mode also.

! is_true "$use_fb" || [ -z "$FONT" ] ||
    MODE_COMMAND="${MODE_COMMAND} && setfont $FONT"

# Apply that command to all consoles mentioned in
# /etc/inittab. Important: in the UTF-8 mode this should
# happen before setfont, otherwise a kernel bug will
# show up and the unicode map of the font will not be
# used.

for TTY in `grep '^#[^#].*respawn:/sbin/agetty' /etc/inittab |
    grep -o '\btty[[:digit:]]*\b'` |
do
    openvt -f -w -c ${TTY#tty} -- \
        /bin/sh -c "${MODE_COMMAND}" || failed=1
done

# Set the font (if not already set above) and the keymap
[ "$use_fb" == "1" ] || [ -z "$FONT" ] || setfont $FONT || failed=1

[ -z "${KEYMAP}" ] ||
    loadkeys ${KEYMAP} >/dev/null 2>&1 ||
    failed=1

[ -z "${KEYMAP_CORRECTIONS}" ] ||
    loadkeys ${KEYMAP_CORRECTIONS} >/dev/null 2>&1 ||
    failed=1

# Convert the keymap from $LEGACY_CHARSET to UTF-8
[ -z "$LEGACY_CHARSET" ] ||
    dumpkeys -c "$LEGACY_CHARSET" | loadkeys -u >/dev/null 2>&1 ||
    failed=1

# If any of the commands above failed, the trap at the
# top would set $failed to 1
( exit $failed )
evaluate_retval

exit $failed
;;

*)
    echo "Usage: ${0} {start}"
    exit 1
;;
esac

```

```
# End console
```

## D.13. /etc/rc.d/init.d/localnet

```
#!/bin/sh
#####
# Begin localnet
#
# Description : Loopback device
#
# Authors      : Gerard Beekmans - gerard@linuxfromscratch.org
#                  DJ Lucas - dj@linuxfromscratch.org
# Update       : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#
# Version      : LFS 7.0
#
#####
#####

### BEGIN INIT INFO
# Provides:          localnet
# Required-Start:    mountvirtfs
# Should-Start:     modules
# Required-Stop:
# Should-Stop:
# Default-Start:    S
# Default-Stop:      0 6
# Short-Description: Starts the local network.
# Description:       Sets the hostname of the machine and starts the
#                   loopback interface.
# X-LFS-Provided-By: LFS
### END INIT INFO

. /lib/lsb/init-functions
[ -r /etc/sysconfig/network ] && . /etc/sysconfig/network
[ -r /etc/hostname ] && HOSTNAME=`cat /etc/hostname`


case "${1}" in
  start)
    log_info_msg "Bringing up the loopback interface..."
    ip addr add 127.0.0.1/8 label lo dev lo
    ip link set lo up
    evaluate_retval

    log_info_msg "Setting hostname to ${HOSTNAME}..."
    hostname ${HOSTNAME}
    evaluate_retval
    ;;

  stop)
    log_info_msg "Bringing down the loopback interface..."
    ip link set lo down
    evaluate_retval
    ;;

  restart)
    ${0} stop
    sleep 1
    ${0} start
    ;;
```

```

status)
    echo "Hostname is: $(hostname)"
    ip link show lo
    ;;

*)
    echo "Usage: ${0} {start|stop|restart|status}"
    exit 1
;;
esac

exit 0

# End localnet

```

## D.14. /etc/rc.d/init.d/sysctl

```

#!/bin/sh
#####
# Begin sysctl
#
# Description : File uses /etc/sysctl.conf to set kernel runtime
#                parameters
#
# Authors      : Nathan Coulson (nathan@linuxfromscratch.org)
#                  Matthew Burgess (matthew@linuxfromscratch.org)
#                  DJ Lucas - dj@linuxfromscratch.org
# Update       : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#
# Version      : LFS 7.0
#
#####

### BEGIN INIT INFO
# Provides:          sysctl
# Required-Start:    mountvirtfs
# Should-Start:     console
# Required-Stop:
# Should-Stop:
# Default-Start:    S
# Default-Stop:
# Short-Description: Makes changes to the proc filesystem
# Description:       Makes changes to the proc filesystem as defined in
#                   /etc/sysctl.conf. See 'man sysctl(8)'.
# X-LFS-Provided-By: LFS
### END INIT INFO

. /lib/lsb/init-functions

case "${1}" in
start)
    if [ -f "/etc/sysctl.conf" ]; then
        log_info_msg "Setting kernel runtime parameters..."
        sysctl -q -p
        evaluate_retval
    fi
    ;;

status)
    sysctl -a

```

```

;;
*)

echo "Usage: ${0} {start|status}"
exit 1
;;
esac

exit 0

# End sysctl

```

## D.15. /etc/rc.d/init.d/sysklogd

```

#!/bin/sh
#####
# Begin sysklogd
#
# Description : Sysklogd loader
#
# Authors      : Gerard Beekmans - gerard@linuxfromscratch.org
#                  DJ Lucas - dj@linuxfromscratch.org
# Update       : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
# Update       : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org LFS12.1
#                  Remove kernel log daemon. The functionality has been
#                  merged with syslogd.
#
# Version      : LFS 7.0
#
#####

### BEGIN INIT INFO
# Provides:          $syslog
# Required-Start:    $first localnet
# Should-Start:
# Required-Stop:     $local_fs
# Should-Stop:       sendsignals
# Default-Start:    2 3 4 5
# Default-Stop:      0 1 6
# Short-Description: Starts system log daemon.
# Description:       Starts system log daemon.
#                   /etc/fstab.
# X-LFS-Provided-By: LFS
### END INIT INFO

. /lib/lsb/init-functions

case "${1}" in
  start)
    log_info_msg "Starting system log daemon..."
    parms=${SYSKLOGD_PARMS-'m 0'}
    start_daemon /sbin/syslogd $parms
    evaluate_retval
    ;;

  stop)
    log_info_msg "Stopping system log daemon..."
    killproc /sbin/syslogd
    evaluate_retval
    ;;

```

```

reload)
    log_info_msg "Reloading system log daemon config file..."
    pid=`pidofproc syslogd`
    kill -HUP "${pid}"
    evaluate_retval
;

restart)
    ${0} stop
    sleep 1
    ${0} start
;

status)
    statusproc /sbin/syslogd
;

*)

echo "Usage: ${0} {start|stop|reload|restart|status}"
exit 1
;;
esac

exit 0

# End sysklogd

```

## D.16. /etc/rc.d/init.d/network

```

#!/bin/sh
#####
# Begin network
#
# Description : Network Control Script
#
# Authors      : Gerard Beekmans - gerard@linuxfromscratch.org
#                  Nathan Coulson - nathan@linuxfromscratch.org
#                  Kevin P. Fleming - kpfelemin@linuxfromscratch.org
#                  DJ Lucas - dj@linuxfromscratch.org
# Update       : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#
# Version      : LFS 7.0
#
#####

### BEGIN INIT INFO
# Provides:          $network
# Required-Start:    $local_fs localnet swap
# Should-Start:      $syslog firewalld iptables nftables
# Required-Stop:     $local_fs localnet swap
# Should-Stop:       $syslog firewalld iptables nftables
# Default-Start:    2 3 4 5
# Default-Stop:      0 1 6
# Short-Description: Starts and configures network interfaces.
# Description:       Starts and configures network interfaces.
# X-LFS-Provided-By: LFS
### END INIT INFO

case "${1}" in

```

```

start)
    # if the default route exists, network is already configured
    if ip route | grep -q "^default"; then exit 0; fi
    # Start all network interfaces
    for file in /etc/sysconfig/ifconfig.*
    do
        interface=${file##*/ifconfig.}

        # Skip if $file is * (because nothing was found)
        if [ "${interface}" = "*" ]; then continue; fi

        /sbin/ifup ${interface}
    done
    ;;

stop)
    # Unmount any network mounted file systems
    umount --all --force --types nfs,cifs,nfs4

    # Reverse list
    net_files=""
    for file in /etc/sysconfig/ifconfig.*
    do
        net_files="${file} ${net_files}"
    done

    # Stop all network interfaces
    for file in ${net_files}
    do
        interface=${file##*/ifconfig.}

        # Skip if $file is * (because nothing was found)
        if [ "${interface}" = "*" ]; then continue; fi

        # See if interface exists
        if [ ! -e /sys/class/net/${interface} ]; then continue; fi

        # Is interface UP?
        ip link show ${interface} 2>/dev/null | grep -q "state UP"
        if [ $? -ne 0 ]; then continue; fi

        /sbin/ifdown ${interface}
    done
    ;;

restart)
    ${0} stop
    sleep 1
    ${0} start
    ;;

*)
    echo "Usage: ${0} {start|stop|restart}"
    exit 1
    ;;
esac

exit 0

# End network

```

## D.17. /etc/rc.d/init.d/sendsignals

```
#!/bin/sh
#####
# Begin sendsignals
#
# Description : Sendsignals Script
#
# Authors      : Gerard Beekmans - gerard@linuxfromscratch.org
#                  DJ Lucas - dj@linuxfromscratch.org
# Update       : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#
# Version      : LFS 7.0
#
#####
#####

### BEGIN INIT INFO
# Provides:          sendsignals
# Required-Start:
# Should-Start:
# Required-Stop:    $local_fs swap localnet
# Should-Stop:
# Default-Start:
# Default-Stop:    0 6
# Short-Description: Attempts to kill remaining processes.
# Description:       Attempts to kill remaining processes.
# X-LFS-Provided-By: LFS
### END INIT INFO

. /lib/lsb/init-functions

case "${1}" in
  stop)
    omit=$(pidof mdmon)
    [ -n "$omit" ] && omit="-o $omit"

    log_info_msg "Sending all processes the TERM signal..."
    killall15 -15 $omit
    error_value=${?}

    sleep ${KILLDELAY}

    if [ "${error_value}" = 0 -o "${error_value}" = 2 ]; then
      log_success_msg
    else
      log_failure_msg
    fi

    log_info_msg "Sending all processes the KILL signal..."
    killall15 -9 $omit
    error_value=${?}

    sleep ${KILLDELAY}

    if [ "${error_value}" = 0 -o "${error_value}" = 2 ]; then
      log_success_msg
    else
      log_failure_msg
    fi
  ;;
  ;;
;
```

```

*)  

    echo "Usage: ${0} {stop}"  

    exit 1  

;;  
  

esac  
  

exit 0  
  

# End sendsignals

```

## D.18. /etc/rc.d/init.d/reboot

```

#!/bin/sh
#####
# Begin reboot
#
# Description : Reboot Scripts
#
# Authors      : Gerard Beekmans - gerard@linuxfromscratch.org
#                  DJ Lucas - dj@linuxfromscratch.org
# Updates      : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#                  : Pierre Labastie - pierre@linuxfromscratch.org
#
# Version      : LFS 7.0
#
# Notes        : Update March 24th, 2022: change "stop" to "start".
#                  Add the $last facility to Required-start
#
#####
### BEGIN INIT INFO
# Provides:          reboot
# Required-Start:    $last
# Should-Start:
# Required-Stop:
# Should-Stop:
# Default-Start:    6
# Default-Stop:
# Short-Description: Reboots the system.
# Description:       Reboots the System.
# X-LFS-Provided-By: LFS
### END INIT INFO

. /lib/lsb/init-functions

case "${1}" in
    start)
        log_info_msg "Restarting system..."
        reboot -d -f -i
;;
*)

    echo "Usage: ${0} {start}"
    exit 1
;;
esac

```

```
# End reboot
```

## D.19. /etc/rc.d/init.d/halt

```
#!/bin/sh
#####
# Begin halt
#
# Description : Halt Script
#
# Authors      : Gerard Beekmans - gerard@linuxfromscratch.org
#                 DJ Lucas - dj@linuxfromscratch.org
# Update       : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#                 Pierre Labastie - pierre@linuxfromscratch.org
#
# Version      : LFS 7.0
#
# Notes        : Update March 24th, 2022: change "stop" to "start".
#                 Add the $last facility to Required-start
#
#####
#####

### BEGIN INIT INFO
# Provides:          halt
# Required-Start:    $last
# Should-Start:
# Required-Stop:
# Should-Stop:
# Default-Start:    0
# Default-Stop:
# Short-Description: Halts the system.
# Description:       Halts the System.
# X-LFS-Provided-By: LFS
### END INIT INFO

case "${1}" in
  start)
    halt -d -f -i -p
    ;;
  *)
    echo "Usage: {start}"
    exit 1
    ;;
esac

# End halt
```

## D.20. /etc/rc.d/init.d/template

```
#!/bin/sh
#####
# Begin scriptname
#
# Description :
#
# Authors      :
#
# Version      : LFS x.x
#
```

```

# Notes      :
#
#####
#####

### BEGIN INIT INFO
# Provides:          template
# Required-Start:
# Should-Start:
# Required-Stop:
# Should-Stop:
# Default-Start:
# Default-Stop:
# Short-Description:
# Description:
# X-LFS-Provided-By:
### END INIT INFO

. /lib/lsb/init-functions

case "${1}" in
    start)
        log_info_msg "Starting..."
        # if it is possible to use start_daemon
        start_daemon fully_qualified_path
        # if it is not possible to use start_daemon
        # (command to start the daemon is not simple enough)
        if ! pidofproc daemon_name_as_reported_by_ps >/dev/null; then
            command_to_start_the_service
        fi
        evaluate_retval
        ;;

    stop)
        log_info_msg "Stopping..."
        # if it is possible to use killproc
        killproc fully_qualified_path
        # if it is not possible to use killproc
        # (the daemon shouldn't be stopped by killing it)
        if pidofproc daemon_name_as_reported_by_ps >/dev/null; then
            command_to_stop_the_service
        fi
        evaluate_retval
        ;;

    restart)
        ${0} stop
        sleep 1
        ${0} start
        ;;

    *)
        echo "Usage: ${0} {start|stop|restart}"
        exit 1
        ;;
esac

exit 0

# End scriptname

```

## D.21. /etc/sysconfig/modules

```
#####
# Begin /etc/sysconfig/modules
#
# Description : Module auto-loading configuration
#
# Authors      :
#
# Version     : 00.00
#
# Notes       : The syntax of this file is as follows:
#                 <module> [<arg1> <arg2> ...]
#
# Each module should be on its own line, and any options that you want
# passed to the module should follow it. The line delimiter is either
# a space or a tab.
#####
# End /etc/sysconfig/modules
```

## D.22. /etc/sysconfig/createfiles

```
#####
# Begin /etc/sysconfig/createfiles
#
# Description : Createfiles script config file
#
# Authors      :
#
# Version     : 00.00
#
# Notes       : The syntax of this file is as follows:
#                 if type is equal to "file" or "dir"
#                     <filename> <type> <permissions> <user> <group>
#                 if type is equal to "dev"
#                     <filename> <type> <permissions> <user> <group> <devtype>
#                         <major> <minor>
#
#                     <filename> is the name of the file which is to be created
#                     <type> is either file, dir, or dev.
#                         file creates a new file
#                         dir creates a new directory
#                         dev creates a new device
#                     <devtype> is either block, char or pipe
#                         block creates a block device
#                         char creates a character device
#                         pipe creates a pipe, this will ignore the <major> and
#                         <minor> fields
#                         <major> and <minor> are the major and minor numbers used for
#                         the device.
#####
# End /etc/sysconfig/createfiles
```

## D.23. /etc/sysconfig/udev-retry

```
#####
# Begin /etc/sysconfig/udev_retry
```

```

#
# Description : udev_retry script configuration
#
# Authors      :
#
# Version      : 00.00
#
# Notes        : Each subsystem that may need to be re-triggered after mountfs
#                  runs should be listed in this file. Probable subsystems to be
#                  listed here are rtc (due to /var/lib/hwclock/adjtime) and sound
#                  (due to both /var/lib/alsa/asound.state and /usr/sbin/alsactl).
#                  Entries are whitespace-separated.
#####
#
# rtc
#
# End /etc/sysconfig/udev_retry

```

## D.24. /sbin/ifup

```

#!/bin/sh
#####
# Begin /sbin/ifup
#
# Description : Interface Up
#
# Authors      : Nathan Coulson - nathan@linuxfromscratch.org
#                  Kevin P. Fleming - kpfelemin@linuxfromscratch.org
# Update       : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#                  DJ Lucas - dj@linuxfromscratch.org
#
# Version      : LFS 7.7
#
# Notes        : The IFCONFIG variable is passed to the SERVICE script
#                  in the /lib/services directory, to indicate what file the
#                  service should source to get interface specifications.
#
#####

up()
{
    log_info_msg "Bringing up the ${1} interface..."

    if ip link show $1 > /dev/null 2>&1; then
        link_status=`ip link show $1`

        if [ -n "${link_status}" ]; then
            if ! echo "${link_status}" | grep -q UP; then
                ip link set $1 up
            fi
        fi

    else
        log_failure_msg "Interface ${IFACE} doesn't exist."
        exit 1
    fi

    evaluate_retval
}

```

```

RELEASE="7.7"

USAGE="Usage: $0 [ -hv ] [--help] [--version] interface"
VERSTR="LFS ifup, version ${RELEASE}"

while [ $# -gt 0 ]; do
    case "$1" in
        --help | -h)      help="y"; break ;;
        --version | -V)  echo "${VERSTR}"; exit 0 ;;
        -*)              echo "ifup: ${1}: invalid option" >&2
                        echo "${USAGE}" >& 2
                        exit 2 ;;
        *)               break ;;
    esac
done

if [ -n "$help" ]; then
    echo "${VERSTR}"
    echo "${USAGE}"
    echo
    cat << HERE_EOF
ifup is used to bring up a network interface. The interface
parameter, e.g. eth0 or eth0:2, must match the trailing part of the
interface specifications file, e.g. /etc/sysconfig/ifconfig.eth0:2.

HERE_EOF
    exit 0
fi

file=/etc/sysconfig/ifconfig.${1}

# Skip backup files
[ "${file}" = "${file%""~""}" ] || exit 0

. /lib/lsb/init-functions

if [ ! -r "${file}" ]; then
    log_failure_msg "Unable to bring up ${1} interface! ${file} is missing or cannot be accessed"
    exit 1
fi

. ${file}

if [ "$IFACE" = "" ]; then
    log_failure_msg "Unable to bring up ${1} interface! ${file} does not define an interface [IFACE]"
    exit 1
fi

# Do not process this service if started by boot, and ONBOOT
# is not set to yes
if [ "${IN_BOOT}" = "1" -a "${ONBOOT}" != "yes" ]; then
    exit 0
fi

# Bring up the interface
if [ "$VIRTINT" != "yes" ]; then
    up ${IFACE}
fi

```

```

for S in ${SERVICE}; do
    if [ ! -x "/lib/services/${S}" ]; then
        MSG="\nUnable to process ${file}. Either "
        MSG="$MSG${SERVICE} '$S' was not present "
        MSG="$MSG or cannot be executed."
        log_failure_msg "$MSG"
        exit 1
    fi
done

#if [ "${SERVICE}" = "wpa" ]; then log_success_msg; fi

# Create/configure the interface
for S in ${SERVICE}; do
    IFCONFIG=${file} /lib/services/${S} ${IFACE} up
done

# Set link up virtual interfaces
if [ "${VIRTINT}" == "yes" ]; then
    up ${IFACE}
fi

# Bring up any additional interface components
for I in $INTERFACE_COMPONENTS; do up $I; done

# Set MTU if requested. Check if MTU has a "good" value.
if test -n "${MTU}"; then
    if [[ ${MTU} =~ ^[0-9]+$ ]] && [[ $MTU -ge 68 ]]; then
        for I in ${IFACE} ${INTERFACE_COMPONENTS}; do
            ip link set dev $I mtu $MTU;
        done
    else
        log_info_msg2 "Invalid MTU $MTU"
    fi
fi

# Set the route default gateway if requested
if [ -n "${GATEWAY}" ]; then
    if ip route | grep -q default; then
        log_warning_msg "Gateway already setup; skipping."
    else
        log_info_msg "Adding default gateway ${GATEWAY} to the ${IFACE} interface..."
        ip route add default via ${GATEWAY} dev ${IFACE}
        evaluate_retval
    fi
fi

# End /sbin/ifup

```

## D.25. /sbin/ifdown

```

#!/bin/bash
#####
# Begin /sbin/ifdown
#
# Description : Interface Down
#
# Authors      : Nathan Coulson - nathan@linuxfromscratch.org
#                  Kevin P. Fleming - kpfleming@linuxfromscratch.org

```

```

# Update      : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#
# Version     : LFS 7.0
#
# Notes       : the IFCONFIG variable is passed to the scripts found
#                 in the /lib/services directory, to indicate what file the
#                 service should source to get interface specifications.
#
#####
##### RELEASE="7.0"

USAGE="Usage: $0 [ -hv ] [--help] [--version] interface"
VERSTR="LFS ifdown, version ${RELEASE}"

while [ $# -gt 0 ]; do
    case "$1" in
        --help | -h)      help="y"; break ;;
        --version | -V)   echo "${VERSTR}"; exit 0 ;;
        -*)              echo "ifup: ${1}: invalid option" >&2
                        echo "${USAGE}" >& 2
                        exit 2 ;;
        *)                break ;;
    esac
done

if [ -n "$help" ]; then
    echo "${VERSTR}"
    echo "${USAGE}"
    echo
    cat << HERE_EOF
ifdown is used to bring down a network interface. The interface
parameter, e.g. eth0 or eth0:2, must match the trailing part of the
interface specifications file, e.g. /etc/sysconfig/ifconfig.eth0:2.
HERE_EOF
    exit 0
fi

file=/etc/sysconfig/ifconfig.${1}

# Skip backup files
[ "${file}" = "${file%~}" ] || exit 0

. /lib/lsb/init-functions

if [ ! -r "${file}" ]; then
    log_warning_msg "${file} is missing or cannot be accessed."
    exit 1
fi

. ${file}

if [ "$IFACE" = "" ]; then
    log_failure_msg "${file} does not define an interface [IFACE]."
    exit 1
fi

```

```

# We only need to first service to bring down the interface
S=`echo ${SERVICE} | cut -f1 -d" "`

if ip link show ${IFACE} > /dev/null 2>&1; then
    if [ -n "${S}" -a -x "/lib/services/${S}" ]; then
        IFCONFIG=${file} /lib/services/${S} ${IFACE} down
    else
        MSG="Unable to process ${file}. Either "
        MSG+=" ${MSG}the SERVICE variable was not set "
        MSG+=" ${MSG}or the specified service cannot be executed."
        log_failure_msg "$MSG"
        exit 1
    fi
else
    log_warning_msg "Interface ${1} doesn't exist."
fi

# Leave the interface up if there are additional interfaces in the device
link_status=`ip link show ${IFACE} 2>/dev/null` 

if [ -n "${link_status}" ]; then
    if [ "$(echo ${link_status} | grep UP)" != "" ]; then
        if [ "$(ip addr show ${IFACE} | grep 'inet ')" == "" ]; then
            log_info_msg "Bringing down the ${IFACE} interface..."
            ip link set ${IFACE} down
            evaluate_retval
        fi
    fi
fi
fi

# End /sbin/ifdown

```

## D.26. /lib/services/ipv4-static

```

#!/bin/sh
#####
# Begin /lib/services/ipv4-static
#
# Description : IPV4 Static Boot Script
#
# Authors      : Nathan Coulson - nathan@linuxfromscratch.org
#                  Kevin P. Fleming - kpfelemin@linuxfromscratch.org
# Update       : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#
# Version      : LFS 7.0
#
#####
.

. /lib/lsb/init-functions
. ${IFCONFIG}

if [ -z "${IP}" ]; then
    log_failure_msg "\nIP variable missing from ${IFCONFIG}, cannot continue."
    exit 1
fi

if [ -z "${PREFIX}" -a -z "${PEER}" ]; then
    log_warning_msg "\nPREFIX variable missing from ${IFCONFIG}, assuming 24."
    PREFIX=24
    args="${args} ${IP}/${PREFIX}"

```

```

elif [ -n "${PREFIX}" -a -n "${PEER}" ]; then
    log_failure_msg "\nPREFIX and PEER both specified in ${IFCONFIG}, cannot continue."
    exit 1

elif [ -n "${PREFIX}" ]; then
    args="${args} ${IP}/${PREFIX}"

elif [ -n "${PEER}" ]; then
    args="${args} ${IP} peer ${PEER}"
fi

if [ -n "${LABEL}" ]; then
    args="${args} label ${LABEL}"
fi

if [ -n "${BROADCAST}" ]; then
    args="${args} broadcast ${BROADCAST}"
fi

case "${2}" in
    up)
        if [ "$(ip addr show ${1} 2>/dev/null | grep ${IP})/" = "" ]; then
            log_info_msg "Adding IPv4 address ${IP} to the ${1} interface..."
            ip addr add ${args} dev ${1}
            evaluate_retval
        else
            log_warning_msg "Cannot add IPv4 address ${IP} to ${1}. Already present."
        fi
        ;;
    down)
        if [ "$(ip addr show ${1} 2>/dev/null | grep ${IP})/" != "" ]; then
            log_info_msg "Removing IPv4 address ${IP} from the ${1} interface..."
            ip addr del ${args} dev ${1}
            evaluate_retval
        fi
        if [ -n "${GATEWAY}" ]; then
            # Only remove the gateway if there are no remaining ipv4 addresses
            if [ "$(ip addr show ${1} 2>/dev/null | grep 'inet')/" != "" ]; then
                log_info_msg "Removing default gateway..."
                ip route del default
                evaluate_retval
            fi
        fi
        ;;
    *)
        echo "Usage: ${0} [interface] {up|down}"
        exit 1
    ;;
esac

# End /lib/services/ipv4-static

```

## D.27. /lib/services/ipv4-static-route

```

#!/bin/sh
#####

```

```

# Begin /lib/services/ipv4-static-route
#
# Description : IPV4 Static Route Script
#
# Authors      : Kevin P. Fleming - kpffleming@linuxfromscratch.org
#                  DJ Lucas - dj@linuxfromscratch.org
# Update       : Bruce Dubbs - bdubbs@linuxfromscratch.org
#
# Version      : LFS 7.0
#
#####
#. /lib/lsb/init-functions
. ${IFCONFIG}

case "${TYPE}" in
  ("" | "network")
    need_ip=1
    need_gateway=1
  ;;
  ("default")
    need_gateway=1
    args="${args} default"
    desc="default"
  ;;
  ("host")
    need_ip=1
  ;;
  ("unreachable")
    need_ip=1
    args="${args} unreachable"
    desc="unreachable"
  ;;
  (*)
    log_failure_msg "Unknown route type (${TYPE}) in ${IFCONFIG}, cannot continue."
    exit 1
  ;;
esac

if [ -n "$GATEWAY" ]; then
  MSG="The GATEWAY variable cannot be set in ${IFCONFIG} for static routes.\n"
  log_failure_msg "$MSG Use STATIC_GATEWAY only, cannot continue"
  exit 1
fi

if [ -n "${need_ip}" ]; then
  if [ -z "${IP}" ]; then
    log_failure_msg "IP variable missing from ${IFCONFIG}, cannot continue."
    exit 1
  fi
  if [ -z "${PREFIX}" ]; then
    log_failure_msg "PREFIX variable missing from ${IFCONFIG}, cannot continue."
    exit 1
  fi
  args="${args} ${IP}/${PREFIX}"
fi

```

```

desc="${desc}${IP}/${PREFIX}"
fi

if [ -n "${need_gateway}" ]; then
    if [ -z "${STATIC_GATEWAY}" ]; then
        log_failure_msg "STATIC_GATEWAY variable missing from ${IFCONFIG}, cannot continue."
        exit 1
    fi
    args="${args} via ${STATIC_GATEWAY}"
fi

if [ -n "${SOURCE}" ]; then
    args="${args} src ${SOURCE}"
fi

case "${2}" in
    up)
        log_info_msg "Adding '${desc}' route to the ${1} interface..."
        ip route add ${args} dev ${1}
        evaluate_retval
    ;;
    down)
        log_info_msg "Removing '${desc}' route from the ${1} interface..."
        ip route del ${args} dev ${1}
        evaluate_retval
    ;;
    *)
        echo "Usage: ${0} [interface] {up|down}"
        exit 1
    ;;
esac

# End /lib/services/ipv4-static-route

```

# 付録E Udev 設定ルール

本付録にて udev ルールを列記します。インストール手順は「Systemd-259.1 から取り出した Udev」を参照してください。

## E.1. 55-lfs.rules

```
# /etc/udev/rules.d/55-lfs.rules: Rule definitions for LFS.

# Core kernel devices

# This causes the system clock to be set as soon as /dev/rtc becomes available.
SUBSYSTEM=="rtc", ACTION=="add", MODE="0644", RUN+="/etc/rc.d/init.d/setclock start"
KERNEL=="rtc", ACTION=="add", MODE="0644", RUN+="/etc/rc.d/init.d/setclock start"
```

# 付録F LFS ライセンス

本ブックはクリエイティブコモンズ (Creative Commons) の 表示-非営利-継承 (Attribution-NonCommercial-ShareAlike) 2.0ライセンスに従います。

本書のインストール手順のコマンドを抜き出したものは MIT ライセンスに従ってください。

## F.1. クリエイティブコモンズライセンス



### 日本語訳情報

以下は日本語へ訳出することなく、原文のライセンス条項をそのまま示します。

Creative Commons Legal Code

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 2.0



### 重要

CREATIVE COMMONS CORPORATION IS NOT A LAW FIRM AND DOES NOT PROVIDE LEGAL SERVICES. DISTRIBUTION OF THIS LICENSE DOES NOT CREATE AN ATTORNEY-CLIENT RELATIONSHIP. CREATIVE COMMONS PROVIDES THIS INFORMATION ON AN "AS-IS" BASIS. CREATIVE COMMONS MAKES NO WARRANTIES REGARDING THE INFORMATION PROVIDED, AND DISCLAIMS LIABILITY FOR DAMAGES RESULTING FROM ITS USE.

#### License

THE WORK (AS DEFINED BELOW) IS PROVIDED UNDER THE TERMS OF THIS CREATIVE COMMONS PUBLIC LICENSE ("CCPL" OR "LICENSE"). THE WORK IS PROTECTED BY COPYRIGHT AND/OR OTHER APPLICABLE LAW. ANY USE OF THE WORK OTHER THAN AS AUTHORIZED UNDER THIS LICENSE OR COPYRIGHT LAW IS PROHIBITED.

BY EXERCISING ANY RIGHTS TO THE WORK PROVIDED HERE, YOU ACCEPT AND AGREE TO BE BOUND BY THE TERMS OF THIS LICENSE. THE LICENSOR GRANTS YOU THE RIGHTS CONTAINED HERE IN CONSIDERATION OF YOUR ACCEPTANCE OF SUCH TERMS AND CONDITIONS.

#### 1. Definitions

- a. "Collective Work" means a work, such as a periodical issue, anthology or encyclopedia, in which the Work in its entirety in unmodified form, along with a number of other contributions, constituting separate and independent works in themselves, are assembled into a collective whole. A work that constitutes a Collective Work will not be considered a Derivative Work (as defined below) for the purposes of this License.
  - b. "Derivative Work" means a work based upon the Work or upon the Work and other pre-existing works, such as a translation, musical arrangement, dramatization, fictionalization, motion picture version, sound recording, art reproduction, abridgment, condensation, or any other form in which the Work may be recast, transformed, or adapted, except that a work that constitutes a Collective Work will not be considered a Derivative Work for the purpose of this License. For the avoidance of doubt, where the Work is a musical composition or sound recording, the synchronization of the Work in timed-relation with a moving image ("synching") will be considered a Derivative Work for the purpose of this License.
  - c. "Licensor" means the individual or entity that offers the Work under the terms of this License.
  - d. "Original Author" means the individual or entity who created the Work.
  - e. "Work" means the copyrightable work of authorship offered under the terms of this License.
  - f. "You" means an individual or entity exercising rights under this License who has not previously violated the terms of this License with respect to the Work, or who has received express permission from the Licensor to exercise rights under this License despite a previous violation.
  - g. "License Elements" means the following high-level license attributes as selected by Licensor and indicated in the title of this License: Attribution, Noncommercial, ShareAlike.
2. Fair Use Rights. Nothing in this license is intended to reduce, limit, or restrict any rights arising from fair use, first sale or other limitations on the exclusive rights of the copyright owner under copyright law or other applicable laws.
3. License Grant. Subject to the terms and conditions of this License, Licensor hereby grants You a worldwide, royalty-free, non-exclusive, perpetual (for the duration of the applicable copyright) license to exercise the rights in the Work as stated below:

- a. to reproduce the Work, to incorporate the Work into one or more Collective Works, and to reproduce the Work as incorporated in the Collective Works;
- b. to create and reproduce Derivative Works;
- c. to distribute copies or phonorecords of, display publicly, perform publicly, and publicly digitally perform by means of a digital audio transmission the Work including as incorporated in Collective Works;
- d. to distribute copies or phonorecords of, display publicly, perform publicly, and publicly digitally perform by means of a digital audio transmission Derivative Works;

The above rights may be exercised in all media and formats whether now known or hereafter devised. The above rights include the right to make such modifications as are technically necessary to exercise the rights in other media and formats. All rights not expressly granted by Licensor are hereby reserved, including but not limited to the rights set forth in Sections 4(e) and 4(f).

**4. Restrictions.** The license granted in Section 3 above is expressly made subject to and limited by the following restrictions:

- a. You may distribute, publicly display, publicly perform, or publicly digitally perform the Work only under the terms of this License, and You must include a copy of, or the Uniform Resource Identifier for, this License with every copy or phonorecord of the Work You distribute, publicly display, publicly perform, or publicly digitally perform. You may not offer or impose any terms on the Work that alter or restrict the terms of this License or the recipients' exercise of the rights granted hereunder. You may not sublicense the Work. You must keep intact all notices that refer to this License and to the disclaimer of warranties. You may not distribute, publicly display, publicly perform, or publicly digitally perform the Work with any technological measures that control access or use of the Work in a manner inconsistent with the terms of this License Agreement. The above applies to the Work as incorporated in a Collective Work, but this does not require the Collective Work apart from the Work itself to be made subject to the terms of this License. If You create a Collective Work, upon notice from any Licensor You must, to the extent practicable, remove from the Collective Work any reference to such Licensor or the Original Author, as requested. If You create a Derivative Work, upon notice from any Licensor You must, to the extent practicable, remove from the Derivative Work any reference to such Licensor or the Original Author, as requested.
- b. You may distribute, publicly display, publicly perform, or publicly digitally perform a Derivative Work only under the terms of this License, a later version of this License with the same License Elements as this License, or a Creative Commons iCommons license that contains the same License Elements as this License (e.g. Attribution-NonCommercial-ShareAlike 2.0 Japan). You must include a copy of, or the Uniform Resource Identifier for, this License or other license specified in the previous sentence with every copy or phonorecord of each Derivative Work You distribute, publicly display, publicly perform, or publicly digitally perform. You may not offer or impose any terms on the Derivative Works that alter or restrict the terms of this License or the recipients' exercise of the rights granted hereunder, and You must keep intact all notices that refer to this License and to the disclaimer of warranties. You may not distribute, publicly display, publicly perform, or publicly digitally perform the Derivative Work with any technological measures that control access or use of the Work in a manner inconsistent with the terms of this License Agreement. The above applies to the Derivative Work as incorporated in a Collective Work, but this does not require the Collective Work apart from the Derivative Work itself to be made subject to the terms of this License.
- c. You may not exercise any of the rights granted to You in Section 3 above in any manner that is primarily intended for or directed toward commercial advantage or private monetary compensation. The exchange of the Work for other copyrighted works by means of digital file-sharing or otherwise shall not be considered to be intended for or directed toward commercial advantage or private monetary compensation, provided there is no payment of any monetary compensation in connection with the exchange of copyrighted works.
- d. If you distribute, publicly display, publicly perform, or publicly digitally perform the Work or any Derivative Works or Collective Works, You must keep intact all copyright notices for the Work and give the Original Author credit reasonable to the medium or means You are utilizing by conveying the name (or pseudonym if applicable) of the Original Author if supplied; the title of the Work if supplied; to the extent reasonably practicable, the Uniform Resource Identifier, if any, that Licensor specifies to be associated with the Work, unless such URI does not refer to the copyright notice or licensing information for the Work; and in the case of a Derivative Work, a credit identifying the use of the Work in the Derivative Work (e.g., "French translation of the Work by Original Author," or "Screenplay based on original Work by Original Author"). Such credit may be implemented in any reasonable manner;

provided, however, that in the case of a Derivative Work or Collective Work, at a minimum such credit will appear where any other comparable authorship credit appears and in a manner at least as prominent as such other comparable authorship credit.

e. For the avoidance of doubt, where the Work is a musical composition:

- i. Performance Royalties Under Blanket Licenses. Licensor reserves the exclusive right to collect, whether individually or via a performance rights society (e.g. ASCAP, BMI, SESAC), royalties for the public performance or public digital performance (e.g. webcast) of the Work if that performance is primarily intended for or directed toward commercial advantage or private monetary compensation.
  - ii. Mechanical Rights and Statutory Royalties. Licensor reserves the exclusive right to collect, whether individually or via a music rights agency or designated agent (e.g. Harry Fox Agency), royalties for any phonorecord You create from the Work ("cover version") and distribute, subject to the compulsory license created by 17 USC Section 115 of the US Copyright Act (or the equivalent in other jurisdictions), if Your distribution of such cover version is primarily intended for or directed toward commercial advantage or private monetary compensation.
6. Webcasting Rights and Statutory Royalties. For the avoidance of doubt, where the Work is a sound recording, Licensor reserves the exclusive right to collect, whether individually or via a performance-rights society (e.g. SoundExchange), royalties for the public digital performance (e.g. webcast) of the Work, subject to the compulsory license created by 17 USC Section 114 of the US Copyright Act (or the equivalent in other jurisdictions), if Your public digital performance is primarily intended for or directed toward commercial advantage or private monetary compensation.

5. Representations, Warranties and Disclaimer

UNLESS OTHERWISE MUTUALLY AGREED TO BY THE PARTIES IN WRITING, LICENSOR OFFERS THE WORK AS-IS AND MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES OF ANY KIND CONCERNING THE WORK, EXPRESS, IMPLIED, STATUTORY OR OTHERWISE, INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, WARRANTIES OF TITLE, MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, NONINFRINGEMENT, OR THE ABSENCE OF LATENT OR OTHER DEFECTS, ACCURACY, OR THE PRESENCE OF ABSENCE OF ERRORS, WHETHER OR NOT DISCOVERABLE. SOME JURISDICTIONS DO NOT ALLOW THE EXCLUSION OF IMPLIED WARRANTIES, SO SUCH EXCLUSION MAY NOT APPLY TO YOU.

6. Limitation on Liability. EXCEPT TO THE EXTENT REQUIRED BY APPLICABLE LAW, IN NO EVENT WILL LICENSOR BE LIABLE TO YOU ON ANY LEGAL THEORY FOR ANY SPECIAL, INCIDENTAL, CONSEQUENTIAL, PUNITIVE OR EXEMPLARY DAMAGES ARISING OUT OF THIS LICENSE OR THE USE OF THE WORK, EVEN IF LICENSOR HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

7. Termination

- a. This License and the rights granted hereunder will terminate automatically upon any breach by You of the terms of this License. Individuals or entities who have received Derivative Works or Collective Works from You under this License, however, will not have their licenses terminated provided such individuals or entities remain in full compliance with those licenses. Sections 1, 2, 5, 6, 7, and 8 will survive any termination of this License.
- b. Subject to the above terms and conditions, the license granted here is perpetual (for the duration of the applicable copyright in the Work). Notwithstanding the above, Licensor reserves the right to release the Work under different license terms or to stop distributing the Work at any time; provided, however that any such election will not serve to withdraw this License (or any other license that has been, or is required to be, granted under the terms of this License), and this License will continue in full force and effect unless terminated as stated above.

8. Miscellaneous

- a. Each time You distribute or publicly digitally perform the Work or a Collective Work, the Licensor offers to the recipient a license to the Work on the same terms and conditions as the license granted to You under this License.
- b. Each time You distribute or publicly digitally perform a Derivative Work, Licensor offers to the recipient a license to the original Work on the same terms and conditions as the license granted to You under this License.

- c. If any provision of this License is invalid or unenforceable under applicable law, it shall not affect the validity or enforceability of the remainder of the terms of this License, and without further action by the parties to this agreement, such provision shall be reformed to the minimum extent necessary to make such provision valid and enforceable.
- d. No term or provision of this License shall be deemed waived and no breach consented to unless such waiver or consent shall be in writing and signed by the party to be charged with such waiver or consent.
- e. This License constitutes the entire agreement between the parties with respect to the Work licensed here. There are no understandings, agreements or representations with respect to the Work not specified here. Licensor shall not be bound by any additional provisions that may appear in any communication from You. This License may not be modified without the mutual written agreement of the Licensor and You.



## 重要

Creative Commons is not a party to this License, and makes no warranty whatsoever in connection with the Work. Creative Commons will not be liable to You or any party on any legal theory for any damages whatsoever, including without limitation any general, special, incidental or consequential damages arising in connection to this license. Notwithstanding the foregoing two (2) sentences, if Creative Commons has expressly identified itself as the Licensor hereunder, it shall have all rights and obligations of Licensor.

Except for the limited purpose of indicating to the public that the Work is licensed under the CCPL, neither party will use the trademark "Creative Commons" or any related trademark or logo of Creative Commons without the prior written consent of Creative Commons. Any permitted use will be in compliance with Creative Commons' then-current trademark usage guidelines, as may be published on its website or otherwise made available upon request from time to time.

Creative Commons may be contacted at <http://creativecommons.org/>.

## F.2. MIT ライセンス (The MIT License)



### 日本語訳情報

以下は日本語へ訳出することなく、原文のライセンス条項をそのまま示します。

Copyright © 1999–2026 Gerard Beekmans

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

# 項目別もくじ

## パッケージ

Acl: 132  
 Attr: 131  
 Autoconf: 167  
 Automake: 168  
 Bash: 154  
   ツール: 58  
 Bash: 154  
   ツール: 58  
 Bc: 117  
 Binutils: 125  
   ツール, 1回め: 44  
   ツール, 2回め: 71  
 Binutils: 125  
   ツール, 1回め: 44  
   ツール, 2回め: 71  
 Binutils: 125  
   ツール, 1回め: 44  
   ツール, 2回め: 71  
 Bison: 152  
   ツール: 81  
 Bison: 152  
   ツール: 81  
 Bzip2: 105  
 Coreutils: 183  
   ツール: 59  
 Coreutils: 183  
   ツール: 59  
 DejaGNU: 123  
 Diffutils: 188  
   ツール: 60  
 Diffutils: 188  
   ツール: 60  
 E2fsprogs: 224  
 Expat: 159  
 Expect: 121  
 File: 111  
   ツール: 61  
 File: 111  
   ツール: 61  
 Findutils: 190  
   ツール: 62  
 Findutils: 190  
   ツール: 62  
 Flex: 118  
 Flit-core: 176  
 Gawk: 189  
   ツール: 63  
 Gawk: 189  
   ツール: 63  
 GCC: 140  
   ツール, 1回め: 46  
 ツール, 2回め: 72  
   ツール, libstdc++ 1 回め: 53  
 GCC: 140  
   ツール, 1回め: 46  
   ツール, 2回め: 72  
   ツール, libstdc++ 1 回め: 53  
 GCC: 140  
   ツール, 1回め: 46  
   ツール, 2回め: 72  
   ツール, libstdc++ 1 回め: 53  
 GDBM: 157  
 Gettext: 150  
   ツール: 80  
 Gettext: 150  
   ツール: 80  
 Glibc: 96  
   ツール: 50  
 Glibc: 96  
   ツール: 50  
 GMP: 127  
 Gperf: 158  
 Grep: 153  
   ツール: 64  
 Grep: 153  
   ツール: 64  
 Groff: 191  
 GRUB: 193  
 Gzip: 195  
   ツール: 65  
 Gzip: 195  
   ツール: 65  
 Iana-Etc: 95  
 Inetutils: 160  
 Intltool: 166  
 IPRoute2: 196  
 Jinja2: 210  
 Kbd: 198  
 Kmod: 182  
 Less: 162  
 Libcap: 133  
 Libelf: 171  
 libffi: 172  
 Libpipeline: 200  
 Libtool: 156  
 Libxcrypt: 134  
 Linux: 256  
   ツール, API ヘッダー: 49  
 Linux: 256  
   ツール, API ヘッダー: 49  
 Lz4: 109  
 M4: 116  
   ツール: 55  
 M4: 116  
   ツール: 55  
 Make: 201  
   ツール: 66  
 Make: 201

ツール: 66  
 Man-DB: 214  
 Man-pages: 94  
 MarkupSafe: 209  
 Meson: 181  
 MPC: 130  
 MPFR: 129  
 Ncurses: 145  
   ツール: 56  
 Ncurses: 145  
   ツール: 56  
 Ninja: 180  
 OpenSSL: 169  
 packaging: 177  
 Patch: 202  
   ツール: 67  
 Patch: 202  
   ツール: 67  
 Pcre2: 114  
 Perl: 163  
   ツール: 82  
 Perl: 163  
   ツール: 82  
 Pkgconf: 124  
 Procps-ng: 217  
 Psmisc: 149  
 Python: 174  
   一時的: 83  
 Python: 174  
   一時的: 83  
 rc.site: 248  
 Readline: 112  
 Sed: 148  
   ツール: 68  
 Sed: 148  
   ツール: 68  
 Setuptools: 179  
 Shadow: 136  
   設定: 137  
 Shadow: 136  
   設定: 137  
 Sqlite: 173  
 Sysklogd: 227  
   設定: 227  
 Sysklogd: 227  
   設定: 227  
 SysVinit: 228  
   設定: 243  
 SysVinit: 228  
   設定: 243  
 Tar: 203  
   ツール: 69  
 Tar: 203  
   ツール: 69  
 Tcl: 119  
 Texinfo: 204  
   一時的: 84  
 Texinfo: 204  
   一時的: 84  
 Udev: 211  
   利用方法: 235

設定: 212  
 Udev: 211  
   利用方法: 235  
   設定: 212  
 Udev: 211  
   利用方法: 235  
   設定: 212  
 Util-linux: 219  
   ツール: 85  
 Util-linux: 219  
   ツール: 85  
 Vim: 206  
 wheel: 178  
 XML::Parser: 165  
 Xz: 107  
   ツール: 70  
 Xz: 107  
   ツール: 70  
 Zlib: 104  
 zstd: 110

## プログラム

[: 183, 184  
 accessdb: 214, 215  
 aclocal: 168, 168  
 aclocal-1.18: 168, 168  
 addftinfo: 191, 191  
 addpart: 219, 220  
 addr2line: 125, 126  
 afmtodit: 191, 191  
 getty: 219, 220  
 apropos: 214, 215  
 ar: 125, 126  
 as: 125, 126  
 attr: 131, 131  
 autoconf: 167, 167  
 autoheader: 167, 167  
 autom4te: 167, 167  
 automake: 168, 168  
 automake-1.18: 168, 168  
 autopoint: 150, 150  
 autoreconf: 167, 167  
 autoscan: 167, 167  
 autoupdate: 167, 167  
 awk: 189, 189  
 b2sum: 183, 184  
 badblocks: 224, 225  
 base64: 183, 184, 183, 184  
 base64: 183, 184, 183, 184  
 basename: 183, 184  
 basenc: 183, 184  
 bash: 154, 154  
 bashbug: 154, 155  
 bc: 117, 117  
 bison: 152, 152  
 blkdiscard: 219, 220  
 blkid: 219, 220  
 blkzone: 219, 220  
 blockdev: 219, 220  
 bomtool: 124, 124

bootlogd: 228, 228  
 bridge: 196, 196  
 bunzip2: 105, 106  
 bzcat: 105, 106  
 bzcmp: 105, 106  
 bzdif: 105, 106  
 bzegrep: 105, 106  
 bzfgrep: 105, 106  
 bzgrep: 105, 106  
 bzip2: 105, 106  
 bzip2recover: 105, 106  
 bzless: 105, 106  
 bzmore: 105, 106  
 c++: 140, 144  
 c++filt: 125, 126  
 cal: 219, 220  
 capsh: 133, 133  
 captoinfo: 145, 146  
 cat: 183, 184  
 catman: 214, 215  
 cc: 140, 144  
 cfdisk: 219, 220  
 chacl: 132, 132  
 chage: 136, 138  
 chattr: 224, 225  
 chcon: 183, 184  
 chcpu: 219, 220  
 chem: 191, 191  
 chfn: 136, 138  
 chgpasswd: 136, 138  
 chgrp: 183, 184  
 chmem: 219, 220  
 chmod: 183, 184  
 choom: 219, 220  
 chown: 183, 184  
 chpasswd: 136, 138  
 chroot: 183, 184  
 chrt: 219, 220  
 chsh: 136, 138  
 chvt: 198, 199  
 cksum: 183, 184  
 clear: 145, 146  
 cmp: 188, 188  
 col: 219, 220  
 colcrt: 219, 220  
 colrm: 219, 220  
 column: 219, 220  
 comm: 183, 184  
 compile\_et: 224, 225  
 corelist: 163, 164  
 cp: 183, 184  
 cpan: 163, 164  
 cpp: 140, 144  
 csplit: 183, 184  
 ctrlaltdel: 219, 220  
 ctstat: 196, 196  
 cut: 183, 185  
 c\_rehash: 169, 170  
 date: 183, 185  
 dc: 117, 117  
 dd: 183, 185  
 deallocvt: 198, 199  
 debugfs: 224, 225  
 dejagnu: 123, 123  
 delpart: 219, 220  
 depmod: 182, 182  
 df: 183, 185  
 diff: 188, 188  
 diff3: 188, 188  
 dir: 183, 185  
 dircolors: 183, 185  
 dirname: 183, 185  
 dmesg: 219, 220  
 dnsdomainname: 160, 161  
 du: 183, 185  
 dump2fs: 224, 225  
 dumpkeys: 198, 199  
 e2freefrag: 224, 225  
 e2fsck: 224, 225  
 e2image: 224, 225  
 e2label: 224, 225  
 e2mmpstatus: 224, 225  
 e2scrub: 224, 225  
 e2scrub\_all: 224, 225  
 e2undo: 224, 225  
 e4crypt: 224, 225  
 e4defrag: 224, 225  
 echo: 183, 185  
 egrep: 153, 153  
 eject: 219, 220  
 elfedit: 125, 126  
 enc2xs: 163, 164  
 encguess: 163, 164  
 env: 183, 185  
 envsubst: 150, 150  
 eqn: 191, 191  
 eqn2graph: 191, 191  
 ex: 206, 207  
 expand: 183, 185  
 expect: 121, 121  
 expiry: 136, 138  
 expr: 183, 185  
 factor: 183, 185  
 faillog: 136, 138  
 falllocate: 219, 220  
 false: 183, 185  
 fdisk: 219, 220  
 fgconsole: 198, 199  
 fgrep: 153, 153  
 file: 111, 111  
 filefrag: 224, 225  
 fincore: 219, 220  
 find: 190, 190  
 findfs: 219, 220  
 findmnt: 219, 220  
 flex: 118, 118  
 flex++: 118, 118  
 flock: 219, 220  
 fmt: 183, 185  
 fold: 183, 185  
 free: 217, 217  
 fsck: 219, 221

fsck.cramfs: 219, 221  
 fsck.ext2: 224, 225  
 fsck.ext3: 224, 225  
 fsck.ext4: 224, 225  
 fsck.minix: 219, 221  
 fsfreeze: 219, 221  
 fstab-decode: 228, 228  
 fstrim: 219, 221  
 ftp: 160, 161  
 fuser: 149, 149  
 g++: 140, 144  
 gawk: 189, 189  
 gawk-5.3.2: 189, 189  
 gcc: 140, 144  
 gc-ar: 140, 144  
 gc-nm: 140, 144  
 gc-ranlib: 140, 144  
 gcov: 140, 144  
 gcov-dump: 140, 144  
 gcov-tool: 140, 144  
 gdbmtool: 157, 157  
 gdbm\_dump: 157, 157  
 gdbm\_load: 157, 157  
 gdiffmk: 191, 191  
 gencat: 96, 101  
 genl: 196, 196  
 getcap: 133, 133  
 getconf: 96, 101  
 getent: 96, 101  
 getfacl: 132, 132  
 getfattr: 131, 131  
 getkeycodes: 198, 199  
 getopt: 219, 221  
 getpcaps: 133, 133  
 getsubids: 136, 138  
 gettext: 150, 150  
 gettext.sh: 150, 150  
 gettextize: 150, 150  
 glilypond: 191, 191  
 gpasswd: 136, 138  
 gperf: 158, 158  
 gperl: 191, 191  
 gpinyin: 191, 191  
 gprof: 125, 126  
 gprofng: 125, 126  
 grap2graph: 191, 191  
 grep: 153, 153  
 grn: 191, 191  
 grodvi: 191, 191  
 groff: 191, 191  
 groffer: 191, 192  
 grog: 191, 192  
 grolbp: 191, 192  
 grolj4: 191, 192  
 gropdf: 191, 192  
 grops: 191, 192  
 grotty: 191, 192  
 groupadd: 136, 138  
 groupdel: 136, 138  
 groupmems: 136, 138  
 groupmod: 136, 138  
 groups: 183, 185  
 grpck: 136, 138  
 grpconv: 136, 138  
 grpunconv: 136, 138  
 grub-bios-setup: 193, 194  
 grub-editenv: 193, 194  
 grub-file: 193, 194  
 grub-fstest: 193, 194  
 grub-glue-efi: 193, 194  
 grub-install: 193, 194  
 grub-kbdcomp: 193, 194  
 grub-macbless: 193, 194  
 grub-menulst2cfg: 193, 194  
 grub-mkconfig: 193, 194  
 grub-mkimage: 193, 194  
 grub-mklayout: 193, 194  
 grub-mknetdir: 193, 194  
 grub-mkpasswd-pbkdf2: 193, 194  
 grub-mkrelpath: 193, 194  
 grub-mkrescue: 193, 194  
 grub-mkstandalone: 193, 194  
 grub-ofpathname: 193, 194  
 grub-probe: 193, 194  
 grub-reboot: 193, 194  
 grub-render-label: 193, 194  
 grub-script-check: 193, 194  
 grub-set-default: 193, 194  
 grub-setup: 193, 194  
 grub-syslinux2cfg: 193, 194  
 gunzip: 195, 195  
 gzexe: 195, 195  
 gzip: 195, 195  
 h2ph: 163, 164  
 h2xs: 163, 164  
 halt: 228, 228  
 hardlink: 219, 221  
 head: 183, 185  
 hexdump: 219, 221  
 hostid: 183, 185  
 hostname: 160, 161  
 hpftodit: 191, 192  
 hwclock: 219, 221  
 i386: 219, 221  
 iconv: 96, 101  
 iconvconfig: 96, 101  
 id: 183, 185  
 idle3: 174  
 ifconfig: 160, 161  
 ifnames: 167, 167  
 ifstat: 196, 196  
 indxbib: 191, 192  
 info: 204, 204  
 infocmp: 145, 146  
 infotocap: 145, 146  
 init: 228, 228  
 insmod: 182, 182  
 install: 183, 185  
 install-info: 204, 204  
 instmodsh: 163, 164  
 intltool-extract: 166, 166  
 intltool-merge: 166, 166

intltool-prepare: 166, 166  
 intltool-update: 166, 166  
 intltoolize: 166, 166  
 ionice: 219, 221  
 ip: 196, 196  
 ipcmk: 219, 221  
 ipcrm: 219, 221  
 ipcs: 219, 221  
 irqtop: 219, 221  
 isosize: 219, 221  
 join: 183, 185  
 json\_pp: 163, 164  
 kbdinfo: 198, 199  
 kbdrate: 198, 199  
 kbd\_mode: 198, 199  
 kill: 219, 221  
 killall: 149, 149  
 killall5: 228, 228  
 kmod: 182, 182  
 last: 219, 221  
 lastb: 219, 221  
 ld: 125, 126  
 ld.bfd: 125, 126  
 ldattach: 219, 221  
 ldconfig: 96, 102  
 ldd: 96, 102  
 lddlibc4: 96, 102  
 less: 162, 162  
 lessecho: 162, 162  
 lesskey: 162, 162  
 lex: 118, 118  
 lexgrog: 214, 215  
 lfskernel-6.18.10: 256, 261  
 libasan: 140, 144  
 libatomic: 140, 144  
 libccl: 140, 144  
 libnetcfg: 163, 164  
 libtool: 156, 156  
 libtoolize: 156, 156  
 link: 183, 185  
 linux32: 219, 221  
 linux64: 219, 221  
 lkbib: 191, 192  
 ln: 183, 185  
 Instat: 196, 196  
 loadkeys: 198, 199  
 loadunimap: 198, 199  
 locale: 96, 102  
 localedef: 96, 102  
 locate: 190, 190  
 logger: 219, 221  
 login: 136, 138  
 logname: 183, 185  
 logoutd: 136, 138  
 logsave: 224, 225  
 look: 219, 221  
 lookbib: 191, 192  
 losetup: 219, 221  
 ls: 183, 185  
 lsattr: 224, 225  
 lsblk: 219, 221  
 lscpu: 219, 221  
 lsfd: 219, 221  
 lsipc: 219, 221  
 lsirq: 219, 221  
 lslocks: 219, 221  
 lslogins: 219, 221  
 lsmem: 219, 221  
 lsmod: 182, 182  
 lsns: 219, 221  
 lto-dump: 140, 144  
 lz4: 109, 109  
 lz4c: 109, 109  
 lz4cat: 109, 109  
 lzcat: 107, 107  
 lzcmp: 107, 107  
 lzdiff: 107, 107  
 lzegrep: 107, 107  
 lzfgrep: 107, 107  
 lzgrep: 107, 107  
 lzless: 107, 107  
 lzma: 107, 107  
 lzmadec: 107, 107  
 lzmainfo: 107, 107  
 lzmore: 107, 107  
 m4: 116, 116  
 make: 201, 201  
 makedb: 96, 102  
 makeinfo: 204, 205  
 man: 214, 215  
 man-recode: 214, 215  
 mandb: 214, 215  
 manpath: 214, 215  
 mapscrn: 198, 199  
 mcookie: 219, 221  
 md5sum: 183, 185  
 mesg: 219, 221  
 meson: 181, 181  
 mkdir: 183, 185  
 mke2fs: 224, 225  
 mkfifo: 183, 185  
 mkfs: 219, 221  
 mkfs.bfs: 219, 221  
 mkfs.cramfs: 219, 221  
 mkfs.ext2: 224, 225  
 mkfs.ext3: 224, 226  
 mkfs.ext4: 224, 226  
 mkfs.minix: 219, 221  
 mklost+found: 224, 226  
 mknod: 183, 185  
 mkswap: 219, 222  
 mktemp: 183, 185  
 mk\_cmds: 224, 225  
 mmroff: 191, 192  
 modinfo: 182, 182  
 modprobe: 182, 182  
 more: 219, 222  
 mount: 219, 222  
 mountpoint: 219, 222  
 msgattrib: 150, 150  
 msgcat: 150, 150  
 msgcmp: 150, 150

msgcomm: 150, 150  
 msgconv: 150, 150  
 msgen: 150, 150  
 msgexec: 150, 150  
 msgfilter: 150, 150  
 msgfmt: 150, 150  
 msggrep: 150, 151  
 msginit: 150, 151  
 msgmerge: 150, 151  
 msgunfmt: 150, 151  
 msguniq: 150, 151  
 mtrace: 96, 102  
 mv: 183, 185  
 namei: 219, 222  
 ncursesw6-config: 145, 146  
 neqn: 191, 192  
 newgidmap: 136, 138  
 newgrp: 136, 138  
 newuidmap: 136, 138  
 newusers: 136, 138  
 ngettext: 150, 151  
 nice: 183, 185  
 ninja: 180, 180  
 nl: 183, 185  
 nm: 125, 126  
 nohup: 183, 185  
 nologin: 136, 138  
 nproc: 183, 185  
 nroff: 191, 192  
 nsenter: 219, 222  
 nstat: 196, 196  
 numfmt: 183, 185  
 objcopy: 125, 126  
 objdump: 125, 126  
 od: 183, 185  
 openssl: 169, 170  
 openvt: 198, 199  
 partx: 219, 222  
 passwd: 136, 138  
 paste: 183, 185  
 patch: 202, 202  
 pathchk: 183, 185  
 pcpfiledump: 96, 102  
 pcre2grep: 114, 114  
 pcre2test: 114, 115  
 pdfmom: 191, 192  
 pdfroff: 191, 192  
 pdftexi2dvi: 204, 205  
 peekfd: 149, 149  
 perl: 163, 164  
 perl5.42.0: 163, 164  
 perlbug: 163, 164  
 perldoc: 163, 164  
 perlivp: 163, 164  
 perlthanks: 163, 164  
 pfbtops: 191, 192  
 pgrep: 217, 217  
 pic: 191, 192  
 pic2graph: 191, 192  
 piconv: 163, 164  
 pidof: 217, 217  
 ping: 160, 161  
 ping6: 160, 161  
 pinky: 183, 186  
 pip3: 174  
 pivot\_root: 219, 222  
 pkgconf: 124, 124  
 pkill: 217, 217  
 pl2pm: 163, 164  
 pldd: 96, 102  
 pmap: 217, 217  
 pod2html: 163, 164  
 pod2man: 163, 164  
 pod2texi: 204, 205  
 pod2text: 163, 164  
 pod2usage: 163, 164  
 podchecker: 163, 164  
 podselect: 163, 164  
 post-grohtml: 191, 192  
 poweroff: 228, 228  
 pr: 183, 186  
 pre-grohtml: 191, 192  
 preconv: 191, 192  
 printenv: 183, 186  
 printf: 183, 186  
 prlimit: 219, 222  
 prove: 163, 164  
 prtstat: 149, 149  
 ps: 217, 217  
 psfaddtable: 198, 199  
 psfgettable: 198, 199  
 psfstriptable: 198, 199  
 psfxtable: 198, 199  
 pslog: 149, 149  
 pstree: 149, 149  
 pstree.x11: 149, 149  
 ptar: 163, 164  
 ptardiff: 163, 164  
 ptargrep: 163, 164  
 ptx: 183, 186  
 pwck: 136, 139  
 pwconv: 136, 139  
 pwd: 183, 186  
 pwdx: 217, 217  
 pwunconv: 136, 139  
 pydoc3: 174  
 python3: 174  
 ranlib: 125, 126  
 readelf: 125, 126  
 readlink: 183, 186  
 readprofile: 219, 222  
 realpath: 183, 186  
 reboot: 228, 228  
 recode-sr-latin: 150, 151  
 refer: 191, 192  
 rename: 219, 222  
 renice: 219, 222  
 reset: 145, 146  
 resize2fs: 224, 226  
 resizepart: 219, 222  
 rev: 219, 222  
 rfkill: 219, 222

rm: 183, 186  
 rmdir: 183, 186  
 rmmod: 182, 182  
 roff2dvi: 191, 192  
 roff2html: 191, 192  
 roff2pdf: 191, 192  
 roff2ps: 191, 192  
 roff2text: 191, 192  
 roff2x: 191, 192  
 routel: 196, 196  
 rtacct: 196, 196  
 rtcwake: 219, 222  
 rtmon: 196, 196  
 rtpm: 196, 197  
 rtstat: 196, 197  
 runcon: 183, 186  
 runlevel: 228, 228  
 runtest: 123, 123  
 rview: 206, 208  
 rvim: 206, 208  
 script: 219, 222  
 scriptlive: 219, 222  
 scriptreplay: 219, 222  
 sdiff: 188, 188  
 sed: 148, 148  
 seq: 183, 186  
 setarch: 219, 222  
 setcap: 133, 133  
 setfacl: 132, 132  
 setattr: 131, 131  
 setfont: 198, 199  
 setkeycodes: 198, 199  
 setleds: 198, 199  
 setmetamode: 198, 199  
 setsid: 219, 222  
 setterm: 219, 222  
 setvtrgb: 198, 199  
 sfdisk: 219, 222  
 sg: 136, 139  
 sh: 154, 155  
 shalsum: 183, 186  
 sha224sum: 183, 186  
 sha256sum: 183, 186  
 sha384sum: 183, 186  
 sha512sum: 183, 186  
 shasum: 163, 164  
 showconsolefont: 198, 199  
 showkey: 198, 199  
 shred: 183, 186  
 shuf: 183, 186  
 shutdown: 228, 228  
 size: 125, 126  
 slabtop: 217, 217  
 sleep: 183, 186  
 sln: 96, 102  
 soelim: 191, 192  
 sort: 183, 186  
 sotruss: 96, 102  
 splain: 163, 164  
 split: 183, 186  
 sprof: 96, 102  
 sqlite3: 173, 173  
 ss: 196, 197  
 stat: 183, 186  
 stdbuf: 183, 186  
 strings: 125, 126  
 strip: 125, 126  
 stty: 183, 186  
 su: 136, 139  
 sulogin: 219, 222  
 sum: 183, 186  
 swaplabel: 219, 222  
 swapoff: 219, 222  
 swapon: 219, 222  
 switch\_root: 219, 222  
 sync: 183, 186  
 sysctl: 217, 217  
 syslogd: 227, 227  
 tabs: 145, 146  
 tac: 183, 186  
 tail: 183, 186  
 talk: 160, 161  
 tar: 203, 203  
 taskset: 219, 222  
 tbl: 191, 192  
 tc: 196, 197  
 tclsh: 119, 120  
 tclsh8.6: 119, 120  
 tee: 183, 186  
 telinit: 228, 228  
 telnet: 160, 161  
 test: 183, 186  
 texi2dvi: 204, 205  
 texi2pdf: 204, 205  
 texi2any: 204, 205  
 texindex: 204, 205  
 tfmtodit: 191, 192  
 tftp: 160, 161  
 tic: 145, 146  
 timeout: 183, 186  
 tload: 217, 217  
 toe: 145, 146  
 top: 217, 218  
 touch: 183, 186  
 tput: 145, 146  
 tr: 183, 186  
 traceroute: 160, 161  
 troff: 191, 192  
 true: 183, 186  
 truncate: 183, 186  
 tset: 145, 146  
 tsort: 183, 186  
 tty: 183, 186  
 tune2fs: 224, 226  
 tzselect: 96, 102  
 uclampset: 219, 222  
 udev-hwdb: 211, 213  
 udevadm: 211, 213  
 udevd: 211, 213  
 ul: 219, 222  
 umount: 219, 222  
 uname: 183, 186

uname26: 219, 222  
 uncompress: 195, 195  
 unexpand: 183, 186  
 unicode\_start: 198, 199  
 unicode\_stop: 198, 199  
 uniq: 183, 186  
 unlink: 183, 186  
 unlz4: 109, 109  
 unlzma: 107, 107  
 unshare: 219, 222  
 unxz: 107, 107  
 updatedb: 190, 190  
 uptime: 217, 218  
 useradd: 136, 139  
 userdel: 136, 139  
 usermod: 136, 139  
 users: 183, 186  
 utmpdump: 219, 222  
 uuid: 219, 222  
 uuidgen: 219, 222  
 uuidparse: 219, 222  
 vdir: 183, 187  
 vi: 206, 208  
 view: 206, 208  
 vigr: 136, 139  
 vim: 206, 208  
 vimdiff: 206, 208  
 vimtutor: 206, 208  
 vipw: 136, 139  
 vmstat: 217, 218  
 w: 217, 218  
 wall: 219, 222  
 watch: 217, 218  
 wc: 183, 187  
 wdctl: 219, 222  
 whatis: 214, 215  
 wheel: 178  
 whereis: 219, 223  
 who: 183, 187  
 whoami: 183, 187  
 wipefs: 219, 223  
 x86\_64: 219, 223  
 xargs: 190, 190  
 xgettext: 150, 151  
 xmlwf: 159, 159  
 xsubpp: 163, 164  
 xtrace: 96, 102  
 xxd: 206, 208  
 xz: 107, 107  
 xzcat: 107, 107  
 xzcmp: 107, 107  
 xzdec: 107, 107  
 xzdiff: 107, 108  
 xzegrep: 107, 108  
 xzfgrep: 107, 108  
 xzgrep: 107, 108  
 xzless: 107, 108  
 xzmore: 107, 108  
 yacc: 152, 152  
 yes: 183, 187  
 zcat: 195, 195  
 zcmp: 195, 195  
 zdiff: 195, 195  
 zdump: 96, 102  
 zegrep: 195, 195  
 zfgrep: 195, 195  
 zforce: 195, 195  
 zgrep: 195, 195  
 zic: 96, 102  
 zipdetails: 163, 164  
 zless: 195, 195  
 zmore: 195, 195  
 znew: 195, 195  
 zramctl: 219, 223  
 zstd: 110, 110  
 zstdgrep: 110, 110  
 zstdless: 110, 110

## ライブラリ

Expat: 165, 165  
 ld-2.43.so: 96, 102  
 libacl: 132, 132  
 libanl: 96, 102  
 libasprintf: 150, 151  
 libattr: 131, 131  
 libbfd: 125, 126  
 libblkid: 219, 223  
 libBrokenLocale: 96, 102  
 libbz2: 105, 106  
 libc: 96, 102  
 libcap: 133, 133  
 libcom\_err: 224, 226  
 libcrypt: 134, 135  
 libcrypto.so: 169, 170  
 libctf: 125, 126  
 libctf-nobfd: 125, 126  
 lib\_c\_malloc\_debug: 96, 102  
 libdl: 96, 102  
 libe2p: 224, 226  
 libelf: 171, 171  
 libexpat: 159, 159  
 libexpect-5.45.4: 121, 122  
 libext2fs: 224, 226  
 libfdisk: 219, 223  
 libffi: 172  
 libfl: 118, 118  
 libformw: 145, 146  
 libg: 96, 102  
 libgcc: 140, 144  
 libgcov: 140, 144  
 libgdbm: 157, 157  
 libgdbm\_compat: 157, 157  
 libgettextlib: 150, 151  
 libgettextpo: 150, 151  
 libgettextsrc: 150, 151  
 libgmp: 127, 128  
 libgmpxx: 127, 128  
 libgomp: 140, 144  
 libgprofng: 125, 126  
 libhistory: 112, 113  
 libhwasan: 140, 144

libitm: 140, 144  
 libkmod: 182  
 liblsan: 140, 144  
 libltdl: 156, 156  
 liblto\_plugin: 140, 144  
 liblz4: 109, 109  
 liblzma: 107, 108  
 libm: 96, 102  
 libmagic: 111, 111  
 libman: 214, 216  
 libmandb: 214, 216  
 libmcheck: 96, 102  
 libmemusage: 96, 102  
 libmenuw: 145, 147  
 libmount: 219, 223  
 libmpc: 130, 130  
 libmpfr: 129, 129  
 libmvec: 96, 102  
 libncurses++w: 145, 146  
 libncursesw: 145, 146  
 libnsl: 96, 102  
 libnss\_\*: 96, 102  
 libopcodes: 125, 126  
 libpanelw: 145, 147  
 libpcprofile: 96, 102  
 libpipeline: 200  
 libpkgconf: 124, 124  
 libproc-2: 217, 218  
 libpsx: 133, 133  
 libpthread: 96, 102  
 libquadmath: 140, 144  
 libreadline: 112, 113  
 libresolv: 96, 102  
 librt: 96, 102  
 libsframe: 125, 126  
 libsmartcols: 219, 223  
 libsqlite3.so: 173, 173  
 libss: 224, 226  
 libssl.so: 169, 170  
 libssp: 140, 144  
 libstdbuf: 183, 187  
 libstdc++: 140, 144  
 libstdc++exp: 140, 144  
 libstdc++fs: 140, 144  
 libsubid: 136, 139  
 libsupc++: 140, 144  
 libtcl8.6.so: 119, 120  
 libtclstub8.6.a: 119, 120  
 libtextstyle: 150, 151  
 libthread\_db: 96, 102  
 libtsan: 140, 144  
 libubsan: 140, 144  
 libudev: 211, 213  
 libutil: 96, 103  
 libuuid: 219, 223  
 liby: 152, 152  
 libz: 104, 104  
 libzstd: 110, 110  
 preloadable\_libintl: 150, 151

## スクリプト

checkfs: 233, 233  
 cleansfs: 233, 233  
 console: 233, 233  
 設定: 245  
 console: 233, 233  
 設定: 245  
 File creation at boot  
 設定: 248  
 functions: 233, 233  
 halt: 233, 233  
 hostname  
 設定: 241  
 ifdown: 233, 233  
 ifup: 233, 233  
 ipv4-static: 233, 233  
 localnet: 233, 233  
 /etc/hosts: 241  
 localnet: 233, 233  
 /etc/hosts: 241  
 modules: 233, 233  
 mountfs: 233, 233  
 mountvirtfs: 233, 233  
 network: 233, 233  
 /etc/hosts: 241  
 設定: 240  
 network: 233, 233  
 /etc/hosts: 241  
 設定: 240  
 network: 233, 233  
 /etc/hosts: 241  
 設定: 240  
 rc: 233, 233  
 reboot: 233, 233  
 sendsignals: 233, 233  
 setclock: 233, 233  
 設定: 244  
 setclock: 233, 233  
 設定: 244  
 swap: 233, 233  
 sysctl: 233, 233  
 sysklogd: 233, 233  
 設定: 248  
 sysklogd: 233, 233  
 設定: 248  
 template: 233, 234  
 udev: 233, 234  
 udev\_retry: 233, 234  
 dwp: 125, 126

## その他

/boot/config-6.18.10: 256, 261  
 /boot/System.map-6.18.10: 256, 261  
 /dev/\*: 74  
 /etc/fstab: 254  
 /etc/group: 77  
 /etc/hosts: 241  
 /etc/inittab: 243  
 /etc/inputrc: 252

/etc/ld.so.conf: 101  
/etc/lfs-release: 265  
/etc/localtime: 99  
/etc/lsb-release: 265  
/etc/mke2fs.conf: 225  
/etc/modprobe.d/usb.conf: 260  
/etc/nsswitch.conf: 99  
/etc/os-release: 265  
/etc/passwd: 77  
/etc/profile: 250  
/etc/protocols: 95  
/etc/resolv.conf: 241  
/etc/services: 95  
/etc/syslog.conf: 227  
/etc/udev: 211, 213  
/etc/udev/hwdb.bin: 212  
/etc/vimrc: 207  
/run/utmp: 77  
/usr/include/asm-generic/\*.h: 49, 49  
/usr/include/asm/\*.h: 49, 49  
/usr/include/drm/\*.h: 49, 49  
/usr/include/linux/\*.h: 49, 49  
/usr/include/misc/\*.h: 49, 49  
/usr/include/mtd/\*.h: 49, 49  
/usr/include/rdma/\*.h: 49, 49  
/usr/include/scsi/\*.h: 49, 49  
/usr/include/sound/\*.h: 49, 49  
/usr/include/video/\*.h: 49, 49  
/usr/include/xen/\*.h: 49, 49  
/var/log/btmp: 77  
/var/log/lastlog: 77  
/var/log/wtmp: 77  
/etc/shells: 253  
man ページ: 94, 94