

「敢えて賢こかれ！」
「自分自身の悟性を使用する勇気をもて！」
——『啓蒙とはなにか』カント（著），篠田英雄（訳）

● 免責

本書に記載された内容は、情報の提供だけを目的としています。したがって、本書を用いた運用は、必ずお客様自身の責任と判断によって行ってください。これらの情報の運用の結果について、技術評論社および著者はいかなる責任も負いません。

本書記載の情報は、2012年5月現在のものを掲載していますので、ご利用時には、変更されている場合があります。

また、ソフトウェアに関する記述は、特に断りのない限り、2012年5月現在のバージョンをもとにしています。ソフトウェアはバージョンアップされる場合があります、本書での説明とは機能内容や画面図などが異なってしまうこともあり得ます。本書ご購入の前に、必ずバージョン番号をご確認ください。

以上の注意事項をご承諾いただいた上で、本書をご利用願います。これらの注意事項をお読みいただかずに、お問い合わせいただいても、技術評論社および著者は対処しかねます。あらかじめ、ご承知おきください。

● 商標、登録商標について

・本書に登場する製品名などは、一般に各社の登録商標または商標です。なお、本文中に™、®などのマークは特に記載しておりません。

はじめに ■

本書は、企業システムでLinuxに関わるエンジニアの方、もしくはそれを目指す方向けの書籍です。これまでも『プロのためのLinuxシステム』と題する2冊の書籍を出版させていただきましたが、本書は少し色合いが異なります。先の2冊は、幸いにも「わかりやすく充実した内容」との声をいただいておりますが、体系的な学習を意図したために、「現場テクニック」や「いざというときのための知識」を割愛せざるを得ませんでした。そこで今回は、教科書的な体裁は二の次にして、初級～中級のLinuxエンジニア向けに、筆者自身の生の声で、さまざまなLinuxシステム構築／運用の秘訣を伝授することにしました。

「一子相伝、門外不出」とまでは言いませんが、かつては先輩エンジニアの行動を追いかけてシステム構築／運用の技を学ぶことも多かったものです。しかしながら、社会情勢の影響か、はたまた企業の教育方針の変化の影響か、最近はそのような余裕もなく、いきなり1人でLinuxサーバの構築／運用を任される方も多いようです。その結果、将来有望な若手エンジニアの方々が、Linuxサーバに触れる「あの喜び」を味わう機会もなく、日々の仕事にただ疲れ果てていくのはあまりにも残念です。もっと多くのエンジニアの方々に、日々、感動と喜びを味わいながら、今日の企業システムの根幹を担うLinuxシステムを支えてほしい——そんな思いの下、書籍で公開するにはちょっと気恥ずかしい、あるいは、よく知っている人から見ればツッコミどころありの内容も含めて、あえてざっくばらんに書き下ろしました。「10年効く技術」とは少しばかり大仰なタイトルですが、その内容は読者のみなさんのエンジニア人生を長く支える「基礎中の基礎」になると信じています。

まだまだ駆け出しのエンジニアだと思う方は、先輩エンジニアが得意気に語る姿を想像しながら読み進めてください。先輩エンジニアだって人間です。ときには、適当なことを言うかもしれません。それでも、あやしいと思ったことをすぐに自分の手で確かめられるのがLinuxのすばらしいところです。高価な商用Unixサーバと違い、その気になれば自宅のPCでもテスト環境の構築は可能です。新しい技術がこれまでにないスピードで発展する今日のITシステムを相手にする上では、自ら手を動かして確かめていく行動力こそが知識や経験にまさるエンジニアの財産です。本書に書き記したのは、あくまでも筆者自身の知識と経験です。読者のみなさんそれぞれの行動力で、その価値を何倍にも広げていただければ、筆者にとって何ものにも代えがたい喜びです。

2012年初夏

中井悦司

謝辞 ■

本書の執筆、出版にあたり、お世話になった方々にお礼を申し上げます。

本書の構想は、技術評論社の池本公平氏の助言から生まれました。さまざまに移り変わる技術動向の根底に流れる「エンジニアとしての基礎」を伝える大切さを筆者に思い出させ、筆者の背中を押し続けていただいたことに感謝します。また、本書の想定読者となってもらった中山健次郎くんにも感謝します。

本書の内容は、筆者自身のLinux／オープンソースに関わるさまざま業務経験が元になっています。その中で出会うことのできた、Linux／オープンソースに対する愛情と探究心に満ちあふれた仲間たちにも、あらためて感謝します。

そして最後に、相変わらず、家族の時間を削って執筆に没頭する筆者を笑顔で支え続けてくれた妻の真理、そして「おとうさんはおしごとがすきだねー」と、3歳をむかえておしゃべり好きになった愛娘の歩実にも、もう一度、最大限の謝辞を送ります。

「いつもありがとう。これからもよろしくね！」

本書が対象としている読者 ■

本書は、業務システムとしてのLinuxサーバの構築／運用に関わる中で、「Linuxに関する技術的な理解をもう一歩深めたい」、あるいは「もっと自信を持って作業を進められるようになりたい」、そんな思いを持ったエンジニアの方を対象としています。

Linuxの内部構造から、スクリプト作成技術、あるいはカーネルソースの読み方まで、一般的な解説書では得られない「蔵出しテクニック」を伝えています。本書を足がかりとして、エンジニアとしてのさらなるステップアップの方法を見出してください。

本書の読み方 ■

本書の各章は、それぞれ独立した内容となっています。第1章から順に読み進めていただくことも可能ですが、心ひかれるタイトルの章から先に読み進めていただいても構いません。

各章の前提知識と難易度には若干ばらつきがあります。特に難解だと感じる部分がある場合は、「参考文献」で紹介する、同じテーマの書籍なども同時に読み進めてください。1つのテーマをいろいろな観点で見直すことが、技術を学ぶ上での壁を突破する最良の方法です。

第2章、第3章、第5章の主要な設定ファイルやスクリプトについては、技術評論社のWebサイトからダウンロードすることができます。必要な場合は、次のURLから入手してください。

- <http://gihyo.jp/books/2012/978-4-7741-5143-4>

本書で紹介する具体的なコマンドや設定手順は、便宜上「Red Hat Enterprise Linux 6.2」を前提としています。ただし、対象とする技術領域は、特定のLinuxディストリビューションに依存するものではありません。読者のみなさんの知識を広げ、新たなステージへと進む1つの出発点として活用してください。

各章概要 ■

第1章 知らないと損するぞ！ 押さえておきたいLinux内部構造

Linuxサーバの適切な運用や問題判別を進める上での基礎となる、「ディスク管理」「プロセス管理」「メモリ管理」について、Linux内部構造の観点から、実践に役立つ知識を伝えます。ディスクのジオメトリ構造から始まり、UEFIとGPT、4KBセクタ・ディスクなどの新しい仕組みにも触れ、さらには、I/Oスケジューラの基礎、forkとexecの違い、カーネル内部におけるメモリの分類など、一歩踏み込んだ理解を目指します。

第2章 マシンがないとは言わせない！ 仮想化でここまでできるインフラ環境構築

ITインフラを扱う上での基礎となる「システム全体の仕組み（アーキテクチャ）の理解」には、典型構成のシステムを自分の手で構築して、全体のアーキテクチャと個々のサーバの機能の関係を徹底的に理解することが必要です。そのための学習を効果的に行う秘策は、自分専用の「素振り環境」の活用です。「メール配信システム」と「HAクラスタ環境」を題材として、Linux KVMによる仮想マシン環境を利用した「素振り環境」の活用方法を解説します。

第3章 10番勝負！ 自作スクリプトでコマンド活用

サーバ管理作業の生産性向上に必須となる、シェルスクリプトとPerlスクリプトの作成について解説します。シェルスクリプトについては、単なる基本ルールやサンプルの紹介ではなく、現場ですぐに活用できそうな実例を挙げながら、実用的なシェルスクリプトを書くための「頭の使い方」を伝えます。Perlスクリプトについては、テキスト解析やforkの利用など、Perlならではの機能やデータ構造を活用した、一歩進んだPerlスクリプトの作成を目指します。

第4章 最後の砦！ カーネルソースを読む

Linux内部構造をより深く知るには、ときには、Linuxカーネルのソースコードを読むことも必要です。とはいえ、膨大なソースコードの全体像を把握するのは簡単ではありません。第4章では、発想の転換を行い、「文学作品を楽しむ」ようにソースコードを読み進めながら、ソースコードの世界観をつかみます。実際に動作するカーネルをビルドする手順を紹介した後に、そのソースコードを読み進めていきます。ソースコードに手を加えて、オリジナル・カーネルを作成する簡単な例も紹介します。

第5章 一歩先を行く！ RHEL6新機能の総まとめ

Linuxが対応するサーバ環境の進化に合わせて、Linuxにもさまざまな変化が起きています。Linuxサーバ管理者として知っておくべき、Red Hat Enterprise Linux 6 (RHEL6) の変更点に加えて、特に新しい機能である「Upstart」「Control Groups」「LXC (Linuxコンテナ)」について、詳しく解説します。Linux関連技術の今後の動向を押さえる基礎知識となります。

はじめに	iv
謝辞	v
本書が対象としている読者	v
本書の読み方	vi
各章概要	vii

● カーネルメモリの分類	51
1.4.2 メモリの割り当てと解放	56
● メモリ割り当ての仕組みを知る	56
● メモリ解放の仕組みを知る	59
1.4.3 コンテキストスイッチとページテーブル	62
COLUMN 『ITエンジニアの「勉強法」とは?』	64

第 1 章 知らないと損するぞ！ 押さえておきたいLinux内部構造 1

▶ 1.1 Linuxの基礎は、ディスク、プロセス、メモリ	2
▶ 1.2 ディスクとファイルにまつわるあれこれ	3
1.2.1 ディスクのジオメトリ	3
1.2.2 古くて新しいパーティションテーブル	7
● UEFIとGPT	9
● 4Kセクタ・ディスク	12
1.2.3 ファイルシステムとI/Oサブシステムを考える	13
● ファイルシステムのブロックサイズ	13
● I/Oサブシステムの全体像	16
● I/Oスケジューラを理解する	19
▶ 1.3 プロセスを制するものはLinuxを制する	24
1.3.1 forkとexecはプロセスの分身と変身	24
1.3.2 ジョブ制御のあれこれ	30
1.3.3 パイプラインで素早いデータ処理	36
▶ 1.4 一歩踏み込んだメモリ管理の世界へ	45
1.4.1 物理メモリの配分を見る	45
● ユーザメモリの分類	47

第 2 章 マシンがないとは言わせない！ 仮想化でここまでできるインフラ環境構築 65

▶ 2.1 インフラエンジニアの成長は日頃の素振りから	66
▶ 2.2 Linux KVMで仮想ネットワーク三昧	69
2.2.1 仮想ネットワークの構成と仮想マシンの構築	70
● YUMリポジトリの準備	71
● 仮想ネットワークの構成	72
● 仮想マシンの構成	72
2.2.2 DNSサーバの構築	80
● DNSとメール配信システムの基礎	80
● BINDの導入と設定	88
2.2.3 メールサーバの構築	95
▶ 2.3 HAクラスタの素振りも仮想マシンで実現	102
2.3.1 HAアドオンを理解する	103
● HAクラスタの基礎	104
● HAアドオンの動作原理	106
2.3.2 ホストLinuxの準備と仮想マシンの構成	108
● 仮想ネットワークの構成	109

● iSCSIターゲットの構成	110
● 仮想マシンの構成	112
2.3.3 HAアドオンの導入と構成	114
● バックアップグループの導入と構成	114
● クラスタ設定ファイルの準備	115
● HAクラスタの起動とサービスの開始	120
● 擬似障害テストの実施	124
2.3.4 HAクラスタ設計・運用の心構え	127
COLUMN 『ITアーキテクトと予備校講師のコミュニケーション術』	129

第 3 章 10番勝負！ 自作スクリプトでコマンド活用 131

▶ 3.1 シンプルで効果的なシェルスクリプトを目指して	132
▶ 3.2 シェルスクリプトの基本ルール	133
3.2.1 シェルスクリプトの動作確認	134
3.2.2 引用符の使い方	135
3.2.3 条件判断の書き方	137
3.2.4 配列と位置パラメータの使い方	140
3.2.5 コマンド置換と数値演算	142
▶ 3.3 シェルスクリプトで勝負！	144
3.3.1 [1番勝負] 踏み台サーバで学ぶ秘伝～基本パターン+例外処理	144
3.3.2 [2番勝負] 分散シェルで学ぶ秘伝～基本パターン+パイプライン	148
3.3.3 [3番勝負] プロセス監視で学ぶ秘伝～状態遷移を扱う	155

3.3.4 [4番勝負] 秘伝番外編～単純バッチはmakeに任せてみる	159
3.3.5 [5番勝負] 擬似スナップショットで学ぶ秘伝～パイプラインでログを操る	162
3.3.6 [6番勝負] クラウド・バックアップで学ぶ秘伝～思考実験で処理の流れを組み立てる	167
▶ 3.4 Perlスクリプトで勝負！	176
3.4.1 [7番勝負] 自動執筆でPerlを楽しむ	176
3.4.2 [8番勝負] 自動TweetでPerlの便利さを体感	188
3.4.3 [9番勝負] プロセス監視でforkをマスターする	191
3.4.4 [10番勝負] 最終奥義?! Perlとパイプラインの連携	196
COLUMN 『オープンソースのITエンジニアを幸せにする力』	202

第 4 章 最後の砦！ カーネルソースを読む 203

▶ 4.1 ソースコードを読書する?!	204
▶ 4.2 カーネルソースの歩き方	205
4.2.1 Linuxカーネルのビルド手順	205
4.2.2 カーネルソース探索入門	209
4.2.3 構造体とポインタを読みこなす	215
COLUMN 『転職、運用、英語、結婚 —— ITエンジニアの話題のキーワード?!』	222
▶ 4.3 主要サブシステムを探索する	223
4.3.1 プロセス管理サブシステム	223
● 進化するプロセス状態管理に出会う	223
● ptrace()システムコールに出会う	229
● list_headと魔法のマクロに出会う	231

4.3.2	メモリ管理サブシステムとの出会い	237		
	● 64ビット環境のページ・マッピングに会う	238		
	● /proc/meminfoの「はらわた」に会う	244		
▶ 4.4	カーネルソース解析の実例	252		
4.4.1	カーネル内部のシステム時計	252		
4.4.2	うるう秒発生の瞬間	255		
4.4.3	さらなる探求に向けたガイド	266		
第5章 一歩先を行く！ RHEL6新機能の総まとめ		269		
▶ 5.1	コモディティ化するハードウェアを支える「進化するOS」	270		
5.1.1	ext4ファイルシステムの採用	271		
5.1.2	NetworkManagerサービスの導入	273		
5.1.3	dracutによる初期RAMディスクの作成	275		
5.1.4	anacronによる定期ジョブ実行	279		
▶ 5.2	サーバ起動処理を変革するUpstart	283		
5.2.1	Upstartの概要	283		
5.2.2	Upstartジョブの作成例	288		
▶ 5.3	Control Groupsでリソース配分をコントロール	292		
5.3.1	Control Groupsの概要	292		
5.3.2	各サブシステムの主要パラメータ	294		
	● cpusetサブシステム	294		
	● cpuサブシステム	296		
	● memoryサブシステム	297		
	● blkioサブシステム	298		
5.3.3	cgコマンド群による管理	301		
5.3.4	仮想マシンに対するcgroupsの操作	303		
▶ 5.4	LXCでコンテナ型仮想化技術を体験	305		
5.4.1	コンテナ型仮想化技術の概要	305		
	● プロセステーブルの分割	306		
	● ファイルシステムの分割	306		
	● ネットワークの分割	307		
	● CPUとメモリの分割	307		
5.4.2	コンテナによるWebサーバの起動	308		
5.4.3	その他のコンテナ設定	312		
	COLUMN 『「人生20年説」とスキル向上の秘訣』	314		
	おわりに	315		
	索引	316		
	参考文献	335		

