LinuC

Linux標準教科書（Ver.3.0.4）

LPI-JAPAN

Linux 標準教科書

LPI-Japan　著

2022-08-09 版　　発行

Linux 標準教科書 (Ver.3.0.4)

まえがき

特定非営利活動法人エルピーアイジャパンが、「Linux 標準教科書」の初版を公開してから 9 年が経ちました。Linux 技術者教育に利用していただくことを目的として開発し、Ver.2.0.0 からは epub での提供も開始して、通勤時でも手軽に利用いただけるようにいたしました。

今回の改定では、利用者の皆様からご要望の多かった CentOS 7 に対応いたしました。また、移行期でもあることから、CentOS 7 と CentOS 6 の比較表も取り入れ CentOS 6 の利用者にもご利用いただけるようにいたしました。そして、Linux をより深く理解する足がかりとなるようプロセス管理の章を新たに追加いたしました。ぜひ本教科書を Linux 技術者認定試験「LinuC(リナック)」レベル 1 の 101 試験と 102 試験の学習に役立てていただければと思います。

今後も技術動向に対応するため、随時アップデートを行なってまいります。メーリングリスト及び Wiki で、誰でもオープンに意見交換していただけますので、皆様の積極的な参加をお待ちしております。詳しくは Linux 標準教科書のホームページをご覧ください。

Linux 標準教科書ホームページ https://linuc.org/textbooks/linux/

執筆者・制作者紹介

岡田 賢治（バージョン 1.0 執筆担当）

UNIX/Linux を初めて触ってから 15 年、ユーザ・管理者そして育成に携わってきました。本テキストは、実際に用いた説明方法などを使い、今までのノウハウを集約して執筆したつもりです。Linux 技術者の発展と、育成に関わる先生方のお役に立てれば幸いです。

川井 義治（バージョン 1.0 執筆担当）

Linux の講義をするとき、多肢に渡る知識と解説が必要で、前後の内容が複雑に絡み合うむため、教材選定に苦労したり、自作教材を使っていました。今回は、多くの内容の中から実践として使える項目を選び、使いやすい並びを目指して書きました。学校教材の選択肢の一つや、個人教材として使って頂ければ幸いです。

宮原 徹（図版作成・企画進行担当）

本教科書は、Linux/オープンソースソフトウェアをこれから勉強する皆さんと、熱心に指導に当たられている先生方の一助になればと思い、作成いたしました。今後、2 度、3 度と改訂を行って、よりよい教科書にしていくために、使ってみての感想や改善提案などお寄せいただければと思います。

佐久間 伸夫（バージョン 1.1 執筆担当）

改訂にあたり、現場でよく使うコマンドやオプションを取り入れてみました。教育機関はもちろん、会社での社員教育にも活用いただければ幸いです。

遠山 洋平（バージョン 2.0 執筆・校正担当）

本教科書がより良い教科書になるよう、校正、加筆させていただきました。お気づきの点などございましたら「Linux 標準教科書開発用 Wiki」まで是非ご報告ください。

田口 貴久（バージョン 2.0 執筆・技術検証担当）

改版にあたり、初心に振り返り自分自身習得しにくかった部分を重点的に見直し調整しました。Linux 技術者を目指す方のお役に立てれば幸いです。

松田 神一（バージョン 2.0、3.0 監修）

授業あるいは自習用の教材として使うために、よりわかりやすく、かつ実践的な内容になるよう、内容の改訂を行いました。

木村 真之介（バージョン 1.1、3.0 編集協力・Wiki 管理）

改訂にあたり、皆様から頂きました誤植等の情報を元に修正と文章表現の改善を試みました。

高橋 征義（バージョン 2.0 PDF ／ EPUB 版制作担当）

本教科書の PDF・EPUB 作成のお手伝いをいたしました。Linux エンジニアの方々の技術力向上に貢献できれば幸いです。

中谷 徹（バージョン 3.0 執筆／ PDF ／ EPUB 版制作）

本教科書バージョン 3.0 の改定全般を担当しました。Linux 技術者の方々に広くご利用いただければ幸いです。

和田 真輝（バージョン 3.0 監修）

本教科書バージョン 3.0 の監修を行いました。本教科書で Linux を学ばれた皆様が IT プロフェッショナルとして世界で活躍・貢献されますことを願っております。

著作権

本教材の著作権は特定非営利活動法人エルピーアイジャパンに帰属します。
Copyright © LPI-Japan. All Rights Reserved.

使用に関する権利

本教科書は、クリエイティブ・コモンズ・パブリック・ライセンスの「表示 - 非営利 - 改変禁止 4.0 国際 (CC BY-NC-ND 4.0)」でライセンスされています。

●表示

本教材は、特定非営利活動法人エルピーアイジャパンに著作権が帰属するものであることを表示してください。

●非営利

本教科書は、非営利目的で教材として自由に利用することができます。商業上の利得や金銭的報酬を主な目的とした営利目的での利用は、特定非営利活動法人エルピーアイジャパンによる許諾が必要です。ただし、本教科書を利用した教育において、本教科書自体の対価を請求しない場合は、営利目的の教育であっても基本的に利用できます。その場合も含め、LPI-Japan 事務局までお気軽にお問い合わせください。

※営利目的の利用とは以下のとおり規定しております。

営利企業または非営利団体において、商業上の利得や金銭的報酬を目的に当教材の印刷実費以上の対価を受講者に請求して当教材の複製を用いた研修や講義を行うこと。

●改変禁止

本教科書は、改変せず使用してください。ただし、引用等、著作権法上で認められている利用を妨げるものではありません。本教科書に対する改変は、特定非営利活動法人エルピーアイジャパンまたは特定非営利活動法人エルピーアイジャパンが認める団体により行われています。

本教科書の使用に関するお問合せ先

特定非営利活動法人エルピーアイジャパン（LPI-Japan）事務局
〒100-0011 東京都千代田区内幸町 2-1-1　飯野ビルディング 9 階
TEL：03-6205-7025　　E-Mail：info@lpi.or.jp

この教科書について

本書は、これから Linux を使ったサーバー構築について学習する方を対象にした教科書です。授業で使用することを想定していますが、自習教材としても使用できます。

本書の記述

本書では、通常の解説のほかに、以下の項目が用意されています。

○実行例

コマンドの動作などを説明するための例です。同じように実行して動作を確認してください。

○実習

実際に一連の操作を行なって動作を確認します。実行例よりも操作が複雑になるので、1 つずつしっかりと操作してください。

○章末テスト

その章で解説されているポイントがきちんと理解できたか、確認してください。

想定している実習環境

Linux にはさまざまなディストリビューションが存在しますが、本教科書では CentOS を使用しています。本教科書は、多くの場合 CentOS 以外のディストリビューションを使って学習することも可能ですが、設定ファイルの記述方法やファイルの保存場所、コマンドなどは一部異なる場合がありますのでご注意ください。

本教科書では設定や操作は基本的にコマンドを使って行ないます。

目次

Linux 標準教科書 (Ver.3.0.4) i
まえがき i
執筆者・制作者紹介 i
著作権 iii
使用に関する権利 iii
この教科書について iv
本書の記述 iv
想定している実習環境 iv

第 1 章 Linux とは 1
1.1 基本ソフトウェアと応用ソフトウェア 2
1.2 UNIX 3
1.3 Linux の特徴 5
1.4 ディストリビューション 7
1.5 章末テスト 8

第 2 章 Linux のインストール 9
2.1 実習で利用するハードウェア 10
2.2 利用する Linux のディストリビューション 10
2.3 インストールの前に用意するもの 12
2.4 インストールの開始 13
2.5 インストール直後の初期設定 21
2.6 ログインする 24
2.7 コマンドの実行 29

第 3 章 基本的なコマンド 31
3.1 ファイル操作 32
3.2 ディレクトリの操作（pwd,cd,mkdir,rmdir） 43
3.3 ファイルの内容を表示 48
3.4 ファイルの検索（find） 50
3.5 コマンドのパス 51
3.6 ヘルプの使い方 51

3.7 マニュアルの使い方 52
3.8 章末テスト 55

第 4 章 正規表現とパイプ 57
4.1 標準入出力 58
4.2 リダイレクト 59
4.3 標準エラー出力 61
4.4 パイプ 61
4.5 grep コマンド 63
4.6 章末テスト 66

第 5 章 基本的なコマンド 2 67
5.1 ファイルのタイムスタンプの変更 (touch) 68
5.2 ファイルの一部の取得 (head, tail) 69
5.3 テキストファイルのソート (sort) 75
5.4 行の重複の消去 (uniq) 79
5.5 文字列の置き換え (tr) 80
5.6 ファイルの比較 (diff) 81
5.7 章末テスト 84

第 6 章 vi エディタ 85
6.1 vi の基本操作 86
6.2 インサートモードとコマンドモード 93
6.3 編集中の大きな移動 97
6.4 様々な編集操作 98
6.5 置換と検索 104
6.6 章末テスト 111

第 7 章 管理者の仕事 113
7.1 グループとユーザ 114
7.2 パスワードとパスワードファイル 120
7.3 用意されているユーザとグループ 123
7.4 章末テスト 127

第 8 章 ユーザ権限とアクセス権 129
8.1 ファイルの所有者と所有グループ 129
8.2 ファイルとアクセス権 131
8.3 章末テスト 138

第 9 章 シェルスクリプト 139
9.1 シェルとシェルスクリプト 141
9.2 プログラミング 142

9.3 シェルスクリプト 142
9.4 条件分岐 154
9.5 繰り返し 159
9.6 サブルーチン 162
9.7 実際のシェルスクリプト 163
9.8 デバッグ 165
9.9 章末テスト 167

第 10 章 ネットワークの設定と管理 169
10.1 TCP/IP とは 170
10.2 IP アドレス 172
10.3 経路の確認 175
10.4 ネットワークの設定 177
10.5 ルーティング 181
10.6 DNS を使う設定 184
10.7 ポート番号 186
10.8 サービスの確認 187
10.9 ネットワークセキュリティの設定 188
10.10 CentOS 7 と CentOS 6 の比較 194
10.11 章末テスト 195

第 11 章 プロセス管理 197
11.1 プロセスとは 198
11.2 スケジューリング 198
11.3 フォアグランドジョブとバックグラウンドジョブ 198
11.4 プロセス ID 200
11.5 シグナル 200
11.6 top コマンドと pstree コマンド 204
11.7 プロセス間通信 205
11.8 章末テスト 206

第 12 章 ファイル管理 207
12.1 Linux のファイル管理 209
12.2 ディスクのパーティション 211
12.3 ファイルシステム 219
12.4 マウント 223
12.5 スワップ領域の作成 226
12.6 自動マウント 229
12.7 CD/DVD/USB メモリ (リムーバブルメディア) の利用 230
12.8 i ノード 232
12.9 ハードリンクとシンボリックリンク 234

12.10 ディスクを管理するコマンド 236
12.11 章末テスト 238

第1章

Linux とは

Linux について説明するにあたり、必要な知識である基本ソフトと応用ソフトの考え方を学習します。基本ソフトの用途、さらにそれらの特徴と、基本ソフトの中でもさらに「カーネル」と「ユーザランド」の働きを学習します。

この章の内容

1.1 基本ソフトウェアと応用ソフトウェア
1.1.1 基本ソフトウェアの役割
1.2 UNIX
1.2.1 UNIX の誕生
1.2.2 さまざまな分離・統合
1.2.3 派生 UNIX
1.2.4 Linux の誕生
1.3 Linux の特徴
1.3.1 カーネルとユーザランド
1.3.2 Linux を使う
1.3.3 シェル
1.3.4 ログイン
1.4 ディストリビューション
1.4.1 ディストリビューションの誕生
1.4.2 パッケージ
1.4.3 パッケージマネージャ
1.5 章末テスト

1.1 基本ソフトウェアと応用ソフトウェア

動作しているコンピュータには、大きく分けて 2 つの部分があります。ハードウェアとソフトウェアです。ハードウェアとは、コンピュータの機械そのもののことを指します。ソフトウェアとは、ハードウェアで動作しているプログラムを指します。ゲーム機本体（＝ハードウェア）とゲームのソフト（＝ソフトウェア）の関係を想像するとわかりやすいのではないでしょうか? ソフトウェアにも大きく分けて 2 種類あります。基本ソフトウェアと応用ソフトウェアです。基本ソフトウェアは Operating System(OS) のことを指し、応用ソフトウェアはその上で動くアプリケーションを指します。たとえば Windows や Linux、Mac OS X は基本ソフトウェア、Word や Excel、PowerPoint は応用ソフトウェアになります。

1.1.1 基本ソフトウェアの役割

基本ソフトウェアは応用ソフトウェアが動作する際に必要な「部品」を提供したり、ハードウェアという「資源」を管理するという役割があります。応用ソフトウェアを想像してみてください。応用ソフトウェアにはウィンドウがあり、メニューやツールバーアイコン、ファイルを開いたり保存する際に出てくる確認メッセージなどがあると思います。これらの機能を各応用ソフトウェアが用意していたのでは、応用ソフトウェアの作成が大変になってしまいます。このようにさまざまな応用ソフトウェアが使うであろう共通部品を提供するのが基本ソフトウェアの大事な役割の 1 つです。

それ以外にも「資源を管理する」という役割があります。この場合の「資源」とは、コンピュータが提供できる機能・能力を示しています。例えば、ワープロや表計算の応用ソフトウェアを同時に動かすことができます。本来のコンピュータは同時に 1 つの処理しかできません。それにもかかわらず同時に動作させることができるのは、各ソフトウェアを非常に短いタイミングで切り替えているからです。これは基本ソフトウェアが司っている機能です。

1.2 UNIX

本教科書では Linux の基本操作をコマンドを実行しながら学ぶことができますが、ここではまず Linux の元になった UNIX がどうやってできたのか説明します。

1.2.1 UNIX の誕生

1960 年代に UNIX は米国の通信会社 AT&T のベル研究所で誕生しました。当時ベル研究所では、先行研究として MULTICS という OS の開発に参加していました。一方、研究者である Ken Thompson 氏が研究所の片隅で使われていないコンピュータを発見し、自分で考えた機構を試験運用するために、そのコンピュータに OS の基本要素となる幾つかのプログラムを搭載しました。これが UNIX のはじまりであるといわれています。

MULTICS はあまりにも多機能・高機能を目指していたため、研究開発が頓挫してしまいました。Ken Thompson 氏は、自分が作ったその小さなプログラムに、MULTICS の機能を取り入れ UNIX の原型となる OS が作られていきました。実際、UNIX は非常にコンパクトで小回りも利き、さまざまな実験プロジェクトにも用いられるようになりました。AT&T で文書校正のソフトウェアが必要になった際に、文書校正ソフトウェアを動かすための OS として用いられた経緯もあります。また、当時 AT&T は UNIX を商品として考えていなかったので、送料・メディア代等の経費を支払うだけで、自由に利用を許可していました。さらに、ソースコードといわれる UNIX の設計に関する基本部分をそのまま配布していたので、手に入れたユーザは独自に研究・開発・変更等を行なうことができました。

1.2.2 さまざまな分離・統合

配布された UNIX は、メンテナーの手によって自由に改造が施されました。その結果、さまざまな団体や企業により UNIX が作成されたため、UNIX としてのまとまりがなくなってきました。この問題を解決するため、AT&T が正式にライセンス契約を始め、UNIX を管理するようになりました。この AT&T の UNIX を System V と呼び、以降、AT&T(及び UNIX のライセンス管理団体) と契約を結んだ組織のみが、自社の出した OS を UNIX と宣言できるようになりました。一方、AT&T とライセンス契約を結んでいない組織もあります。これらの組織が開発した UNIX のことを UNIX 互換 OS と呼びます。

1.2.3 派生 UNIX

このように、互換 OS も含めて非常に多くの UNIX が広まっていきました。その派生した中で大きな影響を及ぼしたのがバークレー版 UNIX です。バークレー版 UNIX は、UNIX の開発者である Ken Thompson 氏がカリフォルニア大学バークレー校にいたときに作成した派生 OS です。この派生 OS の最大の特徴として、当時アメリカ軍内部の通信方式として採用された、IP(インターネットプロトコル) の実装が行われた点があげられます。UNIX がインターネットに強いと言われているのはこの経緯によるものです。このバークレー版 UNIX は BSD(Berkeley Software Distribution)

と呼ばれ、System V と並ぶ２つの流れを形成しました。

1.2.4 Linux の誕生

UNIX の多くは高いライセンス使用料のもと、企業や大学等で利用することが続いていました。自宅で、しかもパソコンで利用できることが多くのユーザの夢でした。

そんな中、「僕は今、(UNIX に似た)OS を作っている。」という投稿が、1991 年にネット上に流れました。投稿者は Linus Torvalds という、当時フィンランドの大学生で、コンピュータの機能の学習からそのようなプログラムを書き始めていたようです。そのプログラムはネットワーク上で公開されました。

プログラムの原型は非常に原始的なもので、コンピュータに詳しい人間のみが動かすことが可能でした。設計の基本は UNIX とそっくりでしたが、System V の流れも BSD の流れも持たない独自の UNIX 互換 OS でした。その後、Linus Torvalds が学習のために作り上げた小さなプログラムは、さらなる機能拡張やソフトウェア、ツールを組み合わせ、UNIX 互換の OS として立派に動作するまでになりました。そう、Linux が誕生したわけです。

Linux のプログラムにおいて、一番特徴的なところは、そのライセンス形式でした。Linux のプログラムには、GPL(GNU General Public License: GNU 一般公衆利用許諾) というライセンス形式が採用されています。GPL は GNU プロジェクトのリチャード・ストールマンにより作成されました。以下の特徴を含むフリーソフトウエアライセンスの一つです。

- プログラムを実行する自由
- ソースの改変の自由
- 利用・再配布の自由
- 改良したプログラムをリリースする権利

Linux は多くのディストリビューターにより開発され、非常に多くのユーザに使われるようになりました。実質無償でかつ自由に利用、改変できるライセンス体系である GPL を Linux が採用したためです。自由ソフトウエアを実現する GPL はライセンスの性格上、GPL を条件に受領したソフトウエアをベースとしたソフトウェアをバイナリ形式で一般に頒布する場合、ソースコードを添付またはソースコードを提供する旨の申し出を添付するという条件を満たさなければなりません。

しかし、このライセンス体系が良いように働いた結果、Linux は一部の個人や組織に独占されることなく、全利用者がその恩恵を受けて発展させていくというスタイルができました。現在、さまざまなディストリビューターにより Linux が公開され、パーソナルコンピュータに容易に Linux がインストールできるのも、Linux が GPL を採用したからこそなのかもしれません。

1.3 Linux の特徴

Linux はどういった仕組みで動作するのでしょうか。Linux の特徴についてここでご紹介しましょう。

1.3.1 カーネルとユーザランド

ソフトウェアは、基本ソフトウェアと応用ソフトウェアの 2 つに分かれると説明しました。基本ソフトウェアは、さらに 2 つの領域に分かれます。それらを「カーネル」と「ユーザランド」といいます。それぞれには、以下の特徴があります。

カーネル

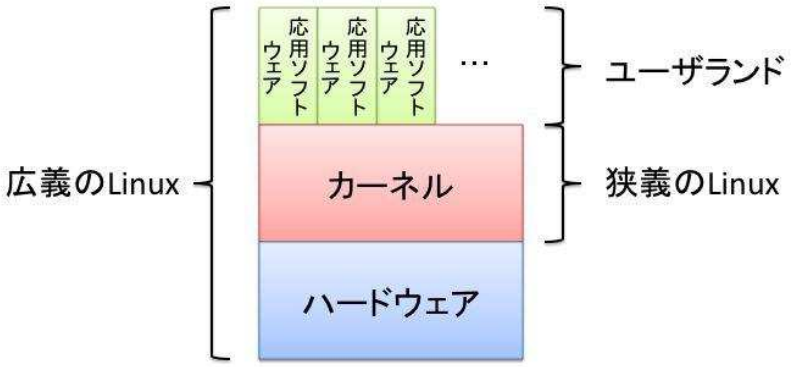
カーネルはオペレーティングシステムの中核となる部分で、ハードウェアと直接やりとりするなどもっとも中心的な機能を受け持つ部分です。カーネルはハードウェアの違いを吸収して、プログラムがどのようなハードウェア上でも同じように動作する役割があります。

ユーザランド

OS が動作するのに必要な、カーネル以外の部分のことです。ファイルシステムやファイル操作コマンド、シェルなどの基本的なソフトウェア群を指します。

1.3.2 Linux を使う

Linux は、基本的にはコマンドで操作します。コマンドはユーザランドで動作します。また、Linux に X Window System と GNOME、KDE、Xfce などのデスクトップ環境を導入することで、Windows や Mac などのようにマウス入力による操作が行なえるようになります。



1.3.3 シェル

前項で「Linux はコマンドで操作する」と説明しました。コマンドは文字通り「命令」のことで、さまざまな用途のコマンドがあります。Linux にはシェルという対話型のコマンド入力環境が用意されています。シェルは入力されたコマンドを理解し、実行します。

シェル自体には大きく 2 つの機能があります。1 つは、前述の通りコマンド入力を受け付けることです。もう 1 つはシェルスクリプトの実行にあります。シェルスクリプトとは、「コマンドの入力を自動化する」ためのものです。1 つのファイルにコマンドを 1 行ずつ記述して作成します。作成したシェルスクリプトを実行することで、コマンドの実行を自動化することができます。また、作成したシェルスクリプトをサーバーの起動時に実行したり、数時間毎に実行したりすることができます。

1.3.4 ログイン

Linux では、利用開始時にユーザ名とパスワードを入力します。このユーザ名とパスワードの組み合わせをアカウントといいます。アカウントを使って Linux を使い始めることを「ログインする」といいます。ログインするのは、そのコンピュータの利用許可を得るためです。パスワードはログイン名の認証に利用され、例えばログイン名を銀行の口座番号としたとき、パスワードは口座の暗証番号に相当します。

1.4 ディストリビューション

1.4.1 ディストリビューションの誕生

Linux は日々改良が進み、はじめは単機能しか備えていなかったものが、さまざまなハードウェア上で動くように改良されていき、次第に UNIX 互換 OS として機能するまでになりました。

しかし、当初の Linux はインストール作業が非常に困難で、一部のコンピュータのスキルが高いユーザしか使うことができませんでした。そこで、さまざまな団体が Linux を使う上で必要なプログラムをまとめ、簡単な手順で手軽にインストールできるようにしました。これが Linux ディストリビューションのはじまりです。このように Linux ディストリビューションを開発する団体をディストリビューターといい、代表的な Linux ディストリビューターとしては Red Hat や Debian Project、Ubuntu を開発している Canonical などがあり、さまざまな団体によって「Linux」はリリースされ続けています。

1.4.2 パッケージ

パッケージは Linux に対して追加機能を提供するものです。従来、応用ソフトウェアの実行を Linux 上で行なうにはソースをダウンロードして自らビルドする必要がありました。これは非常に時間と手間がかかります。この問題を解決するため、ディストリビューターの手によりビルドして応用ソフトウェアを簡単に導入できるようにするためにパッケージが作られるようになりました。

1.4.3 パッケージマネージャ

応用ソフトウェアの導入には、複数の応用ソフトウェアやこの動作を補足するライブラリが必要な場合があります。依存するプログラムがさらに別のプログラムを依存しているとなると、それらを正しい場所に正しい順序でインストールしなくてはなりません。

さらに開発が盛んなプログラムは、バグの修正や機能改善、セキュリティ脆弱性の修正など常に更新されています。新しいプログラムをインストールするときは、現在稼働している古いプログラムをきれいに削除してインストールします。インストールする作業もさることながら、削除する作業も非常に困難です。

そこでパッケージを簡単にインストールしたり、アップデートするパッケージマネージャというものが標準で用意されるようになりました。今日の Linux ディストリビューションには何らかのパッケージマネージャが必ず用意されており、インターネットに接続されていれば最新のパッケージ（と、依存するパッケージやライブラリ）を導入、更新することが容易にできるようになっています。

1.5 章末テスト

(1) 基本ソフトウェアとして適切なものを選びなさい。

1. Word
2. Excel
3. Windows
4. Linux

(2) 応用ソフトウェアとして適切なものを選びなさい。

1. Word
2. Excel
3. Windows
4. Linux

(3)Operating System の役割として適切なものを 2 つあげなさい。

(4)Linux について正しく述べているものを選びなさい。

1. AT&T とライセンス契約を結んでいない組織が開発した UNIX のこと。
2. 開発者である Ken Thompson 氏がカリフォルニア大学バークレー校に在籍していたときに作成した派生 OS。
3. Linux はカーネルとユーザランドによって成り立つ。
4. 1960 年代に通信会社 AT&T のベル研究所で誕生した。

(5) パッケージを使って応用ソフトウェアを導入する利点を説明しなさい。

第2章

Linux のインストール

本章では Linux ディストリビューションの CentOS をインストールします。ここでインストールした Linux を使って次章以降でさまざまなコマンドを実行したり各種設定を行なっていきます。

この章の内容

2.1 実習で利用するハードウェア
2.2 利用する Linux のディストリビューション
2.2.1 インストール DVD の入手方法
2.2.2 バージョン
2.3 インストールの前に用意するもの
2.4 インストールの開始
2.5 インストール直後の初期設定
2.6 ログインする
2.7 コマンドの実行

2.1 実習で利用するハードウェア

本教科書の実習では、市販されているような一般的な構成の PC に Linux を導入して学習で利用します。この実習で必要なハードウェアの仕様は次の通りです。

マシン本体

Windows や Linux が動作する、いわゆる「パソコン」を想定しています。また、「VirtualBox」のような仮想化ソフトウェアを利用して実習環境を用意することもできます。

実装メモリ

CentOS 7 で GUI による操作を行なうには、少なくとも 1024MB のメモリが推奨されています。実装メモリが少ない場合はテキストインストールが実行されることがあります。

DVD 光学ドライブ

本教科書の実習ではインストール用 DVD を利用するので、その光学ドライブが DVD を読み取りできる必要があります。マシンによっては光学ドライブが無い機種もあります。そういったときは、USB 等で接続する DVD ドライブを用意します。それを利用することにより、インストール DVD を起動することができます。

ハードディスク

Linux をインストールするためには記憶装置が必要です。ここでは記憶装置としてハードディスクを使います。インストールにはハードディスクに約 10GB の空き領域があれば十分なので、一般的な構成の PC では十分満たしていると思います。またハードディスクをフォーマット（初期化）して Linux をインストールするため、ハードディスクの中身は全部消去されます。その為、ハードディスクをクリアしてもいい PC を利用するか、環境のバックアップを取ってから作業を行なってください。

その他周辺機器

本体や DVD、光学ドライブ、ハードディスクドライブの他にも、一般的に利用するためにはキーボード、マウス、ディスプレイ等の周辺機器が必要です。キーボードは、日本語か英語かで設定が異なりますので、日本語キーボード、英語キーボードの区別を確認しておきます。

2.2 利用する Linux のディストリビューション

本教科書では、CentOS のバージョン 7.3、x86_64 版 (以降 CentOS) を利用します。

CentOS 公式サイト

http://www.centos.org/

CentOS は、商用ディストリビューションである Red Hat Enterprise Linux の互換ディストリ

ビューションとして提供されています。本家 Red Hat とのバイナリ互換を保ちながら、サポートも同等を目指すという方針で開発されています。利用に際し費用が発生することはない、無償で提供されているディストリビューションです。

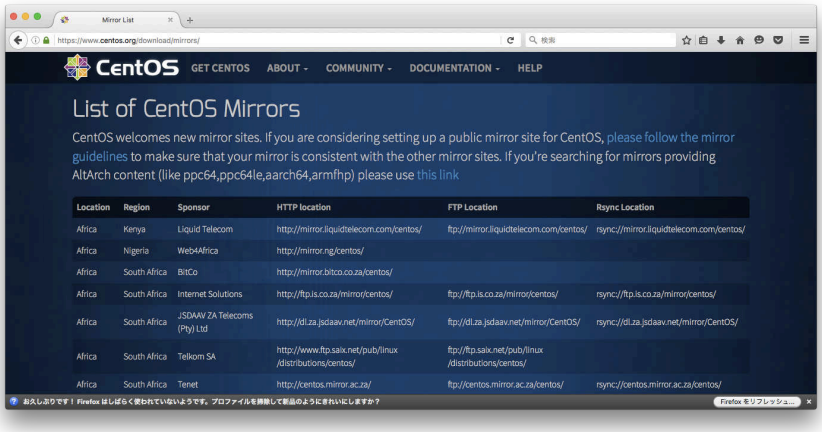
2.2.1　インストール DVD の入手方法

今回インストールには、DVD のインストーラーを利用します。CentOS のインストール用 DVD の入手方法には次の 2 通りが存在します。

● ISO イメージをダウンロードする

CentOS が配布している ISO イメージを、ダウンロードします。ダウンロード元の URL は以下のとおりです。CentOS の最新版の ISO イメージのページへのリンクになっています。

https://www.centos.org/download/mirrors/



この URL をクリックすると、多くのミラーサイトが表示されます。そのミラーサイトの中から ISO イメージをダウンロードします。例えば、riken（理化学研究所）が提供しているミラーサイトの URL であれば次のようになります。

ダウンロードサイト

```
http://ftp.riken.jp/Linux/centos/7/isos/x86_64/
```

ダウンロードサイトをブラウザで開き、CentOS-7-x86_64-DVD-XXXX.iso といった名前の ISO イメージをダウンロードしてください。

ISO イメージはサイズが 4GB 程度あるので転送に時間がかかります。ミラーサイトによっては、目的の ISO イメージが置かれていない場合もありますので、ダウンロードするサイトを選ぶときは注意してください。

また、BitTorrent を使ってのダウンロードも行えます。ダウンロードサイトに.torrent という拡張子のファイル名が置かれているので、このファイルをダウンロード後、BitTorrent に対応したソフトウェアを使ってダウンロードが行えます。

ダウンロードした ISO イメージは、DVD のライティングソフトウェアを使って DVD に書き込んでください。データとしてではなく、イメージとして書き込む点に注意してください。

●雑誌や解説書の付録

CentOS は雑誌に付属していたり、CentOS の解説書が多く出版されています。それらに付属しているインストール DVD を利用してもかまいません。

2.2.2 バージョン

本教科書では、本教科書の作成時点で最新であった CentOS を利用した手順について解説しています。より新しいバージョンの CentOS がリリースされていたら、新しいバージョンを使って実習にあたってください。

2.3 インストールの前に用意するもの

インストール DVD

CentOS のインストール DVD を用意します。

マシンの設定

インストールを開始するにあたり、マシンの設定を確認します。確認する内容は、BIOS で設定する「起動順序」です。起動順序は、必ず光学ドライブを優先にします。光学ドライブよりハードディスクの優先度が高いと、ハードディスクにインストールされている OS が起動してしまいます。

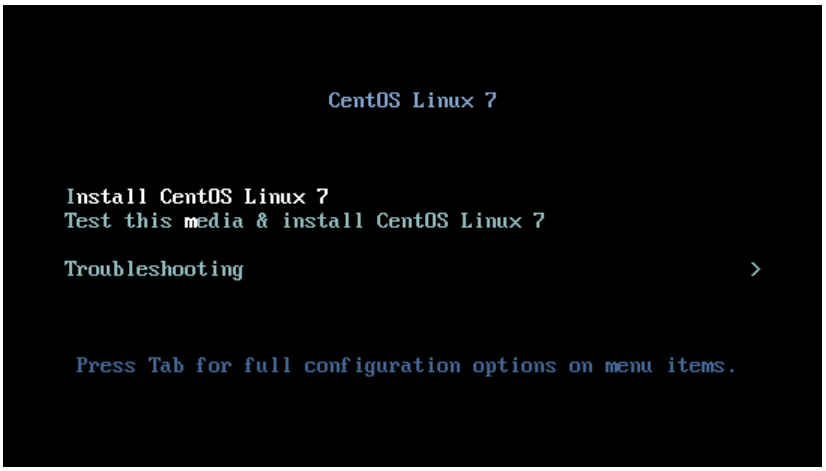
ハードディスク

本教科書では、CentOS をインストールする際にハードディスクの中身を消去します。従ってハードディスクの中身を消去しても良い PC を利用するか、ハードディスクの中身のバックアップを取ってから作業を行ないます。

2.4 インストールの開始

それでは、インストールを開始します。本教科書では比較的パッケージがそろった「開発およびクリエイティブワークステーション」を選択してインストールします。想定している環境に応じて適切なものを選んでください。

1. インストール DVD を光学式ドライブにセットし、マシンを起動します。
2. 起動画面が現れます。「Test this media & install CentOS Linux 7」が選択された状態ですので、Enter キーを押します。60 秒間そのままにした場合にも、自動的にインストールが開始されます。メディアの内容の整合性をチェックするにはしばらく時間がかかります。途中でスキップしたい場合は Esc キーを押します。

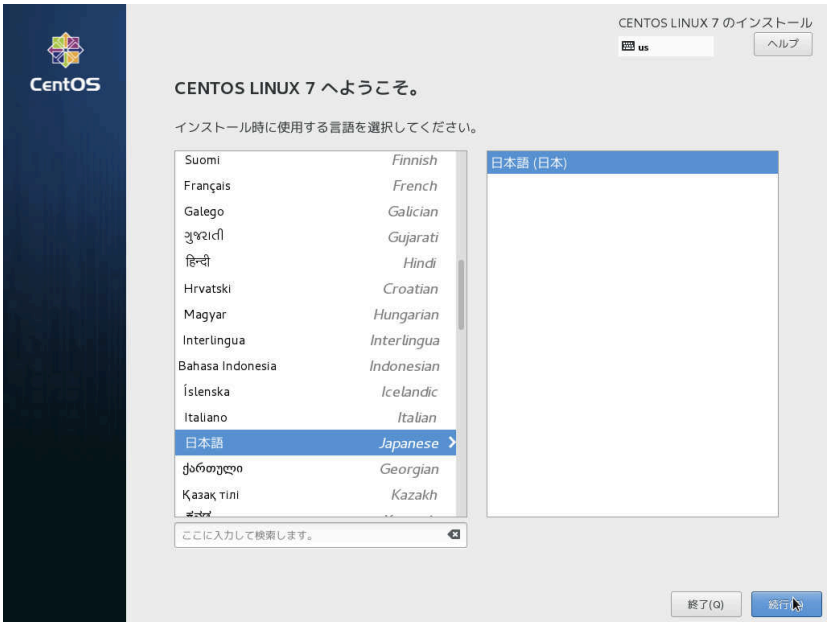


一部のマシンでは、内蔵されているグラフィック性能によって、正しくインストーラが起動しないことがあります。この場合は「Troubleshooting」を選択してから「Install CentOS Linux 7 in basic graphics mode」を選択してください。

3. 「インストールメディアのチェックを行わない場合は「Install CentOS Linux 7」を選択します。

選択項目はカーソルキーか TAB キーで変更できます。選択は Enter キーです。

4. 言語の選択画面が表示されるので「日本語」を選択し右下の「続行」をクリックします。



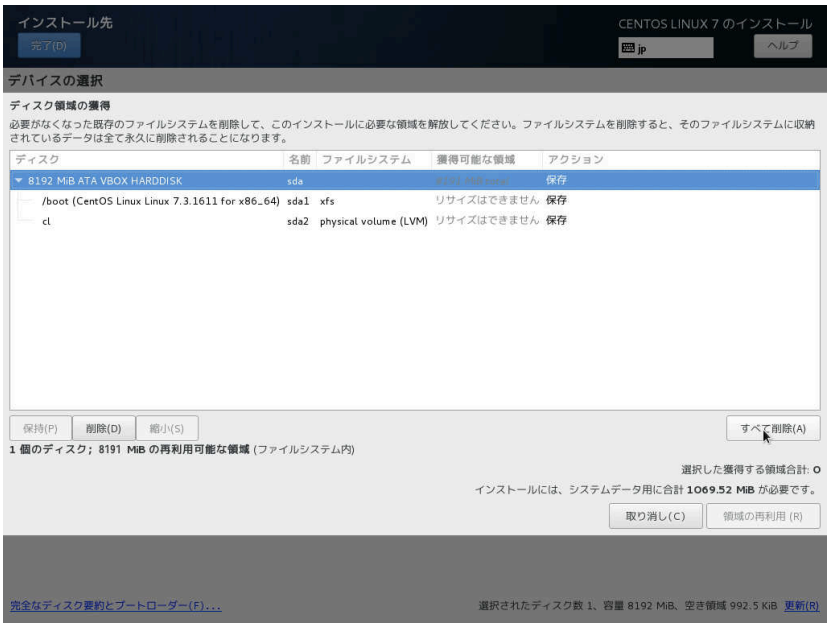
5.「インストールの概要」というメイン画面が表示されます。

この時点で「日付と時刻 (T)」は「アジア/東京」に設定され「キーボード (K)」は「日本語」に設定されているはずです。タイムゾーンとキーボードは必要に応じて変更してください。ここではまず「インストール先 (D)」を選択してハードディスクのパーティション設定をします。

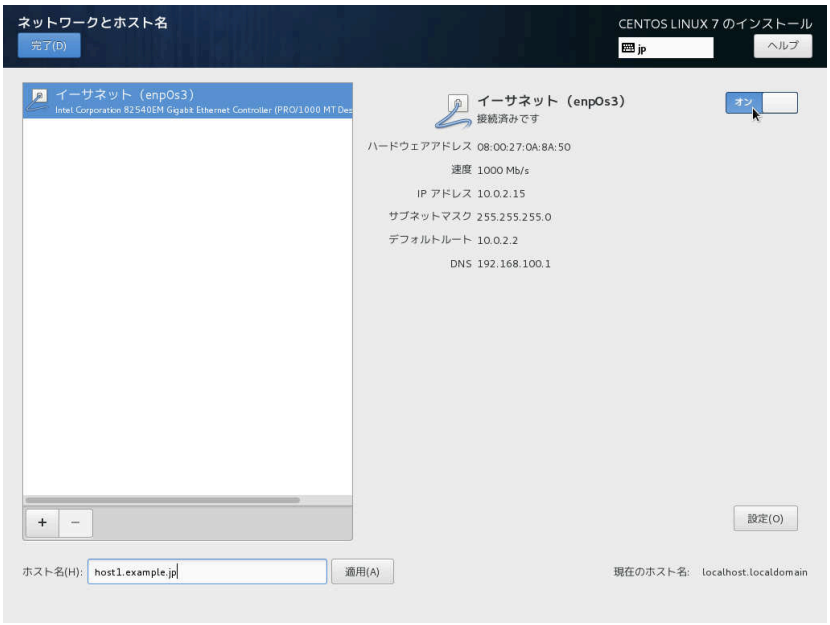
6.「インストール先」の画面を開くと既存のハードディスクが選択されているはずですので、左上の「完了 (D)」をクリックします。

7. ハードディスクに十分な空き領域がない場合「インストールオプション」が表示され空きディスク領域が不足しているというメッセージが表示されます。ここでは全ての領域を再利用する前提で手順を進めますので「領域の再利用 (R)」を選択します。

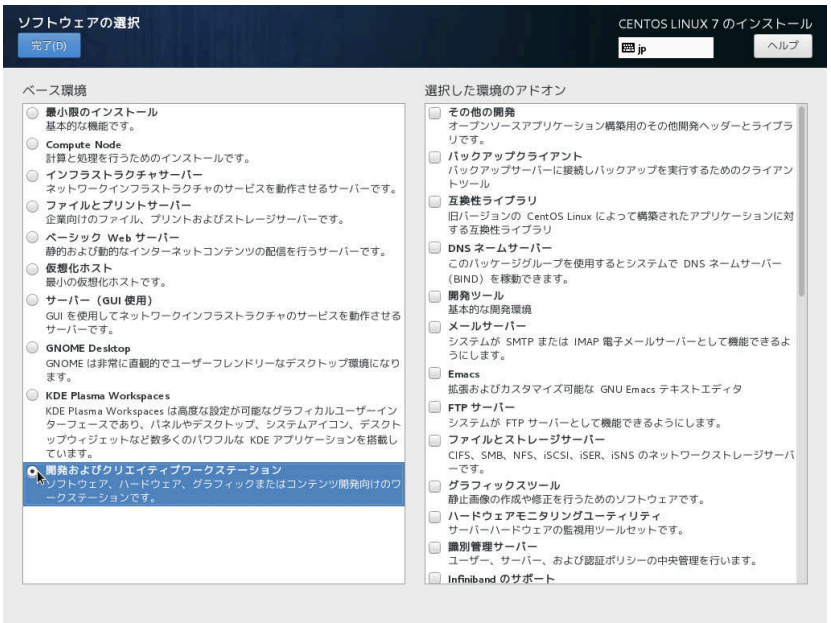
8.「ディスク領域の獲得」という画面が表示されるので右下の「すべて削除 (A)」を選択し「領域の再利用 (R)」をクリックします。



9. ネットワークが利用可能な場合は「ネットワークとホスト名 (N)」を選択します。有効なネットワークインターフェイスが表示されるので必要に応じて「オン」にします。また左下のホスト名を適切に設定して左上の「完了 (D)」をクリックします。



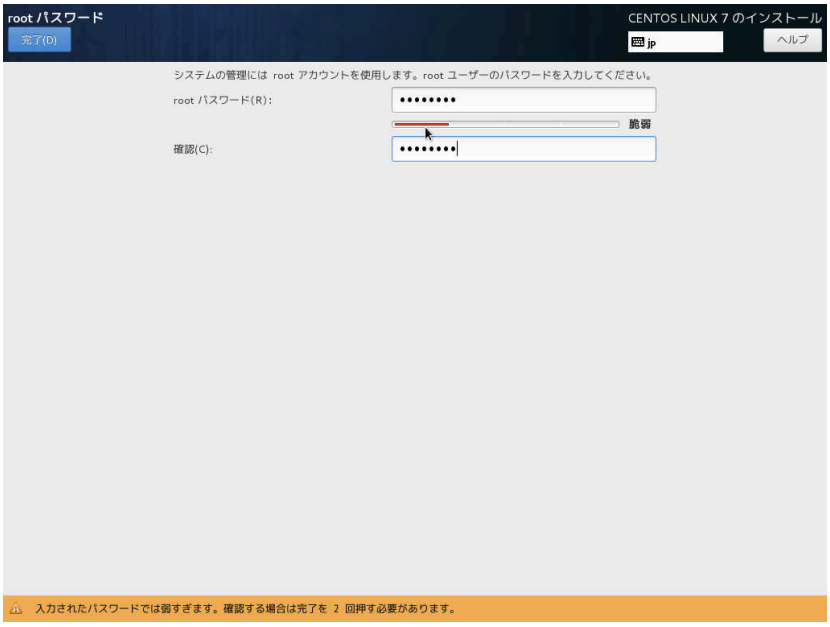
10.「ソフトウェアの選択 (S)」を選び「開発およびクリエイティブワークステーション」を選択し、左上の「完了 (D)」をクリックします。



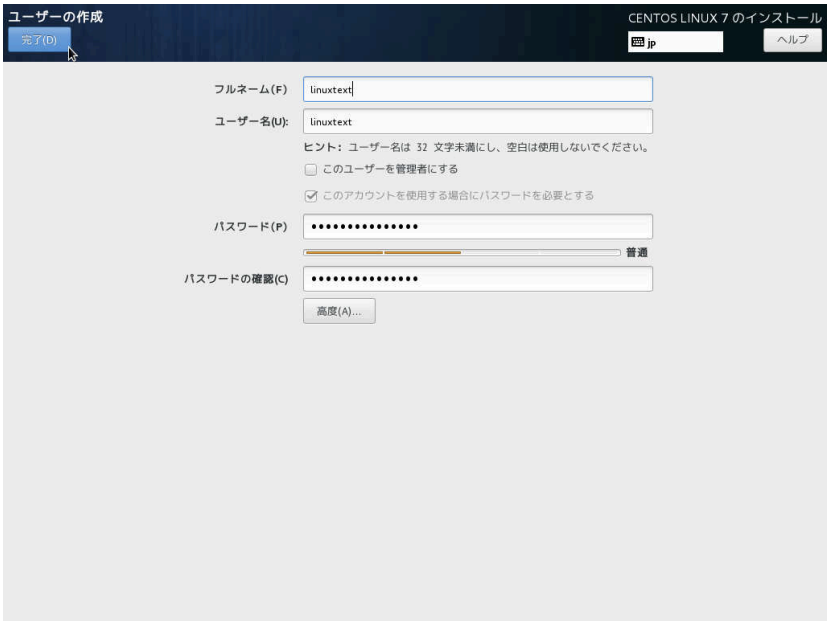
11. メイン画面に戻り、右下の「インストール開始 (B)」を選択します。

12. インストールが開始されます。

13.「ROOT パスワード (R)」を選択して root のパスワードを設定します。短いパスワードなど、弱いパスワードを設定する場合は左上の「完了 (D)」ボタンを 2 回クリックする必要があります。

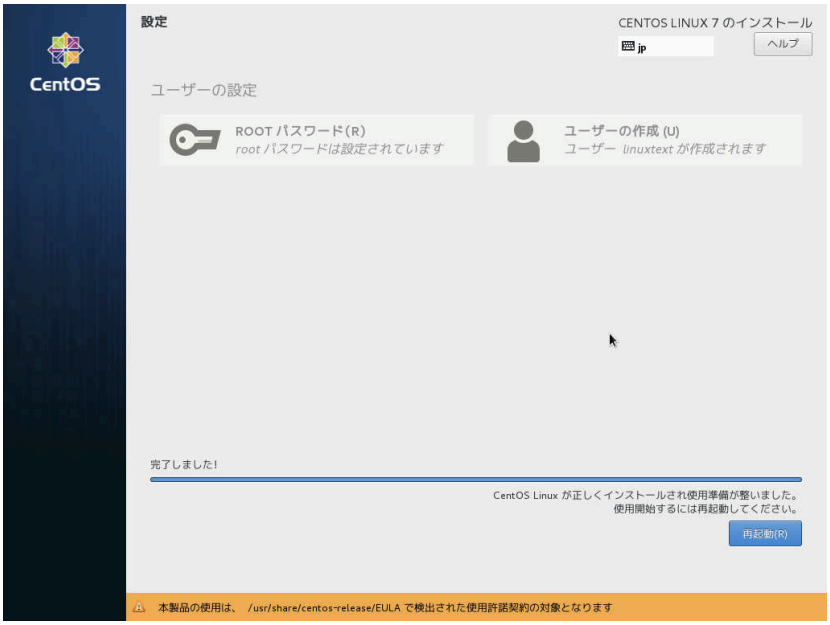


14. インストール画面に戻り「ユーザーの作成 (U)」を選択すると、ユーザーの作成画面が現れます。ユーザ名（ここでは linuxtext とします。）とパスワードなど入力して、左上の「完了 (D)」ボタンをクリックします。弱いパスワードを使用する場合は「完了 (D)」を 2 回クリックする必要があります。



15. インストールが終了したら、右下の「再起動 (R)」をクリックします。

再起動する前に、インストール DVD を取り出します。もしくは、BIOS を起動して起動順序でハードディスクの優先順位を一番最初に設定します。そうしないと、次回の起動時もインストール DVD から起動してしまいます。



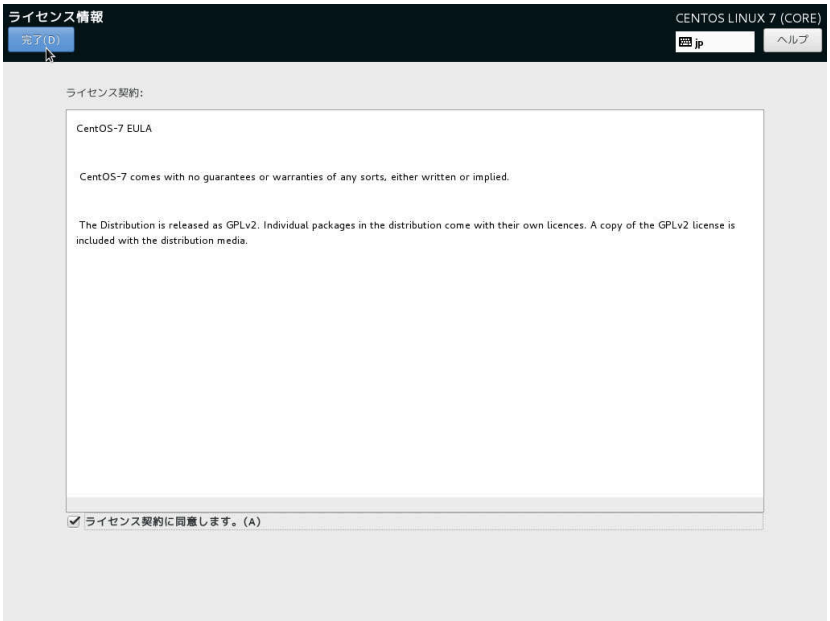
2.5 インストール直後の初期設定

インストール直後、最初の起動時にさまざまな設定を求められます。その設定を行ないましょう。

1. インストールしたマシンを起動します。インストール作業から引き続いて作業するときは、再起動になります。ブートローダーが起動する OS の選択を求めるので、そのまま待つか、Enter キーを押します。

2. 起動プロセスが進み「初期セットアップ」の画面が現れます。まず「LICENSE INFORMATION」をクリックします。

3.「ライセンス情報」の画面が現れます。表示されたライセンス契約を確認し、問題なければ「ライセンス契約に同意します。(A)」を選択して、左上の「完了 (D)」をクリックします。



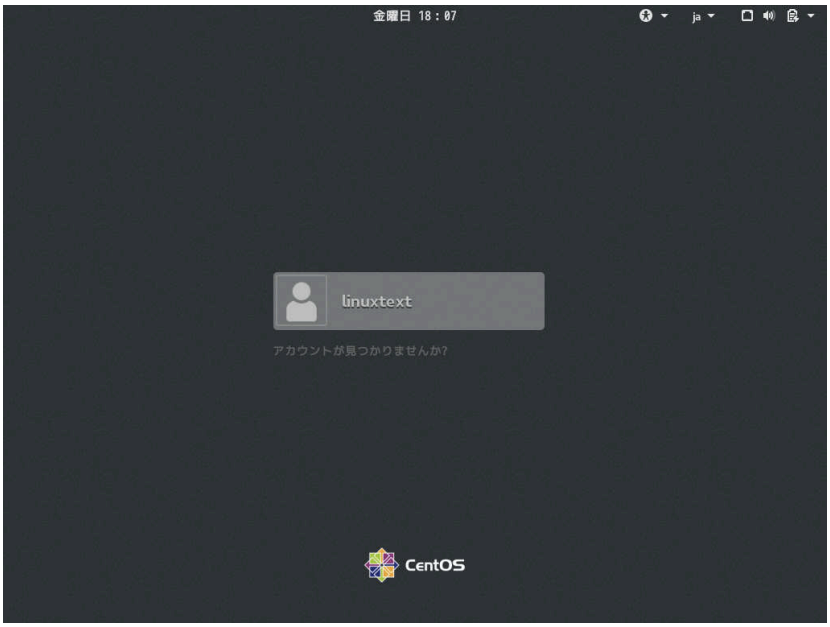
4.「初期セットアップ」の画面に戻り右下の「設定の完了 (F)」をクリックします。

これでインストール直後の初期設定は終了です。

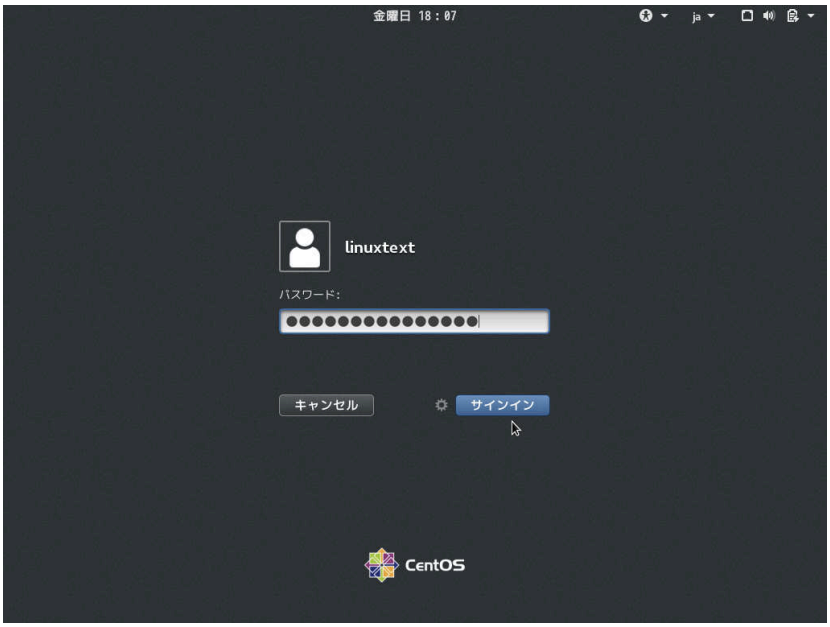
2.6 ログインする

ログイン画面が表示されるので、インストール手順で作成したユーザ「linuxtext」でログインします。

1. ユーザ「linuxtext」をクリックします。



2.「パスワード」にインストール時に設定したパスワードを入力し、「サインイン」をクリックします。

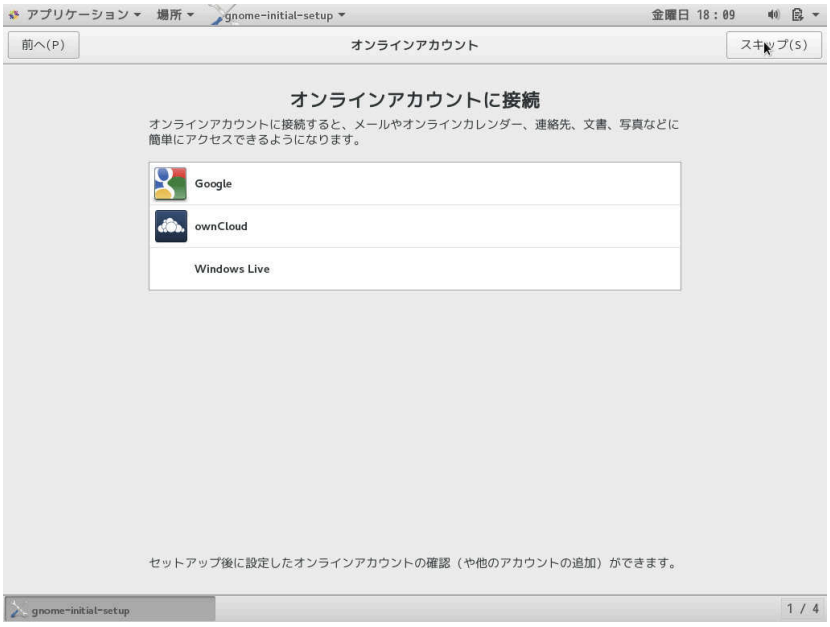


3. CentOS にログインできたら gnome-initial-setup 画面が起動しますので、

言語が「日本語」になっていることを確認し右上の「次へ (N)」をクリックします。

4. 入力メソッドが「日本語」になっていることを確認し右上の「次へ (N)」をクリックします。ここでは必要に応じて入力メソッドを選択してください。

5. オンラインアカウントの画面が表示されるので、右上の「スキップ (S)」をクリックします。本書ではオンラインアカウントへの接続手順をスキップしますが、接続したい方は画面に従って適宜接続してください。



6.「設定完了しました。」と表示されるので「CentOS Linux を使い始める (S)」をクリックします。

7.「初めて使う方へ」の画面が表示されるので右上の「×」印をクリックして終了させます。初めて使う方は、本画面の動画、リンクをご確認してください。

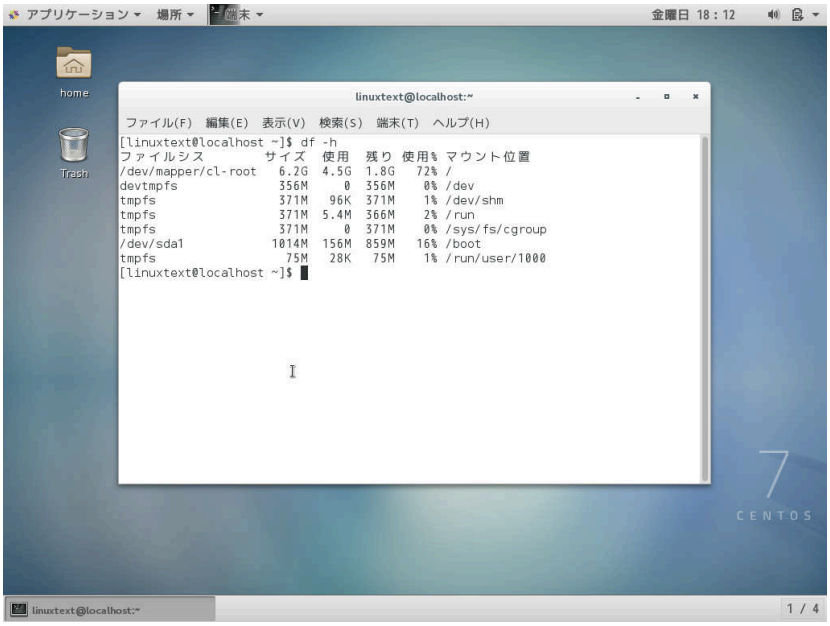
8. CentOS のデスクトップが表示されます。

2.7 コマンドの実行

GUI でログインすると、Windows などと同じようにさまざまなグラフィカルなアプリケーションが利用できますが、「端末」を実行すると Linux のコマンドを実行できます。端末を起動するには以下の方法があります。

- 「アプリケーション」メニューから「ユーティリティ」、「端末」を選択する
- デスクトップ上を右クリックし、ポップアップメニューから「端末を開く」を選択する

「端末」ウインドウは複数起動できるので、一方で操作をしながら一方でログを表示したり、ユーザを切り替えて操作することもできます。



第3章

基本的なコマンド

Linux の操作の基本は、コマンドを入力して操作する方法です。この章では、ファイルとディレクトリの基本的な考え方に始まり、ファイルに関するコマンドや Linux を利用する上で必要な基本的なコマンドを学習します。

この章の内容

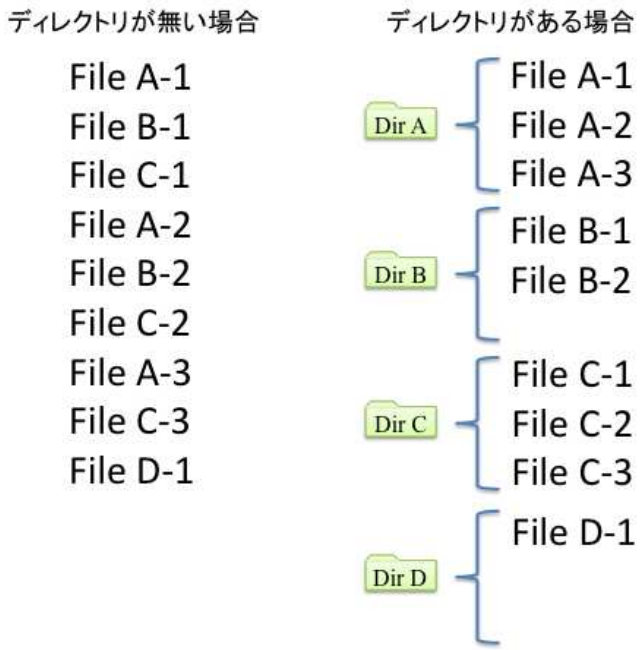
3.1 ファイル操作
3.1.1 ファイルとディレクトリ
3.1.2 ファイルやディレクトリの参照 (ls)
3.1.3 ドットファイルの表示
3.1.4 オプションの同時指定と順序
3.1.5 ファイルのコピー (cp)
3.1.6 ファイルの移動 (mv)
3.1.7 ファイルの削除 (rm)
3.2 ディレクトリの操作（pwd,cd,mkdir,rmdir）
3.2.1 現在のディレクトリの表示 (pwd)
3.2.2 ディレクトリの変更 (cd)
3.2.3 ディレクトリの作成 (mkdir)
3.2.4 ディレクトリの削除 (rmdir)
3.2.5 特別なディレクトリ
3.2.6 絶対 (パス) 指定と相対 (パス) 指定
3.3 ファイルの内容を表示
3.3.1 ファイルの内容を表示 (cat)
3.3.2 ページャを使った表示
3.4 ファイルの検索 (find)
3.5 コマンドのパス
3.5.1 コマンドのパスの表示 (which)
3.6 ヘルプの使い方
3.7 マニュアルの使い方
3.7.1 セクション
3.8 章末テスト

3.1 ファイル操作

本章では、ファイル操作を基本としたコマンドによる操作について学びます。CentOS 環境を手元に用意して、実際にコマンドを実行した時の動きを確認してみましょう。

3.1.1 ファイルとディレクトリ

コンピュータの基本的な作業は、情報（＝データ）を処理することにあります。データをコンピュータ上に保存しておく方法として、ファイルという形式が用いられます。文書を作成したら文書ファイルを保存しますし、デジカメで写真を撮ったら、画像ファイルをパソコンに保存する、といった具合です。ファイルの数が増えると、内容や用途といった目的別に分ける必要が出てきます。このときに必要なものが、ディレクトリという考え方です。ディレクトリは、複数のファイルをまとめておくことができます。また、ディレクトリの中にディレクトリを作成することも可能です。



3.1.2 ファイルやディレクトリの参照（ls）

ファイルを操作する上で、一番最初に必要になるコマンドは、その一覧を取得するコマンドです。ls(LiSt) が、そのコマンドにあたります。ls コマンドでは、ファイル名やディレクトリ名を指定して情報を取得することができます。ディレクトリ名を指定した場合、そのディレクトリの中にあるファイルやディレクトリ名の一覧を取得することができます。ディレクトリやファイルを ls コマンドで参照する場合、*と?をワイルドカードとして使うこともできます。

書式

```
ls [オプション] [ファイル]
```

オプション

```
-a
. で始まる隠しファイル等もすべて (All) 出力します。

-l
長 (Long) 形式で出力します。

-t
最終更新時間 (Time) によって、ソートをして出力します。

-r
逆順 (Reverse) にソートをして出力します。
```

○実習: ls コマンドの実行

それでは早速 Linux をコマンドで操作してみましょう。まずは現在いるディレクトリ内にあるファイルやディレクトリの一覧を表示するコマンドの ls コマンドを実行してみましょう。

```
$ ls
ダウンロード  デスクトップ  ビデオ  画像
テンプレート  ドキュメント  音楽    公開
```

いくつかのディレクトリがあることがわかります。

○実習: 場所を指定したディレクトリ一覧の取得

ls コマンドの後にファイルやディレクトリを指定した場合、指定したディレクトリ内にあるファイルやディレクトリを一覧表示することができます。

```
$ ls /usr/
bin  etc  games  include  lib  libexec  local  sbin  share  src  tmp
```

書式とは

書式とは、そのコマンドが用いられる形式を示しています。コマンド実行に必要な要素を、どのように列挙するかを示します。

オプションとは

コマンドはオプションをつけることで、その動作を変えることができます。

○実習: ls コマンドでワイルドカードを使った絞り込み

まずは/etc ディレクトリ上にあるファイルやディレクトリの一覧を表示してみましょう。

```
$ ls /etc/
ConsoleKit                          mailcap
DIR_COLORS                          makedev.d
(略)
```

ディレクトリ/etc には、多くのファイルやディレクトリが存在していることがわかります。この中から目的のファイルを探すのは大変そうです。そこでファイルを絞り込んでリスト表示してみましょう。

ls コマンドの結果から絞り込む場合、ワイルドカードを使うことができます。例えば、/etc ディレクトリ内の conf ファイルを絞り込んで表示するには、以下のように指定することができます。

```
$ cd /etc
$ ls *.conf
Trolltech.conf         nfsmount.conf
asound.conf            nsswitch.conf
autofs_ldap_auth.conf  ntp.conf
(略)
```

*は任意の文字列を示しており、この間に何文字が入っても検索結果として出力されます。そのため、上記のように多くの conf で終わるファイルがリスト表示されたはずです。

ファイル名の文字数がわかっている場合は?を使って絞り込むこともできます。

```
$ cd /etc
$ ls ???.conf
cas.conf  gai.conf  ntp.conf  sos.conf  yum.conf
```

?は一個につき何らかの一文字を示します。そのため、ファイル名部分が 3 文字の conf が検索結果として出力されます。

ワイルドカードによるファイルの絞り込みの方法について理解を深めるため、以下の例題を実践してみましょう。

hosts. のあとに何らかの名前のつくファイルを絞り込み

```
$ cd /etc
$ ls hosts.*
hosts.allow  hosts.deny
```

hosts. のあとに 4 文字含まれるファイルを絞り込み

```
$ cd /etc
$ ls hosts.????
hosts.deny
```

hosts. のあとに 4 文字 + 最後の文字が w であるファイルを絞り込み

```
$ cd /etc
$ ls hosts.????w
hosts.allow
```

○実習: ls -l コマンドの実行

-l オプションを付けて ls コマンドを実行した場合、情報が長形式で出力されます。

```
$ ls -l /home/linuxtext/
合計 32
drwxr-xr-x. 2 linuxtext linuxtext 4096  7 月  6 10:05 2012 ダウンロード
drwxr-xr-x. 2 linuxtext linuxtext 4096  7 月  6 10:05 2012 テンプレート
drwxr-xr-x. 2 linuxtext linuxtext 4096  7 月 26 18:33 2012 デスクトップ
drwxr-xr-x. 8 linuxtext linuxtext 4096  7 月 27 14:07 2012 ドキュメント
drwxr-xr-x. 2 linuxtext linuxtext 4096  7 月  6 10:05 2012 ビデオ
drwxr-xr-x. 2 linuxtext linuxtext 4096  7 月  6 10:05 2012 音楽
drwxr-xr-x. 2 linuxtext linuxtext 4096  7 月  6 10:05 2012 画像
drwxr-xr-x. 2 linuxtext linuxtext 4096  7 月  6 10:05 2012 公開
(略)
```

/home/linuxtext ディレクトリ内について、詳細な情報が出てきました。これは、ls コマンドに対して-l をつけたからです。このような-l のことを「オプション」といいます。ls は、ファイルやディレクトリの一覧を表示するコマンドです。コマンドに対してオプションをつけることで、さま

ざまな追加機能を指示することができます。

3.1.3 ドットファイルの表示

隠しファイルも含めて長形式で表示するときは、次のように入力します。

○実習: ls -la コマンドの実行

-la オプションを付けて ls コマンドを実行した場合、詳細な情報が表示できます。前の-l オプションと比べてどういった違いがあるか説明します。

```
$ ls -la /home/linuxtext
合計 196
drwx------. 31 linuxtext linuxtext 4096  7月 27 14:08 2012 .
drwxr-xr-x.  4 root      root      4096  7月  9 10:43 2012 ..
-rw-------.  1 linuxtext linuxtext 4960  7月 27 08:56 2012 .ICEauthority
drwxrwxr-x.  2 linuxtext linuxtext 4096  7月 18 09:52 2012 .abrt
-rw-------.  1 linuxtext linuxtext 3148  7月 26 19:30 2012 .bash_history
-rw-r--r--.  1 linuxtext       500   18 12月  2 23:40 2011 .bash_logout
-rw-r--r--.  1 linuxtext       500  176 12月  2 23:40 2011 .bash_profile
-rw-r--r--.  1 linuxtext       500  124 12月  2 23:40 2011 .bashrc
(略)
drwxr-xr-x.  2 linuxtext linuxtext 4096  7月  6 10:05 2012 ダウンロード
drwxr-xr-x.  2 linuxtext linuxtext 4096  7月  6 10:05 2012 テンプレート
drwxr-xr-x.  2 linuxtext linuxtext 4096  7月 26 18:33 2012 デスクトップ
drwxr-xr-x.  8 linuxtext linuxtext 4096  7月 27 14:07 2012 ドキュメント
(略)
```

ls -l のときより多くのファイルが現れました。特に.（ドット）で始まるファイルが見られます。ドットで始まるファイルは隠しファイルで、システム設定が書かれているファイルなどで主に使われます。

3.1.4 オプションの同時指定と順序

オプションは、まとめてもまとめなくても同じ結果になります。さらに、順不同なので入れ替えても同じ結果になります。ただし、コマンドによっては順序と文法が細かく決まっている場合があるため、コマンドを実行する前にマニュアルやヘルプを参照してオプションの指定方法を確認してください。

実行例

```
$ ls -la
$ ls -al
$ ls -l -a
$ ls -a -l
```

コマンドオプションはハイフンを使って指定することが一般的ですが、コマンドによってはハイ

フンを必要としないコマンドもあるため注意が必要です。

○実習: ls -lt コマンドの実行

-lt オプションを付けて ls コマンドを実行した場合、ファイルの更新時刻順にソートしてリスト表示します。

```
$ ls -lt /home/linuxtext
合計 32
drwxr-xr-x. 8 linuxtext linuxtext 4096  7 月 27 14:07 2012 ドキュメント
drwxr-xr-x. 2 linuxtext linuxtext 4096  7 月 26 18:33 2012 デスクトップ
drwxr-xr-x. 2 linuxtext linuxtext 4096  7 月  6 10:05 2012 ダウンロード
drwxr-xr-x. 2 linuxtext linuxtext 4096  7 月  6 10:05 2012 テンプレート
drwxr-xr-x. 2 linuxtext linuxtext 4096  7 月  6 10:05 2012 ビデオ
drwxr-xr-x. 2 linuxtext linuxtext 4096  7 月  6 10:05 2012 音楽
drwxr-xr-x. 2 linuxtext linuxtext 4096  7 月  6 10:05 2012 画像
drwxr-xr-x. 2 linuxtext linuxtext 4096  7 月  6 10:05 2012 公開
(略)
```

ファイルの更新時刻が新しい順に並んでいるのがわかります。

3.1.5 ファイルのコピー (cp)

ファイルを扱う上で、複製を作成するなど、コピーが必要になることがあります。それを行なうのが cp(CoPy) コマンドです。cp コマンドでファイルを複製し、新しくできた複製ファイルのファイル名を指定することができます。cp コマンドは、次のような処理を行ないます。

書式

```
cp [オプション] コピー元 コピー先
```

実行例

```
$ cp src-file dst-file
```

ファイルを別名のファイルとしてコピー

src-file がファイル名で、dst-file が存在しないファイル名の場合、src-file のコピーとして dst-file が作成されます。

ファイルをディレクトリにコピー

src-file がファイル名で、dst-file がディレクトリ名の場合、dst-file の下にファイル src-file のコピーが作成されます。

ファイルを新しいファイルで上書き

src-file がファイル名で、dst-file が存在するファイル名の場合、ファイル dst-file はファイル src-file のコピーで上書きされます。

オプション

-i
処理を行なうときに確認をします。ファイルを上書きコピーするときなど、-i オプションを付けていると、コンピュータが確認のための問い合わせをしてきます。誤って上書きコピーすることを防ぐために利用されます。

-r
ディレクトリをコピーします。cp コマンドは基本的にファイルをコピーする機能のみですが、-r オプションを付けていると、ディレクトリの中にある全てのファイル・ディレクトリに対してコピーを行なうことができます。

-p
元ファイルの情報を保存します。ファイルには所有者・属性・更新日時など、ファイルに関するさまざまな情報があります。cp コマンドでコピーをすると、新しいファイルはそれらが全て新しい内容になってコピーされます。新しい内容を作成せず、古い情報を保持したままコピーを作成したい場合、この-p オプションを付けます。

○実習: cp コマンドの実行

cp コマンドを使って、実際にファイルをコピーしてみましょう。

1. まずはオプションを付けないで cp コマンドを実行してみましょう。

```
$ cd ~
$ cp /etc/hosts ~
$ ls
hosts
(略)
```

hosts ファイルをコピーできました。

2. 次にファイルを別名としてコピーしてみましょう。

```
$ cd ~
$ cp /etc/hosts ~/hosts.newname
$ ls
hosts  hosts.newname
(略)
```

hosts.newname という名前でコピーできました。

3. cp コマンドを-p オプションを付けて実行してみます。

```
$ cp -p hosts.newname hosts.sametime
$ ls -l
合計 44
-rw-r--r--. 1 tooyama tooyama  158  5 月 31 11:18 2012 hosts
-rw-r--r--. 1 tooyama tooyama  158  5 月 31 11:24 2012 hosts.newname
-rw-r--r--. 1 tooyama tooyama  158  5 月 31 11:24 2012 hosts.sametime
(略)
```

タイムスタンプが同一のファイルとしてコピーできました。

4. cp コマンドを-r オプションを付けて実行してみます。ここでは 2 つのディレクトリを mkdir コマンド（後述）で作成して、ファイルをコピーしてみましょう。

```
$ mkdir olddir newdir
(olddir と newdir を作成)
$ cp -r olddir/ newdir/
$ ls newdir/
olddir
```

newdir ディレクトリに olddir ディレクトリをコピーすることができました。

3.1.6 ファイルの移動 (mv)

ファイルを移動 (MoVe) するときに利用するコマンドが、mv コマンドです。また、mv コマンドを使ってファイル名の変更も行えます。

書式

```
mv 移動元ファイル 移動先ファイル
```

オプション

```
-i
処理を行なうときに確認をします。ファイルを上書きするときなど、-i オプションを付けていると、コンピュータが確認のための問い合わせをしてきます。誤って上書きされることを防ぐために利用されます。

-f
強制的に処理を実行します。一部の処理では、mv コマンドが確認の問い合わせをします。その確認を無視し、強制的に処理を実行するためのオプションが-f です。
```

この mv コマンドを実行することにより、”移動元ファイル”を”移動先ファイル”に移動することができます。次の場合を考えてみましょう。

実行例

```
$ mv src-file dst-file
```

ファイルを別のディレクトリに移動

src-file がファイル名で、dst-file が存在するディレクトリの場合、ファイル src-file がディレクトリ dst-file の下に移動します。

ディレクトリを別のディレクトリに移動

src-file がディレクトリ名で、dst-file が存在するディレクトリの場合、ディレクトリ src-file はディレクトリ dst-file の下に移動します。

ファイル名の変更

src-file がファイル名で、dst-file が存在しないファイル名の場合、ファイル dst-file にファイル名が変更されます。

ディレクトリ名の変更

src-file がディレクトリ名で、dst-file が存在しないディレクトリ名の場合、ディレクトリ dst-file にディレクトリ名が変更されます。

○実習: mv コマンドの実行

それでは早速、mv コマンドを使ってみましょう。

1. まず、ファイルの名前を変更してみます。

```
$ mv hosts.newname hosts.renew
$ ls -l
合計 44
-rw-r--r--. 1 tooyama tooyama  158  5 月 31 11:18 2012 hosts
-rw-r--r--. 1 tooyama tooyama  158  5 月 31 11:24 2012 hosts.renew
-rw-r--r--. 1 tooyama tooyama  158  5 月 31 11:24 2012 hosts.sametime
(略)
```

hosts.newname が hosts.renew ファイルに名前変更されました。

2. ファイルを別のディレクトリに移動してみます。ここでは test ディレクトリを mkdir コマンド（後述）で作成して、ファイルを移動してみましょう。

```
$ mkdir test
$ mv hosts.renew test/
$ ls
hosts  hosts.sametime  test
(host.renew が移動されていることを確認)
$ ls test/
hosts.renew
```

test ディレクトリに host.renew を移動することができました。

3.1.7 ファイルの削除 (rm)

作成したファイルを削除するときに利用するコマンドが、rm(ReMove) コマンドです。rm コマンドは、削除したいファイルを指定します。

書式

```
rm ファイル名
```

rm コマンドのオプションは次のようになっています。

オプション

```
-i
処理を行なうときの確認です。対象ファイルを本当に削除してよいか、確認のための問い合わせをします。誤って削除することを防ぐために利用されます。

-f
強制的に処理を実行します。ファイルによっては、削除に確認を求められる場合がありますが、-f オプションはその確認を無視して、強制的に処理を継続します。

-r
ディレクトリを対象にします。ディレクトリの中の、ファイルやディレクトリも削除します。
```

実行例

```
$ rm file-delete
```

file-delete というファイルを削除します。rm コマンドは、対象のファイル名を入力します。Linux を含む UNIX 系 OS では、一度削除したファイルを復活させることはできません。また、rm コマンドは、(オプション無しでは) ディレクトリを削除することはできません。ディレクトリの削除は、後述の、rmdir コマンドで説明します。

○実習: rm コマンドの実行

rm コマンドを使って実際にファイルを消してみましょう。

```
$ cd ~
$ rm hosts.sametime
$ rm -r test
$ ls -l
合計 36
-rw-r--r--. 1 tooyama tooyama  158  5 月 31 11:18 2012 hosts
(略)
```

hosts.sametime と test ディレクトリが削除されました。

共通オプションについて

cp と rm に同じようなオプションがあったことに気がついたでしょうか？ コマンドオプションはいくつかありますが、その 1 つに-r があります。cp に-r オプションを付けた場合はディレクトリ階層全部コピーすることを示し、rm に-r オプションを付けた場合はディレクトリ階層の中をすべて削除します。-r は recursive（再帰）を示すオプションで、「ディレクトリの中のディレクトリの中の・・・」という階層構造の中の中までを意味します。

3.2 ディレクトリの操作（pwd,cd,mkdir,rmdir）

次にディレクトリについて学習します。ディレクトリの操作に使われるコマンドとして、pwd、cd、mkdir、rmdir について説明します。

3.2.1 現在のディレクトリの表示 (pwd)

ディレクトリは、階層構造になっています。その階層の中で、現在どの位置にいるか表示するのが、この pwd(Print Working Directory) です。次のように入力します。

書式

```
pwd
```

実行例

```
$ pwd
/home/penguin
```

現在、このユーザは/home/penguin というディレクトリにいることがわかります。/は、ディレクトリの区切りを示す記号です。

3.2.2 ディレクトリの変更 (cd)

cd(Change Directory) コマンドを実行すると、現在いるディレクトリを変更することができます。cd の後にスペースを入力し、続けて移動先のディレクトリを指定します。ディレクトリを指定しない場合はホームディレクトリ (後述) に移動します。

書式

```
cd [ディレクトリ名]
```

○実習: ディレクトリの移動

それでは早速今回覚えたコマンドを実行してみましょう。pwd で現在いる場所を確認して、cd コマンドでディレクトリの移動を行ないます。

```
$ pwd
/home/penguin
$ cd /usr
```

```
$ pwd
/usr
```

ディレクトリの移動に成功しました。

3.2.3 ディレクトリの作成 (mkdir)

mkdir コマンドを実行すると、ディレクトリを作成できます。mkdir の後にスペースを入力し、続けて作成するディレクトリ名を指定します。

書式

```
mkdir ディレクトリ名
```

オプション

```
-p
指定されたディレクトリの上位ディレクトリも作成する
```

ディレクトリ dir1 の下にディレクトリ dir2 を作り、さらにディレクトリ dir2 の下にディレクトリ dir3 を作りたいとき、次のように入力します。

実行例：オプションを付けない例

```
$ mkdir dir1
$ mkdir dir1/dir2
$ mkdir dir1/dir2/dir3
```

mkdir コマンドを 3 つに分けて実行しました。これは、ディレクトリを作るときはその上位層ができていないと作成できない、という制約があるためです。-p オプションを付けて実行すると次のように一度に実行できます。

実行例：オプションを付けた例

```
$ mkdir -p dir1/dir2/dir3
```

○実習: mkdir -p コマンドの実行

mkdir を-p オプション付きで早速実行してみましょう。

```
$ mkdir -p dir4/dir5/dir6
$ ls -R dir4
dir4:
dir5
dir4/dir5:
dir6
dir4/dir5/dir6:
```

このコマンドの結果から、dir4 には dir5 ディレクトリが作られ、dir5 ディレクトリには dir6 ディレクトリが作られたことがわかります。また、dir6 ディレクトリの中には何もファイルやディレクトリがないということがわかります。

3.2.4 ディレクトリの削除 (rmdir)

ディレクトリを削除するコマンドとして rmdir コマンドがあります。

書式

```
rmdir ディレクトリ名
```

オプション

```
-p
指定した階層までのディレクトリを一括で削除します。オプションを付けないで rmdir コマンドを実行した場合は、最下層のディレクトリのみ削除します。ただしいずれの場合も、対象とするディレクトリ内は空でなければなりません。

(例)dict1/dict2 ディレクトリを一括で削除
rmdir -p dict1/dict2
```

rmdir の特徴は、「中が空であるときのみ」ディレクトリを削除できることです。ディレクトリの中にファイルが存在していると、ディレクトリは削除できません。

ディレクトリにファイルが存在する場合、ディレクトリを削除するには以下のように rm -r コマンドを用いて行なうことができます。

```
$ ls
directory
$ rmdir directory/
rmdir: failed to remove `directory/': ディレクトリは空ではありません
(directory の削除に失敗)
$ rm -r directory/
(rm -r を実行)
$ ls
(directory ディレクトリが削除された)
```

○実習: ディレクトリの削除

ディレクトリの削除に利用するコマンドの rmdir コマンドと rm コマンドを使ってみましょう。

```
$ mkdir directory1 directory2
（ディレクトリを作成）
$ touch directory2/file
（directory2 ディレクトリ内に file を作成）
$ ls
directory1  directory2
$ rmdir directory1
$ ls
directory2
（directory1 は空なので削除できる）
$ rmdir directory2
rmdir: failed to remove `directory2/': ディレクトリは空ではありません
（directory2 は空ではないため削除できない）
$ rm -r directory2/
$ ls
（directory2 も削除できた）
```

rmdir コマンドはディレクトリを削除するコマンドですが、削除対象のディレクトリは空である必要があります。

空ではないディレクトリを削除するには rmdir コマンドではなく、rm コマンドに-r オプションを付けて実行します。このコマンドを実行すると、特に警告されることなく指定したディレクトリ以下のディレクトリとファイルを削除することができます。

ただし、通常利用時は rmdir を使う癖をつけておくと、必要なディレクトリを誤って削除してしまうミスを軽減できるので安心です。

3.2.5 特別なディレクトリ

Linux では、ディレクトリの中で特別なディレクトリや、それを表す記号があります。以下がその代表的なものです。

カレントディレクトリ (.)

現在いるディレクトリのことです。ファイルやディレクトリ操作では「ドット」を使って表わします。

親ディレクトリ (..)

1 階層上のディレクトリのことです。カレントディレクトリが/home/penguin の場合、/home が親ディレクトリにあたります。

ホームディレクトリ (~)

ユーザの作業開始位置となるディレクトリです。ログイン直後のユーザは、必ずホームディレクトリにいます。ユーザごとに異なるホームディレクトリを使うので、それぞれのユーザにとってホームディレクトリは異なります。ファイルやディレクトリ操作では「~ チルダ」を使って表わします。

ルートディレクトリ (/)

ディレクトリ階層の、最上位階層を示します。ファイルやディレクトリ操作では「/ ルート」を使って表わします。

3.2.6 絶対 (パス) 指定と相対 (パス) 指定

カレントディレクトリが/usr/local であるとします。このとき、/usr/bin/xxx のファイルを指定するには、次の 2 通りが存在します。

1. /usr/bin/xxx
2. ../bin/xxx

1. は、最上位のディレクトリ (/) からディレクトリ・ファイル名を指定しています。2. は、「自分が現在いる位置からみて」ディレクトリ・ファイル名を指定しています。1. の方法を絶対 (パス) 指定といい、2. の方法を相対 (パス) 指定といいます。絶対 (パス) 指定は、どのディレクトリにいてもパスを指定できます。逆に、相対 (パス) 指定は、現在のディレクトリが変わると利用できない、という特徴があります。また、絶対 (パス) 指定は、常に/から指定するので非常に記述が長くなることがあります。相対 (パス) 指定は、現在の位置から見て非常に近いディレクトリのときは、指定の記述が短くて済む、という特徴があります。ここでは、penguin というユーザのホームディレクトリが、/home/penguin であるという想定をしています。

○実習: さまざまなディレクトリへの移動

それでは早速、ディレクトリからディレクトリへ、コマンドを実行して移動してみましょう。ここでは例として、penguin ユーザがいると仮定してコマンドを実行しています。

```
$ cd ~
$ pwd
/home/penguin
$ cd ..
$ pwd
/home
$ cd /usr
$ pwd
/usr
$ cd ~
$ pwd
/home/penguin
$ cd ../../
```

```
$ pwd
/
```

3.3 ファイルの内容を表示

ファイルの内容を表示するコマンドについて説明します。

3.3.1 ファイルの内容を表示 (cat)

ファイルの内容を確認するコマンドの 1 つである cat コマンドを利用する方法について説明します。

書式

```
cat ファイル名
ファイルの内容を表示することができます。
```

オプション

```
-n
行番号を付加して表示します。
```

○実習: cat コマンドの実行

ホームディレクトリ内のファイル.bashrc を確認してみましょう。

```
$ cat ~/.bashrc
# .bashrc
# Source global definitions
if [ -f /etc/bashrc ]; then
(略)
$ cat -n ~/.bashrc
     1  # .bashrc
     2
     3  # Source global definitions
     4  if [ -f /etc/bashrc ]; then
(略)
```

cat で内容が確認でき、-n オプションを付けることで、行番号を表示できることが確認できました。

3.3.2 ページャを使った表示

cat コマンドを使ってファイルの内容を表示するとき、行数がたくさんあると表示が流れてしまいます。皆さんが利用するコマンドラインは、多くの場合 25 行に設定されているため、それ以上の行は流れてしまって確認できません。たくさんの行があっても、画面制御を行なってスクロールを途中で止めてくれる機能のことをページングといい、それを実現するコマンドをページャといいます。代表的なページャとしては more や less コマンドがあげられます。使い方は cat コマンドなどと同じで、オプションとしてページングする対象のファイル名をとります。

書式

```
more ファイル名
less ファイル名
```

ページャでファイルを開いた後は、次のようにコマンドを入力すると操作ができます。

表 3.1 more コマンドの場合

項目	内容
スペース	次のページに進む
b	前の一画面に戻る
f	次の一画面に進む
/単語	単語を検索します。n キーで検索結果をジャンプします
q	ページャコマンドを終了 (quit) します。

表 3.2 less コマンドの場合

項目	内容
スペース	次のページに進む
b	前の一画面に戻る
f	次の一画面に進む
↑	前の行に進む
↓	次の行に進む
/単語	単語を検索します。n キーで検索結果をジャンプします
q	ページャコマンドを終了 (quit) します。

○実習: ページャを使ったファイル閲覧

ページャを使って、複数行の記述があるファイルの確認を行なってみます。

```
$ more /etc/hosts
```

さまざまなコマンド入力後 q を入力して終了させてください。

```
$ less /etc/hosts
```

さまざまなコマンド入力後 q を入力して終了させてください。

3.4 ファイルの検索（find）

ファイルがどこのディレクトリに存在するか、find コマンドにて検索できます。

書式

```
find パス -name ファイル名
```

○実習: ファイルの検索

/etc 配下にある hosts という名前のファイルを検索してみましょう。

```
$ find /etc/ -name hosts
find: `/etc/pki/CA/private': 許可がありません
find: `/etc/pki/rsyslog': 許可がありません
find: `/etc/ntp/crypto': 許可がありません
/etc/sysconfig/networking/profiles/default/hosts
(略)
/etc/hosts
/etc/avahi/hosts
(略)
```

/etc 配下には、一般ユーザには読み込み権限が与えられてないディレクトリが多くあります。find コマンドはパスで指定した配下の全てのディレクトリへの検索を試みますので、必要であれば適切な権限を持ったユーザへ切り替えて実行してください。

3.5 コマンドのパス

コマンドの実体はプログラムです。プログラムもファイルの一種であり、/bin や/sbin といったプログラム用のディレクトリに配置されています。

3.5.1 コマンドのパスを表示 (which)

基本的なコマンドを実行するとき、その実体であるプログラムがどのディレクトリに配置されているかを意識する必要はありません。これは、PATH という環境変数にプログラムが配置されているディレクトリが設定されているからです。which というコマンドを用いると、PATH 環境変数に含まれるディレクトリ配下に配置されているコマンドのパスを表示することができます。

書式

```
which コマンド名
```

○実習: which コマンドの実行

コマンドのパスを調べるためには which コマンドを使います。ここでは例として cat コマンドのパスを確認してみます。

```
$ echo $PATH
/usr/kerberos/bin:/usr/local/bin:/bin:/usr/bin:/home/linuxtext/bin
(ユーザが参照できるパスを確認)

$ which cat
/bin/cat
(cat コマンドは/bin 配下に配置されているのがわかる)
```

コマンドが存在するディレクトリが PATH 環境変数に含まれていないと、which コマンドの結果はエラーとなります。例えば管理者権限が必要なコマンドへのパスは一般ユーザでは設定されていないため（設定されているディストリビューションもあります)、which コマンドでは確認できないことがあります。

3.6 ヘルプの使い方

コマンドにはヘルプが含まれていることがあります。実行したいコマンドに対して--help オプションなどをつけて実行することで、コマンドの実行に使えるオプションを調べることができます。

書式

```
コマンド --help
```

実行例

```
$ ls --help
使用法: ls [オプション]... [ファイル]...
List information about the FILEs (the current directory by default).
Sort entries alphabetically if none of -cftuvSUX nor --sort.

長いオプションに必須の引数は短いオプションにも必須です.
  -a, --all                  do not ignore entries starting with .
  -A, --almost-all           do not list implied . and ..
(略)
```

3.7 マニュアルの使い方

Linux には、便利なオンラインマニュアルが含まれています。ここではその使い方を紹介します。

書式

```
man コマンド名
```

オプション

```
-k 単語
'単語'が含まれるエントリ一覧を出力します。
```

では、例として ls コマンドのマニュアルを調べてみましょう。

実行例

```
$ man ls
LS(1)                                                    LS(1)
名前
       ls, dir, vdir - ディレクトリの中身をリスト表示する
書式
       ls [OPTION]... [FILE]...
(略)

-l     ファイルのモード・リンクの数・所有者名・グループ名・（バイト単位
```

```
        の）サイズ・タイムスタンプ・名前を（1 列形式で）書き出す。デフォ
        ルトでは、表示されるタイムスタンプは最終修正時刻である。オプショ
        ン -c と -u のときは、他の 2 つのタイムスタンプを選択する。デ バ
        イススペシャルファイルの場合、通例として、サイズを表示する場所が
        デバイスのメジャー番号とマイナー番号に置き換えられる。
(略)
```

ls コマンドがディレクトリの内容を表示する機能があるということがわかります。また、-l オプションにより、ファイルに関するさまざまな情報が表示されることもわかります。そのほか、以下の項目があります。

説明

このプログラムに関する説明です。

POSIX/GNU オプション

プログラムで利用可能なオプションです。指定したオプションによってプログラムの動作が変わります。

関連項目

このプログラムに関連しているコマンドや、他の機能です。ここに列挙している内容を man コマンドで調べることができます。

注意

このプログラムに関する注意事項やバグの報告先などの情報が書かれています。

その他、コマンドによりマニュアルにさまざまな項目が表示されます。

○実習: man コマンドの実行

man コマンドはそのあと指定するコマンドに対するマニュアルを表示するためのコマンドです。ここでは例として cp コマンドのマニュアルを見てみます。

```
$ man cp
```

man コマンドの表示は、ページャ機能が利用されます。従ってスクロール等は less コマンドの操作と同じになります。

3.7.1 セクション

ls のマニュアルで、「LS(1) 」という記述があります。これは、ls のマニュアルがセクション 1 にある、という意味です。マニュアルのセクションとは、マニュアルの内容を分野毎に分け、その分野を指定したものです。セクションには番号がついており、以下の表のようになっています。

表 3.3　マニュアルのセクション

項目	内容
1	ユーザコマンド
2	システムコール
3	システムライブラリや関数
4	デバイスやデバイスドライバ
5	ファイルの形式
6	ゲームやデモなど
7	その他
8	システム管理系のコマンド
9	カーネルなどの情報

○実習: セクション別のマニュアルの表示

内容が複数のマニュアルに分かれていることがあります。今回は passwd コマンドのマニュアルを開き、別セクションのドキュメントを開いてみましょう。

```
$ man passwd
(略)
関連項目
       group(5), passwd(5), shadow(5).
```

マニュアルを読み進めていくと、「関連項目」というものが見つかり、passwd(5) というマニュアルがあることが記述されています。これは「セクション 5 にやはり passwd というエントリがあるので、それも参照できますよ」という意味があります。q で man コマンドを終了させ、セクション 5 のマニュアルを参照します。セクション 5 の passwd のエントリを見るには次のように入力します。

```
$ man 5 passwd
PASSWD(5)                File Formats and Conversions                PASSWD(5)
NAME
       passwd - the password file
(略)
```

と出力されます。これは、/etc/passwd というファイルについての説明です。/etc/passwd には、ログイン名とパスワードの情報が記述されていますので、それについてのマニュアルが表示された、ということになります。このように、同じエントリでも複数のマニュアルが対応する場合、セクションを切り替えて参照することができます。

3.8 章末テスト

(1) ファイルやディレクトリを参照するコマンドを記述しなさい。

(2)/media/cdrom/の中身を最新更新日順に並べて表示するコマンドを選びなさい。

1. ls -lf /media/cdrom/
2. ls -la /media/cdrom/
3. ls -lt /media/cdrom/
4. ls -l /media/cdrom/

(3) 今いるパスを表示するコマンドを記述しなさい。

(4)/home/user フォルダにある test というファイルを/root/backup フォルダに移動します。以下の空欄に当てはまるコマンドを書きなさい。

```
# (         ) /home/user/test /root/backup
# (         ) /root/backup
合計 4
-rw-r--r--. 1 root root 19  6 月 14 11:14 2012 test
```

(5) パス/etc の中のファイルで、ファイル名の一部に「resolv」という文字列が含まれるファイルを検索するコマンドを記述しなさい。

第4章

正規表現とパイプ

Linux を理解するために、重要な知識がこの正規表現とパイプです。正規表現は Linux のさまざまな処理で使われることが多いですので、しっかり理解してください。

この章の内容

4.1 標準入出力
4.2 リダイレクト
4.2.1 出力のリダイレクト
4.2.2 cat コマンドによるファイル作成
4.3 標準エラー出力
4.4 パイプ
4.5 grep コマンド
4.5.1 正規表現
4.5.2 さまざまな条件を用いた grep コマンドの実行
4.5.3 標準出力にマッチさせる
4.6 章末テスト

4.1 標準入出力

前章では、さまざまなコマンドを利用しました。それぞれのコマンドはひとつのプログラムです。Linux のプログラムには、「1 つの入り口と 2 つの出口」があります。それを、それぞれ標準入力・標準出力・標準エラー出力といいます。

標準入力はプログラムに入ってくるデータのことを示します。標準入力先は一般的にはキーボードになっています。標準出力はプログラムの実行結果を書き出す先のことを示します。標準出力は一般的にはプログラムを実行した端末のディスプレイになっています。標準エラー出力はエラーメッセージを書き出す先のことを示します。標準エラー出力は一般的にはプログラムを実行した端末のディスプレイになっています。

例えば ls とコマンドを打った場合、カレントディレクトリのファイルとディクトリの一覧が画面上に表示されます。このようにコマンドを実行した結果が画面上に表示されることを「標準出力に出力された」と表現します。

4.2 リダイレクト

コンソールに標準出力された文字列はリダイレクトを使ってファイルに書き込むことができます。リダイレクトは>を使って表します。

4.2.1 出力のリダイレクト

次のコマンドは ls の結果を出力をリダイレクトして、ファイルに書き込む例です。>の記号を用いることでリダイレクトができます。

実行例

```
$ ls > ls-output
```

コマンドを実行すると ls-output というファイルが作成されます。cat コマンドで、ファイル ls-output の中身を確認してください。ls を実行したときと同じ内容が含まれています。このようにリダイレクトを用いると、出力先を変更しファイルに出力を格納することができます。

○実習: ファイルへのリダイレクト

実際に ls の結果を ls-output に出力してみましょう。

```
$ cd /etc
$ ls > ~/ls-output
$ cat ~/ls-output
```

ls-output というファイルが作成されてその中に ls の出力結果が保存されました。すでに ls-output が存在しているときは、前の ls-output が削除されて新しい ls-output が作成されます。上書きせず追記したい場合は、アペンド (>>) の記号を用います。

4.2.2 cat コマンドによるファイル作成

前項では、標準出力をリダイレクトすることでファイルを作成しました。cat コマンドとリダイレクトを組み合わせると、自由な内容でファイルを作成することができます。

○実習: cat コマンドによるファイル作成

前の説明でファイルの内容表示に使った cat コマンドでもリダイレクトを使うことでファイルの作成を行なうことができます。早速実行してみましょう。

```
$ cat > cat-output
Hello
This is cat redirect.
(「Ctrl」D を押す)
$
```

「Ctrl」D は EOF(End Of File) を示すキーで、データ入力の終わりを示します。Linux ではデータの読み込みが最後になると、この EOF が入力され終わる決まりがあります。cat は EOF を受け取ったことで入力が終わったと判断し、リダイレクトを終了します。

4.3 標準エラー出力

コンピュータを操作しているとさまざまなエラーが起きることがあります。エラーは画面とログに出力されます。

例えば以下のコマンドを実行する場合を考えてみましょう。実行例では tekitou というディレクトリの内容を ls-l-ouput というファイルに出力しようとしています。

実行例

```
$ ls -l tekitou > ls-l-output
(tekitou というディレクトリ内の詳細出力を ls-l-output にリダイレクト)
ls: cannot access tekitou: そのようなファイルやディレクトリはありません
(tekitou というディレクトリが見つからなかったというエラーメッセージ)
```

しかし、tekitou というディレクトリが存在しなかった場合、「そのようなファイルやディレクトリはありません」といったエラーメッセージが標準出力されます。

このようにエラーメッセージは通常は標準出力されますが、リダイレクトを用いて任意のファイルにファイル出力することもできます。

実行例

```
$ ls -l tekitou 2> ls-l-output
(エラー出力を ls-l-output にリダイレクト)
```

この場合、エラーメッセージは画面に現れず、指定したファイルに出力されます。コマンド中で指定している"2"は、標準エラー出力を示しています。標準出力は"1"を指定します。標準出力と標準エラー出力を 1 つのファイルに出力したい場合、次のように入力します。

実行例

```
$ ls -l tekitou > ls-l-output-second 2>&1
```

標準出力とエラー出力を ls-l-output-second にリダイレクトしました。ファイルの指定と、1,2 の指定の位置を間違えないようにしてください。

4.4 パイプ

標準入力からデータを入れることにより、特別な処理ができるコマンドがあります。次のコマンドを入力してみましょう。

実行例

```
$ ls -l /usr/bin
```

画面にファイル一覧が流れますが/usr/bin にはコマンドが 1000 以上あるため、そのままではすべてのコマンドを画面に表示しきることができません。ここで、次のように入力します。

実行例

```
$ ls -l /usr/bin | less
```

less は前章で学習したページャの less コマンドのことです。コマンドとコマンドを「|（パイプ）」でつなげることでパイプの前のコマンドを後ろのコマンドの標準入力とすることができます。

GNOME などのデスクトップ環境がインストールされている場合は、端末上でカーソルキーを押すことでページングすることができるため、操作する端末が目の前にある場合は、ページャにパイプで繋ぐ必要はあまりないかもしれません。しかし端末をリモート操作している場合やデスクトップ環境がインストールされていない Linux 環境の場合は、パイプでつなげる方法を知っておくと大変便利です。

標準エラー出力で説明した、標準出力と標準エラー出力を 1 つのファイルに出力する場合の方法も利用可能です。次のように入力してください。

実行例

```
$ ls -l xxx /usr/bin 2>&1 | less
```

xxx は存在しませんが、その旨のメッセージはリダイレクトにより標準出力に出力されます。

○実習: コマンドの実行結果を less コマンドでページング表示

/usr/bin のファイル一覧を less でページングしながら表示します。

```
$ ls -l /usr/bin | less
          :
          :          操作
          :
（q を入力して終了）
```

4.5 grep コマンド

grep コマンドは、ファイルの中からデータを検索します。また、| grep とすることで、標準入力から入ったデータに対し検索を行なうことも可能です。

書式

```
grep [オプション] 検索条件 [指定ファイル]
```

指定ファイルの部分は、1 つでもかまいませんし、*のようなワイルドカードを利用した複数ファイルの指定でも可能です。 ワイルドカードとは、不特定の文字列を表現するのに利用される記号のことです。検索条件として、正規表現が用いられます。正規表現は、grep のみならず Linux で用いられるパターンマッチや、多くのプログラミング言語でも利用されている、非常に重要な機能です。

4.5.1 正規表現

正規表現は文字列のみならず、意味のある記号を用いることで、高度な検索条件を与える表現方法です。主に用いられる記号は次の通りです。

表 4.1 正規表現で使われる記号と意味

記号	意味
^	行頭を表す
$	行末を表す
.	任意の一字を意味する
*	直前文字の 0 回以上の繰り返しを意味する
[...]	.. の中の任意の一字を意味する
[^...]	.. の文字が含まれないことを意味する。
¥	正規表現の記号をエスケープする。

表 4.2 正規表現の利用例

記号	意味
^a	a で始まっている行
b$	b で終わっている行
a.b	a と b の間に 1 文字入っている
[ab]ab	a もしくは b に続く ab(aab,bab)
[^ab]ab	a もしくは b で始まらない (not) で、ab が続くもの (例: xab, zab 等)

○実習: grep コマンドの実行

grep コマンドを用いて、文字列の検索を行ないましょう。
/etc ディレクトリにあるファイルで abc という文字列を含むものを検索するには、以下のようにコマンドを実行します。

```
$ grep abc /etc/*
        :
/etc/services:abcvoice-port   3781/tcp
```

/etc ディレクトリにあるファイルで行の先頭が xy ではじまっているものを検索するには、以下のようにコマンドを実行します。

```
$ grep ^xy /etc/*
        :
/etc/services:xyplex-mux      173/tcp
        :
```

4.5.2 さまざまな条件を用いた grep コマンドの実行

大文字と小文字の区別に関する条件を指定したり、否定の条件を指定することができます。

オプション

```
-e
文字列を検索パターンとして扱う。

-i
検索パターンと入力ファイルの双方で、英大文字と小文字の区別を行わない。

-v
検索パターンとマッチしなかった行を選択する。
```

○実習: さまざまな条件を用いた grep コマンドの実行
grep コマンドにオプションを付けて文字列を検索してみましょう。/etc ディレクトリにあるファイルについて、さまざまな条件で検索してみます。

```
$ grep abc /etc/*
(/etc ディレクトリにある、abc という文字列を含むファイル)
(略)
/etc/services:hostname        101/tcp        hostnames       # usually from sri-nic
/etc/services:hostname        101/udp        hostnames       # usually from sri-nic
```

```
(略)

$ grep -i hostname /etc/*
(/etc ディレクトリにある、大文字または小文字の hostname という文字列を含むファイル)

/etc/rc.sysinit:    HOSTNAME=localhost
(略)
/etc/rc.sysinit:     # Reset the hostname.
(略)

$ grep abc /etc/* | grep -v tcp
(/etc ディレクトリにある、 abc という文字列を含むが tcp という文字列は含まないファイル)
(略)
/etc/services:abcvoice-port  3781/udp                # ABCvoice server port
(略)
```

先ほど表示された行（/etc/services:abcvoice-port 3781/tcp）が、tcp という除外の文字列を含むため、今回は表示されません。

4.5.3 標準出力にマッチさせる

grep コマンドはファイルの内容に一致させる以外に、標準入力からの入力をマッチさせることが可能です。

○実習: 標準出力の結果を grep で検索

標準出力の結果を grep で検索してみましょう。以下のコマンドを早速実行してみましょう。

/usr/bin にあるコマンド一覧を出力します。今回の例では grep -e d$と指定したため、ファイル名が d で終わるファイルを/usr/bin から検索しています。

```
$   ls /usr/bin/ | grep -e d$
                  :
                  :
xxd
yppasswd
$
```

4.6 章末テスト

(1)grep コマンドを利用し、行頭が a または b で始まる行を抽出できる正規表現を以下の 4 つの中から選びなさい

1. `grep -e ^(ab)`
2. `grep -e ^"ab"`
3. `grep -e ^{ab}`
4. `grep -e ^[ab]`

(2)「ls /usr/bin | grep -e ^a..$」というコマンドを実行した場合、どのような結果になるか答えなさい。

(3) パス/etc の中にあるファイルでファイル名が conf で終わるものを grep とパイプを用いて記述しなさい。

(4)ls -l を実行した結果を ls-result ファイルに書き込む場合のコマンドを記述しなさい。

(5)chkconfig --list の実行結果から iptables だけを絞り込んで表示するコマンドを grep を使って記述しなさい。

第5章

基本的なコマンド 2

本章では、基本的なコマンドとして touch, head, tail, sort, uniq, tr, diff を学習します。主にテキストファイルを処理するために利用すると便利なコマンドです。

この章の内容

5.1 ファイルのタイムスタンプの変更 (touch)
5.2 ファイルの一部の取得 (head, tail)
5.2.1 head
5.2.2 tail
5.2.3 特別なオプション -f
5.3 ファイルのソート (sort)
5.3.1 ファイルの準備
5.3.2 sort の実行
5.3.3 n 列目のデータソート (-k)
5.3.4 数値式でのソート
5.4 行の重複の消去 (uniq)
5.5 文字列の置き換え (tr)
5.6 ファイルの比較 (diff)
5.7 章末テスト

5.1 ファイルのタイムスタンプの変更 (touch)

ファイルには、タイムスタンプ（最終更新日）が必ず存在します。タイムスタンプは ls コマンドの-l オプションを付けることで確認できます。その最終更新時間を変更するのが、touch コマンドです。

書式

```
touch [オプション] ファイル名
```

touch コマンドを実行すると、ファイルのタイムスタンプが現在日時に変更されます。なお、オプションにより、新しいタイムスタンプとなる日時を指定することもできます。ファイルが存在しない場合、touch コマンドは中身が空である 0 バイトのファイルを作成します。

○実習: ファイルのタイムスタンプの変更と確認

テスト用のファイルを作成して、作成したファイルのタイムスタンプを変更してみましょう。早速以下のコマンドを実行してください。

```
$ ls -l hosts.bak
-rw-rw-r-- 1 okada okada 187 Jun 4 10:06 hosts.bak
$ touch hosts.bak
$ ls -l hosts.bak
-rw-rw-r-- 1 okada okada 187 Jun 5 09:50 hosts.bak
$ touch -t 06030800 hosts.bak
$ ls -l hosts.bak
-rw-rw-r-- 1 okada okada 187 Jun 3 08:00 hosts.bak
```

-t はファイルの更新時刻を指定するオプションです。時間は `[[CC]YY]MMDDhhmm[.SS]` 形式（[] 内は省略可）で指定します。これで、ファイルの最終更新時刻が変わったことが確認できます。

○実習: touch コマンドによるファイル作成

touch コマンドはタイムスタンプの変更をするだけのコマンドではありません。touch コマンドで、指定したファイル名のファイルが存在しない場合、空のファイルを作成します。

```
$ ls -l touched-file
$ touch touched-file
$ ls -l touched-file
-rw-rw-r-- 1 okada okada    0 Jun 5 09:55 touched-file
```

ファイルが作成されました。ファイルの中身は空なので、サイズが 0 バイトになっています。

5.2 ファイルの一部の取得 (head, tail)

ファイルの先頭や末尾など一部分のみを見る場合は head コマンドや tail コマンドが使えます。これらのコマンドを実行することでファイルの内容の一部を見ることができます。

5.2.1 head

書式

```
head [オプション] ファイル名
```

オプション

```
-n 行
先頭から指定した行を標準出力します。
-c バイト
先頭から指定したバイト分を標準出力します。
```

head はファイルの先頭部分を標準出力します。オプションを付けない場合は、先頭から 10 行を標準出力します。

ファイル名には対象のファイル名を入力します。ファイル名の部分を空白にした場合、もしくは-（ハイフン）を指定した場合は、標準入力からのデータに対して処理を行ないます。従って次のコマンドを実行した場合、3 つのコマンドの実行結果は同一になります。

実行例

```
$ head FILE              FILE の先頭 10 行を表示
$ cat FILE | head -      標準入力からの内容のうち先頭 10 行表示
$ cat FILE | head        標準入力からの内容のうち先頭 10 行表示
```

3 つとも、FILE というファイルの先頭 10 行を表示します。コマンドを実行時に行数を指定しなかった場合は先頭 10 行が表示されます。オプションを付けることにより表示する行数を変更できます。

5.2.2 tail

書式

```
tail [オプション] ファイル名
```

オプション

```
-n 行
末尾から指定した行を標準出力します。
-c バイト
末尾から指定したバイト分を標準出力します。
```

tail はファイルの終わり部分を標準出力します。オプションを付けない場合は、末尾から 10 行を標準出力します。

ファイル名には対象のファイル名を入力します。ファイル名の部分を空白にした場合、もしくは-（ハイフン）を指定した場合は、標準入力からのデータに対して処理を行ないます。従って次のコマンドを実行した場合、3 つのコマンドの実行結果は同一になります。

実行例

```
$ tail FILE              FILE の末尾 10 行を表示
$ cat FILE | tail -      標準入力からの内容のうち末尾 10 行表示
$ cat FILE | tail        標準入力からの内容のうち末尾 10 行表示
```

3 つとも、FILE というファイルの末尾 10 行を表示します。コマンドを実行時に行数を指定しなかった場合は末尾 10 行が表示されます。オプションを付けることにより表示する行数を変更できます。

5.2.3 特別なオプション -f

tail は本来ファイルの終わり部分を表示するコマンドです。しかし、ファイルによっては、その終わり部分が随時変わることがあります。tail には-f というオプションが存在します。-f オプションを付けることにより、変更をリアルタイムでモニタすることが可能です。よく用いられる目的に、ログファイルのモニタがあげられます。ログとは、サービスの動作状況が出力されるファイルです。システムの変更やサービスの動作などでメッセージがログに記載されると、その内容が出力されます。

書式

```
tail -f ファイル名
```

リアルタイムでログファイルなどの変更を見ることが可能です。

○実習: tail コマンドの実行

実際に tail コマンドと-f オプションの働きを確認してみましょう。tail コマンドの動きを確認するために、あらかじめ以下のコマンドを入力してテストで使うためのコマンドを準備してください。

```
$ man less > ~/manual-less
```

テスト用のファイルができたら、このファイルに対して tail コマンドを実行してみましょう。

```
$ tail manual-less
       You may distribute under the terms of the Less License.

       [参考訳]
       Copyright (c) 1994-2000  Kazushi (Jam) Marukawa, 日本語化ルーチンのみ。
       この部分に関するコメントは jam@pobox.com へ送って下さい。
       このパッチは Less ライセンスの下で配布できる。



                           Version 358: 08 Jul 2000                  LESS(1)
```

manual-less ファイルの末尾 10 行が標準出力されます。

○実習: tail -n コマンドの実行

tail コマンドは-n オプションを付けて標準出力する行数を指定することができます。以下の例は末尾 5 行を標準出力する例です。

```
$ tail -n 5 manual-less
       このパッチは Less ライセンスの下で配布できる。



                           Version 358: 08 Jul 2000                  LESS(1)
```

○実習: tail -f コマンドの実行

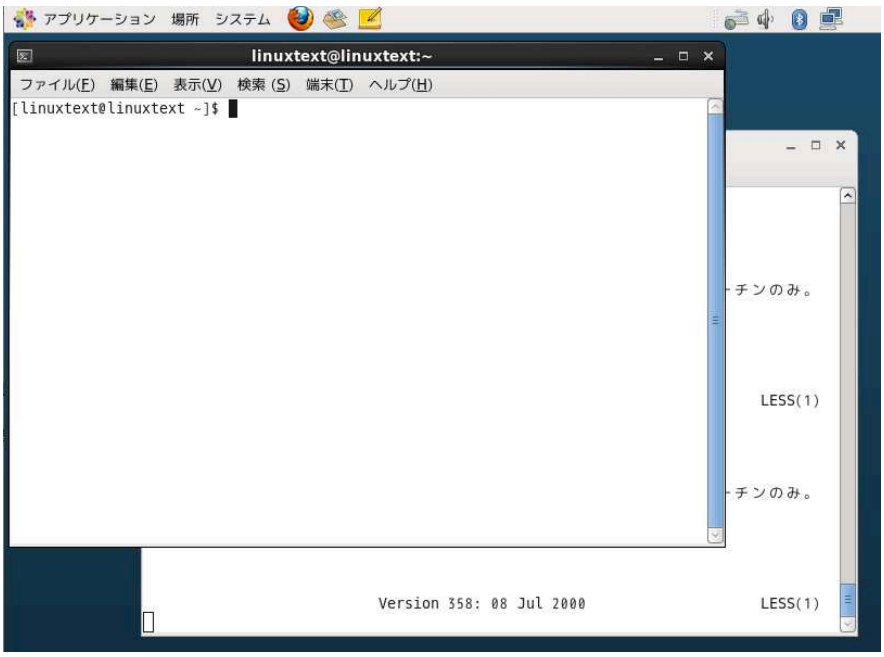
最後に-f オプションを付けてファイルを開いてみましょう。

1. 作成した manual-less を tail -f コマンドで開きます。

```
$ tail -f manual-less
(略)
                           Version 358: 08 Jul 2000                  LESS(1)
```

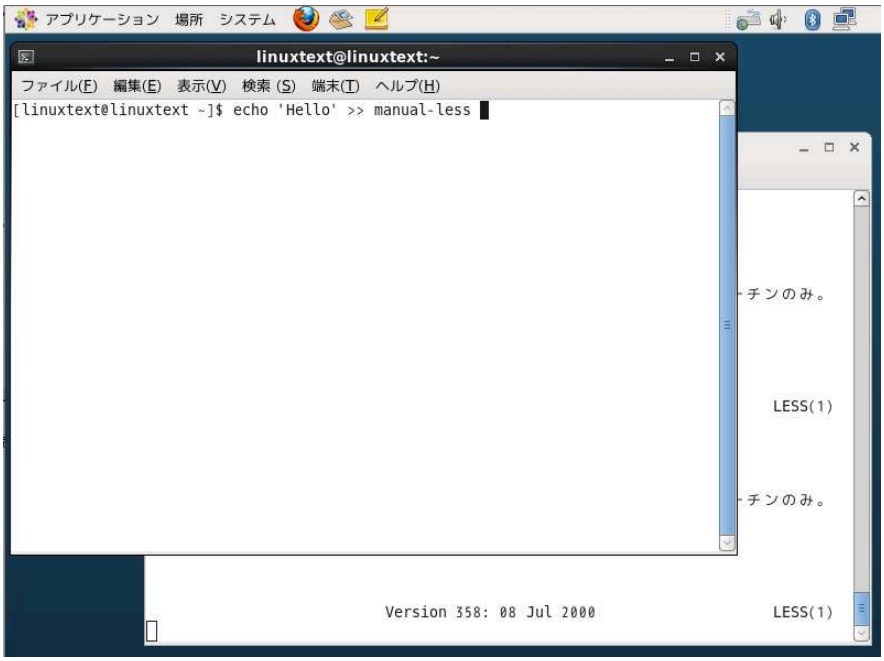
2. tail コマンドに-f オプションを付けたため、ファイルの終わり部分が標準出力されますが、シェルに制御が戻りません。

3.「アプリケーション→システム→端末」をクリックして端末をもう一つ開いてください。



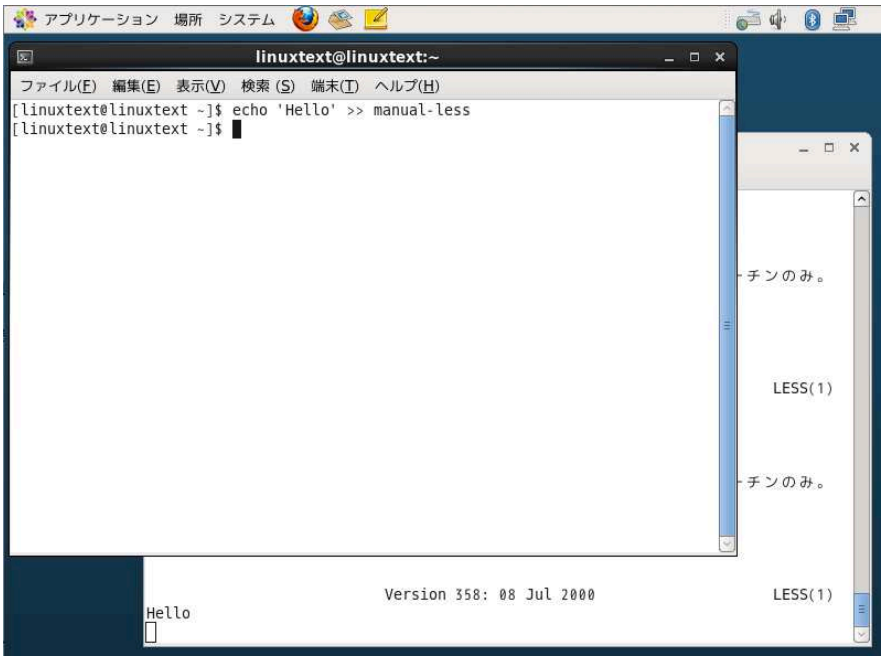
4. 新しい端末で以下のようにコマンドを実行します。

```
$ echo 'Hello' >> manual-less
```



5. manual-less ファイルにデータが追加されます。

```
$ tail -f manual-less
(略)
                          Version 358: 08 Jul 2000                    LESS(1)
Hello
```



新しい端末から入力した'Hello'という文字列が出力されています。tail -f によるファイルの読み込みは「Ctrl」C キーを押して処理を中断するまで継続されます。

tail -f はこの実習から分かるように、ファイルを動的に読み込むことができます。Web サーバーのアクセスログやエラーログを見る場合に便利なコマンドです。

5.3 テキストファイルのソート (sort)

テキストファイルの中身をソートするには sort コマンドが使えます。オプションでどのような順序でソートするか指定することができます。

書式

```
sort [オプション] ファイル名
```

オプション

```
-r
逆順でソートする

-k n
n 列目のデータをソートする

-n
数値としてソートする
```

5.3.1 ファイルの準備

sort の機能を確認するために、サンプルとなるファイルを作成します。このファイルを元に、sort を動作させます。内容は、3 人の名前と数値です。左から順に '名前, 名字, 点数'となっていると考えてください。

```
$ cat > score
yoshinori kawazu  85
keiichi oka  70
toru minemura  100
(Control-d を押す)
$
```

5.3.2 sort の実行

テストファイルの作成が終わったら、sort コマンドとオプションを付けてさまざまな条件でソートしてみましょう。

○実習: sort コマンドの実行

まずはオプションを付けずにソートしてみます。

```
$ sort score
keiichi oka 70
toru minemura 100
yoshinori kawazu 85
```

オプションを特に付けない場合は各行の 1 文字目をアルファベット順（k → t → y）でソートされます。

○実習: -r オプションを付けた逆順によるソート

sort コマンドにオプション-r を付けた場合はどうなるでしょうか。

```
$ sort -r score
yoshinori kawazu 85
toru minemura 100
keiichi oka 70
```

アルファベットの逆順（y → t → k）にソートされます。

5.3.3 n 列目のデータソート (-k)

「sort を実行する」では行の 1 文字目を鍵としてソートを行いました。これは名前でソートしているのと同じです。では、名字を鍵としてソートするにはどうしたら良いでしょうか？ sort では-k オプションを付けると、ソートの鍵として利用する列の番号を指定します。

○実習: -k オプションを付けたソート

名字順でソートしてみましょう。2 列目の名字を鍵としてソートするので、オプションに 2 を指定します。

```
$ sort -k 2 score
yoshinori kawazu 85
toru minemura 100
keiichi oka 70
```

2 列目の名字の部分を基準にソートされます (k → m → o)。

○実習: さまざまなオプションを付けたソート

オプションとしてさらに-r を指定すると、逆順でソートできます。

```
$ sort -k 2 -r score
keiichi oka 70
toru minemura 100
yoshinori kawazu 85
```

-r を指定したことで先ほどの逆順でソートされました (o → m → k)。

5.3.4 数値式でのソート

今度は得点の列 (3 列目) を鍵としてソートしてみましょう。コマンドは次のようになります。

実行例

```
$ sort -k 3 score
toru minemura 100
keiichi oka 70
yoshinori kawazu 85
```

並び方が少し変ですね。大きい順で並ぶのであれば 100 → 85 → 70 になるべきですし、小さい順で並ぶのであれば 70 → 85 → 100 になるべきです。しかし、実行例のような結果になるのは、これら 3 つの数字が「文字として」認識されているからです。sort は前述の通り、1 文字目しかみていません。従ってアルファベットをソートしたのと同様に、数値も最初の 1 文字を見てソートしています (1 → 7 → 8)。

これを辞書式ソートといって、文字を辞書に出てくる順にソートできます。アルファベットであればそれでかまいませんが、3 列目は得点＝数値であり、得点順にソートする場合はこの辞書式ソートは不適切です。これに対して、数値としてソートするのを数値式ソートといい、sort に-n オプションを付けることで実行できます。

○実習: 数値式ソートの実行

それでは早速数値式ソートを実践してみます。文字列の 3 列目を基準として数値式ソートしましょう。

```
$ sort -n -k 3 score
keiichi oka 70
yoshinori kawazu 85
toru minemura 100
```

リストが得点の低い順にソートされました。

○実習: 数値式ソートの実行 (逆順)

オプションにさらに-r を付加すると、逆順でソートすることができます。

```
$ sort -n -r -k 3 score
toru minemura 100
yoshinori kawazu 85
keiichi oka 70
```

-r を付加したことにより、得点の高い順にソートすることができました。

5.4 行の重複の消去 (uniq)

uniq コマンドを使うことで直前の行と同じ内容があった場合、対象行を出力しません。連続している同じ内容の行を、1 行にまとめることができます。

書式

```
uniq ファイル名
```

○実習: uniq 確認用のファイル作成

uniq コマンドの動きを確認するため、以下のような内容のファイルを uniq-sample として保存しておいてください。

```
$ cat > uniq-sample
AAA
BBB
AAA
CCC
CCC
DDD
```

○実習: uniq コマンドの実行

作成した uniq-sample に対して、uniq コマンドを早速実行してみましょう。

```
$ uniq uniq-sample
AAA
BBB
AAA
CCC
DDD
```

uniq の実行により、重複して記述されていた文字列 CCC が 1 行にまとめられました。このように uniq コマンドを使うことで全データから重複しない要素だけをピックアップすることができます。AAA は 2 行ありますが、結果はそのまま出力されています。これは、AAA の行は連続していないため、uniq の処理対象にはならないためです。

5.5 文字列の置き換え (tr)

tr コマンドを使って、標準入力からのデータを文字毎に置き換える (TRanslate) ことができます。

書式

```
tr 文字列 1 文字列 2
```

tr コマンドは文字を文字毎に別の文字に置き換えることができます。置き換える元のデータは標準入力からのデータを対象にします。実行例で動きを説明しましょう。

実行例

```
$ cat FILE | tr abc ABC
```

この例では以下のようなことを行ないます。

- cat コマンドで FILE を開く。
- tr コマンドで a,b,c をそれぞれ A,B,C に置き換える。

○実習 tr コマンドによる置き換え

では、次の例を実行したらどういった結果になるでしょうか。実際にファイルを作成して実行してみてください。

ファイルを作成

```
$ cat > translate
Android
iPhone
Windows Phone
(「Ctrl」D を押す。)
```

実行

```
$ cat translate | tr on ON
ANdrOid
iPhONe
WiNdOws PhONe
```

tr コマンドについて理解できたでしょうか。tr コマンドに 2 つのパラメーターを渡すと、文字毎に指定した文字を別の文字に置き換えます。従って例題のファイルに含まれる o と n の文字が、大

文字の O と N に置き換えられたというわけです。

tr コマンドの結果は標準出力に出力されますが、以下のようにリダイレクトすればファイルに出力することもできます。

tr の結果をリダイレクトを使ったファイル出力

```
$ cat translate | tr on ON > translate2
$ cat translate2
ANdrOid
iPhONe
WiNdOws PhONe
```

ファイル translate には変更が記録されず、tr の実行結果はファイル translate2 にファイル出力されます。

5.6 ファイルの比較 (diff)

Linux にはファイルを比較するコマンドがあります。主に使われる用途として、変更の有無を調べる場合に用いられます。diff の結果は標準出力されますが、リダイレクトすればファイルに出力することもできます。

書式

```
diff [オプション] ファイル 1 ファイル 2
```

オプション

```
-c
context diff 形式で差分を出力します。

-u
unified diff 形式で差分を出力します。
```

実行例

```
$ diff file1 file2
$ diff -c file1 file2
$ diff -u file1 file2
```

○実習: diff コマンドの実行

diff コマンドの動きを確認するため、以下のように実際に異なるファイルの file1 と file2 を作成しておいてください。

```
$ echo "test text" > file1
$ echo "test text" > file2
$ echo "new line" >> file2
```

ファイルが作成できたら、diff コマンドでファイルを比較してみましょう。

diff コマンドによる比較

```
$ diff file1 file2
1a2
> new line
```

diff -u コマンドによる比較

```
$ diff -u file1 file2
--- file1 2012-07-06 11:00:00.098086703 +0900
+++ file2       2012-07-06 12:00:00.394135769 +0900
@@ -1 +1,2 @@
 test text
+new line
```

diff -c コマンドによる比較

```
$ diff -c file1 file2
*** file1       2012-07-06 11:00:00.098086703 +0900
--- file2 2012-07-06 12:00:00.394135769 +0900
***************
*** 1 ****
--- 1,2 ----
  test text
+ new line
```

オプションを付けずに diff コマンドを実行した場合は、異なる部分を標準出力します。今回紹介したオプションを付けて diff コマンドを実行した場合、ファイルの更新時刻を含めたより多くの差分情報が表示されます。

たとえばここで、file2 の内容を別の文字列で上書きして diff コマンドを実行してみてください。

```
$ echo "overwrite text" > file2
(file2 を別の文字列で上書き)
$ echo "new line" >> file2
```

file1 と file2 の共通点はなくなりましたので、diff コマンドを使って比較すると以下のように標準出力されます。

diff コマンドによる比較

```
$ diff file1 file2
1c1,2
< test text
---
> overwrite text
> new line
```

3 つの差分があると表示されていますが、少しわかりにくいですね。今度は diff -u コマンドで比較してみましょう。

diff -u コマンドによる比較

```
$ diff -u file1 file2
--- file1 2012-07-06 13:21:21.219249366 +0900
+++ file2       2012-07-06 13:26:51.664814277 +0900
@@ -1 +1,2 @@
-test text
+overwrite text
+new line
```

diff -u コマンドによる比較は、削除された行の頭にマイナス記号、追加された行にプラス記号が付加されて標準出力されます。標準出力の結果から、file1 と file2 の共通していた文字列である「test text」が削除され、新たに「overwrite test」と「new line」という行が差分追加されているということがわかります。オプション-u は文字列の増減が激しい、文書やプログラムのソースコードを比較する場合に有用であるといえます。

5.7 章末テスト

(1)sort コマンドの実行結果となるように、適切なオプションを付けなさい。

```
$ sort (          ) price

Digital Camera 9800
32-inch TV 49800
Blue-ray Recorder 59800
```

(2)uniq-sample というファイルに対して uniq コマンドを実行したときの実行結果を答えなさい。

```
$ cat uniq-sample
red
red
blue
red
blue
```

(3)file1 と file2 の内容の違いを比較するコマンドを記述しなさい。

(4) 以下のコマンドを実行したところ、何も結果が表示されずコマンド待ち状態になりました。何が考えられるか答えなさい。

```
$ diff test1 test2
$
```

(5) パス /etc の ls コマンドの実行結果が保存されたファイル ls-etc の終わり 8 行分を表示する場合のコマンドを記述しなさい。

```
$ (                ) ls-etc
wpa_supplicant
xdg
xinetd.d
xml
yp.conf
yum
yum.conf
yum.repos.d
```

第6章

vi エディタ

Linux の設定をするためにしばしば利用される vi(vim) を操作しながら、エディタの基本的な機能を学んでみましょう。本章では vi の機能のうち、ファイルの開閉やテキストの検索や置換、ページ移動や編集方法など基礎的な操作を解説します。

この章の内容

6.1 vi の基本操作
6.1.1 ファイルを開く
6.1.2 ファイルを閉じる
6.1.3 ファイルを保存する
6.1.4 ファイルを保存して終了する
6.1.5 ファイルを保存せずに強制的に閉じる
6.2 インサートモードとコマンドモード
6.2.1 テキストの入力
6.2.2 カーソルの移動
6.3 編集中の大きな移動
6.3.1 ページ単位の移動
6.3.2 行を指定した移動
6.4 様々な編集操作
6.4.1 文字のカット・アンド・ペースト
6.4.2 行のカット・アンド・ペースト
6.4.3 行のコピー・アンド・ペースト
6.4.4 編集の取り消し (アンドゥ)
6.5 置換と検索
6.5.1 文字列の検索
6.5.2 文字列の置換
6.6 章末テスト

6.1 vi の基本操作

vi はページャであり、エディタでもあります。vi でファイルを開いた場合はコマンドモード（view モード）といって、ページングによる行やページ単位の移動や、行の削除、コピー、カット、ペーストなどの編集操作を行なうことができるモードと文字入力を受け付けるインサートモードがあります。

エディタを開始する方法は vi コマンドに続いて編集したいファイルのファイル名を指定することで作業を開始できます。エディタを終了する方法は「コマンドモード」で終了コマンドを実行することで vi エディタによる編集作業を終えることができます。

それでは早速、基本操作であるファイルの開閉とファイルの保存と終了の方法について実際にコマンドを実行してみましょう。

6.1.1 ファイルを開く

vi コマンドでファイルを開くには vi コマンドの後に編集したいファイルを指定します。

書式

```
vi [ファイル名]
```

6.1.2 ファイルを閉じる

vi コマンドを使って開いたファイルを閉じるには、「ESC」キーを押したあと、:q と入力します。q は quit の略です。ファイルを閉じることができます。

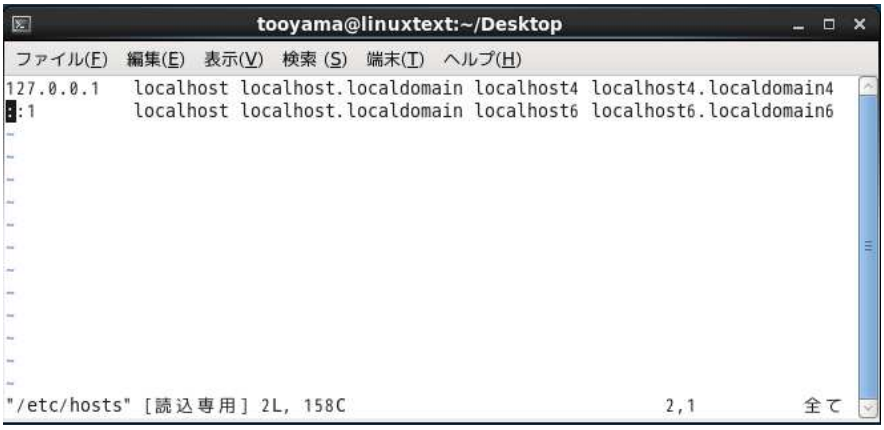
○実習: vi によるファイルの開閉

vi を使って、既存の設定ファイルである/etc/hosts ファイルを開き、内容を確認したら閉じてみましょう。

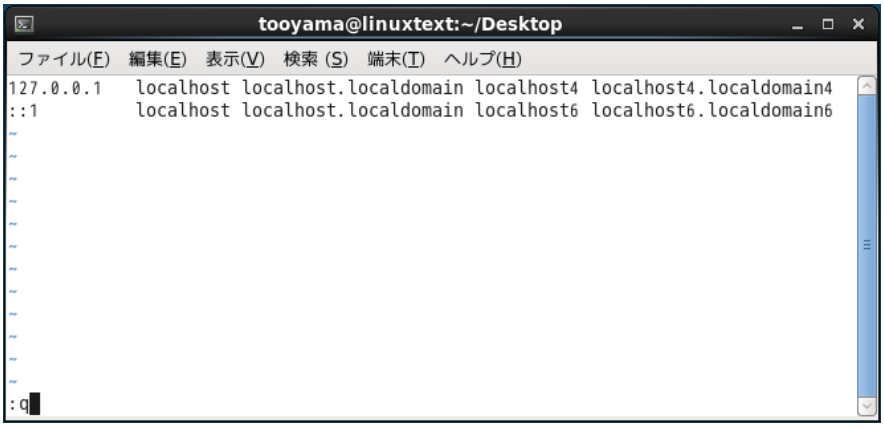
1. まずは既存のファイルを開いてみます。

```
$ vi /etc/hosts
```

2. ファイルが開きました。



3. :q コマンドを実行してファイルを閉じます。



4. vi コマンドが終了して、コマンド入力待機状態に戻ります。

6.1.3 ファイルを保存する

vi コマンドを使って開いたファイルを保存するには、「ESC」キーを押したあと、:w と入力します。w は write の略です。ファイルに変更内容が書き込まれて、編集作業を継続できます。

test.txt というファイルを開き、ファイルを保存してみましょう。

```
$ vi test.txt
```

↓

```
:w
（コマンドを入力）
```

↓

```
"test.txt" 1L, 5C 書込み
```

6.1.4　ファイルを保存して終了する

vi コマンドを使って開いたファイルを保存したあとファイルを閉じるには、「ESC」キーを押したあと、:wq と入力します。w により変更内容が書き込まれ、q によりファイルを閉じます。

test.txt というファイルを開き保存したあと、ファイルを閉じて終了してみましょう。

```
$ vi test.txt
```

↓

```
:wq
```

↓

```
$ vi test.txt
$
```

6.1.5　ファイルを保存せずに強制的に閉じる

vi コマンドを使って開いたファイルを保存せずに閉じるには、「ESC」キーを押したあと、:q!と入力します。通常、編集済みのファイルはそのままでは閉じることができません。:q コマンドのあとに!をつけることで、ファイルを保存せずに強制的に終了できます。

test.txt というファイルを開き、ファイルを強制的に閉じてみましょう。

```
$ vi test.txt
```

↓

```
:q!
```

↓

```
$ vi test.txt
$
```

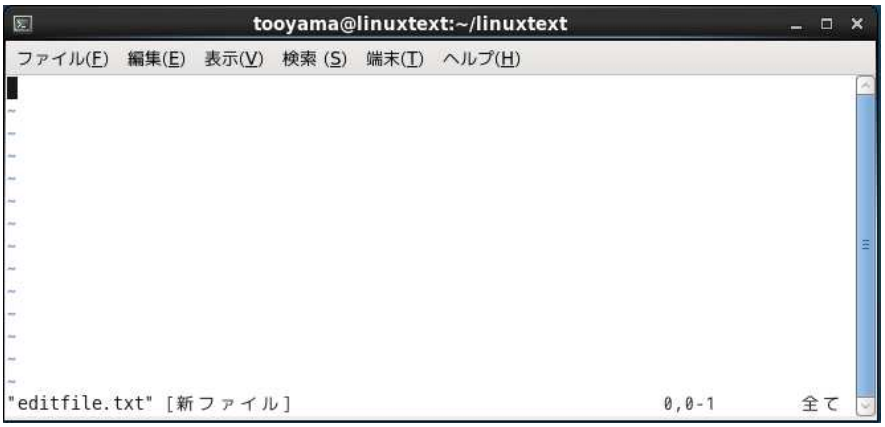
○実習: vi によるファイルの操作

vi のさまざまな操作を行なってみましょう。vi の詳細な操作手順はこのあと説明しますので、ここではまず手順に従って操作してみてください。

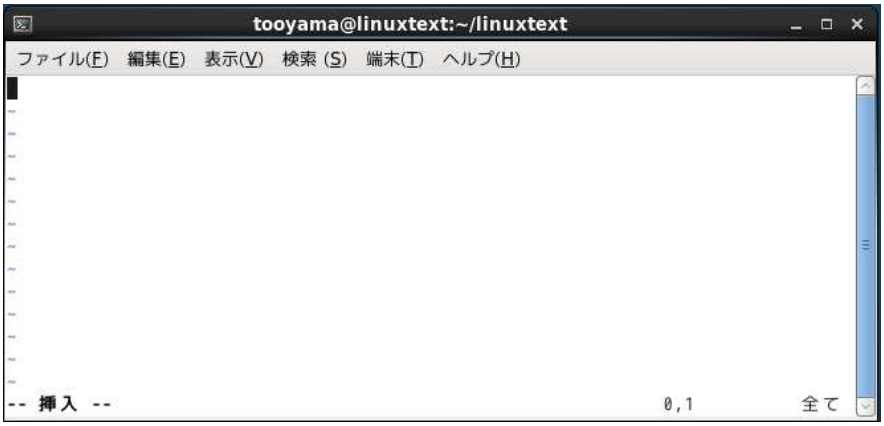
1. 以下のコマンドを実行します。

```
$ vi editfile.txt
```

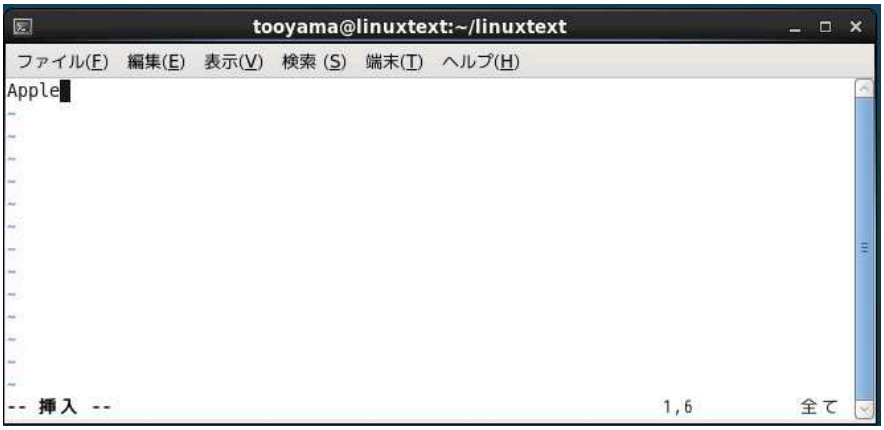
2. 内容が空のファイルが開きます。



3.「i」キーを押して「インサート」モードに切り替えます。

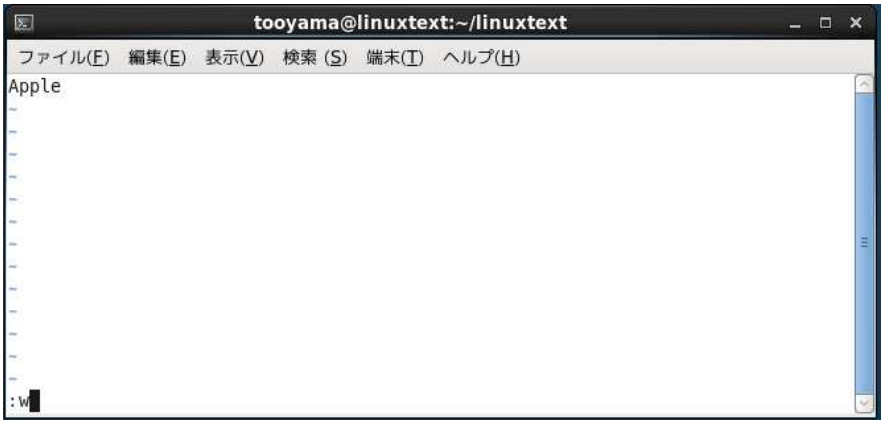


4. キーボードで「Apple」と入力しましょう。



5.「ESC」キーを押して「インサート」モードから抜けます。

6. :w コマンドを実行してファイルを保存します。



7. ファイルが保存され、「書込み」と表示されます。

8.「コマンド」モードで「A」キーを押して行末まで移動し、「Enter」キーを押して改行します。

9. 次の行に「Orange」と入力しましょう。

10.「ESC」キーを押して「インサート」モードから抜けます。

11. :q コマンドを実行して、ファイルを閉じてみます。

12. 変更した内容が保存されていないため、エラーが表示されます。

13. :wq コマンドを実行すると、ファイルを閉じることができるのを確認します。

14. もう一度ファイル editfile.txt を開きます。

15.「コマンド」モードで「A」キーを押して行末まで移動し、「Enter」キーを押して改行します。

16. 次の行に「Banana」と入力しましょう。

17.「ESC」キーを押して「インサート」モードから抜けます。

18. :q!コマンドを実行すると、ファイルを閉じることができるのを確認します。

19. ファイルを開き、「Banana」という文字列がファイルに書かれていないことを確認します。

vi はファイルの操作や閲覧を行なう「コマンドモード」と、ファイルの編集を行なう「インサートモード」の切り替えという概念はあるものの、使い慣れているエディタとほぼ同じように操作できることがわかったと思います。

次の手順以降でさらにいろいろな vi の機能を学習しましょう。

6.2 インサートモードとコマンドモード

vi エディタを起動すると、コマンドを入力するコマンドモードでファイルが開かれます。文字列を打ち込むには i コマンドもしくは a コマンドなどでインサートモードへ切り替えます。vi コマンドはスクリーンエディタと呼ばれ、基本的にカーソルがある位置に対してコマンドを実行します。

6.2.1 テキストの入力

文字列を入力するインサートモードは、コマンドでインサートモードへ切り替える必要があります。インサートモードへの切り替えにはさまざまなコマンドがありますが、ここでは i コマンドと、a コマンドについて説明します。

○実習: テキストの入力

早速ファイルを開いて文字列を入力してみましょう。書き換え可能なファイルである viinsert.txt を新規作成してみます。

```
$ vi viinsert.txt
"viinsert.txt" [新ファイル]                                    0,0-1         全て
```

文字列を入力するにはインサートモードへ移行します。カーソルがある位置 (文字の前) にテキストを入力するには i コマンド (insert コマンド) を使います。
早速文字を入力してみましょう。

1. まず、インサートモードに切り替えるため、i コマンドを入力します。
2. 画面左下に挿入と表示されます。

```
-- 挿入 --
```

3. 文字を入力します。

```
test
```

インサートモードではカーソルがある位置にテキストを挿入しましたが、カーソルのある文字の後にテキストを入力するモードもあります。早速文字を入力してみましょう。入力モードから抜けるには「Esc」キーを入力してください。

1. まず、インサートモードに切り替えるため、a コマンド (append コマンド) を入力します。
2. 画面左下に挿入と表示されます。

```
-- 挿入 --
```

3. 文字を入力します。

```
testTEST
```

前の手順で入力した文字列の末尾に今回入力した TEST が追加されました。

カーソルの位置ではなく、行の先頭にテキストを入力するには I コマンドを使います。早速文字を入力してみましょう。入力モードから抜けるには「Esc」キーを入力してください。

1. まず、インサートモードに切り替えるため、I コマンドを入力します。
2. 画面左下に挿入と表示されます。

```
-- 挿入 --
```

3. 文字を入力します。

```
1234testTEST
```

前の手順で入力した文字列の先頭に今回入力した 1234 が追加されました。

行の最後にテキストを入力するには A コマンドを使います。早速文字を入力してみましょう。入力モードから抜けるには「Esc」キーを入力してください。

1. まず、インサートモードに切り替えるため、A コマンドを入力します。
2. 画面左下に挿入と表示されます。

```
-- 挿入 --
```

3. 文字を入力します。

```
1234testTEST6789
```

前の手順で入力した文字列の末尾に今回入力した 6789 が追加されました。

文字を間違えたときは「Delete」や「BS」でカーソルの前の 1 文字が削除できます。「Delete」キーや「BS」キーの動作は使う環境により変わってきます。ファイルを変更したので、:wq コマンドで入力した文字列をファイルへ保存してから終了してください。

```
:wq
"viinsert.txt" [新] 1L, 17C 書込み
```

6.2.2 カーソルの移動

テキストファイルを編集していると、入力間違いに気がついたり、後からの変更が出てくるので、既に入力したテキストを修正したいときがあります。追加する文字がある場合は、カーソルを修正したいところへ移動して文字を入力します。

○実習: カーソルの移動

ファイルを開いて文字列を入力した後でカーソルを移動する練習をするため、書き換え可能なファイルである vimove.txt を新たに開きます。

```
$ vi vimove.txt
```

以下の例文を入力してください。

```
Apple
Orange
Banana
Melon
```

カーソルの左右移動

vi でカーソルを左へ移動するには「h」を、カーソルを右へ移動するには「l」と入力します。CentOS 7 で利用できる vi コマンドでは、カーソルキーの左右を使ってカーソルの左右移動をすることもできます。

カーソルの上下移動

カーソルの上下移動は「j」で下へ、「k」で上へ移動することが可能です。CentOS 7 で利用できる vi コマンドでは、カーソルキーの上下を使ってカーソルの上下移動をすることもできます。

コマンドを使った行頭への移動

0（ゼロ）コマンドを実行すると、カレント行の行頭へ移動することができます。

コマンドを使った行末への移動

$コマンドを実行すると、カレント行の行末へ移動することができます。

6.3 編集中の大きな移動

vi コマンドは小さなファイルから大きなファイルまでを編集できます。1 画面に収まらない大きなファイルを編集する場合は 1 文字ずつカーソルを移動するコマンドだけでは大変でしょう。ページ単位で移動するコマンドや、指定の行へ移動するコマンドや、目的の文字列へ移動するコマンドを使います。

6.3.1 ページ単位の移動

素早く編集するために画面をページ (デフォルト指定の行数) 単位で前後へ移動するコマンドを使います。

○実習: ページ単位の移動

ページ単位の移動の実習を行なうため、vi コマンドで既にある/var/log/dmesg ログファイルを開いてください。実習が終わったら編集内容を保存せずに終了します。

```
$ vi /var/log/dmesg
"/var/log/dmesg" [読込専用] 299L, 14056C
```

次のページへの移動は「Ctrl」f コマンドです。前のページへの移動は「Ctrl」b コマンドです。

```
:q!
$
```

実習が終わったら、今回は利用したログファイルを保存しないで終了するために:q!コマンドで vi を終了してください。

6.3.2 行を指定した移動

素早く編集するために指定の行へカーソルを移動するコマンドを使います。

○実習: 行の移動

開いたファイルから指定行への移動を行なう実習を行なうため、vi コマンドで/var/log/dmesg ファイルを開いてください。

```
$ vi /var/log/dmesg
"/var/log/dmesg" [読込専用] 299L, 14056C
```

今回開いた dmesg ファイルのように、大きなファイルではページ単位の移動だけでは大変なこともあります。ここではファイルを効率的に閲覧するために行数を指定して移動したり、行を移動するコマンドを使ってみましょう。

行番号を指定した移動

行番号を指定して移動するには、これまでにコマンドを入力する時に出てきた:の後に行番号を指定します。たとえば 10 行目へ移動したい場合は、「:10」と入力してください。10 行目へカーソルが移動します。

```
:10
```

「:1」と入力すると 1 行目へ戻ります。

```
:1
```

コマンドを使った文書頭への移動

gg コマンドを実行すると文書頭、つまり 1 行目へ戻ることができます。

コマンドを使った文書末への移動

G コマンドを実行すると文書末、つまり最終行へ移動することができます。

実習が終わったら、今回は利用したログファイルを保存しないで終了するために:q!コマンドで vi を終了してください。

```
:q!
$
```

6.4 様々な編集操作

vi の編集の基礎である「カット・アンド・ペースト」や「コピー・アンド・ペースト」、アンドゥについて説明します。

6.4.1 文字のカット・アンド・ペースト

文字のカット・アンド・ペーストの機能はコマンドモードで実行します。文字をカットするコマンドと、カットした文字をペーストするコマンドであるコマンドを利用します。

表 6.1 カット・アンド・ペーストで使うコマンド

コマンド	内容
x	1 文字削除
dd	1 行削除
yy	1 行コピー
nyy	**n** 行コピー
p	カーソルの文字の次または次の行にペースト
P	カーソルの文字の前または前の行にペースト
u	カット、ペーストを一回取り消し（アンドゥ）

○実習: 文字のカット・アンド・ペースト

vi コマンドで vicutpaste.txt ファイルを開き、カット・アンド・ペーストするためのサンプル文字列を入力してください。ここでは以下の画面と同じになるように i コマンドでインサートモードにしたあと、以下のように入力します（わざと間違えています)。

```
$ vi vicutpaste.txt
This is aa pen.
That is na apple.
(略)
"vicutpaste.txt" [新ファイル]                                    0,0-1         全て
```

上記の例文は 2 つの誤りがあります。一つ目は aa と連続している箇所、そしてもう一つは na とミスタイプしている箇所です。

これを正しい文に修正しましょう。

1. まずコマンドモードにしてカーソルを aa の位置に移動します。
2. x コマンドで aa の a を 1 文字削除してください。

```
This is a pen.
That is na apple.
```

これで一行目の文の修正ができました。

先ほど文字の削除に利用した x コマンドは、x コマンドで削除した最後の文字はバッファと呼ばれる一時的な箱に入ります。そのため、p コマンドを実行するとバッファに保存された文字を取り

出すことができます。

次に二行目の文を修正しましょう。

1. まずコマンドモードにしてカーソルを na の n の位置に移動します。
2. x コマンドで na の n を 1 文字削除してください。
3. x コマンドで n が削除されました。

```
This is a pen.
That is a apple.
```

4. a にカーソルがある状態で p コマンドを入力します。

```
This is a pen.
That is an apple.
```

a のあとに n が挿入され、これで二行目の文の修正ができました。

p コマンドはカーソルがある文字の後に文字をペーストします。なお、カーソルの前に文字をペーストしたいときは P コマンド (Paste コマンド) を使います。

6.4.2 行のカット・アンド・ペースト

行単位のカット・アンド・ペーストとコピー・アンド・ペーストの機能はコマンドモードで、行のカットをするコマンドと、カットした文字列をペーストするコマンドを使います。

○実習: 1 行の文字列をカット・アンド・ペースト

vi コマンドで vicutlinepaste.txt ファイルを開き、サンプル文字列を入力してください。ここでは以下の画面と同じになるように i コマンドでインサートモードにしたあと、「This is a pen.「Enter」That is an apple.「Esc」」と入力します。

```
$ vi vicutlinepaste.txt
This is a pen.
That is an apple.
(略)
"vicutlinepaste.txt" [新ファイル]                          0,0-1         全て
```

この例文を使って一行カットしてペーストしてみましょう。

行単位でカットしたい場合は dd コマンドを使います。カットした行のテキストはバッファへ入るため、p コマンドまたは P コマンドを実行すると文字列をペーストできます。

「This is a pen」を dd コマンドで一行カットしたあと、p コマンドと P コマンドを実行して違いを確認してみましょう。

p コマンド

```
That is an apple.
This is a pen.
```

文字列がカーソルの下にペーストされます。

P コマンド

```
This is a pen.
That is an apple.
```

文字列が カーソルの上にペーストされます。

実習が終わったら、:wq コマンドでファイルを保存して閉じてください。

6.4.3 行のコピー・アンド・ペースト

行単位で文字列をコピー・アンド・ペーストすることもできます。まず yy コマンドで行全体をコピーします。yy コマンドを実行すると、文字列はバッファに入ります。バッファ内のテキストは p コマンドもしくは P コマンドでペーストできます。

○実習: 1 行の文字列のコピー・アンド・ペースト

vi コマンドで vicopypaste.txt ファイルを開き、サンプル文字列を入力してください。ここでは以下の画面と同じになるように i コマンドでインサートモードにしたあと、「This is a pen.「Enter」That is an apple.「Esc」」と入力します。

```
$ vi vicopypaste.txt
This is a pen.
That is an apple.
(略)
"vicopypaste.txt" [新ファイル]                                    0,0-1         全て
```

今回は 2 行目をコピーしたいと思います。2 行目にカーソル移動して yy コマンドでコピーしてください。コピーした内容は p コマンドでペーストしてください。実行結果は以下のようになると思います。

```
This is a pen.
That is an apple.
That is an apple.
```

yy コマンドでコピーした内容を p コマンドでペーストした場合、現在カーソルがある行の下に挿入されます。

コピーしたい行数を指定することもできます。指定する方法は yy コマンドの前に行数を指定するだけです。3 行コピーしてペーストしてみましょう。複数行コピーするには「コピーしたい行数 yy」のように指定します。

次の例では 3 行をコピーしたいと思います。gg コマンドを入力して文書頭まで戻ったあと 3yy とコマンドを入力してください。yy コマンドでコピーした文字列はバッファに入ります。p コマンドを実行してペーストしてください。

```
This is a pen.
 This is a pen.
 That is an apple.
 That is an apple.
That is an apple.
That is an apple.
```

※太字の部分がペーストした部分です。

実習が終わったら、:wq コマンドでファイルを保存して閉じてください。

6.4.4 編集の取り消し (アンドゥ)

テキストの編集で何か失敗をしたとき、それを元に戻したいことがあります。そのためのコマンドがアンドゥ (undo) で、u コマンドを入力します。vi エディタでは、すべての編集操作について、u コマンドでそれを取り消すことができます。

○実習: 文字編集の取り消し

vicutpasteundo.txt という以下の内容のファイルを作成して u コマンドを実行し、早速カット・アンド・ペーストの取り消しを試してみましょう。

1. ファイルを作成します。

```
$ vi vicutpasteundo.txt
This is a pen.
(略)
```

2. x コマンドで、文字列を全部削除してください。
3. u コマンドで、削除した文字列が一文字ずつ挿入されるのを確認します。
4. :q!コマンドでファイルを閉じます。
5. もう一度、ファイル vicutpasteundo.txt を開いてください。
6. yy コマンドを押して、行をコピーしてください。
7. p コマンドで、「This is a pen.」をペーストできることを確認します。
8. u コマンドで、ペーストした文字列が削除されるのを確認します。

実習が終わったら、:wq コマンドでファイルを保存して閉じてください。

6.5 置換と検索

巨大であったり、全体像を把握していないファイルはカーソル移動やページ移動のコマンドだけを駆使して目的の位置へたどりつくのは大変です。テキストファイルの中にある文字列を検索するコマンドを使うと、素早く目的の位置に移動できます。また、置換コマンドを使えば文章中の文字列を探して別の文字列に置き換えることも素早く行なうことができます。

表 6.2　検索と置換に関するコマンド

コマンド	内容
/検索文字列	文字列の検索
n	下方向へ再検索
N	上方向へ再検索
:対象の行 s/検索文字列/置換文字列/オプション	文字列を置換する

6.5.1 文字列の検索

テキストの中から目的の文字列へカーソルを移動するためには/コマンドを使います。/コマンドのあと、検索したい文字列を続けて入力します。

書式

```
/文字列
```

○実習: 文字列の検索

vi コマンドで/var/log/dmesg ファイルを開き、このファイルから特定の文字列を検索してみましょう。

```
$ vi /var/log/dmesg
"/var/log/dmesg" [読込専用] 299L, 14056C
```

文字列を検索するコマンドは/です。/コマンドの後に探したい文字列を入力し、「Enter」キーを入力するとカーソルが文字列へ移動します。ここでは CPU を検索するため、「/CPU」を入力しました。

ファイルの中には同じ文字列が複数現れることもあります。/コマンドで 1 回検索した文字列は、n コマンドまたは N コマンドで繰り返し探せます。n キーを押すと 1 つ次の文字列を再検索し、N

キーは 1 つ前の文字列を再検索し、n キーまたは N キーを押した回数だけ再検索できます。

文書末まで再検索を行なうと、「下まで検索したので上に戻ります」と表示され、もう一度再検索を文書頭から行なうことができます。

文字列を検索すると検索した文字列がハイライト表示されます。このハイライト表示は次の文字列を検索するまでハイライト表示が残ります。ハイライトを消すには:nohlsearch コマンドを実行してください。

実習が終わったら、今回は利用したログファイルを保存しないで終了するために:q!コマンドで vi を終了してください。

```
:q!
$
```

6.5.2 文字列の置換

vi コマンドでは文字の置換を行なうことも簡単です。置換する対象は行範囲を指定することも、文書全体を対象にすることもできます。

書式

```
:対象の行 s/検索文字列/置換文字列/オプション
```

表 6.3 置換方法の指定

コマンド	内容
: **n**s/old/new	**n** 行目の最初の old を new に置換して終了
: **n**s/old/new/g	**n** 行目の全ての old を new に置換して終了
:%s/old/new/g	ファイル全体の検索語句を置換する
:%s/old/new/gc	置換の度に確認を求める

文字列を置換するコマンドは「:対象の行 s/検索文字列/置換文字列/オプション」と記述できます。対象の行を省略すると現在カーソルがある行だけが置換対象になります。オプションに g を指定すると 1 行にある複数の検索文字列を置換します (g を指定しないと行ごとに 1 回だけ置換をします)。

○実習: 文字列の置換

vi コマンドで vireplace.txt ファイルを開き、サンプル文字列を入力したものを用意してください。このファイルを使って文字列の置換を試してみましょう。

```
$ cat vireplace.txt
lemon orange banana melon lemon
orange banana melon lemon orange
banana melon lemon orange banana
melon lemon orange banana melon
lemon orange banana melon lemon
orange banana melon lemon orange
banana melon lemon orange banana
melon lemon orange banana melon
```

指定行の文字列置換

指定行を置換対象とする場合は:指定行 s/old/new/.. のように記述します。

1. まず、1 行目の banana を BANANA に置換してみましょう。以下のように操作してみてください。

```
:1s/banana/BANANA/g
```

2. 結果は以下のようになったはずです。

```
lemon orange BANANA melon lemon
(略)
```

3. 次に、orange を ORANGE に置換してみましょう。以下のように操作してみてください。

```
:1s/orange/ORANGE/
```

4. 結果は以下のようになったはずです。

```
lemon ORANGE BANANA melon lemon
(略)
```

今回は 1 行目には banana や orange が重複していなかったため、いずれも 1 つの文字列のみ置換されました。次に g オプションありと g オプションなしの時の動作の違いを確認してみましょう。

1. まず、2 行目の orange を ORANGE に置換してみましょう。以下のように操作してみてくだ

さい。

```
:2s/orange/ORANGE/g
```

2. 結果は以下のようになったはずです。

```
ORANGE banana melon lemon ORANGE
(略)
```

g オプションを付けた場合、指定した行にあるすべての文字列を別の文字列に置換します。

3. 次に、3 行目の banana を BANANA に置換してみましょう。以下のように今回は g オプション無しで操作してみてください。

```
:3s/banana/BANANA/
```

4. 結果は以下のようになったはずです。

```
BANANA melon lemon orange banana
(略)
```

g オプションを付けなかった場合、指定した行にある最初の該当文字列のみ、別の文字列に置換して終了します。

ファイル全体の文字列置換

ファイル全体を置換対象とする場合は:%s/old/new/g のように記述します。

1. ファイル全体の melon を*MELON*に置換してみましょう。以下のように操作してみてください。

```
:%s/melon/*MELON*/g
```

2. 結果は以下のようになったはずです。

```
lemon ORANGE BANANA *MELON* lemon
ORANGE banana *MELON* lemon ORANGE
BANANA *MELON* lemon orange banana
*MELON* lemon orange banana *MELON*
lemon orange banana *MELON* lemon
orange banana *MELON* lemon orange
banana *MELON* lemon orange banana
*MELON* lemon orange BANANA *MELON*
```

行数ではなく % を指定した場合、置換範囲はファイル全体を検索範囲とします。

ファイル全体の中にある melon という文字列を*MELON*に置換できました。一括置換は非常に便利ですが、時には「確認しながら置換したい」と思う場合があると思います。次の手順で説明します。

確認しながらファイル全体を文字列置換

次に gc オプション付きで、確認しながら文字列置換してみましょう。

1. ファイル全体の lemon を@LEMON@に置換してみましょう。以下のように操作してみてください。

```
:%s/lemon/@LEMON@/gc
```

2. 実行すると確認メッセージが出てきます。この時点では置換は実行されません。

```
lemon ORANGE BANANA *MELON* lemon
ORANGE banana *MELON* lemon ORANGE
BANANA *MELON* lemon orange banana
*MELON* lemon orange banana *MELON*
lemon orange banana *MELON* lemon
orange banana *MELON* lemon orange
banana *MELON* lemon orange banana
*MELON* lemon orange BANANA *MELON*
(略)
@LEMON@ に置換しますか? (y/n/a/q/l/^E/^Y)
```

3. y と入力すると置換が実行され、次の lemon を@LEMON@に置換するか確認メッセージが出ます。

```
(略)
@LEMON@ に置換しますか? (y/n/a/q/l/^E/^Y) y
```

↓

```
@LEMON@ ORANGE BANANA *MELON* lemon
ORANGE banana *MELON* lemon ORANGE
BANANA *MELON* lemon orange banana
*MELON* lemon orange banana *MELON*
lemon orange banana *MELON* lemon
orange banana *MELON* lemon orange
banana *MELON* lemon orange banana
*MELON* lemon orange BANANA *MELON*
(略)
@LEMON@ に置換しますか? (y/n/a/q/l/^E/^Y)
```

y を入力すると文字列置換して、n を入力すると文字列置換しません。該当文字列が見つからなくなるまで、確認メッセージが出ます。q を入力すると、文字列置換を中止できます。

6.6 章末テスト

vi を使用中の場合に、以下を実現するためのコマンドを答えなさい。

(1) カレント行から 3 行をコピーする

(2) 文書内の abc という語句を検索する。

(3) 編集中のファイルを保存せずに強制終了する。

(4) 文書の 100 行目に移動する。

(5) 文書中の「高野豆腐」を「絹ごし豆腐」に置換する。ただし g オプションを付けて実行する。

第7章

管理者の仕事

本章は Linux でシステムの管理を行なう場合に使われるコマンドについて焦点を当てます。ユーザの作成や削除、ユーザパスワードの設定、グループを作成してユーザを割り当てたりグループ設定の変更やグループの削除について理解を深めましょう。

この章の内容

7.1 グループとユーザ
7.1.1 ユーザ
7.1.2 ユーザの作成
7.1.3 ユーザアカウントの変更
7.1.4 ユーザの削除
7.1.5 グループ
7.1.6 グループの作成
7.1.7 グループの登録情報の変更
7.1.8 グループを削除
7.2 パスワードとパスワードファイル
7.2.1 パスワードファイル (/etc/passwd)
7.2.2 グループファイル (/etc/group)
7.2.3 パスワード
7.2.4 シャドウファイル (/etc/shadow)
7.3 用意されているユーザとグループ
7.3.1 一般のユーザとグループ
7.3.2 root ユーザ
7.3.3 su コマンド
7.3.4 root ユーザでコマンドを実行する sudo コマンド
7.4 章末テスト

7.1 グループとユーザ

Linux を利用するにはユーザアカウントが必要です。任意のユーザでログインすると、Linux を利用することができます。これはログインしたユーザが Linux というシステムの利用権限を持っているためです。グループを使えば複数のユーザを束ねることができます。

グループとユーザを適切に設定することで、ファイルやディレクトリ、任意のプログラムやシェルスクリプトなどを必要なユーザにのみ参照・編集する権限や実行する権限を与えることができます。

グループとユーザを作成・変更・削除するコマンドは管理コマンドなので、管理者である root ユーザで実行する必要があります。以降の章でも、多くのシステム管理用のコマンドを実行する際は root ユーザで実行してください。間違えて一般ユーザで実行しようとしても何も起こらないか、エラーが表示されて正常に処理を行なえません。

本教科書の実行例で冒頭が$になっているものはユーザ権限でも実行可能ですが、#になっているコマンドは root 権限で実行する必要があります。学校などの環境によっては root ユーザを使えない場合も多々ありますのでご了承ください。root ユーザになるコマンドについては、この章で後述します。

7.1.1 ユーザ

メモリやファイルなどのさまざまな資源を利用するためにユーザという最小単位で権限を定義できます。インストール時から用意されているユーザに加え、システム管理者が必要に応じてユーザを定義できます。ユーザの定義は/etc/passwd ファイルに記述します。Linux では/etc/passwd ファイルをエディタで直接編集する代わりに、useradd コマンドで新しいユーザを追加し、usermod コマンドでユーザの定義を変更し、userdel コマンドでユーザを削除することが推奨されています。

7.1.2 ユーザの作成

新しくユーザを作成するには useradd コマンドを使います。ユーザには数字であるユーザ ID を割り振ります。ユーザは必ずグループに所属します。作成したユーザをログインユーザとして使用する場合は、後述する passwd コマンドにてパスワードを登録する必要があります。

書式

```
useradd ユーザ名
```

オプション

```
-c コメント
コメント（文字列）を指定します。

-g グループ名
プライマリグループ名を指定します。グループ名は/etc/group ファイルで定義したグループ名です。
```

```
-G グループ名
補助グループを指定します。

-d
ホームディレクトリを指定します。

-s
シェルを指定します。デフォルトで/bin/bash が指定されているディストリビューションが多く、ログインしないユーザは nologin を指定するなどします。

-u ユーザ ID 番号
ユーザ ID 番号を指定します。
```

○実習: ユーザの作成

ユーザを作成したあと、ユーザが作成できたか home ディレクトリを確認します。

```
# useradd owl
(ユーザを作成)
# ls /home/
owl
(home ディレクトリを確認)
```

ユーザ owl を作成できました。

○実習: ユーザ ID を指定したユーザの作成

次にユーザ ID を指定してユーザを作成してみましょう。

まずはユーザ ID 番号が 1001 のユーザが/etc/passwd ファイルに登録されているか調べます。users グループに所属するユーザ ID が 1001 の penguin ユーザを作ります。/etc/passwd ファイルに penguin ユーザが作成されたか grep コマンドで調べてください。

```
# grep 1001 /etc/passwd
(当てはまる行がなければユーザ ID は未登録)
# useradd -g users -u 1001 penguin
(ユーザを作成)
# grep penguin /etc/passwd
penguin:x:1001:100::/home/penguin:/bin/bash
(作成されたユーザを表示)
```

7.1.3 ユーザアカウントの変更

ユーザのアカウントを変更するには usermod コマンドを使います。

書式

```
usermod　ユーザ名
```

オプション

```
-c コメント
コメント（文字列）を変更します。

-g グループ名
プライマリグループ名を変更します。グループ名は/etc/group ファイルで定義したグループ名です。

-G グループ名
補助グループを変更します。

-l ユーザ名
既存のユーザ名を変更します。

-u ユーザ ID 番号
ユーザ ID 番号を変更します。
```

○実習: ユーザアカウントのコメントの変更

penguin ユーザのコメントを調べてから、コメントを指定します。penguin ユーザのコメントが追加されているかを確認してください。

```
#  grep penguin /etc/passwd
penguin:x:1001:100::/home/penguin:/bin/bash
（ユーザアカウントを表示）
#  usermod -c "LPI-Japan Certification" penguin
（コメントを追加）
#  grep penguin /etc/passwd
penguin:x:1001:100: LPI-Japan Certification:/home/penguin:/bin/bash
（ユーザアカウントを表示して変更内容を確認）
```

7.1.4 ユーザの削除

ユーザを削除するには userdel コマンドを使います。

書式

```
userdel ユーザ名
```

オプション

```
-r
ホームディレクトリを削除します。
```

○実習: ユーザアカウントの削除

penguin ユーザの情報を表示してから、penguin ユーザを削除します。penguin ユーザが登録されていないことを確認してください。

```
# grep penguin /etc/passwd
penguin:x:1001:100:LPI-Japan Certification:/home/penguin:/bin/bash
(登録されている penguin ユーザの情報を確認)
# userdel penguin
(penguin ユーザを削除)
# grep penguin /etc/passwd
(penguin ユーザの情報を確認)
#
(ユーザが削除されたので表示されません)
```

7.1.5 グループ

複数のユーザの権限をまとめて扱うためにグループを使います。ユーザは必ず 1 つ以上のグループに所属していて、主に所属するグループをプライマリグループと呼びます。最初から用意されているグループに加え、システム管理者が必要に応じてグループを定義できます。グループの定義は/etc/group ファイルに記述します。Linux では/etc/group ファイルをエディタで直接編集する代わりに、groupadd コマンドで新しいグループを追加し、groupmod コマンドでグループの定義を変更し、groupdel コマンドでグループを削除することが推奨されています。

7.1.6 グループの作成

新しくグループを作成するには groupadd コマンドを使います。グループには数字のグループ ID を割り振ります。

書式

```
groupadd  グループ名
```

オプション

```
-g グループ ID 番号
グループ ID 番号を指定します。
```

○実習: 新しく自分が使うグループの作成

グループ ID1001 が/etc/group ファイルに登録されているか調べます。グループ ID1001 の linuc グループを追加します。/etc/group ファイルに linuc グループが作成されたか grep コマンドで調べてください。

```
# grep 1001 /etc/group
(グループ ID がすでに利用されていないことを確認)
# groupadd -g 1001 linuc
(新しい linuc グループを作成)
# grep linuc /etc/group
linuc:x:1001:
(作成したグループを表示)
```

7.1.7 グループの登録情報の変更

グループの定義を変更するには groupmod コマンドを使います。

書式

```
groupmod [-g gid] [-n new-group-name] 変更対象のグループ
```

オプション

```
-n
既存のグループ名を変更する場合に指定します。

-g
既存のグループ ID を変更します。100 未満のグループ ID はシステムで使われているため、指定できません。
```

実行例

```
$ groupmod -n penguin dolphin
(dolphin グループを penguin グループに名前変更)
$ groupmod -g 777 penguin
(penguin グループ ID を 777 に変更)
```

○実習: 登録したグループ名の変更

linuc グループの情報を表示します。linuc グループの名前を linux に変更したあと、linux グループの情報を確認してください。

```
# grep linuc /etc/group
linuc:x:1001:
(登録されているグループの表示)
# groupmod -n linux linuc
(グループ名の変更)
# grep linux /etc/group
linux:x:1001:
(変更されたグループの表示)
```

7.1.8 グループを削除

グループを削除するには groupdel コマンドを使います。groupdel コマンドでは登録されているグループの情報を削除します。ユーザが所属していないグループのみ削除できます。

書式

```
groupdel グループ名
```

○実習: 登録したユーザの削除

linux グループを作成してから、linux グループを削除します。linux グループが削除されていることを確認してください。

```
# grep 1001 /etc/group
("1001"を鍵として/etc/group 内を検索※)
# groupadd -g 1001 linux
(グループ ID1001 のグループ linux を作成)
# grep linux /etc/group
linux:x:1001:
(作成したグループを確認)
# groupdel linux
(グループ linux を削除)
# grep 1001 /etc/group
(削除されたグループを確認)
#
(グループが削除されたので 1 行も表示されません)
```

※グループ ID 1001 のグループを作成するため

7.2 パスワードとパスワードファイル

グループの定義は/etc/group ファイル (グループファイル) に、ユーザの定義は/etc/passwd ファイル (パスワードファイル) に記述されています。ユーザを利用するにはパスワードが必要で、パスワードは/etc/shadow ファイル (シャドウファイル) に暗号化されて記録されます。パスワードの変更は passwd コマンドを使っておこないます。

7.2.1 パスワードファイル (/etc/passwd)

ユーザの情報は/etc/passwd ファイル (パスワードファイル) に保存され、1 行に 1 ユーザの情報を:で区切って記述します。パスワードファイルに登録された 1 ユーザの内容 (1 行) は次の様になります。

```
account:password:UID:GID:GECOS:directory:shell
```

※ GECOS = General Electric Comprehensive Operating System

従来はパスワードファイルに暗号化されたパスワードを記述していましたが、多くのディストリビューションはセキュリティを考慮してシャドウファイルにパスワードを記述しています。パスワードファイルはエディタで直接編集するべきではありません。useradd コマンドなどのコマンドを使って操作することが推奨されます。

表 7.1　パスワードファイルの内容

項目	内容
account	そのシステムでのユーザ名。大文字を含まないようにする
password	以前はユーザの暗号化されたパスワード、現在は 'x' です
UID	ユーザ ID 番号
GID	ユーザが属するプライマリグループ ID 番号
GECOS	ユーザの名前またはコメントのフィールド
directory	ユーザのホームディレクトリ
shell	ログイン時に起動されるユーザのコマンドインタプリタ

7.2.2　グループファイル (/etc/group)

グループの情報は/etc/group ファイル (グループファイル) に保存され、1 行に 1 グループの情報を:で区切って記述します。グループファイルに登録された 1 つのグループの内容 (1 行) は次の様になります。

```
group_name:password:GID:user_list
```

表 7.2　グループファイルの内容

項目	内容
group_name	グループの名前。
password	以前は暗号化されたグループのパスワード、またはパスワードが不要なら空欄
GID	グループ ID 番号
user_list	グループに所属するユーザ名のリスト。それぞれのユーザ名はコンマで区切られる。

グループファイルはエディタで直接編集するべきではありません。groupadd コマンドなどのコマンドを使って操作することが推奨されます。

7.2.3　パスワード

ユーザの権限を使うにはユーザ名とパスワードを使って認証します。作成したユーザはパスワードを登録するとログインできるようになります。ユーザのパスワードを登録・変更するには passwd コマンドがあります。パスワードの登録にはパスワードが必要なので、初めてパスワードを変換するのはシステム管理のための root ユーザ (スーパーユーザ) である必要があります。

書式

```
passwd [ユーザ名]
```

ユーザのパスワード登録と変更ユーザのパスワードを登録したり、変更します。

○実習: パスワードの設定

root ユーザで、penguin ユーザのパスワードを変更します。パスワードが変更できたら、コンソールから一回ログアウトし、再びログインをしてください。

```
# passwd penguin
ユーザ penguin のパスワードを変更。
新しいパスワード: xxxxxxxx
新しいパスワードを再入力してください: xxxxxxxx
passwd: 全ての認証トークンが正しく更新できました。
# exit
(root ユーザをログアウト)

CentOS release 6.3 (Final)
Kernel 2.6.32-279.1.1.el6 on an i686
localhost login: penguin
(ユーザ名を入力)
Password: xxxxxxxx
(パスワードを入力)
Last login: Wed Jul 18 10:10:10 from 192.168.1.100
$
(ユーザログインに成功するとプロンプトが表示される)
```

パスワードは複雑なものを設定するように心がけてください。英数文字だけでなく小文字と大文字を混ぜたり記号をいれるなど、他人から推測されにくい、適切なパスワードを設定してください。

7.2.4 シャドウファイル (/etc/shadow)

ユーザのパスワードはパスワードファイルではなく、シャドウファイル (/etc/shadow) に保存されます。シャドウファイルに登録された 1 つのユーザ (1 行) の内容は次の様になります。

```
account:password:last_changed:may_be_changed:must_be_changed:warned:expires:dis
abled:reserved
```

シャドウファイルはエディタで直接編集するべきではありません。日付に使われている基準の 1970 年 1 月 1 日は Linux システムが基準としている時間です。

表 7.3　シャドウファイルの内容

項目	内容
account	ユーザ名
password	暗号化されたパスワード
last_changed	1970 年 1 月 1 日から、最後にパスワードが変更された日までの日数
may_be_changed	パスワードが変更可能となるまでの日数
must_be_changed	パスワードを変更しなくてはならなくなる日までの日数
warned	パスワード有効期限が来る前に、ユーザが警告を受ける日数
expires	パスワード有効期限が過ぎ、アカウントが使用不能になるまでの日数
disabled	1970 年 1 月 1 日からアカウントが使用不能になる日までの日数
reserved	予約フィールド

7.3　用意されているユーザとグループ

Linux はインストールしてすぐにそのシステムを利用できるように、ユーザとそのユーザが所属するグループが用意されています。ユーザやグループは必要に応じて複数追加できます。

7.3.1　一般のユーザとグループ

Linux にログインするにはアカウントが必要です。アカウントを作成するとユーザ名と同様の名前のグループが作られ、ユーザはそのユーザグループに所属しているとシステムに登録されます。

グループは複数のユーザをまとめるためにあります。個別のユーザを所属部署などの単位でグループ化することができます。グループを使うことでシステム上にあるディレクトリのアクセス権を設定して、特定のグループに属したユーザのみアクセスできるディレクトリを作成するといった使い方や、特定グループに属しているユーザのみ後述の root ユーザになることができるような運用が可能になります。

7.3.2　root ユーザ

root ユーザはシステム設定の変更や、プログラムのインストールや削除、ユーザを作成・削除する事ができる、利用に制限がない特別なユーザです。root ユーザはアクセス権に関係なくすべてのユーザのディレクトリへのアクセス、コンテンツの読み書きが行なえるなどの点で一般ユーザとは異なります。

このように root ユーザでログインできれば全ての操作を行なうことができてしまうため、root ユーザのアカウントは厳格に管理する必要があります。

7.3.3 su コマンド

su コマンドはすでに別のユーザでログインしているユーザが、一時的に他のユーザになるためのコマンドです。su コマンドを実行する際、オプションとしてユーザを指定しない場合は root ユーザでシェルを起動します。

オプションを付けずに su コマンドを実行した場合はカレントディレクトリを変更せずに root ユーザでログインします。カレントディレクトリを root のホームディレクトリに変更してログインするには「su -」、もしくは「su - root」と実行することでカレントディレクトリを変更した上で root ユーザでログインできます。

root ユーザでログインすると、システム管理用のコマンドを実行することができます。複数人で Linux システムを管理している場合は、root ユーザで直接ログインして作業をすると、root ユーザとしての履歴だけが残り、誰がどんな作業をしたのかの履歴が残りません。一般ユーザから root ユーザへ切り替えると、root ユーザで作業を開始した時間などは直ぐにわかります。安全や管理を考えると、一般のユーザでログインしてから root ユーザの権限を取得し、システム作業することが望ましいでしょう。

書式

```
su
su - [ユーザ]
```

オプション

```
su -（もしくは su - root）
root ユーザになることができます。

su - user
指定したユーザになることができます。
```

○実習: root ユーザになる su コマンドの実行

それではユーザから root ユーザになってみましょう。ユーザ権限では見られないログファイルを root 権限になると閲覧できるのを確認してみましょう。

```
$ cat /var/log/messages
cat: /var/log/messages: 許可がありません

$ su -
（root ユーザへ移行）
パスワード： xxxxxx
# cat /var/log/messages
```

```
Mar 20 08:51:46 localhost syslogd 1.4.1: restart.
Mar 20 08:51:46 localhost kernel: klogd 1.4.1, log source = /proc/kmsg started.
(略)
```

7.3.4 root ユーザでコマンドを実行する sudo コマンド

sudo コマンドを使えば、スーパーユーザ（root）権限でコマンドを実行できます。普段作業するときはユーザ権限で行ない、必要に応じて sudo を使いコマンドを実行することで、su コマンドでユーザを root に切り替えることなく、root 権限が必要な設定やプログラムを実行することができます。

-u オプションを付けて sudo コマンドを実行すると、任意のユーザでコマンドを実行できます。オプションを付けないで sudo コマンドを実行した場合は root 権限でコマンドを実行します。

CentOS では初期設定のままでは sudo コマンドは利用できません。sudo コマンドを使うにはユーザを wheel グループというスーパーユーザ（root）特権を持つグループに登録する必要があります。

sudo の設定は/etc/sudoers ファイルを編集することでユーザが sudo コマンドを利用できるようになります。/etc/sudoers ファイルは visudo コマンドを実行すると編集できます。

書式

```
sudo コマンド
スーパーユーザ（root）権限でコマンドを実行

例 1:
sudo cat /var/log/message
```

オプション

```
-u ユーザ
指定したユーザでコマンドを実行します。
```

○実習: 一般ユーザから管理コマンドの実行

sudo を使いたい penguin ユーザを wheel グループの所属にします。visudo コマンドで/etc/sudoers ファイルを編集して wheel グループの定義を有効にします。su コマンドで penguin ユーザに移行してから sudo コマンドを試してください。

```
$ visudo
(ユーザ penguin で visudo を実行)
visudo: /etc/sudoers: Permission denied
```

```
visudo: /etc/sudoers: Permission denied
(管理権限を持たないユーザでは visudo を実行できない)
#  su -
パスワード: xxxxxx
#  usermod -G wheel penguin
(wheel グループにユーザ penguin を追加)
#  vigr
(wheel グループにユーザ追加されたか確認)
wheel:x:10:root
↓
wheel:x:10:root,penguin

#  visudo
(wheel グループを有効に設定)
# %wheel        ALL=(ALL)       ALL
↓
  %wheel        ALL=(ALL)       ALL
#  su - penguin
(root ユーザが su するときは、パスワード入力不要)
$  sudo visudo
(ユーザ penguin は管理グループに所属するユーザなので visudo を実行可能)
[sudo] password for penguin: xxxxxx
(コマンドを実行するユーザのパスワードを入力する)
```

/etc/sudoers ファイルにある以下のオプションを有効にすると、wheel グループに所属するユーザが sudo コマンドを実行した場合、パスワードを聞かれることなくコマンドを実行できるようになります。この設定はデフォルトでは無効化されています。

```
# %wheel        ALL=(ALL)       NOPASSWD: ALL
```

7.4 章末テスト

(1)useradd で user を作りましたが、ログインすることができません。ログインできるようにするには何が必要か答えなさい。

(2) ユーザ user2 を削除する場合のコマンドを答えなさい。

(3) グループ penguin を作成する場合のコマンドを答えなさい。

(4) すでに作成済みのユーザ penguin のパスワードを変更する場合のコマンドを答えなさい。

(5)su コマンドに-オプションを付けない場合と付ける場合の違いは何か、答えなさい。

第8章

ユーザ権限とアクセス権

ディレクトリとファイルの所有者と所有権について理解します。ファイル所有者と所有権を設定・変更するコマンドとして chown コマンド、chmod コマンド、chgrp コマンドを説明します。

この章の内容

8.1 ファイルの所有者と所有グループ
8.1.1 所有者の変更
8.1.2 所有グループの変更
8.2 ファイルとアクセス権
8.2.1 ファイルに設定できるアクセス権
8.2.2 ファイルのモード変更
8.2.3 ファイル作成のモード
8.3 章末テスト

8.1 ファイルの所有者と所有グループ

ファイル作成者のユーザ ID とグループ ID がファイルの所有者と所有グループとなります。所有者と所有グループはファイルの情報として重要な属性です。所有者は chown コマンドで変更でき、所有グループは chgrp コマンドで変更できます。

8.1.1 所有者の変更

ファイルの所有者を変更するには chown コマンドを使います。

書式

```
chown ユーザ [. グループ] ディレクトリ
chown ユーザ [. グループ] ファイル
```

ユーザとグループを変更するには、root ユーザである必要があります。ディレクトリとファイル

は区別なく変更できます。ユーザとグループの区切りに:を使うことも可能です。

オプション

```
-R
ディレクトリを対象にします。ディレクトリの中のディレクトリやファイルを再帰的にたどって変更します。
```

○実習: 一般ユーザと root ユーザでファイル所有者を変更

まず、一般ユーザでファイルを作成し、所有者の変更を試みます。その後、root ユーザに移行し、所有者の変更を試みます。ファイルの所有者が変更されているか確認してください。

```
$ touch user
(ファイルを作成)
$ ls -l user
(ファイルの所有者と所有グループを表示)
-rw-r--r-- 1 penguin linuc 0  2 月  9 12:39 user
(現在の所有はユーザ penguin/linuc グループ)
$ chown nobody user
(一般ユーザでファイルの所有者を変更)
chown: `users' の所有権を変更中: 許可されていない操作です
(一般ユーザで変更不可エラー)
$ su
(root ユーザへ移行)
パスワード: xxxxxxxx
(root ユーザのパスワード入力)
# chown nobody user
(nobody ユーザへ所有者を変更)
# ls -l user
-rw-r--r-- 1 nobody linuc 0  2 月  9 12:39 user
(変更後の所有者を表示)
```

上の実行例では、所有者が penguin、所有グループが linuc になっていますが、実際の環境ではコマンドを実行しているあなたのユーザとグループになります。

8.1.2 所有グループの変更

ファイルの所有グループを変更するには chgrp コマンドを使って行ないます。

書式

```
chgrp グループ ディレクトリ
chgrp グループ ファイル
```

グループを変更できます。ディレクトリとファイルは区別なく変更できます。

オプション

-R
ディレクトリを対象にします。ディレクトリの中のディレクトリやファイルを再帰的に変更します。

○実習: 一般ユーザと root ユーザでファイル所有グループを変更

一般ユーザでファイルを作成し、所有グループの変更を試みます。その後、root ユーザに移行し、所有グループの変更を試みます。ファイルの所有グループが変更されているか確認してください。

```
$ touch groups
(ファイルを作成)
$ ls -l groups
(ファイルの所有グループを表示)
-rw-r--r-- 1 penguin linuc 0  2 月  9 12:39 groups
(現在の所有グループ)
$ chgrp nobody groups
(一般ユーザでファイルの所有グループを変更)
chgrp: changing group of `groups': 許可されていない操作です
(一般ユーザで権限の変更が不可であるとエラー表示)
$ su
(root ユーザへ移行)
パスワード: xxxxxxxx
(root ユーザのパスワード入力)
# chgrp nobody groups
(nobody グループへ所有グループを変更)
# ls -l groups
-rw-r--r-- 1 penguin nobody 0  2 月  9 12:39 groups
(変更後の所有グループを表示)
```

8.2 ファイルとアクセス権

ファイルはファイルを所有するユーザ、ファイル所有グループからファイル所有者を除いたユーザ、その他のユーザの 3 つのレベルで権限を設定できます。ファイルにはユーザで分けた 3 つのレベルごとに読み、書き、実行の 3 つの権限があります。ファイルのモードを変更するには chmod コマンドを使います。

8.2.1 ファイルに設定できるアクセス

ファイルのモードとしては読み書き実行の 3 つの権限があります。所有ユーザ、所有グループで所有者以外のユーザ、所有グループ以外のユーザごとに 3 つの権限を設定できます。ls コマンドに-l オプションを付けて表示される 1 つ目のカラムがファイルのモードを示しています。モードを表す 1 つ目のカラムは次の様になります。

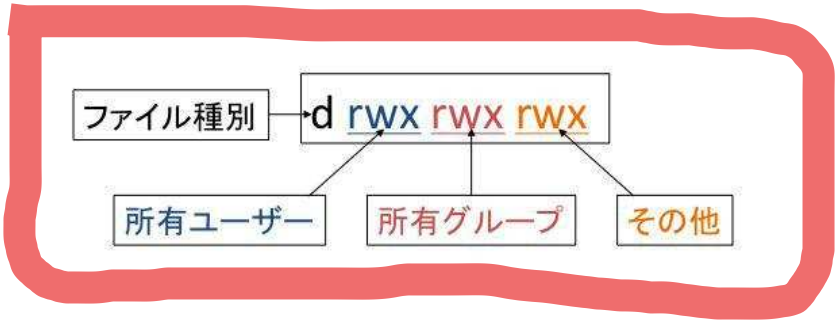


表 8.1　ファイル種別の r,w,x の意味

項目	内容
r	読み込み
w	書き込み
x	実行またはディレクトリの移動

rwx は、ユーザとグループとその他の 3 つに対して指定できます。r が表示されればファイルの読み込みが可能で、w が表示されればファイルの書き込みが可能です。x が表示されればファイルをプログラムとして実行できるか、または、ディレクトリであればディレクトリへ移動できます。

○実習: ファイル所有グループの確認

それでは、システムファイルのファイルモードを確認してみましょう。

```
$ ls -l .bashrc
-rw-r--r-- 1 penguin linux 124  2 月  6 02:44 .bashrc
(所有者が読み書き，所有グループが読み，その他が読み)
$ ls -l /usr
合計 272
drwxr-xr-x   3 root root  4096  2 月  6 01:45 X11R6
drwxr-xr-x   2 root root  4096  2 月  8 13:07 arc
drwxr-xr-x   2 root root 69632  2 月  9 04:02 bin
drwxr-xr-x   2 root root  4096  3 月 30  2007 etc
drwxr-xr-x   2 root root  4096  3 月 30  2007 games
drwxr-xr-x  84 root root 12288  2 月  6 02:04 include
drwxr-xr-x   6 root root  4096 11 月 11 11:39 kerberos
drwxr-xr-x 108 root root 69632  2 月  7 11:41 lib
drwxr-xr-x  13 root root  4096  2 月  9 04:02 libexec
drwxr-xr-x  11 root root  4096  2 月  6 01:43 local
drwxr-xr-x   2 root root 16384  2 月  7 11:41 sbin
drwxr-xr-x 226 root root 12288  2 月  6 02:05 share
drwxr-xr-x   5 root root  4096  2 月  6 08:52 src
lrwxrwxrwx   1 root root    10  2 月  6 01:43 tmp -> ../var/tmp
(/usr ディレクトリ以下のディレクトリは全てのユーザが読み込み可能で所有者 (root) が書き込み可能)
```

8.2.2 アクセス権の変更

ファイルのアクセス権を変更するには chmod コマンドを使います。

書式

```
chmod モード [, モード]... ディレクトリ
chmod モード [, モード]... ファイル
chmod 8 進数表記のモード ディレクトリ
chmod 8 進数表記のモード ファイル
```

ファイルのモードを所有ユーザと所有グループとそれ以外のユーザについて設定します。モード指定の書き方で次の 2 通りの記述方法があります。

- モードの書式を複数書き、カンマで区切って指定。
- 8 進数 3 桁で各ユーザのレベルを指定。

オプション

```
-R
ディレクトリを対象にします。ディレクトリの中のディレクトリを再帰的に（ディレクトリの中にディレクトリがあれば、中のディレクトリを全てたどって）変更します。
```

	ユーザー			グループ			その他		
パーミッション	r	w	x	r	w	x	r	w	x
8進数	4	2	1	4	2	1	4	2	1
設定値	合計値			合計値			合計値		

モードは次の様に u(所有ユーザ)、g(所有グループ)、o(その他のユーザ) に対して、r(読み)、w(書き)、x(実行またはディレクトリの変更) を設定したり (=)、加えたり (+)、取り消したり (-) します。u, g, o の全てに同じ権限を指定するときは a を指定します。

○実習: ファイルモードの変更

ユーザのファイルのモードを確認します。ファイルのモードを変更し、モードを再確認してください。-rw-r--r--を rw-rw-r--としたい場合は、グループの w(書き込み権限) を加えたいので g+w と

します。-rw-rw-r--を--w-rw-rw-としたい場合は、ユーザの r(読み込み権限) を取り除き、その他の w(書き込み権限) を加えたいので u-r,o+w とします。--w-rw-rw-を--w-rwxrwx としたい場合は、グループとその他に x(実行権限) を加えたいので go+x とします。

```
$ touch chownfile
(ファイルを作成)
$ chmod u+rw-x,go+r-wx chownfile
(ファイルモードを「rw-r--r--」に変更)
$ ls -l chownfile
-rw-r--r-- 1 penguin linuc 124  3月 27 19:09   chownfile
(ファイルモードを表示)

$ chmod g+w chownfile
(グループに w(書き込み権限) を追加)
$ ls -l chownfile
-rw-rw-r-- 1 penguin linuc 124  3月 27 19:09   chownfile
(ファイルモードを表示)
$ chmod u-r,o+w chownfile
(ユーザから r(読み込み権限) を除去、その他に w(書き込み権限) を追加)
$ ls -l chownfile
(ファイルモードを表示)
--w-rw-rw- 1 penguin linuc 124  3月 27 19:09   chownfile
$ chmod go+x chownfile
(グループとその他に x(実行権限) を追加)
$ ls -l chownfile
--w-rwxrwx 1 penguin linuc 124  3月 27 19:09   chownfile
(ファイルモードを表示)
```

○実習: ファイルモードを 8 進数で変更

ユーザのファイルのモードを確認します。ファイルのモードを変更し、モードを再確認してください。-rw-rw-r--としたい場合は 8 進数の 664 を指定し、--w-rw-rw-としたい場合は 8 進数の 266 を指定し、--w-rwxrwx としたい場合は 8 進数の 277 を指定してください。

```
$ touch chownfile
(ファイルを作成)
$ chmod u+rw-x,go+r-wx chownfile
(ファイルモードを「rw-r--r--」に変更)
$ ls -l chownfile
-rw-r--r-- 1 penguin linuc 124  3月 27 19:09   chownfile
(ファイルモードを表示)

$ chmod 664 chownfile
(ファイルモードを 664 に変更)
$ ls -l chownfile
-rw-rw-r-- 1 penguin linuc 124  3月 27 19:09   chownfile
(ファイルモードを表示)

$ chmod 266 chownfile
(ファイルモードを 266 に変更)
```

```
$ ls -l chownfile
--w-rw-rw- 1 penguin linuc 124  3月 27 19:09   chownfile
(ファイルモードを表示)

$ chmod 277 chownfile
(ファイルモードを 277 に変更)
$ ls -l chownfile
--w-rwxrwx 1 penguin linuc 124  3月 27 19:09   chownfile
(ファイルモードを表示)
```

モードの指定に setuid ビットと setgid ビットと sticky(スティッキー) ビットという、特殊な属性があります。setuid ビットあるいは setgid ビットが付いたプログラムを実行すると、ファイル所有者あるいは所有グループの権限で実行されます。具体的には、root ユーザ所有で setuid ビットがセットされたプログラムは、一般ユーザが実行した場合でも root ユーザが実行した場合と同じ動作をします

sticky ビットが付いたディレクトリ内のファイルは所有者以外が削除できなくなります（Linux では、ファイルについてのスティッキービットは無視されます)。Linux では一般的に /tmp ディレクトリにスティッキービットが付与されています。

○実習: ファイルモードで setuid/setgid/sticky の変更・確認

ユーザのファイルのモードで、setuid ビットと setgid ビットと sticky ビットを確認します。

```
$ touch idbitfile
(ファイルを作成)
$ chmod u+rw-x,go+r-wx idbitfile
(ファイルモードを「rw-r--r--」に変更)
$ ls -l idbitfile
-rw-r--r-- 1 penguin linuc 0  3月 28 07:58 idbitfile
(ファイルモードを表示)

$ chmod u+s idbitfile
(setuid ビットを追加)
$ ls -l idbitfile
-rwSr--r-- 1 penguin linuc 0  3月 28 07:58 idbitfile
(ファイルモードを表示)

$ chmod u-s,g+s idbitfile
(setuid ビットを除去、setgid ビットを追加)
$ ls -l idbitfile
-rw-r-Sr-- 1 penguin linuc 0  3月 28 07:58 idbitfile
(ファイルモードを表示)

$ chmod +t idbitfile
(sticky(スティッキー) ビットを追加)
$ ls -l idbitfile
-rw-r-Sr-T 1 penguin linuc 0  3月 28 07:58 idbitfile
(ファイルモードを表示)
```

8.2.3 ファイル作成のモード

ファイルを新規に作成すると、ユーザごとに規定されたパーミッションである 644、もしくは 664 といったパーミッションが設定されてファイルが作成されます。umask コマンドを使うことで、指定したパーミッションでファイルを作成するように制限できます。

書式

```
umask [8 進数のモードのマスク値]
```

現在のマスク値を表示

umask コマンドに続けてマスク値を指定しなかった場合、現在のマスク値を表示できます。

マスク値を変更

umask コマンドに続けてマスク値を指定すると、コマンドを実行後に作成されるファイルが指定したパーミッションで作成できます。umask コマンドは許可しないビットを指定します。umask コマンドで指定するマスク値は、すべてのユーザが読み書きできるパーミッション 666 から、設定したいパーミッションを引き算することでマスク値を求めることができます。

	ユーザー			グループ			その他		
デフォルトのモード	r	w	-	r	w	-	r	w	-
デフォルト 8進数	4	2	-	4	2	-	4	2	-
umask値	0			2			2		
umask値 8進数	-	-	-	-	2	-	-	2	-
8進数	4	2	-	4	-	-	4	-	-
設定値	6			4			4		

○実習: umask を変更してファイルを作成

umask を変更後にファイルを作成したときに、作成したファイルのパーミッションが違っていることを確認します。

```
$ umask
0022
(現在のマスク値を表示)

$ touch umask0022
(ファイルを作成)
$ umask 070
(マスク値を 070 に変更)
$ touch umask0070
(ファイルを作成)
$ umask 072
(マスク値を 072 に変更)
$ touch umask0072
(ファイルを作成)
$ ls -l umask00*
-rw-r--r-- 1 penguin linuc 0  3 月 22 13:49 umask0022
-rw----rw- 1 penguin linuc 0  3 月 22 13:50 umask0070
-rw----r-- 1 penguin linuc 0  3 月 22 13:50 umask0072
(作成したファイルの権限を確認)
```

touch コマンドはモードが 0666 のファイルを作ろうとしますが、umask によりマスクされるために上記のモードのようなファイルができます。-S オプションを付けると、モードを表示または設定するとき、8 進数ではなく意味がわかりやすい形式を使用できます。

```
$ umask -S
u=rwx,g=rx,o=rx
(現在のマスク値を表示)

$ touch umask0022
(ファイルを作成)
$ umask -S u=rw,g=,o=rw
u=rw,g=,o=rw
(マスク値を 070 に変更)
$ touch umask0070
(ファイルを作成)
$ ls -l umask00*
-rw-r--r-- 1 penguin linuc 0  3 月 22 13:49 umask0022
-rw----rw- 1 penguin linuc 0  3 月 22 13:50 umask0070
(作成したファイルのモードを確認)
```

umask コマンドによるモードの制限は、umask コマンドを実行したシェル内でしか有効でないことに注意してください。デフォルトのモードは.bashrc 等のログインシェル内で設定することができます。

8.3 章末テスト

(1) 以下のコマンドを実行した場合の実行結果を選びなさい。

```
# umask 022
# touch test
# chgrp nobody test
# ls -l test
```

1. -rw-r--r--. 1 nobody root 18 5 月 29 18:51 2012 test
2. -rw-rw-r--. 1 root nobody 18 5 月 29 18:51 2012 test
3. -rw-r--r--. 1 root nobody 18 5 月 29 18:51 2012 test
4. -rw-r--r--. 1 nobody test 18 5 月 29 18:51 2012 test

(2)chownfile のファイルモードを 755 にするためのコマンドを記述しなさい。

(3)chownfile のファイルモードを 644 にするためのコマンドを記述しなさい。

(4)umask 070 にした後 umask ファイルを作成した場合に設定されるファイルモードは以下のどれでしょうか？

(5)umask 022 にした後 umask ファイルを作成した場合に設定されるファイルモードは以下のどれでしょうか？

1. -rw----rw-. 1 user user 0 5 月 29 19:22 2012 umask
2. -rw----r--. 1 user user 0 5 月 29 19:22 2012 umask
3. -rw-------. 1 user user 0 5 月 29 19:23 2012 umask
4. -rw-r--r--. 1 user user 0 5 月 29 19:24 2012 umask

第9章

シェルスクリプト

シェルにより入力するコマンドは、シェルスクリプトにより順次実行可能な形式になります。それを応用することにより、コマンド入力による作業を自動化することが可能です。その際に必要な技術である、シェルスクリプトを学習しましょう。

この章の内容

9.1 シェルとシェルスクリプト
9.2 プログラミング
9.2.1 プログラムの例
9.2.2 プログラムの要素
9.3 シェルスクリプトの作成
9.3.1 シェルスクリプトの作成
9.3.2 変数
9.3.3 echo コマンド
9.3.4 read コマンド
9.3.5 シェル変数
9.3.6 環境変数
9.3.7 コメント
9.3.8 引用符
9.3.9 引数
9.3.10 shift 文
9.3.11 エスケープシーケンス
9.3.12 source コマンド
9.3.13 バックスラッシュ ¥
9.4 条件分岐
9.4.1 if 文
9.4.2 ファイルの属性比較
9.4.3 複数の条件を重ねる
9.4.4 一対多の条件分岐
9.5 繰り返し
9.5.1 for 文

9.5.2 while/until 文
9.5.3 select 文
9.5.4 繰り返しの制御
9.6 サブルーチン
9.6.1 関数
9.6.2 return 文
9.7 実際のシェルスクリプト
9.7.1 起動スクリプト
9.7.2 関数のシェルスクリプト
9.8 デバッグ
9.8.1 bash コマンド
9.9 章末テスト

9.1 シェルとシェルスクリプト

シェルのプログラミングを始める前に、シェルとシェルスクリプトについて学習しましょう。

シェル

第 1 章でカーネルは OS の基本部分であり、ハードウェアを操作するほかさまざまな機能を司っていると説明しました。

シェルとは、貝殻 (=Shell) という意味です。カーネルが提供する機能を操作する際に、OS と対話的に操作する必要があります。シェルは OS の、特にカーネル部分を包み込んでいることからその名があり、対話機能を提供するものです。シェルはコマンドの入力を受け付けそのコマンドを実行し、入力したユーザに対しその結果を返す役割があります。

シェルスクリプト

/etc ディレクトリと/home ディレクトリを圧縮して外部サーバーにコピーするといった流れを考えてみましょう。実際に実行するコマンドを列挙するとたとえば以下のような方法が考えられます。

```
# tar cvzf 120626-etc.tar.gz /etc
# tar cvzf 120626-home.tar.gz /home
# scp 120626-etc.tar.gz root@backup.local.example.com:~/backup
# scp 120626-home.tar.gz root@backup.local.example.com:~/backup
```

これを実行のたびに入力するのは面倒です。さらに 1 つのコマンドの処理が終わるまで次のコマンドを実行できないため効率がよくありませんし、そもそも実行する際に端末の前に人手が必要です。

このような繰り返し行なう処理を自動化するための手段としてシェルスクリプトを書いて実行させる方法があります。

先ほどの一連処理を system-backup.sh という名前のファイルを作成して書き込み、system-backup.sh を実行することでファイルに書き込んだコマンドを順に実行します。

```
#!/bin/bash

tar cvzf 120626-etc.tar.gz /etc
tar cvzf 120626-home.tar.gz /home
scp 120626-etc.tar.gz root@backup.local.example.com:~/backup
scp 120626-home.tar.gz root@backup.local.example.com:~/backup
```

9.2 プログラミング

コンピュータに対して、指示を与え順番に実行させる機能を、プログラムといいます。そのプログラムを作成することをプログラミングといいます。今まで学習したコマンドを、条件分岐や繰り返しなど制御機能を加え実行することができます。これをシェルスクリプトといいます。

9.2.1 プログラムの例

プログラムという言葉を聞いて、最初に思いつくのは、運動会や演劇会のプログラムかもしれません。また、新聞に掲載されているテレビの番組表もプログラムです。何かが順序立てて進むものを、プログラムといいます。では、実際にプログラムを作成するとなると、どのような例があるでしょうか？ 簡単な例だと、テレビ番組の録画予約があります。開始時刻から終了時刻とチャンネルを指定し、画質を指定したりもします。少し複雑な例ですと、エアコンの設定で「**度に達したら冷房を入れて、**度を下回ったら冷房を止める」などの条件を設定するというのも、一種のプログラムです。

9.2.2 プログラムの要素

プログラミングには、どの種類のプログラムでもいくつかの重要な構成要素があります。プログラムの要素は主に以下の 4 つです。

- 順次実行
- 条件分岐
- 繰り返し
- サブルーチン

これらをしっかりマスターしてください。

9.3 シェルスクリプト

それでは実際にシェルスクリプトを作成してみましょう。ここではシェルスクリプトを作成して実行する手順を紹介します。

9.3.1 シェルスクリプトの作成

シェルスクリプトは、テキストで記述します。vi 等のテキストエディタを利用してください。lsdate.sh というファイルに、ls と date コマンドを実行するシェルスクリプトを記述してみましょう。

実行例

```
$ vi lsdate.sh
(lsdate.sh というファイルを作ります)
```

vi 上で以下のようなスクリプトを記述して、保存終了してください。

```
#!/bin/bash
ls
date
```

シェルの指定

1 行目に#!/bin/bash と記述しました。ファイルの 1 行目には、利用するシェルの種類とそのコマンド位置を記述します。シェルには数種類ありますが、今回は bash を使用します。

1 行目に利用するシェルを指定、2 行目以降に実行するコマンドを 1 行ずつ入力していきます。

パーミッションの変更

作成したシェルスクリプトを実行するには、パーミッションを変更してファイルの実行権限をつける必要があります。例のようにシェルスクリプトに実行権限がついているか確認してみましょう。

ls コマンドでファイルのアクセス権限を確認します。

実行例

```
$ ls -l lsdate.sh
-rw-rw-r--. 1 tooyama tooyama      21 Jun 6  09:51  lsdate.sh
```

実行権限を付与するために chmod コマンドを使います。

実行例

```
$ chmod u+x lsdate.sh
$ ls -l lsdate.sh
-rwxrw-r--. 1 tooyama tooyama      21 Jun 6  09:51  lsdate.sh
```

これで所有者に実行権限が与えられました。実行権限をシェルスクリプトにつけたら早速実行してみましょう。

実行例

```
$ ./lsdate.sh
Desktop diff2           ls-l-output         ls-usr-bin  touched-file
cat-output    hosts.bak       ls-l-output-second        lsdate.sh       uniq-sample
diff1           hosts.new2      ls-output             score            (ls の実行結果)
Fri  Jun  6  09:55:05 JST 2008                    (date の実行結果)
```

./というのはパス指定です。意味は「カレントディレクトリにある (lsdate.sh を実行せよ)」ということです。ls や cp を実行するときは、パスが通っているので、このようなパス指定は必要ありま

せん。今回は、カレントディレクトリにある特定のシェルスクリプトを実行させるために、パス指定しました。lsdate.sh の中に記述された、ls コマンドと date コマンドが順に実行されたことがわかります。

9.3.2 コメント

コメントとは、プログラム上に書く注釈のことです。シェルの場合は#で始まる行がコメントとして認識され、プログラムの実行時はコメントは無視されます。コメントは多くの場合、プログラマーが記述したプログラムがどういった処理をするのかを記述したり、一時的に特定の処理を無効化（コメントアウト）する場合に利用します。

〇実習: コメントがあるスクリプトの実行

先ほど作成した lsdate.sh を編集して、date コマンドをコメントアウトします。

実行例

```
$ vi lsdate.sh
#!/bin/bash
ls
#date
```

シェルスクリプトを実行

実行例

```
$ ./lsdate.sh
Desktop diff2          ls-l-output        ls-usr-bin  touched-file
cat-output    hosts.bak       ls-l-output-second        lsdate.sh       uniq-sample
diff1           hosts.new2      ls-output             score            (ls の実行結果)
```

date コマンドの出力がなくなったのがわかります。

9.3.3 echo コマンド

echo コマンドは引数で与えた文字列を標準出力に出力するコマンドです。

書式

```
echo [オプション] 文字列
```

オプション

```
-n
改行を抑制します。通常の出力は改行されますが、このオプションがあると改行されません。
```

```
$ echo Message test
Message test
(echo コマンドで指定された文字列を表示する)
```

9.3.4 変数

プログラミングをする上で、非常に重要な考え方が、変数です。変数は、簡単に言うと「ハコ」で、中に数値や文字列が入ります。ちょうど、中学生の数学のときに習った x や y がそれにあたります。シェルスクリプトプログラミングでは、変数に数値や文字列を代入し、それを利用することができます。変数の代入は「=」を使って行ない、参照は「$」をつけて行います。

○実習: シェル変数の作成

シェル関数 abc に値を設定し、echo コマンドで内容を確認してみましょう。

```
$ abc=123
$ echo $abc
123
(abc の内容を表示する)
```

変数 abc に 123 を代入しました。bash では、一次元の配列変数を使用することができます。要素は角括弧 [] で囲みます。配列変数の内容を表示する場合は、$の後ろに波括弧{}で配列変数を囲みます。

```
$ abc[0]=123
$ abc[1]=456
$ echo ${abc[0]}
123
(abc[0] の内容を表示する)
$ index=1
$ echo ${abc[$index]}
456
(abc[1] の内容を変数を使って表示する)
```

シェル変数と環境変数

シェルには、2 種類の変数があります。シェル変数と環境変数です。シェル変数は、実行しているシェルの内部でのみ有効です。環境変数は、そこから実行されたコマンド内でも有効になります。環境変数は、シェル変数から作成できます。

○実習: 環境変数の作成

export コマンドを使って、環境変数を作成してみましょう。

```
$ export abc
(シェル変数 abc を環境変数 abc にする)
$ export xyz=234
(環境変数 xyz を作成し 234 を代入する)
```

一つ目のコマンドでは abc という環境変数を作成しています。abc には値を代入していません。二つ目のコマンドでは xyz という環境変数を作成しています。xyz には 234 を代入しています。

次に、2 つのスクリプト BBB.sh と CCC.sh を使って、シェル変数と環境変数の動作の違いについて確認してみましょう。

実行例

```
$ cat BBB.sh
#!/bin/bash
xxx=123                      # シェル変数 xxx に 123 を代入する
export yyy=234               # 環境変数 yyy に 234 を代入する
echo xxx=$xxx in BBB.sh      # 変数 xxx の値を表示する
echo yyy=$yyy in BBB.sh      # 変数 yyy の値を表示する
./CCC.sh                     # CCC.sh を実行する


$ cat CCC.sh
#!/bin/bash
echo xxx=$xxx in CCC.sh       # 変数 xxx の値を表示する
echo yyy=$yyy in CCC.sh       # 変数 yyy の値を表示する


$ ./BBB.sh
xxx=123 in BBB.sh
yyy=234 in BBB.sh
xxx= in CCC.sh
yyy=234 in CCC.sh
$
```

このシェルスクリプトを実行した時、シェルスクリプト CCC.sh の中で xxx の値は表示されません。シェル変数は引き継がれないからです。一方で、yyy は環境変数なので CCC.sh まで引き継がれるため、値が表示されます。

9.3.5 read コマンド

read コマンドは、標準入力からデータを読み込みます。すでに変数にデータが入っていた場合、新しいデータに上書きされます。

書式

```
read 変数名
```

○実習: read コマンドの実行

read コマンドを使ってシェル変数の内容を変更してみましょう。

```
$ echo $abc
123
(シェル変数 abc の中身が表示されます)
$ read abc
aaabbbccc
(何か入力します)
$ echo $abc
aaabbbccc
(シェル変数 abc の中身が入れ替わっています)
```

9.3.6 シェル変数

シェル変数の一覧を表示する場合は、set コマンドを利用します。また削除する場合は、unset を利用します。

○実習: シェル変数一覧の表示と削除

シェル変数の一覧表示と削除を行なってみましょう。

```
$ set
BASH=/bin/bash
BASHOPTS=checkwinsize:cmdhist:expand_aliases:extquote:force_fignore:hostcomplete:intera
BASH_ALIASES=()
abc=aaabbbccc
$ set | grep ^abc
abc=aaabbbccc
(abc で始まるシェル変数のみ確認します)
$ unset abc
(シェル変数 abc を削除します)
$ set | grep ^abc
$ (abc で始まるシェル変数のみ確認します)
```

9.3.7 環境変数

現在の環境変数の一覧を表示する場合は、env コマンドを利用します。また登録済みの環境変数を削除するときは、unset コマンドを利用します。

○実習: 環境変数一覧の表示と削除

環境変数の一覧表示・削除を行なってみます。

```
$ env
ABC=999999
HOSTNAME=host1.alpha.jp
TERM=xterm
SHELL=/bin/bash
HISTSIZE=1000
(略)
$ env | grep ^ABC
ABC=999999
(ABC で始まる環境変数のみ確認します)
$ unset ABC
(環境変数 ABC を削除します)
$ env | grep ^abc
$ (ABC で始まる環境変数のみ確認します)
```

9.3.8 引用符

シェルスクリプトにおいて、文字列を引用符で囲むことができます。利用できる引用符には'(シングルクォート)、"(ダブルクォート)、‘(バッククォート) があり、使用される引用符により囲まれた文字列の処理が異なります。シングルクォートで囲まれた文字列の中に、参照用の「$」付きの変数がある場合、「$」も文字列として認識されるため、変数は展開されません。ダブルクォートの場合、引用符内の「$」付き変数は展開された文字列になります。バッククォートで囲まれた文字列はコマンドとして解釈され、このとき「$」付きの変数があれば、それを展開した上でコマンドが実行されます。引用符は入れ子が可能です。

○実習: 引用符の動作確認

引用符の違いについて実際に確認してみましょう。

```
$ ABC=123
$ echo 'Value of ABC is $ABC.'
Value of ABC is $ABC.
($ABC が文字として認識されそのまま表示された)
$ echo "Value of ABC is $ABC."
```

```
Value of ABC is 123.
($ABC が変数として認識され、内容である 123 が展開された)
$ XYZ=`date`;
$ echo "It is $XYZ now."
It is Thu Mar 20 06:08:14 JST 2017 now.
($XYZ に date コマンドの実行結果が入っている)
$ echo "It is `date` now."
It is Thu Mar 20 06:08:14 JST 2017 now.
(ダブルクォートで全体の文字列を囲み、バッククォートで囲んだ date コマンドを挿入して、変数 XYZ への
代入を省略)
```

9.3.9 引数

シェルスクリプトは、実行時にオプションを引数として参照することができます。引数は$1, $2…など$の後に引数の番号を指定することで参照できます。

○実習: 引数出力の確認

次のように args.sh を作成して、引数呼び出しの動作を確認してみましょう。

```
$ cat args.sh
#!/bin/bash

echo '$1:' $1;
echo '$2:' $2;
echo '$3:' $3;
echo '$0:' $0;
echo '$#:' $#;
```

```
$ ./args.sh aaa bbb ccc
$1: aaa
$2: bbb
$3: ccc
$0: ./args.sh
$#: 3
($1-$3 は引数、$0 は実行コマンド名、$#は、引数の数を示す)
```

9.3.10 shift 文

shift コマンドは、引数の順序をずらします。shift を実行すると、$2 が$1 に、$3 が$2 に・・・になります。

○実習: shift コマンドの確認

実際にスクリプトを作成して shift コマンドの動作を確認してみましょう。

```
$ cat argsshift.sh
#!/bin/bash

echo '$1:' $1;
echo '$2:' $2;
echo '$3:' $3;
shift
echo '$1:' $1;
echo '$2:' $2;
```

作成したスクリプトに対して、変数を渡してみます。

```
$ ./argsshift.sh aaa bbb ccc
$1: aaa
$2: bbb
$3: ccc
$1: bbb
($1 が bbb に変わった)
$2: ccc
($2 が ccc に変わった)
```

9.3.11 エスケープシーケンス

プログラミング言語には、特別な扱いを受ける文字があります。例えば、echo コマンドで、「Value of ABC is "123".」のように "(ダブルクォート) を出力する方法を考えてみましょう。

```
$ ABC=123
$ echo "Value of ABC is "$ABC"."
Value of ABC is 123.
($ABC を""で囲いましたが、""が表示されません)
$ echo "Value of ABC is ¥"$ABC¥"."
Value of ABC is "123".
(表示したい"の直前に「¥」を付けることで"を表示できます)
```

他にも方法はないでしょうか。

```
$ echo 'Value of ABC is "$ABC".'
Value of ABC is "123".
(この例のように、文字列全体を'(シングルクォート) で囲むことでも"(ダブルクォート) を表示できます)
$ echo "Value of ABC is ¥$ABC."
Value of ABC is $ABC.
(ダブルクォートで囲んだ文字列内で「$」をそのまま表示したい場合にも直前の「¥」で可能です)
```

このように、シェルスクリプトでは、¥（バックスラッシュ）はエスケープ文字と呼ばれ、特別な文字で直後の 1 文字の扱いを変更します。使用する引用符との組み合わせで、文字の扱いを変えたい場合に有効です。¥（バックスラッシュ）は改行コードにも有効です。¥（バックスラッシュ）を行末に付与することで、文字列の途中で折り返すことができます。適切に改行を入れることでコマンドの視認性を向上できます。

実行例

```
$  echo "I am a cat. As yet I have no name."
I am a cat. As yet I have no name.
$  echo "I am a cat.¥
>   As yet I have no name."
I am a cat. As yet I have no name.
（途中でバックスラッシュを入れても改行は無視され同じ結果となる）
```

バックスラッシュによる改行は、シェルスクリプト内でも使うことができます。バックスラッシュは本来＼ですが、多くの日本語環境では￥と表示されるので、本教科書でも￥で表示しています。環境によっては＼と表示されます。

実行例

```
$  vi escape.sh

#!/bin/bash

echo "I am a cat. ¥
As yet I have no name."

$  ./escape.sh
I am a cat. As yet I have no name.
```

￥（バックスラッシュ）には、他の用途もあり、次に続く１文字とセットで特別な意味を持つ文字列とする、エスケープシーケンスという手法があります。

よく使用されるものとして、¥t(タブ)、¥n(改行)、¥ooo(o は数字で８進数表記の文字) があります。

echo コマンドでエスケープした文字を解釈するオプション -e で試してみましょう。

実行例

```
$  echo -e "I am a cat. ¥nAs yet I have no name¥041"
I am a cat.
As yet I have no name!
（¥n は改行に変わり、¥041 は!になりました。）
```

9.3.12　source コマンド

source コマンドは、bash などのシェルの内部コマンドで、指定されたファイルを読み込んでシェル環境を設定します。ファイル内容はシェルコマンドと解釈して実行します。

一般的な用途としては、シェルの環境設定ファイルである".bashrc"や".bash_profile"などを設定変更後、ログインしなおさずに設定を現在のシェル上で有効にする場合に使われます。

実行例のように setsh というシェルスクリプトを作成、$abc という変数に xyz を定義して、source コマンドで読み込んでみましょう。

〇実行例

1. シェルスクリプト「set.sh」を用意

```
$ cat set.sh
(set.sh の内容確認)

#!/bin/bash
abc=xyz
echo $abc
```

2. $abc を echo コマンドで出力

```
$ echo $abc
($abc には何も格納されてないため、何も表示されない)
```

3. set.sh スクリプトを実行

```
$ ./set.sh
xyz
(スクリプト内で設定された変数 abc の値が echo で出力された)
```

set.sh には echo 文が記述されているため、その値が出力される。

4. $abc を echo コマンドで出力

```
$ echo $abc
(変数 abc への値の設定はスクリプト内でしか有効でないので、何も表示されない)
```

5. source コマンドで set.sh を読み込む

```
$ source set.sh
xyz
(スクリプト内で設定された変数 abc の値が echo で出力された)
```

6. source コマンドで読み込んだことにより、set.sh の終了後も変数 abc に値が格納されたまま

```
$ echo $abc
xyz
```

9.4 条件分岐

プログラミングでは、条件にそって挙動を切り替える「条件分岐」を多用します。条件分岐はすべてのプログラミング言語に存在する機能です。もちろんシェルスクリプトでも利用することができます。

9.4.1 if 文

比較などによる条件分岐を行なう場合は if 文を利用します。文法は次の通りです。

書式

```
if 条件式 1 then ... elif 条件式 2 ... else ... fi
```

elif... の部分と else... の部分は省略可能です。elif は、別の条件 (条件式 2) で判断したい場合に利用します。else は条件が全てあてはまらなかった場合、実行されます。if 文は fi で終了します。

条件式 if 文で利用される条件式には、次のような文法があります。

表 9.1 文字列比較を行なう演算子

演算子	比較内容
a == b	a と b が等しければ真
a != b	a と b が等しくなければ真

表 9.2 数値比較を行なう演算子

演算子	比較内容
a -eq b	a と b が等しい（equal to）ければ真
a -ne b	a と b が等しくなければ（not equal to）真
a -ge b	a が b 以上（greater than or equal to）であれば真
a -le b	a が b 以下（less than or equal to）であれば真
a -gt b	a が b より大きい（greater than）値であれば真
a -lt b	a が b 未満（less than）であれば真

9.4.2 ファイル属性の確認

ファイル属性の確認は次のように行います。

書式

```
if test -d パス ; then.....
```

-d の部分がファイル属性確認の演算子にあたります。-d はディレクトリであるかの判定を行なうので、この if 文全体で、「パスがディレクトリであれば真の値を返す」という条件式になります。ファイルの属性確認演算子は次の以下のようなものが利用できます。

表 9.3　ファイル属性の確認を行なう演算子

演算子	内容
-f ファイル名	通常ファイルなら真
-d ファイル名	ディレクトリなら真
-e ファイル名	ファイルが存在すれば真
-L ファイル名	シンボリックリンクなら真
-r ファイル名	読み取り可能ファイルなら真
-w ファイル名	書き込み可能ファイルなら真
-x ファイル名	ファイルが存在して、実行権限があれば真
-s ファイル名	サイズが 0 より大きければ真

なお、test コマンドは [ ] を使って記述することもできます。

書式

```
if [ 条件節 ]; then ...
if test 条件節 ; then ....
```

ファイルに関する比較演算子は属性以外にもあります。詳細については man コマンドで test コマンドの項目を参照してください。

```
man test
```

9.4.3　複数の条件を重ねる

条件分岐の場合、複数の条件を重ねることができます。条件 A と条件 B が同時に成立している必要があるときは、「条件 A”かつ”条件 B が成立」ということで、論理積 (=AND) が用いられます。同じく「条件 A”もしくは”条件 B が成立」の場合は、論理和 (=OR) が用いられます。シェルスクリプトにおいて、論理積・論理和の書き方は 2 通り存在します。

論理積

論理積は-a を用いる場合と、&&を用いる場合があります。それぞれの利用形式は次の通りです。

書式

```
[条件 A -a 条件 B -a 条件 C ] ....
[条件 A] && [条件 B] && [条件 C] ...
```

-a と&&は、それぞれ [ ] の内側か外側かで、使われ方が変わることに気をつけてください。

論理和

論理和を表す記号は、やはり 2 通り存在します。-o と||です。利用形式は次の通りです。

書式

```
[条件 A -o 条件 B -o 条件 C ] ....
[条件 A] || [条件 B] || [条件 C] ...
```

9.4.4 一対多の条件分岐

一対多の分岐を行なうことを考えてみましょう。if 文を用いた場合、一対多の分岐は以下のようになります。

```
if 条件式 then
        :
elif 条件式 then
        :
elif 条件式 then
        :
        :
fi
```

シェルスクリプトでは、case 文が用意されており、一対多の分岐が記述できるようになっています。

書式

```
case 変数 in
        値 A)
                        処理 1;;
        値 B)
                        処理 2;;
```

```
esac
```

変数の値が値 A のとき、処理 1 が実行されます。最後は case 文の逆からの記述である esac で終わっていることが重要です。値はパイプ記号（|）で区切って複数指定することができます。

実行例

```
$ cat case.sh
(次のように case.sh を作成して実行します)

#!/bin/bash

case $1 in
        a|A)
           echo "引数に a または A が入力されました";;
        b|B)
           echo "引数に b または B が入力されました";;
esac
```

これを実行すると、以下のような実行結果になります。

```
$ ./case.sh a
引数に a または A が入力されました
$ ./case.sh B
引数に b または B が入力されました
```

また、どの値にもマッチしなかった場合の処理を記述するには、値にアスタリスク（*）を用います。

実行例

```
$ cat defaultcase.sh                次のように defaultcase.sh を作成し、実行します。
#!/bin/bash

case $1 in
        1)
           echo "引数に 1 が入力されました";;
        2)
           echo "引数に 2 が入力されました";;
        *)
           echo "1,2 以外が入力されました";;
esac
```

これを実行すると、以下のような実行結果になります。

```
$ ./defaultcase.sh 1
引数に 1 が入力されました
$ ./defaultcase.sh 2
引数に 2 が入力されました
$ ./defaultcase.sh 0
1,2 以外が入力されました
(どの条件にもマッチしない場合、値*の処理が実行されます)
```

9.5 繰り返し

プログラミングにおいて、条件分岐と同じくらい重要な機構が、この繰り返しです。同じ処理を繰り返し行い、ある条件が成立したときに終了する、という形式が用いられています。シェルスクリプトで用いられている繰り返しは、以下の 3 通りです。しっかり学習しましょう。

9.5.1 for 文

for 文は値を列挙し、それを対象に処理を繰り返します。

書式

```
for 変数 in 値のリスト
do
        処理
done
```

値のリストとは、文字を羅列したものもあれば、実行結果を使うこともできます。

実行例

```
$ for i in a b c d
> do
>  echo $i
> done
a
b
c
d
```

これは、値のリストとして'a b c d'が渡され、まず i=a を行い echo $i、次に i=b を行い echo $i を・・・と繰り返した結果です。値のリストとしてコマンドの実行結果を使うことができ、以下のように i に ls の実行結果を代入してループが実行されます。

```
for i in `ls`
```

9.5.2 while/until 文

while 文は、条件が成立している間ループを繰り返す（条件が成立しなくなったら終了）という処理で利用されます。until 文はそれの反対で、条件が成立してない間ループを繰り返す（条件が成立したら処理を終了）、という用途に用いられます。

書式

```
while 条件式
do
        処理
done
until 条件式
do
        処理
done
```

C 言語の for のようなループ文をシェルスクリプトで実現するには、expr コマンドを用いてループカウンタ用の変数をインクリメント（またはデクリメント）しながら、while/until 文で処理を行ないます。

次のような内容の loop.sh を作成し、実行してみましょう。

実行例

```
$ cat loop.sh

#!/bin/bash

count=1
while [ $count -le 10 ]
do
        echo "この処理は$count 回実行されました"
        count=`expr $count + 1`
done
```

count=1 で、カウンタ用の変数 count に初期値 1 を設定します。while `[ $count -le 10 ]` で、シェル変数 count が 10 以下の間、処理を繰り返します。

これを実行すると、以下のような実行結果になります。

```
$ ./loop.sh
この処理は 1 回実行されました
この処理は 2 回実行されました
この処理は 3 回実行されました
この処理は 4 回実行されました
この処理は 5 回実行されました
この処理は 6 回実行されました
この処理は 7 回実行されました
この処理は 8 回実行されました
この処理は 9 回実行されました
この処理は 10 回実行されました
```

9.5.3 select 文

select 文は、ユーザに対し数値による入力を促します。

書式

```
select 変数 in リスト
do
        処理
done
```

実際に動作例を示してみます。

```
select name in  "apple" "banana" "orange"
do
        echo "You selected $name";
done
```

これを実行すると、以下のような実行結果になります。

```
1) apple
2) banana
3) orange
$? 1
You selected apple
(「Ctrl」C で中止)
```

1-3 を入力すると、do〜done 内部が実行されます。

9.5.4 繰り返しの制御

break や continue を用いることで、繰り返しを制御することができます。break は繰り返しを終了して、continue は繰り返しの先頭に戻る役割があります。

実行例

```
$ cat ./sample.sh
while true
do
  echo "Continue? (y/n)"
  read input
  case $input in
    n) break
       ;;
    y) continue
       ;;
    *) echo "Please input y or n."
       ;;
    esac
done
```

これを実行すると、以下のような実行結果になります。

```
$ ./sample.sh
Continue? (y/n)
 y
(y を入力)
Continue? (y/n)
(繰り返しの先頭に戻る)
 a
(y,n 以外を入力)
Please input y or n.
Continue? (y/n)
 n
(n を入力)
$
(繰り返しを終了する)
```

9.6 サブルーチン

プログラミングをする上で、一連の処理をまとめて、再利用できるようにしたものを、サブルーチンといいます。サブルーチンは言語体系によりさまざまな呼ばれ方をしていて、シェルスクリプトでは関数と呼ばれています。

9.6.1 関数

関数は、引数とよばれるデータを与え、処理をして結果を返すという機能の集まりです。書式は次のようになっています。

書式

```
function 関数名
{
        処理
}
```

```
関数名 ()
{
        処理
}
```

両者とも働きは同じです。引数は、実行時に関数名に続けて記述します。引数は、関数の内部で $1, $2 で参照することができます。

9.6.2 return 文

シェルスクリプトの関数で、結果を返すときは return 文を実行します。

書式

```
return 変数名
```

return 文を実行すると、関数内での処理はそこで終了し、変数が関数の呼び出し元に返されます。

9.7 実際のシェルスクリプト

それでは、実際に稼働しているシェルスクリプトを見てみましょう。(今回は CentOS 7 の起動スクリプトを例にあげています。他のディストリビュージョンおよび CentOS のバージョンによっては若干内容が異なる場合があります。)

9.7.1 起動スクリプト

今回は/etc/init.d/network を参考にします。CentOS 7 では、サービスの起動は SysV init から systemd に置き換えられましたが、/etc/init.d に SysV init 後方互換のスクリプトがあります。

17 行目

```
17 . /etc/init.d/functions
```

/etc/init.d/functions というファイルを読み込みます。/etc/init.d/functions は、/etc/の中に入っているさまざまなシェルスクリプトが、共通して利用できる便利な関数が入っています。それを有効にするために、最初の処理として 17 行目が実行されます。

33〜34 行目

```
33 # if the ip configuration utility isn't around we can't function.
34 [ -x /sbin/ip ] || exit 1
```

34 行目は、下記の書式に基づいた動作をします。

書式

```
コマンド１ && コマンド２
    コマンド１が正常終了した場合、コマンド２を実行

コマンド１ || コマンド２
    コマンド１が異常終了した場合、コマンド２を実行
```

```
コマンド１ && コマンド２ && ... && コマンドＮ || コマンドＹ
    コマンド１から実行し、正常終了する限り && の右に進み、異常終了した段階でコマンドＹを実行
```

最初の文字「[」は、/usr/bin ディレクトリにあるコマンドで、test コマンドと同じ機能を持ちます。また、bash のビルトインコマンドとしても存在します。

```
$ which ¥[
/usr/bin/[
```

書式に従い、34 行目は［ -x /sbin/ip ］が異常終了した場合に「||」の右側のコマンド「exit 1」を実行します。正常終了した場合は次の行に進みます。つまり、/sbin/ip が実行可能なファイルとして存在すれば、処理を先に進めますが、/sbin/ip を実行できない条件では異常として終了します。

exit の後に続く数値は、シェルスクリプトの終了コードです。終了コードは親プロセスに返すのでリターンステータスとも呼ばれます。通常はスクリプトが正常に終了する場合に 0 を、それ以外の場合にエラーコードを示す値を設定します。省略した場合には 0 が設定されます。設定された値は特殊変数「?」に格納され、「$?」にて参照することができます。

34 行目は、test コマンドを使用して下記のように書き換えることができますが、［ ］ を使用することで、簡潔に記述できる利点があります。

```
if test ! -x /sbin/ip ; then
        exit 1
fi
```

64〜67 行目

```
#tell NM to reload its configuration
if [ "$(LANG=C nmcli -t --fields running general status 2>/dev/null)" = "running" ]; th
        nmcli connection reload
fi
```

nmcli コマンドの前に LANG=C をつけています。Linux は、国際化された OS で、言語設定 (locale) によって、出力メッセージの言語を切り替えることができます。上記では、nmcli -t --fields running general status 2 の結果が running であるか否かで分岐していますが、利用者の言語設定によってコマンドの結果文字列が変わってしまうのを回避するために、このコマンド実行でのみ強制的に LANG=C に設定しています。言語設定が異なると下記のように結果が変わります。よく使われるテクニックなので覚えておくと役に立ちます。

```
(LANG に POSIX のデフォルトロケールの C を指定した場合)
$ LANG=C nmcli -t --fields running general status 2
running
(LANG にイタリア語のロケールの it_IT を指定した場合)
$ LANG=it_IT nmcli -t --fields running general status 2
in esecuzione
```

9.7.2 関数のシェルスクリプト

/etc/init.d/functions というファイルがあります。/etc/init.d/network の 17 行目でも説明したとおり、シェルスクリプトの便利な関数を集めたシェルスクリプトです。その中で記述されている関数を 1 つ説明します。

586 行目

```
is_ignored_file() {
        case "$1" in
                *~ | *.bak | *.orig | *.rpmnew | *.rpmorig | *.rpmsave)
                        return 0
                        ;;
        esac
        return 1
}
```

is_ignored_file() という関数は、/etc/init.d/network の中で無視したいファイル名に該当するかどうかのチェックを行っており、引数の 1 つ目 ($1) にファイル名が代入されます。case 文で引数に格納されたファイル名が *~, *.bak, *.orig, *.rpmnew, *.rpmorig, *.rpmsave（*は 0 文字以上の任意の文字列を意味します）のいずれかの条件に該当していれば 0（真）を返し、該当していなければ 1（偽）を返します。

無視したいファイル名が増えた場合、例えば.abc で終わる場合が出たとします。そのときは*.abc のエントリをここで加えると、/etc/init.d/network のみならず、is_ignored_file() を呼んでいる関数全部で同等の機能が反映されます。関数の利用は、呼ばれているプログラムの機能を一括で更新できる、という利点があることを理解してください。

この関数は/etc/init.d/network 以外でも利用できます。

9.8 デバッグ

作成したプログラムが思ったように動作しない場合、どこに問題があるのか調べる必要があります。これをデバッグといいます。プログラムの所々に、変数を表示させるコードや、プログラムの走行ルートを表示させるコードを埋め込む必要があり、非常に労力がかかります。よって多くのプログラム言語には、デバッグを支援するツールが用意されています。シェルスクリプトにも、スクリプトをデバッグモードで動かすためのコマンドが用意されています。

9.8.1 sh コマンド

sh 自身はシェルを起動するコマンドですが、-x オプションを付けて引数にシェルスクリプトを指定すると、コマンドや変数の中身を表示しながらスクリプトを実行します。繰り返しの項で使用した sample.sh を sh コマンドにて実行してみましょう。

実行例

```
$  sh -x ./sample.sh
+ true
+ echo 'Continue? (y/n)'
Continue? (y/n)
+ read input
 y
(y を入力)
+ case $input in
+ continue
+ true
+ echo 'Continue? (y/n)'
Continue? (y/n)
+ read input
 n
(n を入力)
+ case $input in
+ break
```

9.9 章末テスト

(1) 実行結果が解になるように、変数"LPI"に入力した値を出力しなさい。

```
$ LPI=linux
$ echo (         )
linux
```

(2) 以下のスクリプトの空欄を埋め、カレントディレクトリにファイル lpi.txt が存在しているか確認するスクリプトを完成させなさい。

```
#!/bin/bash
if [ -f lpi.txt ]; then
  echo file exists.
(         )
  echo file does not exists.
(         )
```

(3) 以下のスクリプトの空欄を埋め、カレントディレクトリ内のすべてのファイル（サブディレクトリを除く）の種類を表示するスクリプトを完成させなさい。

```
#!/bin/bash
for i in `ls`
do
  if [ ! -d $i ]; then
    file $i
  fi
(         )
```

(4) 次の動作をするシェルスクリプトを書きなさい。

1. 実行すると、age:として年齢の入力を促される。
2. 20 以上の値を入れると’you can drink.’と出力される。
3. 20 未満の値を入れると、’you cannot drink.’と出力される。

(5)bash で、シェルスクリプトの中身を表示しながら実行（デバッグ）するにはどのようにしたらよいか答えなさい。

第10章

ネットワークの設定と管理

Linux がネットワークにつながれたとき、必要とされる基礎知識と確認コマンドと設定を見ていきます。確認コマンドとして ping コマンド、traceroute コマンド、ip コマンド、nslookup コマンド、systemctl コマンドを説明します。

この章の内容

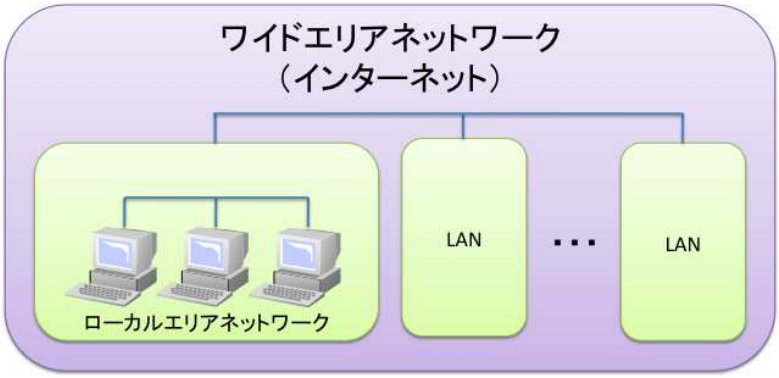
10.1 TCP/IP とは
10.1.1 ローカルエリアネットワークとワイドエリアネットワーク
10.1.2IP とは
10.1.3 TCP と UDP とは
10.2 IP アドレス
10.2.1 IP アドレスのクラス
10.2.2 プライベート IP アドレス
10.2.3 サブネットマスク
10.2.4 CIDR 表記
10.3 経路の確認
10.4 ネットワークの設定
10.4.1 ネットワークインターフェース
10.4.2 IP アドレスを確認
10.4.3 IP アドレスの設定ファイル
10.4.4 インターフェースの設定
10.5 ルーティングの確認
10.5.1 ルーティングの変更
10.6 DNS を使う設定
10.6.1 名前 (FQDN)
10.7 ポート番号
10.8 サービスの確認
10.9 ネットワークセキュリティの設定
10.9.1 ファイアウォールの設定
10.10 章末テスト

10.1 TCP/IP とは

コンピュータ間をケーブルや無線機能で接続したシステムをネットワークと呼びます。Linux を OS に利用したコンピュータのほとんどはネットワークに接続して利用します。物理的なネットワークはコンピュータ間をツイストペアケーブルでつなぎます。最近では有線のネットワークに加えて無線機能を使って接続したり、有線と無線の混在したネットワークもあります。

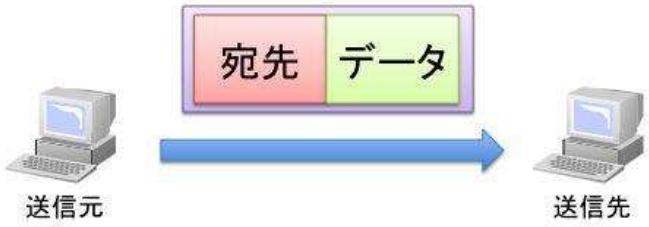
10.1.1 ローカルエリアネットワークとワイドエリアネットワーク

学校や自宅などの閉じられた複数のコンピュータを相互接続したネットワークをネットワークをローカルエリアネットワーク (LAN) と呼びます。離れた場所にある LAN と LAN を結んだネットワークのことをワイドエリアネットワーク (WAN) と呼びます。LAN はコンピュータ同士を LAN ケーブルで結び、WAN は LAN 同士を通信回線で結びます。



10.1.2 IP とは

ネットワークでつながったコンピュータ同士の間では、決まった手順（プロトコル）に従ってデータを送受信しています。今日一般的に使われているイーサネット規格のネットワークはプロトコルとして TCP/IP を利用しています。TCP/IP の IP(Internet Protocol：インターネット プロトコル) は手順の基本です。IP は送り先とデータからなるパケットを送るだけの簡単な仕組みです。ping コマンドでデータが送信され、データを受けた機器 (サーバやルータなど) から確認メッセージかが返ってくるかを確認できます。



書式

```
ping ターゲット
ターゲット（ホスト名や IP アドレス）にデータを送り、返答が戻るまでの時間を表示します。
-c オプションを付けて、ping を発行する回数を指定することもできます。
```

○実習: ローカルなマシンの IP アドレスの確認

まずは、LAN 上にあるホストに ping コマンドを実行してみましょう。

```
$ ping 192.168.1.1
（192.168.1.1 へ ping を送信）
PING 192.168.1.1 (192.168.1.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=1 ttl=30 time=1.01 ms
（1.01m 秒で返答があった）
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=2 ttl=30 time=0.914 ms
（0.914m 秒で返答があった）

（「Ctrl」 C で ping コマンドを中止）

--- 192.168.1.1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1002ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.914/0.966/1.018/0.052 ms
```

○実習: インターネットにつながるマシンで確認

ping コマンドに対して lpi のサーバからの返答があるか (返答時間も) を確認してください。ping を 3 回実施するため、-c オプションを付けてコマンドを実行します。

```
$ ping lpi.jp -c 3
PING lpi.jp (203.174.74.34) 56(84) bytes of data.
```

```
64 bytes from sv1.lpi.jp (203.174.74.34): icmp_seq=1 ttl=52 time=3.14 ms
64 bytes from sv1.lpi.jp (203.174.74.34): icmp_seq=2 ttl=52 time=6.87 ms
64 bytes from sv1.lpi.jp (203.174.74.34): icmp_seq=3 ttl=52 time=5.67 ms

--- lpi.jp ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2009ms
rtt min/avg/max/mdev = 3.142/5.229/6.873/1.556 ms
```

ping コマンドは「Ctrl」C を押すと止まります。コンピュータによってはセキュリティ対策のため、ping コマンドに応答しない場合があります。

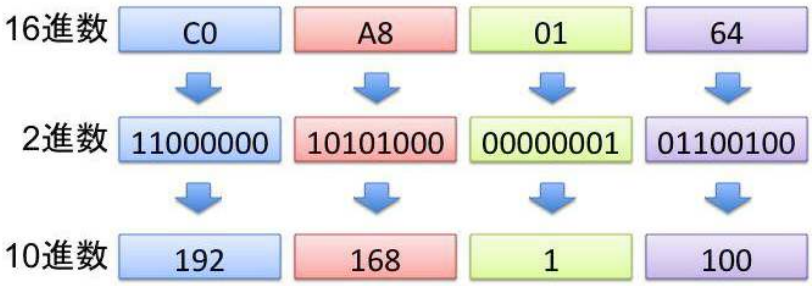
10.1.3 TCP と UDP とは

TCP(Transmission Control Protocol) は IP(Internet Protocol) の仕組みを使ってデータを送る手順です。IP は読んで字のごとく、インターネットにおいて情報の伝達を行なう手順 (プロトコル) です。TCP では、データのまとまりを 1 つ受け取ると、すぐにデータの破損などのエラーを確認し、間違っている場合はデータの再送を依頼します。

UDP(User Datagram Protocol) はエラー確認やデータの再送制御は行いませんが（必要であれば上位のアプリケーションでそのような処理を実装する必要があります)、その分データを高速に送ることができるので、小さなデータや映像のような多少欠損しても問題なく、信頼性よりも速度を求められる通信に適しています。

10.2 IP アドレス

TCP/IP でデータを送受信するには発送元と発送先の場所を表すアドレスが必要です。インターネットでは IPv4(Internet Protocol version 4) と IPv6 という 2 つのプロトコルが使われています。IPv4 では 4 バイト (16 進数で 8 桁) で表せるアドレスで、4 バイトのアドレスは 1 バイト (16 進数で 2 桁) ごとで 10 進数に変換してでつないで表記します。プライベートな IP アドレスを除いた IP アドレスをグローバルな IP アドレスと呼びます。グローバルな IP アドレスは NIC(日本では JPNIC) に管理されており、許可なく利用 (設定) できません。



10.2.1 IP アドレスのクラス

IPv4 で使われる IP アドレスはネットワークアドレスとホストアドレスをつなげた形となります。ネットワークアドレスは次の表のサブネットマスクのビットが立っている (255 の様な) 部分で、ホストアドレスはサブネットマスクのビットが立っていない (0) の部分です (サブネットマスクに関しては後述します)。IP アドレスは学校や会社などの組織に対して割り当てられるので、割り当てられた組織で使われる範囲は連続したアドレスです。ネットワークアドレスの長さにより、A から C のクラスがあり、クラス D やクラス E などの特殊なクラスも予約されています (現状では A から C のクラスが実用されます)。

ホストアドレスにおいて、ホスト部の全てのビットが 0 のアドレスはそのネットワーク自身のアドレスを示し、ホスト部の全てのビットが 1 のアドレスは、そのネットワーク内の全てのホストに届くブロードキャストアドレスという特殊なアドレスを示します。これらのアドレスは実際にコンピュータに割り当てることはできません。

表 10.1 IP アドレスのクラス

アドレスの範囲	サブネットマスク	クラス	IP アドレスの数
0.0.0.0〜127.255.255.255	255.0.0.0	クラス A	16,777,216 個
128.0.0.0〜191.255.255.255	255.255.0.0	クラス B	65,536 個
192.0.0.0〜223.255.255.255	255.255.255.0	クラス C	256 個
224.0.0.0〜239.255.255.255		クラス D	
240.0.0.0〜255.255.255.255		クラス E	

10.2.2 プライベート IP アドレス

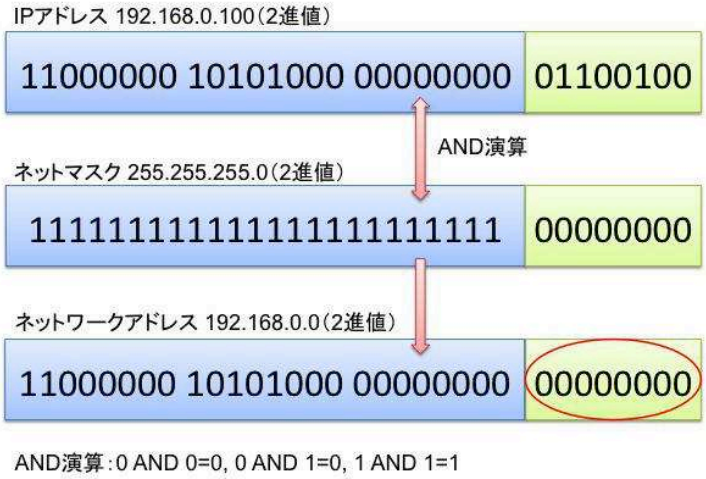
ローカルなネットワークで自由に利用可能な IP アドレスが用意されており、プライベート IP アドレスと呼びます。プライベート IP アドレスは次のようになります。

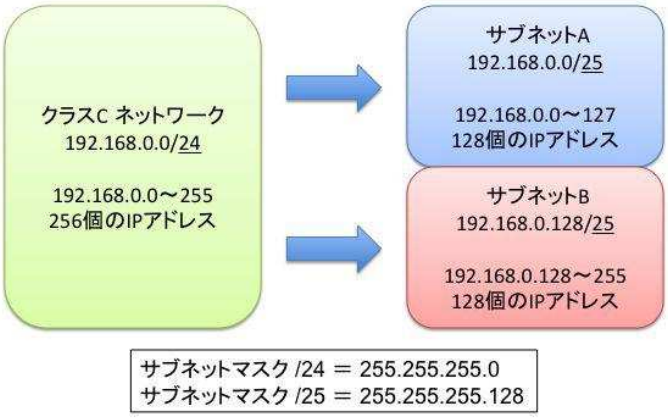
表 10.2 プライベート IP アドレスとクラス

アドレスの範囲	サブネットマスク	クラス
10.0.0.0〜10.255.255.255	255.0.0.0	クラス A
172.16.0.0〜172.31.255.255	255.255.0.0	クラス B
192.168.0.0〜192.168.255.255	255.255.255.0	クラス C

10.2.3 サブネットマスク

IP アドレスのうち、ネットワークアドレスとホストアドレスを識別するための数値をサブネットマスクといいます。サブネットマスクは通信先ホストが同一ネットワークにいるかいないかの判断に使われます。ネットワーク (IP アドレスの集まり) はサブネットマスクを変えることで、複数のネットワークに分けて、効率的に IP アドレスを利用できます。





10.2.4 CIDR（サイダー）表記

IP アドレスのクラスを学習したばかりですが、最近よく使用されるようになったクラス分けをしない CIDR （Classless Inter-Domain Routing）表記について学習します。

すでに、前節の図にも使用されていますが、IP アドレスのネットワーク部とホスト部の境目を/（スラッシュ）の後に続くビット数で指定する方法です。

まず、表記の例を３つ下記に示します

- 127.0.0.1/8
  - IP アドレスの先頭から８ビットをネットワーク部として、残りの２４ビットをホスト部とした設定です。クラスAと同じ扱いで、それぞれ下記となります。
    - IP アドレス：127.0.0.1

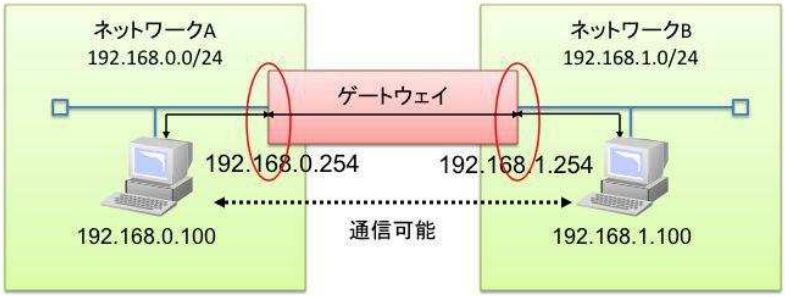
    * ネットマスク：255.0.0.0
    * ネットワーク：127.0.0.0
    * ブロードキャスト: 127.255.255.255
    * アドレスの数：16,777,216 個

- 192.168.0.1/24
  - IP アドレスの先頭から２４ビットをネットワーク部として、残りの８ビットをホスト部とした設定です。クラスCと同じ扱いで、それぞれ下記となります。
    * IP アドレス：192.168.0.1
    * ネットマスク：255.255.255.0
    * ネットワーク：192.168.0.0
    * ブロードキャスト: 192.168.0.255
    * アドレスの数：256 個

- 192.168.0.1/28
  - IP アドレスの先頭から２８ビットをネットワーク部として、残りの４ビットをホスト部とした設定です。クラスCのサブセットの扱いで、それぞれ下記となります。
    * IP アドレス：192.168.0.1
    * ネットマスク：255.255.255.240
    * ネットワーク：192.168.0.0
    * ブロードキャスト: 192.168.0.15
    * アドレスの数：16 個

10.3 経路の確認

LAN と LAN をつなげる場合、もしくは LAN と WAN をつなげる場合は、ゲートウェイ（ルーター）が間に接続されています。ゲートウェイは次の図の様にネットワークのデータを接続された隣のネットワークへ転送します。



インターネットは多くのネットワークがつながって構成されていて、いくつものネットワークを

データが中継されるので、いくつものゲートウェイを通ってデータが送受信されます。自分が利用しているコンピュータから通信先のコンピュータまでに仲介する複数のゲートウェイを調べるには traceroute コマンドと tracepath コマンドがあります。

書式

```
traceroute ターゲット
tracepath ターゲット
```

ターゲットや途中のゲートウェイへデータを送り、ゲートウェイから返答が戻ってくる時間を表示します。

○実習: traceroute コマンドおよび tracepath コマンドでゲートウェイを確認

traceroute コマンドで、lpi.jp サーバまでの間にある複数のゲートウェイから返答があるかを確認してください。

```
# traceroute lpi.jp
(lpi.jp をトレースルート)
traceroute to lpi.jp (203.174.74.34), 30 hops max, 60 byte packets
(最大 30 台までの経由ルータを表示)
 1  172.16.x.x (172.16.x.x)  1.924 ms  1.772 ms  2.136 ms
 2  172.17.x.x (172.17.x.x)  3.447 ms  4.645 ms  5.917 ms
(略)
14  sv1.lpi.jp (203.174.74.34)  31.723 ms  30.773 ms  30.823 ms
```

```
# tracepath lpi.jp
(lpi.jp をトレースパス)
 1?: [LOCALHOST]                                        pmtu 1500
 1:  172.16.x.x                                           1.603ms
 1:  172.16.x.x                                           1.726ms
 2:  172.17.x.x                                           4.923ms pmtu 1454
(略)
4  sv1.lpi.jp (203.174.74.34)  31.324 ms  30.549 ms  30.621 ms
     Resume: pmtu 1454 hops 4 back 4
```

172.16.x.x まで 2.136 m 秒、172.17.x.x まで 5.917 m 秒、sv1.lpi.jp まで 30.823 m 秒かかっていることがわかります。ゲートウェイによってはセキュリティ対策のため、コマンドに応答しない場合があります。

10.4 ネットワークの設定

CentOS 7 では、システム起動の推奨技術が SysV init から systemd 変わり、また、NetworkManager サービスを推奨するようになったため、ネットワークの設定ファイルやコマンドも変わりました。

ここでは、CentOS 7 で推奨される技術について説明し、章末に CentOS 7 と CentOS 6 の比較表を掲載します。

10.4.1 ネットワークインターフェース

ネットワークへアクセスするためにネットワークインターフェースが必要です。物理的なネットワークインターフェースとしてネットワークインターフェースカード (NIC) があります。現在は、多くの場合、ネットワークインターフェースがコントロールチップの中に統合されています。プログラムが内部的に使う仮想のネットワークインターフェースとしてループバックインターフェースがあります。

10.4.2 IP アドレスを確認

IP アドレスの確認は、ip コマンドの他、NetworkManager の nmcli, nmtui コマンドでも行えます。また、従来からの ifconfig コマンドでも確認できます。

書式

```
ip a[ddress] [インターフェース]
ネットワークインターフェースに設定された IP アドレスとサブネットマスクを表示します。

nmcli [インターフェース]
コマンドラインでネットワークの設定ができるインターフェイスです。オプション無しで実行すると、現在の設定を表示します。

nmtui
会話型でネットワークの設定ができるインターフェイスです。
```

インターフェース (lo や enp0s3 など) を省略すると、全インターフェース情報を表示します。

○実習: ネットワークインターフェースの IP アドレスを確認

ip address コマンドを使ってホストの IP アドレスを確認してみましょう。

```
$ ip a
(ネットワークインターフェースの情報を表示)

1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN qlen 1
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
```

```
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
       valid_lft forever preferred_lft forever
2: enp0s3: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP qlen 1C
    link/ether 08:00:27:1c:d0:16 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.100.16/24 brd 192.168.100.255 scope global dynamic enp0s3
       valid_lft 258878sec preferred_lft 258878sec
    inet6 fe80::a23f:e597:2d02:2236/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
3: virbr0: <NO-CARRIER,BROADCAST,MULTICAST,UP> mtu 1500 qdisc noqueue state DOWN qlen 1
    link/ether 52:54:00:ae:ff:74 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.122.1/24 brd 192.168.122.255 scope global virbr0
       valid_lft forever preferred_lft forever
4: virbr0-nic: <BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500 qdisc pfifo_fast master virbr0 state DOWN
    link/ether 52:54:00:ae:ff:74 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```

ip コマンドで表示された lo がループバックインターフェース (機器が正常に稼動しているか確認するためにデータを送って試すループバックテストなどに利用) で、enp0s3 が物理的に存在する Ethernet(イーサネット）のネットワークインターフェースです。

```
$ nmcli device
(ネットワークインターフェースの情報を表示)

デバイス     タイプ      状態        接続
virbr0       bridge      接続済み    virbr0
enp0s3       ethernet    接続済み    enp0s3
lo           loopback    管理無し    --
virbr0-nic   tun         管理無し    --
```

10.4.3 IP アドレスの設定ファイル

RedHat Linux 系のディストリビューションは IP アドレスの設定を 2 つの設定ファイルに記述しておき、ブート時にはそれらの設定ファイルにより設定されます。/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-XXX 設定ファイルは XXX インターフェースの IP アドレスとサブネットマスクなどを記述します。XXX はループバックインターフェースの場合は lo、ネットワークインターフェースカードの場合は enX0Y,enX1Y…とデバイスの種類とスロット位置により番号が振られます。

/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-XXX 設定ファイルの主な内容は次の様になります。

表 10.3 ifcfg 設定ファイルの項目

項目	内容
ONBOOT	起動時にアドレスを自動設定する（yes）か設定しない（no）
DEVICE	ネットワークインターフェイス
HWADDR	MAC アドレス

BOOTPROTO 以降の設定を利用 (static) か自動取得 (dhcp)

表 10.4　固定アドレス（static）を設定する場合の設定項目

項目	内容
IPADDR	IP アドレス
NETMASK	サブネットマスク
NETWORK	ネットワーク

起動時にアドレスを自動設定するには DHCP 機能が提供された環境が必要です。/etc/sysconfig/network 設定ファイルはデータが他のネットワークへ転送されるゲートウェイのアドレスとホスト名を記述します。/etc/sysconfig/network 設定ファイルの主な内容は次の様になります。

表 10.5　ネットワークの項目

項目	内容
NETWORKING	ネットワークを有効にする（yes）か無効にする（no）
HOSTNAME	ホスト名
GATEWAY	ゲートウェイアドレス

○実習: ネットワークインターフェースの確認

cat コマンドでファイルを表示してみます。

```
$ cat /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-lo
(設定ファイルを表示)
DEVICE=lo
IPADDR=127.0.0.1          (IP アドレス)
NETMASK=255.0.0.0         (サブネットマスク)
NETWORK=127.0.0.0         (ネットワーク)
# If you're having problems with gated making 127.0.0.0/8 a martian,
# you can change this to something else (255.255.255.255, for example)
BROADCAST=127.255.255.255
ONBOOT=yes                (ブート時に有効にする)
NAME=loopback             (インターフェース名)

$ cat /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-enp0s3
(設定ファイルを表示)
TYPE=Ethernet
BOOTPROTO=dhcp            (DHCP)
DEFROUTE=yes
IPV4_FAILURE_FATAL=no
IPV6INIT=yes
IPV6_AUTOCONF=yes
IPV6_DEFROUTE=yes
```

```
IPV6_FAILURE_FATAL=no
IPV6_ADDR_GEN_MODE=stable-privacy
NAME=enp0s3
UUID=81f923e2-8569-4d4d-b650-37bef00fac0b
DEVICE=enp0s3
ONBOOT=no
PEERDNS=yes
PEERROUTES=yes
IPV6_PEERDNS=yes
IPV6_PEERROUTES=yes
IPV6_PRIVACY=no
```

MAC アドレスはハードウェアに設定されているユニークな番号であり、正しい MAC アドレスが設定されていない場合通信することができなくなるため、自動的に認識された番号を書き換えないようにしましょう。ブロードキャストは 1 対多で通信をする場合に使われるアドレスで、ホスト部のビットが全部 1 のアドレスです。

10.4.4 インターフェースの設定

ネットワークのインターフェースは設定ファイルを書き換えて、systemctl コマンドに restart オプションを付けて再起動することで変更できます。

〇実習: ネットワークインターフェースの再設定

ip addr コマンドで設定を確認後、IP アドレスを変更して NetworkManager と network サービスを再起動してみましょう。NetworkManager と network サービスを再起動したあとは、ip addr コマンドで IP アドレスの変更が適用されているか確認してください。

```
#  ip addr show dev enp0s3
(enp0s3 の設定を表示)

2: enp0s3: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP qlen 10
    link/ether 00:0C:29:FB:5F:23 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.1.60/24 brd 192.168.1.255 scope global dynamic enp0s3
       valid_lft 256662sec preferred_lft 256662sec
    inet6 fe80::20c:29ff:fefb:5f23/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever

#  vi /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-enp0s3
(IP アドレスを変更)

CentOS 7 で推奨されている systemd の systemctl コマンドを使用します。
#  systemctl restart network.service
(ネットワークサービスの再起動)


#  ip addr show dev enp0s3
(enp0s3 の設定を表示)

enp0s3: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST>  mtu 1500
        inet 192.168.1.70  netmask 255.255.255.0  broadcast 192.168.1.255
        inet6 fe80::b8cf:2183:97a8:f43b  prefixlen 64  scopeid 0x20<link>
```

```
        ether   txqueuelen 1000  (Ethernet)
        RX packets 17091  bytes 1826635 (1.7 MiB)
        RX errors 0  dropped 0  overruns 0  frame 0
        TX packets 2206  bytes 555482 (542.4 KiB)
        TX errors 0  dropped 0 overruns 0  carrier 0  collisions 0
2: enp0s3: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP qlen 10
    link/ether 08:00:27:86:94:00 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.1.70/24 brd 192.168.1.255 scope global dynamic enp0s3
       valid_lft 256662sec preferred_lft 256662sec
    inet6 fe80::b8cf:2183:97a8:f43b/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
```

10.5 ルーティング

ネットワークの状況を表示するための ip route コマンドや ss コマンドがあり、これらのコマンドでデータが流れる方向 (ルーティング) を調べられます。

書式

```
ip route [オプション]
ss [オプション]
```

ネットワークの状況を表示します。

ss のオプション

```
-V
バージョン情報
-a
全てのソケットを表示
-n
サービス名に変換せずに表示
-r
ホスト名を名前解決
-p
ソケットを使用しているプロセス ID を表示
-s
集約したソケット情報
-4
IPv4 のソケットのみ表示．他のオプションと併用．
-6
IPv6 のソケットのみ表示．他のオプションと併用．
-t
TCP のソケットのみ表示
-u
UDP のソケットのみ表示
-e
詳細なソケット情報を表示
```

○実習: ルーティングとインターフェースの確認

ip route コマンドを利用しルーティングテーブルを表示してみましょう。

```
$ ip route
(ルーティングを表示)
default via 192.168.1.1 dev enp0s3  proto static  metric 100
192.168.1.0/24 dev enp0s3  proto kernel  scope link  src 192.168.1.70  metric 100
192.168.122.0/24 dev virbr0  proto kernel  scope link  src 192.168.122.1
```

結果は、全てのデータは 192.168.1.1 へ行くので、192.168.1.1 がゲートウェイであれば、ネットワークの外へデータが転送されます。

10.5.1 ルーティングの変更

ルーティングの変更を行なうには、ip route コマンドを使用します。ip route コマンドの実行には、管理者権限が必要です。

書式

```
ip [オプション] r[oute] {コマンド|help}
または
route (非推奨)
```

書式

```
ip route {add|del} ターゲット/サブネット via ゲートウェイアドレス dev インタフェース
```

書式

```
route add [-net|-host] ターゲット [netmask サブネットマスク] [インタフェース]
```

route コマンドでは、add を指定するとルーティングに経路を追加します。ターゲットには、-net を指定した場合にはネットワークアドレスを、-host を指定した場合にはホストアドレスを宛先として設定します。サブネットマスクの指定を省略した場合は、ターゲットに設定したアドレスから判別されたクラスに該当するマスク値が設定されます。インタフェースを省略すると、カーネルが自動的に最適なデバイスを設定します。

ip route コマンドでは route コマンドと違って -net, -host を指定できません。代わりに CIDR 表記で指定します。ターゲット/32 だと-host と同様にホストを指定でき、ターゲット/xx(32 以外)だと-net と同様にネットワークを指定できます。

○実習: ルーティングの追加

クラス C のネットワーク 192.168.2.0 への経路を追加してみます。

```
# ip route add 192.168.2.0/24 via 192.168.1.1 dev enp0s3
(経路を追加)
# ip route
(ルーティングを表示)
default via 192.168.1.1 dev enp0s3  proto static  metric 100
192.168.2.0/24 via 192.168.1.1 dev enp0s3
192.168.1.0/24 dev enp0s3  proto kernel  scope link  src 192.168.1.70  metric 100
```

書式

```
ip route del ターゲット/サブネット via ゲートウェイアドレス
```

del を指定すると、ルーティングから経路を削除します。

○実習: ルーティングの削除
クラス C のネットワーク 192.168.2.0 への経路を削除してみます。

```
# ip route del 192.168.2.0/24 via 192.168.1.1
(経路を削除)
# ip route
(ルーティングを表示)
default via 192.168.1.1 dev enp0s3  proto static  metric 100
192.168.1.0/24 dev enp0s3  proto kernel  scope link  src 192.168.1.70  metric 100
192.168.122.0/24 dev virbr0  proto kernel  scope link  src 192.168.122.1
```

10.6 DNS を使う設定

名前解決の機能を使うには/etc/nsswitch.conf ファイルで何を使うか指定します。ファイルを使う指定があれば/etc/hosts ファイルを参照し、DNS(Domain Name System：ドメイン・ネーム・システム) を使う指定があれば、/etc/resolv.conf ファイルを見て DNS サーバを使います。/etc/nsswitch.conf ファイルでは hosts:の項目でファイル (files) や DNS(dns) を指定します。hosts:の項目のファイルや DNS の優先順位は記述された順番となります。

```
hosts:      files dns
```

/etc/resolv.conf ファイルには nameserver で DNS サーバのアドレスが登録されています。デフォルトでは、このファイルは NetworkManager 経由で管理されます。

```
# cat /etc/resolve.conf
# Generated by NetworkManager
nameserver 192.168.1.1
```

nmcli コマンドで DNS サーバーの設定を確認してみましょう。

```
# nmcli d show enp0s3
GENERAL. デバイス:                        enp0s3
GENERAL. タイプ:                          ethernet
GENERAL. ハードウェアアドレス:            08:00:27:1C:D0:16
GENERAL.MTU:                              1500
GENERAL. 状態:                            100 (接続済み)
GENERAL. 接続:                            enp0s3
GENERAL.CON パス:                         /org/freedesktop/NetworkManager/ActiveConnectio
WIRED-PROPERTIES. キャリア:               オン
IP4. アドレス [1]:                        192.168.1.70/24
IP4. ゲートウェイ:                        192.168.1.1
```

```
IP4.DNS[1]:                                192.168.1.1
IP6. アドレス [1]:                          fe80::a23f:e597:2d02:2236/64
IP6. ゲートウェイ:
```

実際に設定されている DNS サーバーで名前解決してみましょう。

```
# nslookup lpi.jp
Server:         192.168.1.1
Address:        192.168.1.1#53

Non-authoritative answer:
Name:   lpi.jp
Address: 203.174.74.34
```

/etc/hosts ファイルはホストの名前と IP アドレスの関係を静的に定義しておくファイルです。定義は次のように 1 行で 1 つの定義を書きます。

```
IP アドレス   名前 (FQDN)        ホスト名
例
127.0.0.1               localhost.localdomain   localhost
192.168.1.50            test.lpi.or.jp          test
```

/etc/resolve.conf で files dns の順になっているので、/etc/hosts ファイルは DNS サーバーによる名前解決よりも優先されます。

10.6.1 名前 (FQDN)

インターネットでは IP アドレスだけを使うと人間にはわかり辛いので、FQDN(Fully Qualified Domain Name) と呼ばれる名前 (例：www.lpi.or.jp) を使えます。IP アドレスと名前の対応は dig コマンドや nslookup コマンドで調べられます。

書式

```
nslookup ターゲット
ターゲットの名前と IP アドレスを返します。
```

○実習: IP アドレスに対応するホスト名の問い合わせ

nslookup コマンドを利用して DNS へホスト名の問い合わせを行なってみましょう

```
$ nslookup 203.174.74.34
(203.174.74.34 のホスト名の問い合わせ)
Server:         192.168.1.1
Address:        192.168.1.1#53
Non-authoritative answer:
34.74.174.203.in-addr.arpa    name = sv1.lpi.jp.
(IP アドレスに対して FQDN)
Authoritative answers can be found from:
(略)

$ nslookup lpi.jp
(lpi.jp の IP アドレス問い合わせ)
Server:         192.168.1.1
Address:        192.168.1.1#53
Non-authoritative answer:
Name:    lpi.jp
Address: 203.174.74.34
```

10.7 ポート番号

TCP/IP で通信をする場合は、IP アドレスに加えてサービスごとにポート番号を使います。ポート番号がどのサービスに対応するかは規格として取り決められており、一般的なサービスはサービス番号との対応が/etc/services ファイルに書かれています。

表 10.6 ポート番号と対応サービス

項目	ポート番号範囲	内容
WELL KNOWN PORT NUMBERS	0〜1023	一般的なポート番号
REGISTERED PORT NUMBERS	1024〜49151	登録済みポート番号
DYNAMIC AND/OR PRIVATE PORTS	49152〜65535	自由に利用できるポート番号

表 10.7 サーバで使われる主なポート番号と対応するサービス

ポート番号	サービス名
20	FTP（データ）
21	FTP（制御）
22	SSH
23	Telnet
25	SMTP
53	DNS
80	HTTP
443	HTTPS

10.8 サービスの確認

サーバではホームページを見せるなどのサービスを提供するプログラムを主に動かします。Linux のサービスやネットワークの状況を表示する ss コマンドは、提供されているサービスを調べて表示することができます。

○実習: 提供されている TCP サービスの表示

ss コマンドに-a オプションと-t オプションを付けて実行してください。

```
$ ss -at
(TCP サービス一覧を表示)
State      Recv-Q Send-Q Local Address:Port                 Peer Address:Port
LISTEN     0      128        *:sunrpc                   *:*
LISTEN     0      5      192.168.122.1:domain                 *:*
LISTEN     0      128        *:ssh                      *:*
LISTEN     0      128    127.0.0.1:ipp                      *:*
LISTEN     0      100    127.0.0.1:smtp                     *:*
ESTAB      0      0      192.168.100.16:ssh                  192.168.100.2:53767
ESTAB      0      0      192.168.100.16:ssh                  192.168.100.2:55528
LISTEN     0      128       :::sunrpc                  :::*
LISTEN     0      128       :::ssh                     :::*
LISTEN     0      128      ::1:ipp                     :::*
LISTEN     0      100      ::1:smtp                    :::*
```

○実習: 提供されている UDP サービスの表示

netstat コマンドに-a オプションと-u オプションを付けて実行してください。

```
$ ss -au
(UDP サービス一覧を表示)
State      Recv-Q Send-Q Local Address:Port                 Peer Address:Port
UNCONN     0      0          *:36052                    *:*
UNCONN     0      0          *:mdns                     *:*
UNCONN     0      0      127.0.0.1:323                      *:*
UNCONN     0      0      192.168.122.1:domain                 *:*
UNCONN     0      0      * %virbr0:bootps                   *:*
UNCONN     0      0          *:bootpc                   *:*
UNCONN     0      0          *:47179                    *:*
UNCONN     0      0        ::1:323                      :::*
UNCONN     0      0         :::43455                    :::*
```

10.9 ネットワークセキュリティの設定

ネットワークセキュリティのために TCP ラッパー (TCP Wrapper) という機能が提供されています。TCP ラッパーでセキュリティを強化する場合は、サービスが TCP ラッパー機能を提供するライブラリ (プログラム) を利用している必要があります。アクセスを制限する/etc/hosts.deny ファイルとアクセスを許可する/etc/hosts.allow ファイルを用意する必要があります。2 つの制御ファイルはサービスを提供するプログラムのリストに対してコロン (:) で区切り、適応するネットワークや IP アドレスやホスト名やドメイン名などのクライアントのリストを書き、ファイルによって許可または拒否します。クライアントのリストの後には:で区切り、制限に引っかかる場合に実行するシェルスクリプトを書けます。全てを表す時はリストの代わりに ALL と記述します。制御ファイルは次のように記述します。

プログラムのリスト：クライアントのリスト [： シェルスクリプト]

例

/etc/hosts.allow

sshd：192.168.1.60

/etc/hosts.deny

ALL：ALL

2 つのファイルに制御を記述して初めて設定が有効になります。/etc/hosts.deny ファイルで全てのアクセスを不可にしてから、/etc/hosts.allow ファイルで必要なサービスを解放すると、安全な設定になるでしょう。

10.9.1 ファイアウォール (firewalld) の設定

CentOS 7 では、iptables に代わり、firewalld が推奨されています。iptables も使用できますが、使用するには firewalld を無効にする必要があります。本節では、まず firewalld の操作を学習し、その後、iptables に切り替えてみましょう。

firewalld では、ゾーンと呼ばれる単位ごとに設定が可能です。ここではデフォルトのゾーンに対して操作します。

firewalld の状態は、firewall-cmd コマンドまたは systemctl コマンドで確認できます。

```
# firewall-cmd --state
(ファイアウォールの状態を表示)
running
```

systemctl で firewalld の状態と設定を確認してみましょう。

```
# systemctl status firewalld.service
(ファイアウォールの設定を表示します。active つまり実行中であることと、enabled であることがわかり
ます。)
● firewalld.service - firewalld - dynamic firewall daemon
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/firewalld.service; enabled; vendor preset: e
   Active: active (running) since 水 2017-03-01 12:18:30 JST; 6h ago
     Docs: man:firewalld(1)
 Main PID: 732 (firewalld)
   CGroup: /system.slice/firewalld.service
           └─732 /usr/bin/python -Es /usr/sbin/firewalld --nofork --nopid

 3 月 01 12:18:28 localhost.localdomain systemd[1]: Starting firewalld - dyna...
 3 月 01 12:18:30 localhost.localdomain systemd[1]: Started firewalld - dynam...
Hint: Some lines were ellipsized, use -l to show in full.
```

次に、firewalld の設定を確認してみましょう。このコマンドは root または sudo で実行してください。

```
# firewall-cmd --list-all
(ファイアウォールの設定を表示)
public (active)
  target: default
  icmp-block-inversion: no
  interfaces: enp0s3
  sources:
  services: dhcpv6-client ssh
  ports:
  protocols:
  masquerade: no
  forward-ports:
  sourceports:
  icmp-blocks:
  rich rules:
```

書式

```
firewall-cmd [オプション...]
```

オプション

```
--permanent
永続的設定に使用します。
このオプションを使用しない場合、実行中の firewalld に対して処理されます。
このオプションを付けて実行した設定を有効にするには、--reload オプションを使用するか、firewalld の
再起動が必要です。

--list-all
追加、有効化されている項目をすべて表示します。
```

```
--list-services
追加、有効化されているサービスを表示します。

--add-services サービス
サービスを有効にします。

--remove-services サービス
サービス無効にします。

--reload
permanent 設定を再読み込みします。
```

○実習: ファイアウォールの表示

現在有効になっているサービスのみ確認してみましょう。

```
# firewall-cmd --list-services
(現在有効なサービスを表示)
dhcpv6-client ssh
```

ディストリビューションによってはデフォルトではほとんどのサービスが抑制されており、サービスを使用するために設定を追加する必要があります。

サービスの追加は firewall-cmd コマンドで可能です。firewall-cmd での設定には、firewalld が起動中のみ有効な一時的な設定とリブートしても設定が消えない永続的な設定が可能です。構築中の環境では、まず一時的に設定し、動作を確認した後、permanent オプションで永続的な設定をしても良いでしょう。

○実習: ファイアウォールの設定変更

ファイアウォールに Apache サービスの http を一時的に、https を永続的に追加してみます。

```
# firewall-cmd --add-service=http
(http を一時的に設定)
success
# firewall-cmd --add-service=https --permanent
(https を永続的に設定)
success
```

http と https がそれぞれ追加されていることを確認してみましょう。

```
# firewall-cmd --list-services
(--permanent をつけないと、http は表示されますが、https は表示されません。つまり、今現在 http は
無効です。)
dhcpv6-client http ssh
# firewall-cmd --list-services --permanent
(--permanent をつけると、https は表示されますが、http は表示されません。つまり、再起動する
```

```
と http は無効になります。)
dhcpv6-client https ssh
```

https がシステム起動時に設定されることを確認するため、firewalld を再起動します。

```
# systemctl restart firewalld.service
```

再起動の前後でどのように変わったかを確認してみましょう。

```
# firewall-cmd --list-services
(再起動前に permanent で設定した http が、再起動後に有効になっています。)
dhcpv6-client https ssh
# firewall-cmd --list-services --permanent
dhcpv6-client https ssh
```

10.9.2 iptables への切り替え

次に、ファイアウォールを firewalld から iptables に切り替えて動作を確認しましょう。
大まかな手順は、下記の通りです。

- firewalld の無効化
- iptables の有効化
- iptables の設定

まず、firewalld を無効化します。

```
(firewalld を停止します。)
# systemctl stop firewalld.service
(firewalld を無効化します。無効化には disable または mask を指定します。)
# systemctl disable firewalld.service
Removed symlink /etc/systemd/system/dbus-org.fedoraproject.FirewallD1.service.
Removed symlink /etc/systemd/system/basic.target.wants/firewalld.service.
(mask を指定すると、systemd から firewalld アクセスできないようにできます。)
# systemctl mask firewalld.service
Created symlink from /etc/systemd/system/firewalld.service to /dev/null.
# systemctl status firewalld.service
● firewalld.service
   Loaded: masked (/dev/null; bad)
   Active: inactive (dead)

 3月 11 07:05:18 localhost.localdomain firewalld[14853]: WARNING: COMMAND_FAILED: '/usr
 3月 11 07:05:18 localhost.localdomain firewalld[14853]: WARNING: COMMAND_FAILED: '/usr
: : :
```

次に、iptables を有効化します。

```
(iptables-services をインストールします。)
# yum -y install iptables-services
: : :
(iptbles サービスを起動します。)
# systemctl start iptables.service
(iptbles サービスを有効化します。)
# systemctl enable iptables.service
Created symlink from /etc/systemd/system/basic.target.wants/iptables.service to /usr/li
(iptbles サービスを状態を確認します。)
# stemctl status iptables.service
● iptables.service - IPv4 firewall with iptables
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/iptables.service; enabled; vendor preset: di
   Active: active (exited) since 土 2017-03-11 07:35:31 JST; 34s ago
 Main PID: 15829 (code=exited, status=0/SUCCESS)
: : :
#
```

iptables コマンドに-L オプションをつけて、現在の設定を確認します。

```
# iptables -L
Chain INPUT (policy ACCEPT)
target     prot opt source        destination
ACCEPT     all  --  anywhere      anywhere       state RELATED,ESTABLISHED
ACCEPT     icmp --  anywhere      anywhere
ACCEPT     all  --  anywhere      anywhere
ACCEPT     tcp  --  anywhere      anywhere       state NEW tcp dpt:ssh
REJECT     all  --  anywhere      anywhere       reject-with icmp-host-prohibited

Chain FORWARD (policy ACCEPT)
target     prot opt source        destination
REJECT     all  --  anywhere      anywhere       reject-with icmp-host-prohibited

Chain OUTPUT (policy ACCEPT)
target     prot opt source        destination
```

エディタで設定ファイルに、Apache の http(ポート番号:80) と https(ポート番号:443) を追加します。

```
# vi /etc/sysconfig/iptables

# sample configuration for iptables service
# you can edit this manually or use system-config-firewall
# please do not ask us to add additional ports/services to this default configuration
*filter
:INPUT ACCEPT [0:0]
:FORWARD ACCEPT [0:0]
:OUTPUT ACCEPT [0:0]
-A INPUT -m state --state RELATED,ESTABLISHED -j ACCEPT
-A INPUT -p icmp -j ACCEPT
```

```
-A INPUT -i lo -j ACCEPT
-A INPUT -p tcp -m state --state NEW -m tcp --dport 22 -j ACCEPT
-A INPUT -p tcp -m state --state NEW -m tcp --dport 80 -j ACCEPT  # この行を追加
-A INPUT -p tcp -m state --state NEW -m tcp --dport 443 -j ACCEPT # この行を追加
-A INPUT -j REJECT --reject-with icmp-host-prohibited
-A FORWARD -j REJECT --reject-with icmp-host-prohibited
COMMIT
```

iptables サービスを再起動して、追加した設定を有効にします。

```
# systemctl restart iptables.service
```

http(80) と https(443) が追加されたことを確認します。

```
# iptables -L
Chain INPUT (policy ACCEPT)
target   prot opt source     destination
ACCEPT   all  --  anywhere   anywhere     state RELATED,ESTABLISHED
ACCEPT   icmp --  anywhere   anywhere
ACCEPT   all  --  anywhere   anywhere
ACCEPT   tcp  --  anywhere   anywhere     state NEW tcp dpt:ssh
ACCEPT   tcp  --  anywhere   anywhere     state NEW tcp dpt:http  # 追加されました。
ACCEPT   tcp  --  anywhere   anywhere     state NEW tcp dpt:https # 追加されました。
REJECT   all  --  anywhere   anywhere     reject-with icmp-host-prohibited

Chain FORWARD (policy ACCEPT)
target   prot opt source     destination
REJECT   all  --  anywhere   anywhere     reject-with icmp-host-prohibited

Chain OUTPUT (policy ACCEPT)
target   prot opt source     destination
```

10.10 CentOS 7 と CentOS 6 の比較

CentOS 7 では、CentOS 6 とシステム起動の技術が変更になりました。またネットワーク関連のコマンドについて新しいコマンドを推奨しています。この節では、CentOS 7 と CentOS 6 の違いについてネットワークに関連する箇所を比較表で紹介します。

表 10.8 コマンド比較

CentOS 7(推奨)	CentOS 6	機能
systemd	SysV init	システム起動の技術
iproute(ip, ss etc.)	net-tools(ifconfig, netstat etc.)	パッケージ名
ip a[ddress] [デバイス]	ifconfig [デバイス]	インターフェイスの設定、確認
nmcli, nmtui	なし	NetworkManager のインターフェイス
ss -a	netstat -a	ソケットの確認
ip r[oute]	route	ルーティングの設定確認
ip route add default via アドレス dev デバイス	route add default gw アドレス	ルーティングの設定
ip r[oute]	netstat -nr	ネットワーク状況の表示
ip n[eigh]	arp -a	arp テーブルの確認
firewalld	iptables	ファイアウォール技術
firewalld	iptables-service	firewall のパッケージ名
firewall-cmd --add-service=サービス	iptables -A チェーン ルール詳細	ルールの一時的追加
firewall-cmd --remove-service=サービス	iptables -D チェーン ルール詳細	ルールの一時的削除
firewall-cmd [オプション] --permanent	/etc/sysconfig/iptables の編集と再起動	ルールの永続的追加削除
systemctl start サービス.service	service start サービス	サービスの起動
systemctl stop サービス.service	service stop サービス	サービスの停止
systemctl enable サービス.service	chkconfig サービス on	サービスの自動起動設定
systemctl disable サービス.service	chkconfig サービス off	サービスの自動起動解除

10.11 章末テスト

(1) 以下のうち、一般的に使われるサーバーが使うポートについて、正しい組み合わせを選びなさい。

1. 22:SSH 80:HTTP 443:HTTPS
2. 23:SSH 80:HTTP 443:HTTPS
3. 22:SSH 443:HTTP 80:HTTPS
4. 23:SSH 443:HTTP 80:HTTPS

(2)traceroute コマンドの動作と利用方法を説明しなさい。

(3) マシンに設定されている IP アドレスをコマンドで表示しなさい。

(4) マシンの DNS サーバー参照先として 8.8.8.8 を設定しなさい。

(5)192.168.100.20 からのアクセスを拒否するよう設定しなさい。

第11章

プロセス管理

3 章では基本的なコマンドについて学習しました。本章では、もう少し Linux の内部寄りの、プロセスについて学習していきましょう。

この章の内容

11.1 プロセスとは
11.2 スケジューリング
11.3 フォアグランドジョブとバックグラウンドジョブ
11.4 プロセス ID
11.6 シグナル
11.6 top コマンドと pstree コマンド
11.7 プロセス間通信
11.8 章末テスト

11.1 プロセスとは

Linux では実行中のプログラム（アプリケーション）を管理する単位をプロセスと呼びます。コマンドインタープリターであるシェル自身もプロセスです。下記にシェルからコマンドを実行した場合を例に、プロセスの親子関係とプロセス生成から消滅までの流れを説明します。

「ユーザがシェルからコマンドを実行すると、シェルは子プロセスとして自分の分身を作ります（これを fork と呼びます。)。次に、シェルは子プロセスにコマンドの実行（これを exec と呼びます。）を任せ、子プロセスの終了を待ちます。子プロセスはコマンドの実行を終えると親プロセスに終了を伝え、消滅します。親プロセスは子プロセスの終了を受け取り、シェルプロンプトを表示し、ユーザの次のコマンドに備えます。」

プロセスの基本的な状態遷移を理解することは、システム管理、アプリケーション開発などで発生する問題のトラブルシューティングに欠かせないので、しっかり学習しましょう。

11.2 スケジューリング

Linux は、1 つの CPU でも複数のユーザが同時にログインでき、複数のプロセスを同時に実行できる、マルチユーザ、マルチタスクの OS です。しかし、厳密には瞬間瞬間では、プロセスは 1 つしか実行されず、それぞれのプロセスの実行順序は Linux のスケジューラによって管理されています。

各プロセスは Run Queue と呼ばれる待ち行列で待機し、自分が CPU を利用できる順番を待ちます。自分の順番が来ると CPU を使用することができ、一定時間（タイムスライス）だけ処理を前に進めます。一定の時間が超過すると、またキューで次の CPU 使用機会を待つことになります。このようなスケジューリングをラウンドロビン方式と呼びますが、その他に FIFO(First In First Out) 方式もあります。

各プロセスはキューで待機しますが、プロセスによっては優先度の高いもの、それほど高くないものもあります。そのパラメータの一つに Nice 値があります。Nice 値は、-20 から 19 までの値を取り、-20 が最も実行優先度が高く、19 が最も低くなっています。nice コマンドにより実行優先度をプロセスに指定したり、実行中のプロセスについては、renice コマンドにより優先度を変更することができます。

11.3 フォアグランドジョブとバックグラウンドジョブ

プロセスとよく似た管理単位としてジョブがあります。Linux が実行中のプログラムを管理する単位であるプロセスに対して、ジョブはシェルが管理するプログラムの単位です。シェルからコマンドを実行する場合、ジョブをフォアグラウンドとバックグランドに切り替える機能があります。例えば、処理に時間のかかるジョブを実行した時に、何もせずジョブの完了を待つのではなく、その間に別の作業をしたり、進捗を確認したい場合があります。そんな時、ジョブをバックグラウンドで実行すれば、同じ端末から別のコマンドを実行することができます。他にも、プログラムの編集作業を中断して、プログラムを試行し、また編集作業に戻る場合などに有効です。なぜなら、編集を中断した場合、編集の undo や redo が中断前後で継続できるからです。

コマンドをバックグラウンドで起動するには、コマンドの後ろに＆（アンパサンド）をつけて実行します。

```
$ my_heavy_script &
```

実行中のコマンドをバックグラウンドに切り替えるには、^Z (CTRL+Z) でサスペンドしてから、bg コマンドでバックグラウンドで実行を継続させます。fg コマンドでフォアグランドに戻すこともできます。ジョブの状態は、jobs コマンドで確認することができます。

```
$ my_heavy_script
^Z
[1]+  Stopped                 my_heavy_script
$ jobs
[1]+  Stopped                 my_heavy_script
$ bg
[1]+ my_heavy_script &
$ jobs
[1]+  Running                 my_heavy_script &
```

○実習: 複数のジョブを実行して、切り替えを試してみましょう。

```
$ sleep 3600&       <- １時間（3600 秒）スリープするプロセスです。１時間以内に試しましょう。
$ sleep 3601&
$ sleep 3602&
$ jobs
[1]   実行中               sleep 3600 &
[2]-  実行中               sleep 3601 &
[3]+  実行中               sleep 3602 &
$ %1            <- [1] のジョブをフォアグラウンドジョブにします
sleep 3600
^Z              <- CTRL+Z でフォアグラウンドジョブをサスペンドします
[1]+  停止                  sleep 3600
$ jobs
[1]+  停止                  sleep 3600
[2]   実行中               sleep 3601 &
[3]-  実行中               sleep 3602 &
$ %-            <- 「-」の付いたジョブをフォアグラウンドジョブにします
sleep 3602
^C                      <- フォアグランドにあるジョブを停止します。
$ %%        <- 「+」のついたジョブをフォアグラウンドジョブにします
sleep 3600
^C                      <- フォアグランドにあるジョブを停止します。
$ fg        <- この場合の fg は、fg %+, %+, %% と同じ動作になります
sleep 3601
^C                      <- フォアグランドにあるジョブを停止します。
```

11.4 プロセス ID

Linux のプロセスには一意の ID であるプロセス ID(PID) が付与されます。自身の PID は $$ で取得できます。

```
$ echo $$
13592
```

書式

ps [オプション]

現在実行されているプロセスのスナップショットを表示します。

オプション

-A
全てのプロセスを選択する。-e と等しい。

e
コマンドの後に環境を表示する。

l, -l
長いフォーマット。-（ダッシュ）のあるなしで表示は異なる。

w, -w
出力幅を広げる。このオプションを 2 つ指定すると、幅の制限がなくなる。

```
$ ps l
F   UID   PID  PPID PRI  NI    VSZ   RSS WCHAN  STAT TTY        TIME COMMAND
0  1000 12832 12821  20   0 116180  2276 n_tty_ Ss+  pts/0      0:00 bash
0  1000 13592 13589  20   0 116460  2976 wait   Ss   pts/1      0:00 -bash
0  1000 31246 13592  20   0  45316  1476 -      R+   pts/1      0:00 ps l
```

ps に l オプションを指定すると、PID だけでなく PPID（親プロセスの ID）も表示されます。ps の親プロセスが bash であることがわかります。

11.5 シグナル

Linux には、プロセスにシグナルというイベントを送信してプロセスを制御する機能があります。シグナルには、シグナル番号およびシグナル名が割り当てられており、代表的なものに以下のシグナルがあります。

表 11.1　代表的なシグナル

シグナル番号	シグナル名	意味
1	HUP	ハングアップ (Hang Up)
2	INT	割り込み (Interrupt)
3	QUIT	強制停止 (Quit)。コアダンプ生成。
9	KILL	強制終了 (Kill)
15	TERM	終了 (Terminate)。kill コマンドのデフォルトシグナル。

ユーザがプロセスにシグナルを送信する方法は 3 つあります。

- シェルに割り当てられたキーの入力 （例：^C, ^Z, ^¥ など）
- kill コマンド （例：kill -HUP PID, kill -SIGINT PID, kill -9 PID など）
- プログラムで kill() 関数を呼ぶ

例えば、実行中のコマンドを停止するためにキーボードの ^C を押下することがあります。シェルは^C を解釈して、実行中のプロセスに SIGINT(Interrupt Signal: シグナル番号 2）を送信し、受け取ったプロセスは終了します。プログラムによっては、例えば、SIGINT を無視するなど、受け取ったシグナルによって挙動を制御するように作られたものもあります。

上記以外にもシグナルがあり、kill -l コマンドでシグナルの種類を表示することができます。

```
$ kill -l
 1) SIGHUP       2) SIGINT       3) SIGQUIT      4) SIGILL
 5) SIGTRAP      6) SIGABRT      7) SIGEMT       8) SIGFPE
 9) SIGKILL     10) SIGBUS      11) SIGSEGV     12) SIGSYS
13) SIGPIPE     14) SIGALRM     15) SIGTERM     16) SIGURG
17) SIGSTOP     18) SIGTSTP     19) SIGCONT     20) SIGCHLD
21) SIGTTIN     22) SIGTTOU     23) SIGIO       24) SIGXCPU
25) SIGXFSZ     26) SIGVTALRM   27) SIGPROF     28) SIGWINCH
29) SIGINFO     30) SIGUSR1     31) SIGUSR2
```

シグナルを理解するために、テスト用の無限ループするシェルスクリプトを作成し、試してみましょう。

○実習:無限ループするシェルスクリプトを作成します。

```
$ vi loop
#!/bin/bash
while /bin/true
do
        sleep 3600
done
:w
^Z
$ chmod 755 loop     ←シェルスクリプトに実行権を付与します。
$ ./loop     ← 3600 秒（１時間）のスリープを無限に繰り返す処理のため、フォアグラウンドで実行する
```

```
と、シェルプロンプトが戻ってきません。
^C              ← CTRL+C を押すことで、INT(Interupt Signal) が送信され、loop を終了することが
できます。
```

次に先ほど作成したシェルスクリプト"loop" に trap 処理を挿入します。

```
$ fg
vi loop
#!/bin/bash
trap ‘echo “...CTRL+C is pressed.”’ 2    # trap にて SIGINT(2) を受信した時に中止せず別
の処理を実行
while /bin/true
do
        sleep 3600
done
:w
^Z
$ ./loop    ←無限ループに入ったので、^C を押しますが、プロンプトが戻ってきません。
^C...CTRL+C is pressed.
^C...CTRL+C is pressed.
^Z              ←^Z でサスペンドして kill コマンドでデフォルトの TERM シグナル
(Ternminate Signal:シグナル番号 15) を送信します。
[1]+  Stopped                 ./loop
$  kill %%
[demo@localhost bin]$
[1]+  Killed                  ./loop            ←終了しました。
```

○実習:パイプを使ったときのプロセス ID を見てみましょう。

```
[demo@localhost bin]$ vim pipe
tty=`tty | sed -e 's|/dev/||'`
ps alx | grep $tty | cat -n

[demo@localhost bin]$ sh pipe
     1  5  1000 18095 18091  20   0 145056  2216 poll_s S    ?          0:00 sshd: demo
     2  0  1000 18097 18095  20   0 116472  3044 wait   Ss   pts/1      0:00 -bash
     3  0  1000 19622 18097  20   0  47612  4888 signal T    pts/1      0:00 vim pipe
     4  0  1000 19798 18097  20   0   9504  1288 wait   S+   pts/1      0:00 sh pipe
     5  0  1000 19802 19798  20   0  45316  1476 -      R+   pts/1      0:00 ps alx
     6  0  1000 19803 19798  20   0   9032   656 -      R+   pts/1      0:00 grep pts/1
     7  0  1000 19804 19798  20   0   4656   348 pipe_w S+   pts/1      0:00 cat -n
```

シェルである bash が sshd の子プロセスであること、vim と sh pipe が bash の子プロセスであること、ps alx, grep pts/1, can -n が sh pipe の子プロセスであることがわかります。

○実習: ps alx を実行して、PID が一番小さなプロセスが何か確認してみましょう。

```
（CentOS 7 の systemd の環境では、systemd が PID=1 になっています。）
$ ps alx
F   UID   PID  PPID PRI  NI    VSZ   RSS WCHAN  STAT TTY        TIME COMMAND
4     0     1     0  20   0 193628  4744 ep_pol Ss   ?          0:05 /usr/lib/systemd/s
oot --system --deserialize 21
1     0     2     0  20   0      0     0 kthrea S    ?          0:00 [kthreadd]
1     0     3     2  20   0      0     0 smpboo S    ?          0:00 [ksoftirqd/0]
: : : :
```

参考： SysV init の環境で同様の確認をした結果を掲載します。init プロセスが PID=1 になっています。

```
$ ps alx
F   UID   PID  PPID PRI  NI    VSZ   RSS WCHAN  STAT TTY        TIME COMMAND
4     0     1     0  20   0  28824  4392 -      Ss   ?          1:36 /sbin/init
1     0     2     0  20   0      0     0 -      S    ?          0:02 [kthreadd]
1     0     3     2  20   0      0     0 -      S    ?          9:01 [ksoftirqd/0]
: : : :
```

○実習: 下記の手順でプロセスを終了してみましょう。

sleep コマンドを 2 つ、バックグラウンドで実行し、ps l で親子関係を確認しましょう。例）

```
$ sleep 3600 &
$ sleep 3601 &
$ ps l
2 つの sleep プロセス（PID は 1234 と 1235 とする）に、kill コマンドで KILL シグナルを送信してみま
しょう。
$ kill -9 1234 1235   または kill -SIGKILL 1234 1235
```

○実習: stty -a コマンドで、シグナルとキーの割り当てを確認してみましょう。

```
$ stty -a
speed 9600 baud; rows 24; columns 106; line = 0;
intr = ^C; quit = ^¥; erase = ^?; kill = ^U; eof = ^D; eol = M-^?; eol2 = M-^?; swtch =
start = ^Q; stop = ^S; susp = ^Z; rprnt = ^R; werase = ^W; lnext = ^V; flush = ^O; min
-parenb -parodd -cmspar cs8 -hupcl -cstopb cread -clocal -crtscts
-ignbrk -brkint -ignpar -parmrk -inpck -istrip -inlcr -igncr icrnl ixon -ixoff -iuclc i
opost -olcuc -ocrnl onlcr -onocr -onlret -ofill -ofdel nl0 cr0 tab0 bs0 vt0 ff0
isig icanon iexten echo echoe -echok -echonl -noflsh -xcase -tostop -echoprt echoctl ec
```

11.6 top コマンドと pstree コマンド

ps コマンドの他にプロセスの状態を表示するコマンドとして top コマンドがあります。top コマンドは実行中のプロセスの状態をダイナミックに表示します。CPU やメモリの使用率などでソートしたり、top から指定したプロセスにシグナルを送信することもできます。

また、プロセスの親子関係をツリー表示する pstree というコマンドもあります。

○実習:実行中のシェルを起点として、プロセスをツリー状に表示してみましょう。

```
[demo@localhost bin]$ pstree $$
bash ─┬─ loop ─── sleep
      └─ pstree
```

学習課題：top コマンドで、指定したプロセスにシグナルを送信してみましょう。

11.7 プロセス間通信

Linux 上である処理を完了するのに、１つのプロセスで完結する場合もありますが、複数のプロセスがコミュニケーションを取りながら同期したり、動作を変更して達成することが多々あります。これをプロセス間通信と呼びます。

先に学習したパイプやシグナルも Linux の代表的なプロセス間通信の手法です。その他に、下記の手法があります。

- System V IPC (Inter Process Communication)
  - 共有メモリ（shared memory)
  - セマフォ (semaphore)
  - メッセージキュー (message queue)
- ソケット

それぞれ次のような特徴があります。

- パイプ:　１つのプロセスの標準入出力をつなぎ替えます。パイプ（ | ）の左側のコマンド（プロセス）の標準出力を右側のコマンド（プロセス）の標準入力につなぐことで、通信を実現します。
- シグナル: 特定のシグナルの受信を持って特定の処理を開始するなど、同期を実現します。
- 共有メモリ（shared memory): 特定のメモリ領域を複数のプロセスで共有することでメッセージの受け渡し等が行えます。
- セマフォ (semaphore): 資源のロックを行い、複数のプロセス間で同時に書き込みをしたりしないよう排他処理を実現します。
- メッセージキュー (message queue): キューにメッセージを格納しておき、複数のプロセス間での非同期の通信を実現します。
- ソケット: ネットワーク経由のホスト間のプロセスでの通信を実現します。

11.8 章末テスト

(1) 作成中のプログラムをシェルプロンプトから試行したところ、プロンプトが返ってこなくなった。どのような対処方法があるか。

(2) シグナル番号とシグナル名の組み合わせとして正しいのは次のうちどれか。

1. SIGINT:1, SIGHUP:2, SIGTERM:9, SIGKILL:15
2. SIGHUP:1, SIGINT:2, SIGTERM:9, SIGKILL:15
3. SIGINT:1, SIGHUP:2, SIGKILL:9, SIGTERM:15
4. SIGHUP:1, SIGINT:2, SIGKILL:9, SIGTERM:15

第12章

ファイル管理

ファイルシステムの説明を読みながら、ファイルシステムの管理コマンドに慣れることで、ファイルシステムの概念と管理操作を身に付けます。ファイルシステムの構造を把握するために説明するのは ext3 ファイルシステムにおけるファイルとディレクトリ、i ノード、リンクという用語です。用語を理解するために、df コマンド、du コマンド、fdisk コマンド、fsck コマンド、mount コマンド、umount コマンドに加え、ln コマンドを実行します。

この章の内容

12.1 Linux のファイル管理
12.1.1 ファイルシステムとは
12.1.2 パーティションとは
12.1.3 Linux のディレクトリ構造
12.1.4 ファイルシステムの作成方法
12.2 ディスクのパーティション
12.2.1 パーティション分割する理由
12.2.2 パーティションの分割
12.2.3 ハードディスクを増設して利用可能にする
12.3 ファイルシステム
12.3.1 ジャーナリング機能
12.3.2 マウント状態の表示
12.3.3 ファイルシステムの作成
12.3.4 ラベル
12.4 マウント
12.4.1 マウントポイント
12.4.2 マウント（mount コマンド）
12.4.3 アンマウント（umount コマンド）
12.5 スワップ領域の作成
12.5.1 スワップファイルシステムの作成
12.5.2 スワップの領域作成と利用
12.6 自動マウント
12.7 CD/DVD/USB メモリ (リムーバブルメディア) の利用

12.7.1 CD/DVD のマウント
12.7.2 CD/DVD のアンマウントと取り出し
12.7.3 アンマウントできない場合には
12.8 i ノード
12.8.1 i ノード情報の確認
12.8.2 i ノード番号の確認
12.9 ハードリンクとシンボリックリンク
12.10 ディスクを管理するコマンド
12.10.1 ファイルシステムのチェックと修復
12.10.2 fsck とジャーナリング機能
12.11 章末テスト

12.1 Linux のファイル管理

Linux のファイル管理にはハードディスクとファイルシステムとディレクトリ構造の知識が必要となります。ハードディスクを Linux で利用するために、ファイルシステムについて知ることが望ましく、コマンドで準備作業が必要です。利用目的に応じてファイルシステムを選び、コマンドでファイルシステムを準備する作業が必要となります。ディレクトリの階層標準を初めとする、ディレクトリに関する知識と状態を調べるコマンドを、習得しましょう。

12.1.1 ファイルシステムとは

ファイルシステムとは、ファイル名・更新日付などの属性データ・ファイルデータ本体を効率よく管理するためのしくみです。ファイルシステムにはいくつか種類があり、利用するファイルシステムにより、ファイルをアクセスした時に得られる効率や安全性が変わります。ファイルシステムの概要をつかむと、今までに出てきたコマンドの理解度も上がるでしょう。

12.1.2 パーティションとは

ハードディスクを利用するために、ハードディスクを区切った単位です。ディスクの内部を複数のパーティション（領域）に区切る作業が必要となります。パーティションを分割する作業をパーティショニングと呼びます。

12.1.3 Linux のディレクトリ構造

ファイル単位でデータを管理すると段々とファイル数が多くなり、ファイル名の管理が難しくなります。ファイル管理の効率化を図るために、多くのファイルシステムと同様に ext3 ファイルシステムでも、ディレクトリという入れ物が用意されています。ディレクトリは複数のファイルをまとめて管理できる上に、他のディレクトリもまとめられます。ディレクトリを使うと、利用目的ごとにファイルをまとめたり、幾つかのディレクトリをディレクトリに入れて管理できるでしょう。Linux を始めとする Linux のディレクトリ構造は/ディレクトリが大元になるツリー状となっています。

/ディレクトリ

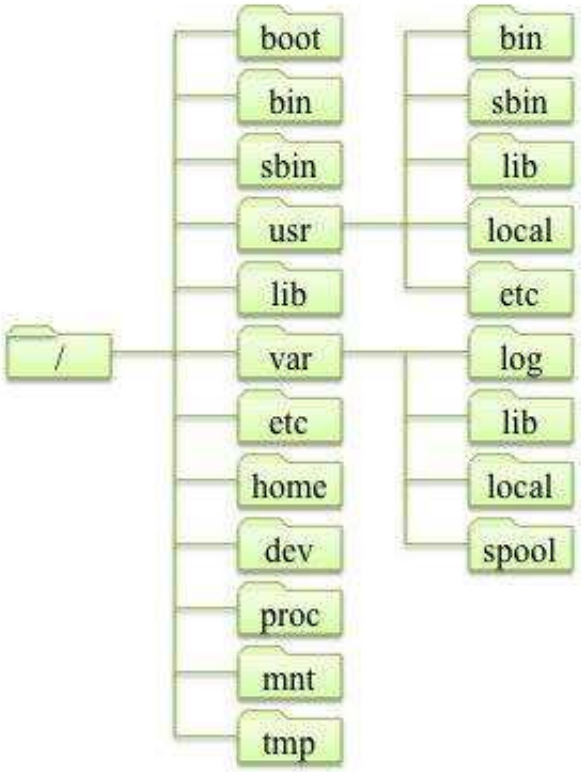
大元になるディレクトリで”/”をルートと読み、/ディレクトリをルートディレクトリと読みます。/ディレクトリにディレクトリやファイルが入ります。

マウント

ディスク (ハードディスクを始めとして DVD-ROM ドライブや RAM ディスクなど) を利用するためには 1 つ目を/ディレクトリに必ずマウントします。複数のディスクを利用する場合は、2 つ目以降のディスクを既にマウントされているディスクの中のディレクトリにマウントします (既に中身があるディレクトリにディスクをマウントすると、マウントされたディレクトリが/ディレクトリであっても中身は置き換わり、今まであったディレクトリの中身は読み書きできなくなります)。

FHS(Filesystem Hierarchy Standard)

ファイルは必ずディレクトリに入るので、必ず/ディレクトリから始まる記述ができます。Linux システムは FHS と呼ばれる規格に基づいてディレクトリの構成が定められています。一般ユーザ用プログラムは bin ディレクトリ、システム管理用プログラムは sbin ディレクトリ、設定ファイルは etc ディレクトリ、複数のプログラムで共通に使われるライブラリは lib ディレクトリ、可変的なデータ（ログ・データベース・ウェブサイトなど）は var ディレクトリという緩やかな決まりがあります。/usr ディレクトリの下にも同じ構成のディレクトリがあり、ユーザが独自にインストールするファイルは/usr/local ディレクトリの下に置く場合もあるでしょう。上記のディレクトリのほか、起動関連のファイルが格納される boot ディレクトリ、デバイスファイルが格納される dev ディレクトリ、ユーザの作業領域が格納される home ディレクトリ、一時ファイルが格納される tmp ディレクトリなどが FHS で定められているディレクトリとしてあげられます。



12.1.4 ファイルシステムの作成方法

ハードディスクを利用するには以下の手順で作成して利用できます。

- パーティションの作成・・・fdisk コマンド
- ファイルシステムの作成・・・mkfs コマンド
- マウント・・・mount コマンド

以降に出てくるコマンドは/sbin ディレクトリにあるシステム管理用のコマンドです。多くのシステム管理用のコマンドは root ユーザで (管理者になってから) 実行する必要があります。

一般ユーザはシステム管理の権限がないため、システム管理用のコマンドを実行できなかったり、システム管理用のコマンドを実行できても必要な資源 (ハードディスクなど) にアクセスできなかったりします。また、一般ユーザの初期設定では、システム管理用のコマンドが置いてある/sbin ディレクトリが PATH の設定に含まれていないため、/sbin/fdisk の様に絶対パス (/ディレクトリからの指定) でコマンドを実行する必要があります。　本教科書の実行例で、行頭が#になっているコマンドは root ユーザでの作業が必要です。一般ユーザのときは su -コマンドで root ユーザになってからコマンドを実行してください。コマンドの詳しい内容は後ほど説明します。

```
$ su -
パスワード: xxxxxxx
(root のパスワードを入力)
#
(root ユーザに切り替わる)
```

12.2 ディスクのパーティション

fdisk コマンドで、分割されたパーティションの情報を調べたり、パーティションを作成、削除したりできます。

12.2.1 パーティション分割する理由

パーティションを分割するのは以下の理由があります。

- システムとデータのバックアップ頻度を差別化する
- 障害発生時の影響範囲を狭める
- ファイルアクセスの速度向上

書式

```
fdisk [オプション] [デバイスファイル]
ディスクの構造を表示します。
ディスクをパーティション分割します。
```

オプション

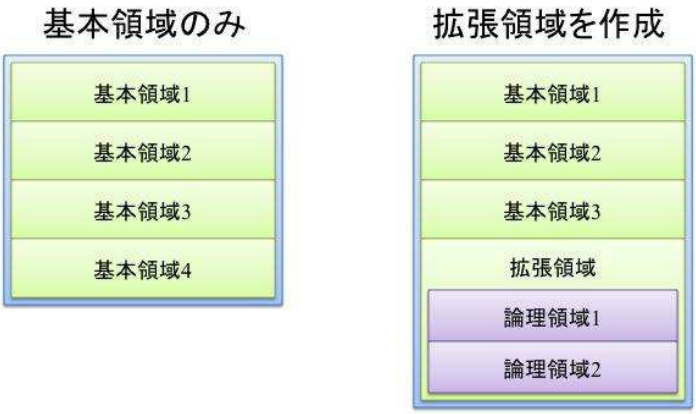
```
-l
デバイスのパーティション情報を表示します。
```

○実習: ハードディスクのパーティション情報の表示

fdisk コマンドを実行して現在認識されているハードディスクのパーティション情報を表示しましょう。以下の例のようにコマンドを実行してみてください。

```
# fdisk -l
(ハードディスクのパーティションを表示)
ディスク /dev/sda: 6442 MB, 6442450944 バイト
ヘッド 255 , セクタ 63 , シリンダ 783
Units = シリンダ数 of 16065 * 512 = 8225280 バイト
(略)
デバイス ブート      始点        終点      ブロック   Id システム
/dev/sda1   *          1         587     4715046   83  Linux
/dev/sda2            588         783     1574370   82  Linux swap / Solaris
(2 つのデバイス情報が表示される)
```

fdisk コマンドで表示された情報から、ここでは接続されているハードディスクのデバイス名は/dev/sda1 と/dev/sda2 の 2 つです。1 つ目のハードディスク (sda) が 2 つに分割されているのがわかります。1 つめのパーティションは 4715046 ブロック (4.5G バイト) で ID が 83(Linux 用)、2 つ目のハードディスクは 1574370 ブロック (1.5G バイト) で ID が 82(スワップ用) です。



12.2.2 パーティションの分割

コンピュータのハードディスクとして主に SATA と SAS の 2 つのインターフェース (周辺機器を接続するためのハードウェア) 規格が広く使われています。ハードディスクは、1 つのパーティションとして使うか、2〜4 つまでのパーティションに分割できます。各パーティションは、基本パーティションまたは拡張パーティションとなります。拡張パーティションは 1 台のハードディスクに 1 つだけ作ることができ、拡張パーティションの中には、さらに論理パーティションを複数作ることができます。

パーティション分割の例

- 基本パーティションを 4 つ
- 基本パーティションを 3 つ＋拡張パーティションを 1 つ (論理パーティションを 2 つ)
- 論理パーティションは、基本パーティションと同様にファイルシステムを作成して、ファイルやディレクトリを保管できます。拡張パーティションは、論理パーティションを格納する役割となっており、ファイルシステムを作成することはできません。

パーティションの最大数

- IDE：63（基本 3 ＋論理 60）
- SATA：15（基本 3 ＋論理 12）
- SCSI：15（基本 3 ＋論理 12）

Linux では 4 つ以上のパーティションが必要となるケースが多いので、拡張パーティション 1 つと他の 3 つを基本パーティションという構成で使う場合が多くなります。また、拡張されたハードディスクは基本パーティション 1 つや、LVM(Logical Volume Managemer) 機能を使って複数のハードディスクを統合した 1 つのハードディスクとして大きく使うことも多いでしょう。

12.2.3 ハードディスクを増設して利用可能にする

Linux マシンにハードディスクを増設して利用可能な状態にします。新しいハードディスクには、データ用の領域と、スワップ領域 (Linux がメモリの代わりにプログラムを置いておく領域) の 2 つを作成します。利用可能にするには、fdisk コマンドでパーティションを 2 つに分割します。パーティションは分割した後からサイズ等の変更が難しいので、あらかじめどのようにパーティションを分割するのか計画してから行ないます。また、既に使用しているハードディスクのパーティションを操作すると、大切なデータが消えてしまいますので、細心の注意を払って進めてください。パーティションを分割する作業をしているときに、指定サイズや分割数の設定ミスに気づいたら、パーティションの変更を保存しないで直ちに終了してください。

パーティションの操作はシステム管理の仕事なので、root ユーザで fdisk コマンドを実行する必要があります。可能であれば、他のユーザがシステムを利用できないランレベル 1(ハードディスクの管理をするときに指定するモードで、管理者のみがコマンドを実行。通常はランレベル 3 やランレベル 5 で動作) の状態で作業をしてください。

ハードディスクを利用するまでの手順

1. 増設前のデバイス構成の確認
2. ハードディスクを増設
3. 増設後のデバイス構成の確認
4. パーティション情報の確認
5. パーティションの作成
6. パーティションの種類の変更
7. パーティション情報の保存
8. 再起動（警告が表示されて、必要な場合）
9. ファイルシステムの作成
10. マウント
11. スワップパーティションの作成
12. スワップの追加
13. 自動マウントの設定

○実習: 増設前のデバイス構成の確認

まず、ディスクを増設する前のデバイスの構成を確認します。以下のコマンドを実行して確認してみましょう。

```
$ ls -l /dev/sd*
brw-rw----. 1 root disk      8,   0  6 月 20 11:09 2012 sda
brw-rw----. 1 root disk      8,   1  6 月 20 11:09 2012 sda1
brw-rw----. 1 root disk      8,   2  6 月 20 11:09 2012 sda2
brw-rw----. 1 root disk      8,  16  6 月 20 11:09 2012 sdb
```

```
brw-rw----. 1 root disk      8,  17  6 月 20 11:09 2012 sdb1
```

/dev ディレクトリは Linux が認識するすべてのデバイスが置かれています。このうち、hd*もしくは sd*のような名前がついているデバイスがハードディスクドライブになります。

数字無しのデバイスはディスクドライブ自体を示しています。このことから、このシステムには 2 つのハードディスクドライブが認識されていることがわかります。数字付きのデバイスはハードディスクドライブが認識する、ファイルシステムを示します。sda には 2 つのパーティションが存在し、sdb には 1 つのパーティションが存在することがわかります。

○実習: ハードディスクを増設

CentOS をシャットダウンして、新しいハードディスクを増設します。増設したハードディスクは新しいデバイスとして認識されます。

ハードディスクは増設しただけでは利用できません。このあと以下の作業を行ないます。

- fdisk でパーティションを設定
- Physical Volume の作成
- mkfs コマンドを実行してディスク作成
- マウントおよび自動マウントの設定

○実習: 増設後のデバイス構成の確認

ハードディスクを増設したらデバイスとして認識されているか、以下のコマンドを実行して確認してみましょう。

```
$ ls -l /dev/sd*
brw-rw----. 1 root disk      8,   0  6 月 20 11:09 2012 sda
brw-rw----. 1 root disk      8,   1  6 月 20 11:09 2012 sda1
brw-rw----. 1 root disk      8,   2  6 月 20 11:09 2012 sda2
brw-rw----. 1 root disk      8,  16  6 月 20 11:09 2012 sdb
brw-rw----. 1 root disk      8,  17  6 月 20 11:09 2012 sdb1
brw-rw----. 1 root disk      8,  32  6 月 20 11:09 2012 sdc
```

増設したハードディスクが、デバイス/dev/sdc として追加・認識されました。

○実習: パーティション情報の確認

fdisk コマンドに/dev/sdc デバイスを指定して起動します。p コマンドで現在のパーティション情報を表示できます。パーティションが分割されていないハードディスクであれば何も表示されません。パーティションの分割がされていてもパーティションとして確保していない場所があれば、新たなパーティションを作成することができます。

```
# fdisk /dev/sdc
コマンド (m でヘルプ): p            現在のパーティション情報を表示

ディスク /dev/sdc: 6442 MB, 6442450944 バイト
ヘッド 255 , セクタ 63 , シリンダ 783
Units = シリンダ数 of 16065 * 512 = 8225280 バイト
(略)
デバイス ブート       始点         終点       ブロック   Id システム

                                          分割されていない状態で何も表示されない
```

○実習: パーティションの作成

n コマンドで新しいパーティションを確保します。コマンドアクションでは p を指定して、基本パーティションを 2 つ作成します。パーティションの先頭シリンダ番号と、パーティションのサイズを指定します。パーティションを確保したら、p コマンドで確保されたパーティションを確認してください。

```
# fdisk /dev/sdc

コマンド (m でヘルプ): m
(ヘルプを表示)

コマンドの動作
   a   ブート可能フラグをつける
   b   bsd ディスクラベルを編集する
   c   dos 互換フラグをつける
   d   領域を削除する
   l   既知の領域タイプをリスト表示する
   m   このメニューを表示する
   n   新たに領域を作成する
   o   新たに空の DOS 領域テーブルを作成する
   p   領域テーブルを表示する
   q   変更を保存せずに終了する
   s   空の Sun ディスクラベルを作成する
   t   領域のシステム ID を変更する
   u   表示/項目ユニットを変更する
   v   領域テーブルを照合する
   w   テーブルをディスクに書き込み、終了する
   x   特別な機能 (エキスパート専用)

コマンド (m でヘルプ): n
(新しいパーティション領域の確保)

コマンドアクション
   e   拡張
   p   基本パーティション (1-4)
p
(p を入力して基本パーティションを作成)

パーティション番号 (1-4): 1
```

```
(初めてパーティションを作成するので 1)

最初 シリンダ (1-783, default 1): 1
(デフォルトの先頭シリンダを指定)

Last シリンダ,+ シリンダ数 or +size(K,M,G) (1-783, 初期値 783): +1024M
(確保するサイズ)

コマンド (m でヘルプ): n
(新しいパーティションの確保)

コマンドアクション
   e   拡張
   p   基本パーティション (1-4)
p
(基本パーティションを作成)

パーティション番号 (1-4): 2
(2 つ目のパーティションを作成するので 2)

最初 シリンダ (126-783, default 126): 126
(先頭シリンダを指定)

Last シリンダ,+ シリンダ数 or +size(K,M,G) (126-783, 初期値 783): +1024M
(確保するサイズ)

コマンド (m でヘルプ): p
(現在のパーティション情報を表示)
ディスク /dev/sdc: 6442 MB, 6442450944 バイト
ヘッド 255 , セクタ 63 , シリンダ 783
Units = シリンダ数 of 16065 * 512 = 8225280 バイト
(略)
デバイス ブート      始点        終点      ブロック  Id システム
/dev/sdc1               1         125     1004031   83  Linux
/dev/sdc2             126         250     1004062+  83  Linux
(確保したパーティションがリスト表示される)
```

シリンダを指定する箇所が 2 箇所あります。パーティションの分割は途中を空けないで連続して指定するので、最初シリンダの数はデフォルトのシリンダ数をそのまま使えます。終点シリンダの数の代わりに + を付けたサイズを指定できます。シリンダ数を計算して指定するなどの面倒な作業は必要ないので、ここではシリンダ数に関しては考慮する必要がありません。

○実習: パーティションの種類の変更

パーティションは、その使用目的によって種類が指定されています。確保したばかりのパーティションは、Linux のファイルシステム用である Id の 83(Linux 用) が指定されています。スワップとして利用するためには、t コマンドで種類を変更してください。スワップパーティションとして利用するには、ID に 82(スワップ用) を指定します。指定できる種類は、種類を設定する途中で、L コマンドを使って一覧表示できます。

```
コマンド (m でヘルプ): t                          (確保したパーティションの情報を変更)
パーティション番号 (1-4): 2
16 進数コード (L コマンドでコードリスト表示): L    (パーティションの種類のリスト表示)
 0  空              1e  Hidden W95 FAT1 80  古い Minix       be  Solaris boot
 1  FAT12           24  NEC DOS         81  Minix / 古い     bf  Solaris
 2  XENIX root      39  Plan 9          82  Linux swap / So c1  DRDOS/sec (FAT-
 3  XENIX usr       3c  PartitionMagic  83  Linux            c4  DRDOS/sec (FAT-
 4  FAT16 <32M      40  Venix 80286     84  OS/2 隠し C:     c6  DRDOS/sec (FAT-
 5  拡張パーティション 41  PPC PReP Boot   85  Linux 拡張領     c7  Syrinx
 6  FAT16           42  SFS             86  NTFS ボリュ      da  非 FS デー
 7  HPFS/NTFS       4d  QNX4.x          87  NTFS ボリュ      db  CP/M / CTOS / .
 8  AIX             4e  QNX4.x 2nd part 88  Linux plaintext de  Dell ユーテ
 9  AIX ブート      4f  QNX4.x 3rd part 8e  Linux LVM        df  BootIt
 a  OS/2 ブート     50  OnTrack DM      93  Amoeba           e1  DOS access
 b  W95 FAT32       51  OnTrack DM6 Aux 94  Amoeba BBT       e3  DOS R/O
 c  W95 FAT32 (LBA) 52  CP/M            9f  BSD/OS           e4  SpeedStor
 e  W95 FAT16 (LBA) 53  OnTrack DM6 Aux a0  IBM Thinkpad     eb  BeOS fs
 f  W95 Ext'd (LBA) 54  OnTrackDM6      a5  FreeBSD          ee  EFI GPT
10  OPUS            55  EZ-Drive        a6  OpenBSD          ef  EFI (FAT-12/16/
11  隠し FAT12      56  Golden Bow      a7  NeXTSTEP         f0  Linux/PA-RISC
12  Compaq 診断     5c  Priam Edisk     a8  Darwin UFS       f1  SpeedStor
14  隠し FAT16 <3   61  SpeedStor       a9  NetBSD           f4  SpeedStor
16  隠し FAT16      63  GNU HURD また   ab  Darwin boot      f2  DOS セカン
17  隠し HPFS/NTF   64  Novell Netware  b7  BSDI fs          fd  Linux raid 自
18  AST SmartSleep  65  Novell Netware  b8  BSDI スワッ      fe  LANstep
1b  Hidden W95 FAT3 70  DiskSecure Mult bb  隠し Boot Wiz    ff  BBT
1c  Hidden W95 FAT3 75  PC/IX

16 進数コード (L コマンドでコードリスト表示): 82
(スワップ領域を指定)
Changed system type of partition 2 to 82 (Linux swap / Solaris)
```

○実習: パーティション情報の保存

パーティション情報は、w コマンドでハードディスクに書き込むと変更されます。パーティション情報の再読込が行えなかった場合には、警告が表示されるので、システムを再起動してください。

パーティション情報をハードディスクへ書き込まないで、パーティションの変更を破棄したい場合には、fdisk を q コマンドで終わらせます。

```
コマンド (m でヘルプ): w
(ハードディスクにパーティション情報を書き込む)

The partition table has been altered!
Calling ioctl() to re-read partition table.
WARNING: Re-reading the partition table failed with error 16: Device or resource busy.
The kernel still uses the old table.
The new table will be used at the next reboot.
Syncing disks.
(ワーニングメッセージは出ますが、書込みは終了できます)
コマンド (m でヘルプ): q
```

コマンド 意味

- w =書き込み、保存 (write)
- q=変更を書き込まない、破棄 (quit)

12.3 ファイルシステム

ファイルシステムとは、ディレクトリやファイルの情報やデータをディスクの何処に保存してあるか管理するためのシステム (仕組み) です。ファイルシステムはディレクトリやファイルの、ファイル名やファイルの作成時間やファイルの所有権限などの情報を管理しています。また、ディスクのデータが書いてある場所とデータが書いていない場所なども管理しています。

ファイルシステムはオペレーティングシステムによって利用されるファイルシステムが異なります。Linux の場合はそれぞれのディストリビューションにより採用するファイルシステムは異なりますが、多くの場合は ext3 もしくは ext4 が利用されています。Windows の場合はバージョンは異なるものの多くの領域を管理できる NTFS が利用されている事がほとんどでしょう。CD や DVD、BD では ISO9660 という規格のファイルシステムが使われます。

各オペレーティングシステムで利用できるファイルシステムは以下の通りです[*1]。

表 12.1 Linux で利用できるファイルシステムの一例

FS 名	内容	最大サイズ	最大ファイルサイズ
ext2	Berkeley Fast File System を参考にした 16 ビット構造	16TB	2TB
ext3	ext2 にジャーナル機能付加と機能拡張	2〜32TB	16GB〜2TB
ext4	ジャーナリングファイルシステム。ファイルの断片化防止などさまざまな機能拡張によりパフォーマンスが向上	1EB	16TB
ReiserFS	小さなファイルの扱いに向いたジャーナリングファイルシステム	8TB	16TB
XFS	SGI 社が提供したジャーナリングファイルシステム	8EB	8EB
JFS	IBM 社が提供したジャーナリングファイルシステム	512TB	4PB〜8EB

以降の解説では ext3/4 の主要機能を解説します。

[*1] 容量の単位:
1M(メガ) バイト=1024K バイト 1G(ギガ) バイト=1024M バイト
1T(テラ) バイト=1024G バイト 1P(ペタ) バイト=1024T バイト
1E(エクサ) バイト=1024P バイト 1Z(ゼタ) バイト=1024E バイト

表 12.2　Windows で利用できるファイルシステムの一例

FS 名	内容	最大サイズ	最大ファイルサイズ
FAT16	セクタという領域を 1 次元配列で管理するファイルシステム。現在は使われない	2GB(NT:4GB)	2GB(NT:4GB)
FAT32	セクタという領域を 1 次元配列で管理するファイルシステム。外付ディスクなどで使われており、Windows 以外でも利用できる	2TB(2KB セクタ:8TB)	4GB
NTFS	NT/XP/Vista 用ジャーナリングファイルシステム	256TB	16TB(16EB)
exFAT	フラッシュメディア向けファイルシステム	8ZB(512B セクタ時)	16TB(16EB)

表 12.3　CD/DVD のファイルシステム

FS 名	内容
ISO9660	ISO(国際標準化機構) で標準化されたファイルシステム、Joliet や RockRidge や Apple の規格拡張が存在、CD や DVD に利用される

12.3.1　ジャーナリング機能

ジャーナリングとは、ファイルシステムに対する書き換え処理のコマンドをファイルシステムに逐一記録する機能です。ジャーナリング機能はコンピュータが急停止するなどの障害時に有効となるでしょう。コンピュータが急停止し、ファイルのデータがファイルシステムに書き込み途中である場合、処理されていないコマンドを対処します。ファイルの書き込み途中の場合、書き込み終わっていないデータが無くて書き込みを終われないので、途中までディスクに保存されているファイルの管理情報を消し、書き込み途中のファイルが作られなかった状態にします。ext3 ファイルシステム以降のファイルシステムの多くはこのジャーナリング機能を取り入れています。ext3 ファイルシステムは、ext2 ファイルシステムにジャーナリング機能＋α が追加されたファイルシステムです。ext3 のほかに、ReiserFS、XFS、JFS もジャーナリング機能を持ったファイルシステムです。

12.3.2　マウント状態の表示

df コマンドで現在マウントされているファイルシステムのリストを表示できます。

○実習: ハードディスクの確認

それでは実際に df コマンドを実行し、動きを見てみましょう。

```
# df
(マウントされているファイルシステムの一覧表示)
Filesystem           1K-ブロック      使用    使用可 使用 % マウント位置
/dev/sda1              4567236   3395908    935576  79% /
tmpfs                   517660         0    517660   0% /dev/shm
/dev/hdc               3630332   3630332         0 100% /media/cdrom
```

sda ハードディスクの 1 つ目のパーティションである/dev/sda1 が/ディレクトリに、tmpfs という特殊デバイスが/dev/shm ディレクトリに、DVD-ROM の/dev/hdc が/media/cdrom にマウントされています。

12.3.3 ファイルシステムの作成

ハードディスクを利用するためには、パーティションに分割した後ファイルシステムを作成します。ファイルシステムの作成には mkfs コマンドを使用します。

書式

```
mkfs オプション
```

ファイルシステムを作成します。

オプション

```
-t
作成するファイルシステムの種類を指定する。

-c
ハードディスクの壊れている箇所を検出して、利用しない。
```

○実習: ハードディスクの作成

mkfs コマンドを実行してハードディスクを作成してみましょう。以下の例のようにコマンドを実行してみてください。

sdc1(3 つ目のインターフェースの 1 つ目のパーティション) に ext3 形式のファイルシステムを作成

```
# mkfs -t ext3 -c /dev/sdc1
mke2fs 1.39 (29-May-2006)
Filesystem label=opt
(ハードディスクのラベル)
OS type: Linux
Block size=4096 (log=2)
```

```
(ハードディスクのパーティションのサイズ)
Fragment size=4096 (log=2)
70400 inodes, 140568 blocks
7028 blocks (5.00%) reserved for the super user
First data block=0
Maximum filesystem blocks=146800640
5 block groups
32768 blocks per group, 32768 fragments per group
14080 inodes per group
Superblock backups stored on blocks:
        32768, 98304
Checking for bad blocks (read-only test): done
Writing inode tables: done
Creating journal (4096 blocks): done
Writing superblocks and filesystem accounting information: done
This filesystem will be automatically checked every 22 mounts or
180 days, whichever comes first.  Use tune2fs -c or -i to override.
```

12.3.4 ラベル

ラベルとは、ハードディスクなどのパーティションを認識するための名前です。基本パーティションや論理パーティションにファイルシステムを作るときにラベルを指定するか、または e2label コマンドでラベルを付けられます。

書式

```
e2label デバイス [ラベル]
パーティションのラベルを表示します。
パーティションのラベルを付けます。
```

○実習: e2label コマンドでハードのラベル名を変更

e2label コマンドにデバイスを指定するとラベルを確認できます。e2label コマンドにデバイスとラベルを指定するとデバイスのラベルを変更できます。

```
# e2label /dev/sda1
/1
(/dev/sda1 のラベルを表示)

# e2label /dev/sdc3
opt
(/dev/sdc3 のラベルを表示)

# e2label /dev/sdc3 opt2
(/dev/sdc3 のラベルを opt2 に変更)

# e2label /dev/sdc3
opt2
(/dev/sdc3 のラベルを表示)
```

12.4 マウント

ハードディスクはパーティション分割してファイルシステムを作ってからマウントすると読み書きできます。CD-ROM や DVD-ROM などのリムーバブルメディアもマウントすると読めるようになります。

12.4.1 マウントポイント

ハードディスクや CD-ROM などを利用する場合は、存在しているディレクトリにマウントする必要があり、マウントするために利用するディレクトリをマウントポイントと呼びます。/として利用されるファイルシステムは/にマウントされており、後から利用するファイルシステムも、必ずどこかのディレクトリにマウントして初めて利用できます。

12.4.2 マウント（mount コマンド）

ハードディスクやリムーバブルメディアなどをマウントポイントにマウントするために mount コマンドを使います。

書式

```
mount -t タイプ -o オプション デバイスファイル マウントポイント
ハードディスクやリムーバブルメディアをマウントします。
```

オプション

```
-t タイプ
ファイルシステムの ext3 や Windows の msdos、CD と DVD の iso9660 など

-o オプション
読み書きの rw や読み取り専用の ro など

デバイスファイル
ファイルシステムをアクセスするためのデバイスファイル

マウントポイント
マウントするディレクトリ
```

12.4.3 アンマウント（umount コマンド）

マウントされたハードディスクやリムーバブルメディアを利用しなくなると、アンマウントします。アンマウントするために umount コマンドを使います。

書式

```
umount マウントポイント
ハードディスクやリムーバブルメディアをアンマウントします。
```

○実習: ハードディスクのパーティションのマウント

mount コマンドで sdc2(3 つ目のドライブの 2 つ目のパーティション) を/opt ディレクトリへマウントしてください。ファイルシステムが、読み書きできるように rw オプションを付けました。

マウントしているファイルシステムは ls コマンドおよび df コマンドで確認できます。

```
# mount -t ext3 -o rw /dev/sdc2 /opt
(/dev/sdc2 を/opt ディレクトリへ ext3 形式でマウント)
# ls /opt
lost+found

# df
Filesystem            1K-ブロック      使用    使用可 使用 % マウント位置
/dev/sda1               4567236   3444596    886888  80% /
tmpfs                    517660         0    517660   0% /dev/shm
/dev/sdc2                553408     16840    508456   4% /opt
```

○実習: ハードディスクのパーティションのアンマウント

umount コマンドで/opt にマンウントされているファイルシステムをアンマウントします。先の実習でマウントした/opt をアンマウントしてみましょう。umount コマンドを実行したら、ls コマンドおよび df コマンドでアンマウントされたことを確認してみてください。

```
# df
Filesystem           1K-ブロック     使用    使用可 使用% マウント位置
/dev/sda1              4567236   3444596    886888  80% /
tmpfs                   517660         0    517660   0% /dev/shm
/dev/sdc2               553408     16840    508456   4% /opt

# umount /opt                          マウント位置/opt をアンマウント
# ls /opt

# df
Filesystem           1K-ブロック     使用    使用可 使用% マウント位置
/dev/sda1              4567236   3444596    886888  80% /
tmpfs                   517660         0    517660   0% /dev/shm
```

12.5 スワップ領域の作成

Linux のカーネルと呼ばれる根幹のプログラムは、ハードディスクからプログラムやデータをメモリ領域へ読み込んで実行します。プログラムやデータを新たに読み込むための空きメモリ領域がなくなると、Linux のカーネルは今利用していないメモリ上のプログラムやデータをスワップ領域へ一時的に退避します。スワップパーティションとは Linux のカーネルシステムがメモリの代わりとして一時的に使うハードディスクのパーティション領域です。ハードディスクのパーティションをスワップ領域として使うのであれば、メモリサイズに対応したパーティションを確保し、スワップファイルシステムをパーティションに作成する必要があります。

12.5.1 スワップファイルシステムの作成

スワップするためのパーティション確保と、ファイルシステムの作成は、インストールするときや新しくハードディスクを増設するときに実行します。スワップ領域 (スワップのパーティション) を作るには mkswap コマンドを使います。

書式

```
mkswap デバイスファイル
スワップファイルシステムを作ります。
```

オプション

```
-c
不良な部分を探して利用しない

デバイスファイル
ファイルシステムをアクセスするためのデバイスファイル
```

12.5.2 スワップの領域作成と利用

スワップ領域は作成した後に swapon コマンドを実行すると有効化できるようになります。

書式

```
swapon [デバイスファイル]
```

オプション

```
-s
現在利用しているスワップ領域を表示
```

利用中のスワップ領域は swapoff コマンドで無効化できます。

書式

```
swapoff [デバイスファイル]
```

オプション

```
-v
指定したスワップを無効化
-a
すべてのスワップを無効化
```

○実習: スワップ領域を作成して有効化

早速以下の操作を行ない、スワップ領域を作成して利用できるようにしましょう。

1. mkswap コマンドでスワップ領域を作ります。
2. mkswap コマンドで Id が 82(スワップ用) であるパーティションに、スワップファイルシステムを作ります。
3. swapon コマンドに-s オプションを付けて、現在のスワップ領域の状況を表示してください。
4. swapon コマンドでスワップ領域を有効化します。

```
# fdisk -l
(ハードディスクのパーティションを表示)
ディスク /dev/sda: 6442 MB, 6442450944 バイト
ヘッド 255 , セクタ 63 , シリンダ 783
Units = シリンダ数 of 16065 * 512 = 8225280 バイト
(略)
デバイス ブート      始点        終点     ブロック   Id システム
/dev/sda1   *          1         587     4715046   83  Linux
/dev/sda2            588         712     1004062+  82  Linux スワップ / Solaris
/dev/sda3            713         783      570307+  83  Linux

# mkswap -c /dev/sda2
(/dev/sda2 をスワップファイルに変更)
Setting up swapspace version 1, size = 1036378 kB
```

```
# swapon -s
(利用開始しているスワップ領域を表示)
Filename                                Type        Size      Used  Priority
/dev/dm-1                               partition   2064376   0     -1

# swapon /dev/sda2
(/dev/sda2 をスワップファイルシステムとして利用する)
# swapon -s
Filename                                Type        Size      Used  Priority
/dev/dm-1                               partition   2064376   0     -1
/dev/sda2                               partition   1012084   0     -4
(/etc/sad2 が追加された)
```

○実習: スワップ領域を無効化

先の手順で追加したスワップ領域を無効化してみましょう。

1. swapon コマンドに-s オプションを付けて、現在のスワップ領域の状況を表示してください。
2. swapoff コマンドでスワップ領域を無効化します。
3. swapon コマンドに-s オプションを付けて、スワップ領域が一つなくなっていることを確認します。

```
# fdisk -l
(ハードディスクのパーティションを表示)
ディスク /dev/sda: 6442 MB, 6442450944 バイト
ヘッド 255 , セクタ 63 , シリンダ 783
Units = シリンダ数 of 16065 * 512 = 8225280 バイト
(略)
デバイス ブート      始点        終点      ブロック   Id システム
/dev/sda1   *           1         587     4715046   83  Linux
/dev/sda2             588         712     1004062+  82  Linux スワップ / Solaris
/dev/sda3             713         783      570307+  83  Linux

# swapon -s
Filename                                                Type            Size    Used
/dev/dm-1                               partition   2064376   0     -1
/dev/sda2                               partition   1012084   0     -4

# swapoff -v /dev/sda2
(/dev/sda2 のスワップファイルシステムを無効化)
/dev/sdc2 に swapoff

# swapon -s
(有効化しているスワップ領域を表示)
Filename                                                Type            Size    Used
/dev/dm-1                               partition       2064376 0          -1
```

/dev/sda2 のスワップ領域が表示されなくなったことを確認します。

12.6 自動マウント

インストール時に作られたパーティションは、コンピュータの起動時に自動マウントされます。起動時に自動マウントされる設定を記述するファイルは/etc/fstab というパスにある設定ファイルです。自動マウントには mount コマンドが使われます。増設したハードディスクを自動マウントするために、/etc/fstab ファイルを変更してください。/etc/fstab ファイルに記述されるのは次の項目です。

- ブロックスペシャルデバイス
- マウントポイント
- ファイルシステムのタイプ (ext3,swap など)
- オプション (カンマで区切る)
- dump コマンドがダンプ (バックアップ) するか否か (0・・・ダンプ不要,1・・・ダンプ)
- ブート時にチェックする順番

書式

```
mount -a
デバイスをマウントします。
```

オプション

```
-a
/etc/fstab ファイルに指定された swap 以外のパーティションをマウント
```

○実習: 新しく作ったパーティションの自動マウント

先の手順で手動マウントした/dev/sda3 を自動で/opt にマウントするように設定しましょう。/etc/fstab に記述しておくことで、CentOS が起動時に自動的にマウントするようになります。

自動マウントする前に現状の構成を確認

```
# df
Filesystem           1K-ブロック      使用    使用可 使用 % マウント位置
/dev/sda1              4567236   3470024    861460  81% /
tmpfs                   517660         0    517660   0% /dev/shm
```

fstab に自動マウントしたいパーティションを追記

```
# vi /etc/fstab
/dev/sda3     /opt     ext3    defaults     1 2
```

マウントの実行と確認

```
# mount -a
# df
Filesystem           1K-ブロック     使用    使用可 使用% マウント位置
/dev/sda1              4567236   3470024    861460  81% /
tmpfs                   517660         0    517660   0% /dev/shm
/dev/sda3               553408     16840    508456   4% /opt
```

mount コマンドに-a オプションを付けた場合、fstab に記載されているファイルシステムをすべてマウントします。

再起動後、自動マウントされる事を確認

```
# reboot

# df
Filesystem           1K-ブロック     使用    使用可 使用% マウント位置
/dev/sda1              4567236   3470024    861460  81% /
tmpfs                   517660         0    517660   0% /dev/shm
/dev/sda3               553408     16840    508456   4% /opt
```

新しいパーティションが、mount コマンドを実行しなくても自動マウントされる事を確認します。

12.7 CD/DVD/USB メモリ (リムーバブルメディア) の利用

電源を入れたまま取り外したり装着してメディアを取り替えられるリムーバブルな外部記憶装置として、CD/DVD ドライブや USB メモリがあります。リムーバブルメディアを使用する場合、手動でマウントをする必要があります（一部のディストリビューションでは、自動的にマウントされる場合があります)。リムーバブルメディアのマウントポイントとして、/mnt ディレクトリや/media ディレクトリの下に作られたディレクトリが使われます。

12.7.1 CD/DVD のマウント

CD/DVD を Linux で使用するには、mount コマンドでマウントを行ないます。さらにオプションとして、タイプに CD の規格である iso9660 を、モードに読み込み専用の ro（Read Only）を指定します。

○実習: DVD-ROM のマウント

DVD-ROM をマウントしてアクセスしてみます。CentOS のインストールメディアを端末の DVD ドライブに挿入してから実行してください。

```
# mkdir /media/cdrom
(マウントするためのディレクトリを作成)

# mount -t iso9660 -o ro /dev/cdrom /media/cdrom
(DVD-ROM をマウント)
# ls /media/cdrom
(マウントポイントを確認)
CentOS_BuildTag            RPM-GPG-KEY-CentOS-6            images
EULA                       RPM-GPG-KEY-CentOS-Debug-6      isolinux
GPL                        RPM-GPG-KEY-CentOS-Security-6   repodata
Packages                   RPM-GPG-KEY-CentOS-Testing-6
RELEASE-NOTES-en-US.html   TRANS.TBL
```

実習例では、デバイス/dev/cdrom を/media/cdrom ディレクトリにマウントしています。ディストリビューションによっては、/media/cdrom ディレクトリが存在しないので、代わりに/mnt を指定します。正常にマウントできたら、ls コマンドで DVD-ROM の中身を参照してください。

12.7.2 CD/DVD のアンマウントと取り出し

マウントした CD/DVD を取り出すには、umount コマンドでアンマウントを行ないます。

○実習: DVD-ROM のアンマウント

さきほどマウントした DVD-ROM をアンマウントしてみましょう。

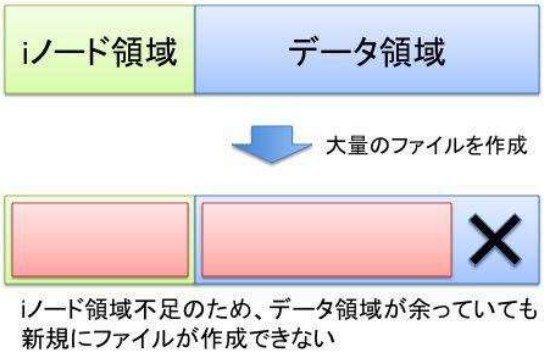
```
# umount /media/cdrom
(DVD-ROM をアンマウント)
# ls /media/cdrom
(マウントポイントを確認)
```

12.7.3 アンマウントできない場合

マウントポイントが使用中であったり参照中の場合はアンマウントすることはできません。具体的に言うと、マウントポイント以下がカレントディレクトリである場合や、リムーバブルメディアに含まれるファイルを参照している場合などです。ディレクトリを使用していないか確認し、カレントディレクトリを移動したり、処理を終了してからアンマウントしてください。特に複数の端末ウィンドウを開いている場合は要注意です。

12.8 i ノード

ext3(ext2) ファイルシステムは、ファイルやディレクトリに対し、i ノード番号というユニークな番号を割り振って管理しています。ファイルシステムを作成した時に i ノード領域という場所が確保されます。i ノード領域には、ファイルがディスク上にある位置やアクセス権限などの情報が保持されています。ファイルシステムに作れるファイル数は、i ノード領域の大きさに左右されることとなります。もしファイルが多く作られて i ノード領域が足りなくなると、そのファイルシステムにデータを書き込める空き領域があっても、新規のファイルが作成できなくなります。



12.8.1 i ノード情報の確認

ext3 ファイルシステムの i ノード領域の使用状況を確認するには、df コマンドに-i オプションを付けて実行します。i ノード情報として、全体の数、使用している数、残りの数、使用量 (%) が表示されます。

書式

```
df -i
ファイルシステムの情報を表示します。
```

オプション

```
-i
i ノード情報の表示をします
```

○実習: i ノード情報の表示

df -i コマンドを実行して、システムの i ノード情報を表示してみましょう。以下の例のようにコマンドを実行してみてください。

```
# df -i
(i ノード情報を表示)
Filesystem            I ノード  I 使用   I 残り I 使用 % マウント位置
(i ノードの使用情報が表示される)
/dev/sda1            1179648  150788 1028860   13% /
tmpfs                 129415       1  129414    1% /dev/shm
/dev/hdc                   0       0       0    -  /media/cdrom
```

表示されているデバイス/dev/sda1 は、Linux のファイルシステムである ext3 ファイルシステムとなっているので i ノード情報が表示されます。一方、DVD-ROM ドライブは ext3 ファイルシステムでない (ISO9660 規格のファイルシステム) ので i ノード情報を持たないことがわかります。

12.8.2 i ノード番号の確認

ファイルに割り振られている i ノード番号を確認するには、ls コマンドに-i オプションを付けて実行します。

○実習: i ノード番号の確認

ls -i コマンドを実行して、システムの i ノード番号を表示してみましょう。以下の例のようにコマンドを実行してみてください。

```
$ ls -il /bin | sort
(i ノード番号を表示)

(略)
750812 -rwxr-xr-x  1 root root  18568  2 月 22  2005 setserial
750813 -rwxr-xr-x  1 root root  57488  5 月  3  2007 cpio
750814 -rwxr-xr-x  3 root root  56080  7 月 15  2007 gunzip
750814 -rwxr-xr-x  3 root root  56080  7 月 15  2007 gzip
750814 -rwxr-xr-x  3 root root  56080  7 月 15  2007 zcat
750815 -rwxr-xr-x  1 root root   6420 11 月 26 22:52 dmesg
750816 -rwxr-xr-x  1 root root  31892 11 月 18 02:55 setfont
(略)
```

実行例では、行頭 (1 番目) に i ノード番号が表示され、gunzip コマンド、gzip コマンド、zcat コマンドに同じ i ノード番号が割り振られています。ファイル名が別々でも i ノード番号が同じファイルは、ファイルとしての実体は同じなハードリンクという仕組みを表しています。3 番目に表示されている項目の 3 という数字はリンク数で、1 つのファイル実体を 3 つのファイル名でリンクしていることを表しています。

12.9 ハードリンクとシンボリックリンク

リンク機能は、ファイルをコピーしたり移動したりせずに、別のディレクトリにあるように扱うことができる機能です。たとえば、コマンドの引数としてファイルやディレクトリを指定する場合、パス指定が長くて複雑になると入力を間違えることがあるでしょう。リンク機能を使えば、よく使うファイルを自分のホームディレクトリに置いてあるように扱うことができます。リンクには、ハードリンクとシンボリックリンクの 2 種類があります。

ハードリンク

ハードリンクは、ファイルの実体を直接指し示して共有します。ハードリンクを削除しても、元ファイルは削除されません。ハードリンクは i ノード番号を共有することで実現しているので、別ファイルシステム（別パーティション）には作成することができません。

シンボリックリンク

シンボリックリンクは、元ファイルが保管されている位置（パス）を示す擬似的なファイルを作ります。シンボリックリンクを消しても元ファイルに影響はありません。元ファイルを消すとシンボリックリンクからのアクセスがエラーとなります。シンボリックリンクは別ファイルシステムの間で作成することができます。Windows ではショートカットと呼ばれるファイルと考え方が同じです。

書式

```
ln 元ファイル名 リンク名
```

オプション

```
-s
シンボリックリンクを作成します。
-s オプションを付けない場合はハードリンクを作成します。
```

○実習: ハードリンクの作成

file コマンドのコピーを用意し、ln コマンドで file のハードリンクである file2 を作ります。file ファイルを削除しても、file2 が実行できるので、データが削除されないことがわかります。

```
$ cp -p /usr/bin/file .
$ ln file file2
（ハードリンクを作成）
$ ls -il file*
```

```
559793 -rwxr-xr-x 2 root root 12428  5 月 31  2007 file
(コピーされたファイル)
559793 -rwxr-xr-x 2 root root 12428  5 月 31  2007 file2
(ハードリンクされたファイル)

$  rm file
(元ファイルを削除)
$  ./file2
(ハードリンクされたファイルを実行)
Usage: file2 [-bcikLnNsvz] [-f namefile] [-F separator] [-m magicfiles] file...
       file2 -C -m magicfiles
(ハードリンクされたファイルが実行できる)
Try `file --help' for more information.

#  rm file2
(ハードリンクされたファイルを削除)
```

ファイルは必ず i ノード情報にリンクしており、ファイルを作るとハードリンクが 1 つできることと同じです。ファイルのハードリンクを作ると i ノードの領域にあるリンク数が 1 つ増え、ハードリンクを削除するとリンク数が 1 つ減ります。ファイルを消してリンク数が 0 になると、ファイルのデータがファイルシステムから完全に削除されます。

○実習: シンボリックリンクの作成

早速シンボリックリンクを作成してみましょう。ここでは less のマニュアルをファイル出力したものにシンボリックリンクを張って、シンボリックリンクを参照してみましょう。ls コマンドで調べるとシンボリックリンクファイルはパーミッション情報の先頭が l で表示されることも確認します。

```
$  man less > man-less
(man-less というファイルのシンボリックリンクを作成するための準備)

$  ln -s man-less doc-less
(man-less のシンボリックリンク (doc-less) を作成)

$  ls -il *-less
(シンボリックリンクを確認)

668311 lrwxrwxrwx. 1 tooyama tooyama     8  6 月 14 11:56 2012 doc-less -> man-less
660339 -rw-rw-r--. 1 tooyama tooyama 89526  6 月 14 11:55 2012 man-less

$  cat doc-less
(man-less と同様の内容が表示されることを確認)

(略)
      [参考訳]
       Copyright (c) 1994-2000  Kazushi (Jam) Marukawa, 日本語化ルーチンのみ。
       この部分に関するコメントは jam@pobox.com へ送って下さい。
       このパッチは Less ライセンスの下で配布できる。

                          Version 358: 08 Jul 2000                    LESS(1)
```

12.10 ディスクを管理するコマンド

ハードディスクを管理するコマンドとして、ファイルシステムをチェックして修復する fsck コマンドや、ファイルやディレクトリが使っているディスク容量を調べる du コマンドがあります。

12.10.1 ファイルシステムのチェックと修復

コンピュータが異常終了するなど正常にシャットダウンが行われないと、ファイルシステムのファイル管理情報とハードディスクに書き込まれたデータとの間で辻褄が合わなくなることがあります。ファイルシステムが不整合に陥った場合、fsck コマンドを使って整合性をチェックし、修復を行なう必要があります。fsck コマンドは、異常終了した後のシステム起動時に自動的に実行されます。

書式

```
fsck デバイス名
ファイルシステムのチェックと修復をします。
```

12.10.2 fsck とジャーナリング機能

ジャーナリング機能を持つ ext3 ファイルシステムは、ジャーナル情報があるので修復が素早く行えます。一方、ext2 ファイルシステムはジャーナル情報がないので、全ての管理情報が正しいかチェックする必要があるので修復にとても時間がかかります。

○実習: ハードディスクのチェック

fsck コマンドで ext3 ファイルシステムを修復します。fsck コマンドにはハードディスクのデバイスファイルとして/dev/sdc3 を指定しました。

```
# fsck /dev/sda3
(/dev/sda3 をチェック)
fsck from util-linux-ng 2.17.2
e2fsck 1.41.12 (17-May-2010)
opt: clean, 11/70400 files, 6426/140568 blocks
(ファイルシステムのチェック)
```

マウントされているハードディスクをチェックして修復できますが、修復中にファイルシステムが書き換えられると、更に問題が増えるかもしれません。修復をするときは、チェックするパーティションがアンマウントされている状態での fsck コマンドの実行をお薦めします。

12.10.3　ディレクトリ使用量の確認

df コマンドでハードディスクなどの全体の使用量を確認できました。細かいディレクトリの使用量を調べるには du コマンドを使います。

書式

```
du [ディレクトリ]
du [ファイル]
ディレクトリの使用量を調べます
ファイルのサイズを調べます
```

オプション

```
-s
指定ファイルや指定ディレクトリの総計を表示します。
```

○実習: ディレクトリ使用量の確認

du コマンドに-s オプションを付けると、/usr ディレクトリにあるディレクトリ毎の全ファイルのサイズの総計を表示します。(/usr ディレクトリにファイルがあれば、ファイルのサイズも表示されます)

```
# du -s /usr/*
(/usr ディレクトリにある各ディレクトリのファイルサイズの総計を表示)

24       /usr/X11R6
9184     /usr/arc
307200   /usr/bin
8        /usr/etc
8        /usr/games
158984   /usr/include
1900     /usr/kerberos
927576   /usr/lib
53228    /usr/libexec
248      /usr/local
34540    /usr/sbin
1936436  /usr/share
82480    /usr/src
4        /usr/tmp
```

12.11 章末テスト

(1) マシンのハードディスクのパーティションを確認するコマンドを記述しなさい。

(2) スワップファイルシステムについて説明しなさい。

(3)ext3 や ext4 が ext2 より優れている点を 1 つあげなさい。

(4) ハードリンクをシンボリックリンクの違いを説明しなさい。

(5) ログインしているユーザのホームディレクトリの使用量を表示するコマンドを記述しなさい。

Linux 標準教科書

●改訂履歴

2008 年 04 月 15 日 第 1 版 (Ver.1.0.0)

2008 年 11 月 13 日 第 2 版 (Ver.1.0.1)

2008 年 11 月 20 日 第 3 版 (Ver.1.0.2)

2009 年 08 月 26 日 Ver.1.1.0

2010 年 10 月 01 日 Ver.1.1.1

2012 年 10 月 01 日 Ver.2.0.0

2018 年 04 月 01 日 Ver.3.0.0

2018 年 05 月 07 日 Ver.3.0.1

2019 年 07 月 12 日 Ver.3.0.2

2021 年 11 月 01 日 Ver.3.0.3

2022 年 08 月 09 日 Ver.3.0.4

●制作

特定非営利活動法人エルピーアイジャパン

●著者

岡田 賢治

川井 義治

佐久間 伸夫

宮原 徹

遠山 洋平

田口 貴久

中谷 徹

●校正・協力

松田 神一

木村 真之介

高橋 征義

和田 真輝

Linux 標準教科書メーリングリスト参加の皆様

Linux 標準教科書

2022 年 08 月 09 日 v3.0.4 版発行
著　者　LPI-Japan

Copyright © 2022 LPI-Japan. All Rights Reserved.

www.lpi.or.jp