

UNIX OS の技術変遷



井田 昌之

KEY UNIX, Linux, オープンソース, オペレーティングシステム, OS

1. UNIX の設計思想

UNIX はその発端を 1960 年代後半のベル研究所にさかのぼることができる。開発者である D. M. Ritchie と K. Thompson は、その設計上の特徴を、

- (1) プログラム開発を容易にする会話型のシステム。
- (2) 限られたハードウェア性能の上でも最大限に効率的、強力な OS にする。
- (3) システム開発・保守をシステム自身の上で行い、そのために全ソースプログラムをシステム上に置く。

とした⁽¹⁾。

今日のコンピュータ利用の広範化の中で、それぞれが今もなお生きている文脈を持っている。(1)は、デスクトップ概念の幕開けをもたらし、(2)は小型機器から大型機までの対応能力と広がりをもたらし、(3)は、インターネット成立の根源である公開標準の概念とフリーソフトウェア・オープンソース、といったコンセプトへの流れを形成した。フリーソフトウェア財団の GNU プロジェクトも UNIX を強く意識して始まった。

2. UNIX の変遷 (図 1)

UNIX システムは、1973 年に第 1 のターニングポイントを迎えた。UNIX V5 である。UNIX V5 はそれまでのアセンブラによる記述を C 言語で書き換えた版であり、ベル研究所以外の非営利の機関へ初めて公開された。商用として初めて世に出たのはその次の V6 (1975 年) である。これがその後の UNIX もしくは UNIX ライクなシス

テムの親となった。価格は大学研究機関に対しては 200 ドル、商用利用者に対しては 2 万ドルと設定され、これが後の価格体系のもととなった。V7 (1978 年) により現在の UNIX の基本となる設計が定まった。V6 の時代にカリフォルニア大学バークレー校は独自の開発を始め、1977 年に 1 BSD (Berkeley Software Distribution) が誕生した。1 BSD は発展して 1980 年に 4 BSD となり、ここから現在使われている FreeBSD あるいは Sun Microsystems 社の SunOS などへ発展した。一方、ベル研究所では V7 をもとに System III が 1981 年に誕生し、これをもとに 1983 年に System V ができた。

これらの UNIX を母体として、さまざまな UNIX-like なシステムが生まれては消えた。機器の制御などのためのリアルタイム OS には、初期の UNIX そのままでは向いているとは言えなかった。そこで、改良した亜種が出た。

技術的な面での特質を語る上では、まずユーザインタフェースに着目することができる。多種のディスプレイ装置の違いを吸収する画面端末インタフェースパッケージとスクリーンエディタは、1978 年ごろに導入が始まった。次いでビットマップディスプレイが導入され、今日のデスクトップのようになった。MIT の Athena プロジェクトに端を発して、クライアントサーバ型の分散形式で動作する X Window が 1980 年代前半に登場した。1980 年代後半に

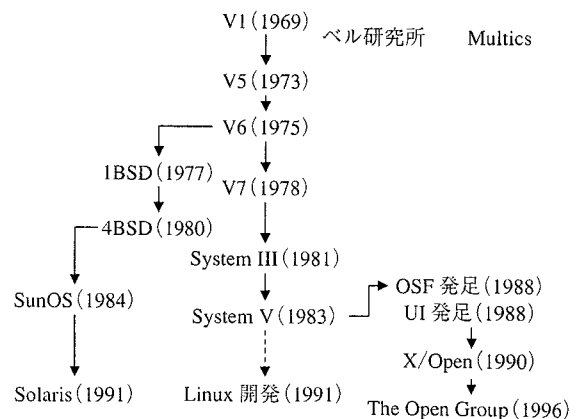


図 1 Unix の歴史

いだ・まさゆき 1981 年青山学院大学大学院理工学研究科修了、同年同学部助手。1988 年同大学情報科学研究センター助教授に移籍し、3 キャンパスネットワークの構築に従事。同国際政治経済学部を経て、2002 年同大学大学院国際マネジメント研究科教授。現在に至る。この間、関連技術仕様策定・普及に従事。MIT 客員研究員 (1993 年, 2002 年)。2004 年 4 月から 6 月内閣府 IT 国際政策懇談会構成員など。工学博士。

その Version 11 が誕生し、以後基本的な設計はそれほど大きく変わってはいない非常に安定したシステムを提供している。X Window 上にウィンドウマネージャを置き、それが実際に利用者が利用するデスクトップを供給するが、1980年代後半では OSF の Motif, Sun の NeWS, UI (Unix International) の OpenWindow が激しい競争をした。Linux の時代になり、GNOME および KDE が独立に開発され、現在では GNOME と KDE の共通性が模索され、統合の兆しが見られる。

UNIX の特徴であるシェルと呼ばれるコマンドシステムは、Multics にその設計の発端を持つ⁽¹⁾。あまり知られていないが、シェルという名前とその働きそのものも Multics によっている。当初のシェルはその開発者の名前をとり Bourne シェルと呼ばれた。現在 Linux などでも多く使われている Bash はこのシステムのシェルである。一方、BSD を開発したバークレー校では、C シェルを BSD の標準的なシェルとした。

プログラミング言語に目を転じてみる。UNIX は、C 言語とともに有名になったといえる。C 言語は、BCPL に端を発する設計をもった。BCPL の次にワードマシンを想定した B 言語が生まれた⁽²⁾。次に当時優勢となる傾向にあったバイトマシンを想定した C 言語に発展した。いくつかの CPU アーキテクチャに移植され、アセンブラのみによる開発に一区切りをつけるツールとなった。C 言語は、UNIX のもつソース公開性ととともに普及に勢いがついた。UNIX では、システム自身のソースコードがそのコンピュータ上に存在し、手直しできる特徴があった。そしてそれが C 言語で書かれていたことにより、一挙に注目を浴び普及した。したがって、UNIX の歴史と C 言語の普及の歴史は機を一にするものと言える。

UNIX 普及の背景には、ダウンサイジングとインターネットの急速な普及も影響がある。多くのインターネット用の基本機能は UNIX、特に BSD によって開発され、テストされ、それがその後のハードウェア機器や Windows などにとり入れられた。インターネットの諸機能を開発・テストするために競って UNIX システムを導入した。現在のサーバクライアント型のアプリケーション、インターネット用機器の実装において、UNIX および Linux の占める比重が大きい遠因はここに由来している。

UNIX にはさまざまな種類ができたので、互換性が課題となった。標準化の必要性が意識されるようになり、システムインタフェースに関する POSIX (Portable Operating System Interface for UNIX) 標準ができた。1980年代後半に具体的な仕様がたまり、IEEE によって標準化された。その後、アメリカ政府機関納入の UNIX シス

テム必須条件となった。その後、ASNI および ISO でも標準と認められた。

UNIX の標準をめぐるには Unix International と OSF の二つのグループが合わさって、標準を目指す団体として X/Open が作られた。X/Open は XPG という UNIX 互換仕様を開発し、また、その後共通デスクトップ仕様である CDE の標準化を推進している。1996年には発展して The Open Group となった。The Open Group は、UNIX の商標権や X Window の開発・管理を行っている。

3. Linux の登場

Linux は、1991年に一人の大学生 Linus Torvalds 氏が Minix をベースに勉強する過程でできた小さな OS カーネルとそれに付随する諸機能群に始まる。これがインターネットへ紹介され、また、インターネット上の共同作業により、急速に発達した。

カーネルに用意されているシステムコールを利用してアプリケーションが作られる。基本的な OS 機能もカーネルから見ればアプリケーションであり、それらは別々に独立して維持・開発されている。それらを組み合わせて、OS としての全体機能が実現される。したがって組み合わせはさまざまになり、「ディストリビューション」という形でまとめられている。現在、SuSE, Redhat/Fedora Core, そして Debian などが著名である。また、いくつかの企業は、独自の戦略とサポートを行う体制を取り、Linux 関連ビジネスを行っている。例として文献(3)、(4)を挙げる。用途の広がりや浸透はさまざまな形をとっているが図2にそれらを示す。

カーネル自身の改良は現在も続けられている。Linux カーネルの保守は、メーリングリストを中心に行われ、改良や修正をまとめて新しいバージョンをリリースする。そのリリースは、<http://www.kernel.org/>を通して配布される。バージョン1.0は1994年3月14日にリリースされた。さまざまな小さな改良が現在も続いている。現在のカーネルのメジャーバージョンは2で、2.0は1996年6月9日にリリースされた。

この中で国際対応も進んだ。基本機能を供給するライブラリである glibc 1 は当初国際化対応がなかった。glibc 2

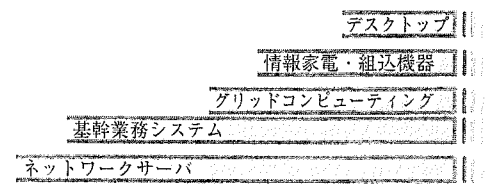


図2 Linux の用途の広がり

表1 Linux 2.6 での主要機能テーマから

SMP	32 CPU
対象 CPU	IA-32, IA-64, PowerPC, Alpha, VR, M32R, Power
ネットワーク	IPv6
セキュリティ	SELinux
ファイルシステム	ジャーナリング FS
スレッド強化	POSIX Thread
他	RAS 機能

になって、一つのプログラムが多数の言語や地域の習慣に対応できるようにロケール機能が入り、マルチバイト処理ができるようになった。

2004年10月現在のバージョンは2.6である。ここでは、マルチプロセッサ対応の強化などが入っており、また、さまざまな機能がテストされ、順次組み込まれていく過程にある。現在課題となっている主な機能を表1に示す。

4. Linux に関連する技術的话题から

4.1 ファイルシステム

UNIXのファイルシステムはi-nodeを利用していた⁽⁵⁾。Linuxではextと呼ぶ最大2GBの大きさのファイルシステムが開発された。続いて、ext2と呼ぶファイルシステムが設計された。最大4TBの大きさが扱え、性能が良くなった。このext2ファイルシステムにジャーナリング機能を加えてext3が、カーネル2.4.16から採用された。構造的にはext2に等しいが、ジャーナリングにより、トラブル時の復旧が速くなるなどの特徴がある。

4.2 付随するオープンソースソフトウェア

「Linux」として一口に語られるソフトウェア群は、それぞれ独自に開発・維持されるソフトウェアであり、無数のものがある。一部を表2に示す。

アプリケーションソフトウェアも無数にあるが、WebサーバのためのApacheが代表例である。http://news.netcraft.com/archives/web_server_survey.htmlをみると、常にWebサーバの実数としてはApacheが多数であることが示されている。2004年10月では、全世界で5,500万のサーバがあり、そのうち68%がApacheであるとされる。すべてがLinux上ではないが、多くはそうである。

一方、ブラウザを見てみる。Mozillaがブラウザとして主に使われる。w3schoolsにはブラウザの統計がある(http://www.w3schools.com/browsers/browsers_stats.asp)。2004年10月では、IE6が70%、Mozillaが17%となっている。なお、2003年11月では、Mozillaは7.2%で、この一年間で急伸しているのが分かる。Mozillaプロジェクトは、Windows上でも動作し、最近ではFirefoxへ発展

表2 付随するオープンソースソフトウェアの例

ネットワークサービス	Apache, Tomcat, Squid, Namazu, Samba, OpenSSH, ipchain
データベース	MySQL, PostgreSQL
TCP/IP 基本機能	bind, sendmail, postfix
言語	GCC, Perl, PHP
アプリケーション	GIMP, OpenOffice, Mozilla

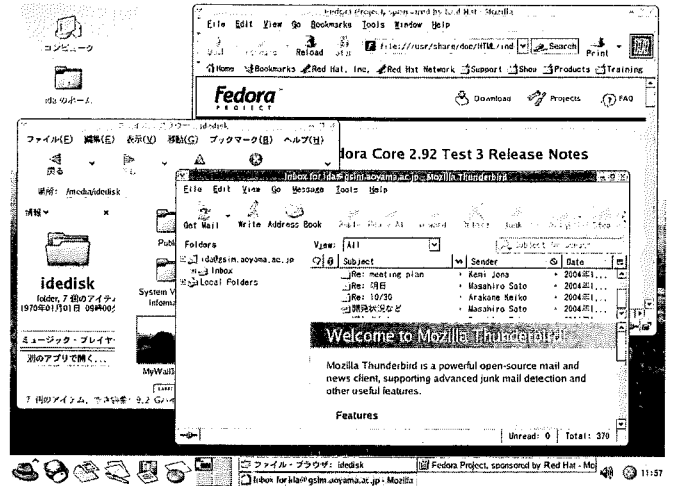


図3 Linuxのデスクトップ画面

している。同サイトでは、ブラウザのプラットフォームは、2004年9月でWindowsが90%（うちWinXPは56%）、Linuxは3%である。

オフィス機能はOpenOffice.orgが供給している(http://www.openoffice.org/)。日進月歩であり、ワープロ、表計算、プレゼンテーションなどにおいて、MS Officeに相当する機能を持ちつつある。しかし、総じてLinuxのデスクトップ機能は、これから充実が進む利用分野である。図3にFedora Coreでのデスクトップ画面例を示す。

5. 標準化・国際対応

POSIX標準を進めて、さらに具体的な標準の制定に関する期待が強まっている。ISOに対しては、英国からNew Work Item (NWI)の提案(N3632)が2003年8月29日付けで出され成立した。ISO/IEC 9945 (POSIX)標準をベースにLinux Standard Base (LSB)仕様をPAS (Publicly Available Specification)に採用することを意図している。Free Standards Group (FSG.LSBの作成・維持をしている団体)は、PAS Submitter資格(ISOヘファストトラック提案者となる資格)を2003年秋に取った。2004年2月3日から5日まで東京でLinux Rapporteur Group (LRG)国際会議が開催された。日本は、N3695およびN3696を出し、国際対応が十分であ

り、かつ、オープンソースの活動を阻害せず、それらと矛盾なく進むのであれば賛成する立場を示した。アジアでの自発的な活動⁽¹⁰⁾の成果も反映するように求めた。これらの結果、LRGとしては、FSGに標準仕様の実体の作成を委ね、そのことにより、国際標準の作成とコミュニティによる開発を両立させる方策とした。2004年10月21日にFSGはLSB仕様書第2版をISOに提出した。これによって次年度中の標準策定を期待している。

なお、関連してOSDLという名称の団体があり、これはFSG標準ではカバーできない個別の事項についての機能の調査を行っている。

6. 組み込み機器・情報家電への利用

商用利用全般では、価格性能比、セキュリティ、ベンダ独立性、柔軟な構成、標準・共通性、既存ソースモジュールの利用、開発スピード、品質、カスタマイズ可能性などがLinux採用のポイントになっているが、さらに、組み込み機器への利用も進んでいる。これは、実機でのライセンス料の低減が大きなメリットになっている。

この分野ではいくつかの動きがあるが、その中で、CELinuxフォーラム (<http://www.celinuxforum.org/>) が特記されるものであろう。各家電業者間での交流・開発が進められており、相互のソースの交換などに至っている。次のステップは、そこでの成果をLinuxカーネルなどのグローバルな共通の活動に反映させることであろう。

個別のチップへの対応をいくつか紹介する。IBMでのPowerプロセッサでの展開⁽³⁾、ルネサスのSHおよびオリジナルチップであるM32Rへの移植⁽⁶⁾、NECのVR(MIPS系)への移植⁽⁷⁾などである。そのほかはX86系での動作が主である。

組み込み機器に関連したパッケージとしては、例えばモンタビスタ社のパッケージ(Hard Hat Linux)などがある。FOMAのN900iL(Dual機)⁽⁸⁾はLinuxをそのOSに持つとされる(文献(4)スライド18)。ソニーのPlay Station 2用のLinuxもある⁽⁹⁾。

7. 今後の課題

本稿で取り上げなかった大きなテーマには、コミュニティ型開発モデルそのものの進展と著作権などの法制面に

いてがある。これらについては別の機会に譲る。

何らかのISO規格ができるだろうが、標準の存在は、人材育成や産業の振興にプラスになる側面もある一方で、Linux関連技術の進歩は継続しているのも、それとのバランスが求められよう。

また、開発途上国への支援を主務とするUNDP(国連開発計画)は、文献(11)を表し、各国のOSS(Open Source Software)政策を推進している。日本においても、アジアOSSコミュニティ活動⁽¹⁰⁾は年に2回のシンポジウム・ラウンドテーブルを中心に活動を続け、2005年度の予算請求に特記される⁽¹²⁾段階へ至っている。各国のソフトウェア開発人材の育成と海賊版対策がその視野にある。また、経済産業省は、OSS推進フォーラムを立ち上げ、日中韓での共同作業も推進している。

技術的には、企業利用ではセキュリティの強化が課題となる。このためにはSELinuxと呼ぶ機能の開発が進んでおり、さまざまな独自のセキュリティポリシーを実装できるようになる。

スーパーコンピューティングのためにはグリッドアーキテクチャが有効と考えられる。低価格のパソコンを数百台並列に利用することで大きな機能を発揮できることが知られている⁽¹³⁾。

(平成16年11月8日受付)

文 献

- (1) D. M. Ritchie and K. Thompson: "The UNIX Time-Sharing System", CACM, Vol. 17, No. 7, pp. 365-375 (1974)
- (2) 井田昌之: 「システム記述言語の記述性」, ソフトウェア工学シンポジウム報告集, 情報処理学会, pp. 75-86 (1979-1)
- (3) <http://www.ibm.com/jp/linux/>
- (4) 川村敏郎: 「Linux適用分野の広がりとその課題」, 日本OSS推進フォーラム (2004-7)
http://www.ipa.go.jp/software/open/forum/Contents/SteeringC/OSSF2NEC_KawamuraSEVP-0729jp.pdf
- (5) 井田昌之: UNIX詳説, 丸善 (1984-10)
- (6) <http://www.linux-m32r.org/>
- (7) <http://linux-vr.org/>
- (8) <http://www.docomo.biz/html/product/cordless/n900il.html>
- (9) <http://playstation2-linux.com/>
- (10) <http://www.asia-oss.org/>あるいは<http://noa.sipeb.aoyama.ac.jp/asiaoss/>
- (11) UNDP-APDIP: Free/Open Source Software: A General Introduction, 2004 IOSN (<http://www.iosn.net/>)
- (12) 「経済産業省, OSS関連予算を倍増」P76, Open Enterprise Magazine, Nov 2004
- (13) 「昼ウィンドウズ, 夜はリナックス: PC500台連結スパコン並み」朝日新聞朝刊10面2004年11月6日

電気学会誌



社団法人 電気学会

© Denki-gakkai 2005

〒 102-0076 東京都千代田区五番町 6-2
HOMAT HORIZON ビル 8F

特集

リムーバブル記録メディア (可搬記録媒体) の最新動向

放送される画像・音声の高品位化に牽引される形で、記録メディアの大容量化が進展している。ここでは、リムーバブル (可搬) 型に注目してその最新技術動向を紹介する。

チーフエディタ: 村上敬一 (富士通)

ゲストエディタ: 田中伸一 (松下電器産業)

1 総論

田中伸一 77

2 媒体技術

川久保 伸 79

3 光ディスクドライブ技術

高橋正彦 84

4 応用技術

澤辺孝夫 89

解説

小川博世 94

60 GHz 帯ミリ波ワイヤレスアクセスシステムの標準化動向

随想 菊池龍三郎 69

教師の 2 つの系譜

十見百聞

小泉優二, 片島哲男, 小田川直人, 大熊栄一 73

IT 社会のデータ集積地

技術探索

井田昌之 98

UNIX OS の技術変遷

学生のページ

安田直義 102

情報モラルを考える

連載記事

Marta Val Escudero, Angel A. Bayod Rújula 106

Higher Education at the University of Zaragoza (Spain)

規格調査会だより

..... 113

MOS 形電界効果パワートランジスタ「制定」(JEC-0406-2004)

支部のページ

九州支部・関西支部 114

学会だより 120	論文誌目次 117
編集後記 120	広告目次 136
技術報告要旨 111・112・116	
会告 121	

*大会 *支部活動 *シンポジウム *共催・協賛・後援行事 *論文募集 *求人 *研究助成・表彰 *研究会

The Journal of The Institute of Electrical Engineers of Japan (Denki-gakkai Shi)

SPECIAL ISSUE

Recent Removable Recording Media Technology and Its Applications

1 General Remark

By Shinichi TANAKA 77

2 The Latest Topics of the Removable Media Technology

By Osamu KAWAKUBO 79

3 Optical Disc Drive Technology

By Masahiko TAKAHASHI 84

4 Application Technology for Removable Storage Media

By Takao SAWABE 89

Standardization of 60 GHz Band Wireless Access Systems

Technical Review - By Hiroyo OGAWA 94

Two Lines of the Teacher Roles

Essay - By Ryuzaburo KIKUCHI 69

Hub of the IT Society

Pictures & Words - By Yuji KOIZUMI, Tetsuo KATASHIMA, Naoto ODAGAWA, Eiichi OKUMA 73

Progress of UNIX OS and Related Technologies

Technology old & New - By Masayuki IDA 98

Consideration about Information Morals

Student Page - By Naoyoshi YASUDA 102

Higher Education at the University of Zaragoza (Spain)

Serials - By Marta Val Escudero, Angel A. Bayod Rújula 106