

コンピュータの歴史(4)

～Linux その素晴らしき世界～

Ver. 1.0

リナックスアカデミー専任講師 矢越昭仁

2014/11/15

PCのOSといえば Windows か Mac ですが、インターネットの世界では Linux が非常に多く採用されています。Amazon, Google, Yahoo!, Facebook, 楽天 などが採用していますし、世界のスーパーコンピュータ Top 500 のうち、498 台は Linux で動いています。なぜそこまで利用されているのか、どういった特徴があるのか、Linux の特徴をその先祖である UNIX を交え解説してゆきます。

目次

はじめに.....	3
表記について.....	3
オンラインバックアップ.....	3
それは UNIX から始まった.....	4
MULTICS.....	4
UNIX.....	4
BSD.....	5
群雄割拠.....	6
POSIX 標準化.....	7
Linux の誕生.....	9
Ver.1.0 まで.....	9
ディストリビュータの登場.....	11
商業ディストリビュータ.....	13
さまざまな用途.....	15
スーパーコンピュータ.....	15
モビリティ.....	15
クラウド.....	17
オープンソース.....	18

はじめに

いつのまにかインターネットが普及し、コンピュータエンジニアや科学者以外でも手軽に利用できるようになりました。最近では社会インフラとしてのインターネットが、存在感を増しています。

このコースでは、今では生活必需品となった「インターネット」が公開される前夜から、現在までを振り返ります。そしてホンの少しだけ未来を予想し、仕事に役立つヒントを提供します。

表記について

この資料では以下の表記としています。

•フォント

コンピュータの操作および設定ファイルはクーリエフォント(タイプライター風)を用います。

```
search t123006.la.net
nameserver 10.20.123.6
```

•プロンプト

コマンド入力例がある場合は、先頭はプロンプト(\$または#)で始めます。

\$ は一般ユーザでの操作、#はルートユーザでの操作を表します。なおユーザ切り替え(su)の表記は省略しています。

•強調(ボールド)

コマンド入力では、キーボードから入力する場合を、設定ファイルの場合は修正箇所など特に強調したい場合に**ボールド**を使います。

```
$ date
Mon Mar 5 12:32:41 JST 2012
```

```
DEVICE=eth0
NM_CONTROLLED=yes
ONBOOT=yes
```

オンラインバックアップ

矢越が実施した IT 特別講座の資料(補足資料、例題等含む)は、以下の URL にて掲載しています。この URL はリナックスアカデミー会員限定となっていますので、それ以外への再配布・再掲載は遠慮ください。

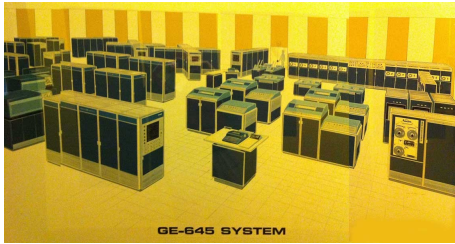
<http://ycos.sakura.ne.jp/LA>

また講座・資料への質問、要望は下記までメールをお願いします。

ycos001@yahoo.co.jp

それは UNIX から始まった

MULTICS



1964年マサチューセッツ工科大学、ジェネラルエレクトリック社、AT&T ベル研究所の3者による共同プロジェクトが開始されました。当時としては野心的な OS を作る事を目標とし、MULTICS: MULTiplexed Information and Computing Service と名づけられました。この OS は TSS: Time Shareing System(時分割)と呼ばれる種類で、CPU 時間を細かく分割して複数ユーザの要求を処理するものです。その為、いわ

ゆる情報セキュリティに初めて本格的に取り組む、1985年には初めてオレンジブックことセキュリティ基準にて B2 クラスに合格しています。また従来の OS はマシン語(アセンブラ)で記述されていましたが、PL/I¹と呼ばれる高級言語で記述する事にしました。PL/I 自体も種々の機能を取り込みつつ肥大化したため、プログラミング言語として利用される環境は限定されていました(MULTICS プロジェクトとは関係なく、IBM の大型機に限定されていました。国内でも都銀や鉄鋼といった古くからコンピュータを利用しているユーザに散見される程度)。MULTICS はガス・電気・水道のように、必要なときに必要なだけコンピュータを利用できる「ユーティリティ・コンピューティング」を目指していたといわれます、これは現在の「クラウド・コンピューティング」に通じるものです。開発は問題続きで 1969年にはまず AT&T ベル研究所が脱落、GE はハードウェアを提供し、この MULTICS を搭載した商品を企てていましたが、結局完成する直前 1970年にコンピュータ事業はハネウエルに売却されます。その後も開発・改良は続き、最終的には 2000年 10月に退任するまで使われました。なお NEC の大型コンピュータ ACOS は MULTICS の流れをくむ OS です。

UNIX



UNIX の誕生については、多くの文献や授業でも紹介しているのでここでは解説しませんが、MULTICS からスピニアウトしたプロジェクトだといえます。多くを求めない、Simple is Best の考え方はこの時生まれたといわれます。Ken Thompson (写真左) がゲームしたさに型遅れのコンピュータに簡単な OS を乗せたのがきっかけで、当初はアセンブラで構築されていました。1973年に同僚の Dennis Ritchie (写真右) が開発した

C 言語で全面書き換え、Ver.3 が発表されます。C 言語も PL/I の反省から必要最小限の機能のみを実装し、それ以外はライブラリとして提供するスタイルをとりました。そのシンプルさゆえ、しばしば低級言語と呼ばれ、CPU の形式やメモリ配置といった物理的特性に実行結果が影響を受ける事がありました。

UNIX は社内プロジェクトでしたが、そのアイデアが広く認められる事となり 1970年に入ると、ベル研究所内で正式にプロジェクトとして予算化されます (Ver.1)。また AT&T は 1956年に独占禁止違反に関する和解合意に伴い IT 分野でのビジネスは展開できなかった事から、UNIX を含め通信に直接関係ない特許については無償供与する立場にあったため、多くの研究機関や官公庁で採用される事になり

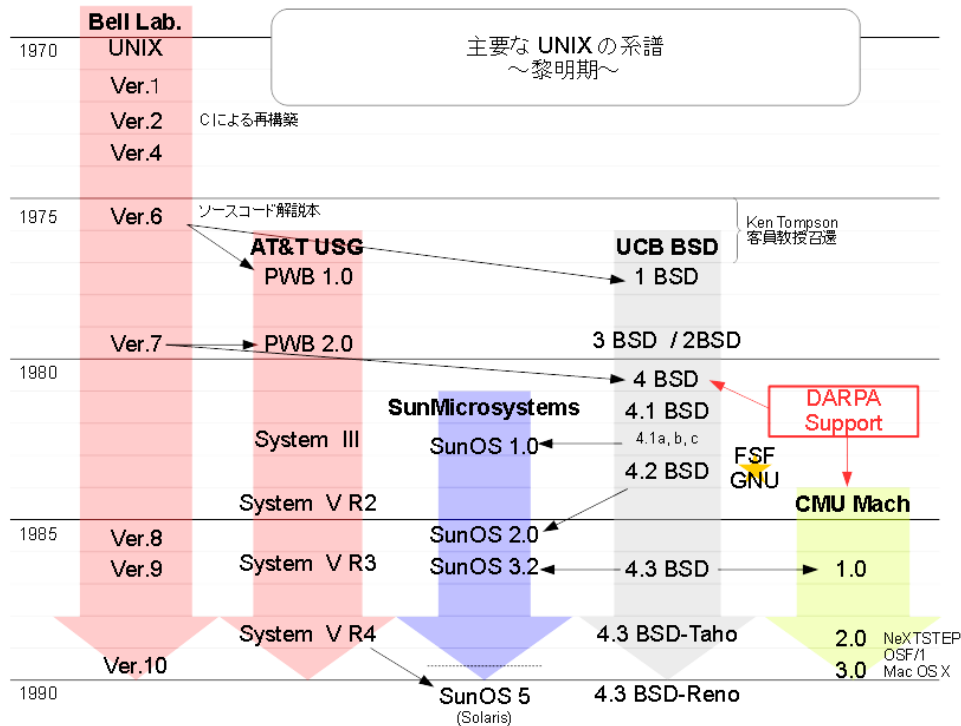
¹. Programming Language /I 当時主力だったプログラミング言語すべての機能を包含しようとした言語で、MIT が開発を担当していた。商品としては IBM が力を入れていたが動作環境が限られ普及にいたらなかった。

ます。

さらに Ken Thompson は 1975~76 年の間母校であるカリフォルニア大学バークレイ校に客員講師として赴任します。このとき、教材として UNIX を採用し後に BSD 版と呼ばれる流れを作りました。また同じころ UNIX ソースコードの解説本 (Lions' Commentary on UNIX 6th Edition, with Source Code) が出版されると、さらに全米各地で利用者が増え、バグの修正や機能追加といったプログラムが AT&T へ返送されるようになります。Bell 研究所以外の UNIX の利用者が増えたこともあり、有用なツールをセットにして公開することになり、PWB: Programmer Work Bench が公開されます、その後 USG: UNIX Support Group という専任組織もでき、外部向けには System III, System V の流れが登場しました。

BSD

一方、BSD 系 UNIX は Bell 研究所とは異なる進化を遂げる事になります。当初から Bell 研よりも新しい技術を取り込む戦略をとってききましたが、4 BSD のころに DARPA から予算を得て TCP/IP を実装するプロジェクトが開始されると、インターネットとの関与が一層強くなります。DARPA はさらにマイクロカーネル OS プロジェクトとして、CMU: Carnegie Mellon University の Mach のスポンサーにもなりますが、インタフェースは 4 BSD を採用するよう条件をつけました。



この時点で、UNIX は AT&T 系 (通称東海岸) と BSD 系 (西海岸) に大きく分かれる事になります。BSD は DARPA の介入もあり、ネットワーク特にインターネットに強く、AT&T 系は安定度で評価されていました。そのため国産のコンピュータメーカーの多くは AT&T 系を採用し、インターネットに近いベンチャーなどは BSD 系を採用する傾向が強まります。更に、AT&T は Bell 研究所から製品として PWB (Programmer Work Bench) をスピンアウトさせます。この流れは後に System III, System V へと発展し現在でも影響を残しています。1982 年に BSD プロジェクトのリーダー的立場だった Bill Joy は設立メンバーとして Sun Microsystems に迎え入れられます。Sun は Stanford University Network の略とされ、最初は大学や研究機関に、その後インターネットバブル期には業界のリーダーとしての地位を確立します。

群雄割拠

UNIX 黎明期ではライセンス(使用料)が発生しなかった事もあり、多くの大学・研究機関で亜流が誕生しました。その中で UNIX 専門の Sun Microsystems が創業すると、コンピュータメーカーも UNIX に準拠した OS を次々に発表します、UNIX 風 OS が市場を席卷します。1990 年には分散コンピューティングを初めて実用化した Apollo Computer Inc.(Domain/OS)や、ジュラシックパークの CG で一躍有名になった SGI:Silicon Graphics Inc.(IRIX), それ以外にも Data General(DG/UX)など個性的なメーカーが多く登場するとともに、従来のコンピュータメーカーも UNIX 系 OS 製品を市場に投入します。

IBM(AIX)、Digital Equipment Co.(Ultron)、Hewlett-Packard(HP-UX)など、国内では富士通(UXP/DS)、日立製作所(HI-UX)、NEC(UP-UX)など従来のコンピュータメーカーに加え、SONY(NEWS)、クボタ・パシフィック・コンピュータ(Denali)、オムロン(Luna)、住友電工 WS など専門でないメーカーも UNIX を搭載したワークステーションを出荷する群雄割拠の時代となります。

国内では 1985 年に旧通産省の肝いりでソフトウェア開発の生産性向上・高度化を目的とした「Σプロジェクト」が立ち上がり、多くの製造業(コンピュータ以外の分野をも含む)が参加し、なぜか開発用ワークステーション開発を推進していました。その影響で畑違いのメーカーが、UNIX ワークステーションを当時すでに時代遅れとなっていた 4.3BSD を基に開発を行っていました。このプロジェクトは 5 年間で 250 億円もの予算を投じ失敗したプロジェクトとして定評があります。

Windows NT(1994 年)によりその後 UNIX 陣営と真っ向勝負を挑むことになるマイクロソフトも Xenix を提供していました(開発は SCO)。なお Xenix は AT&T から正式なライセンスをうけた初の商用 UNIX でもあります。

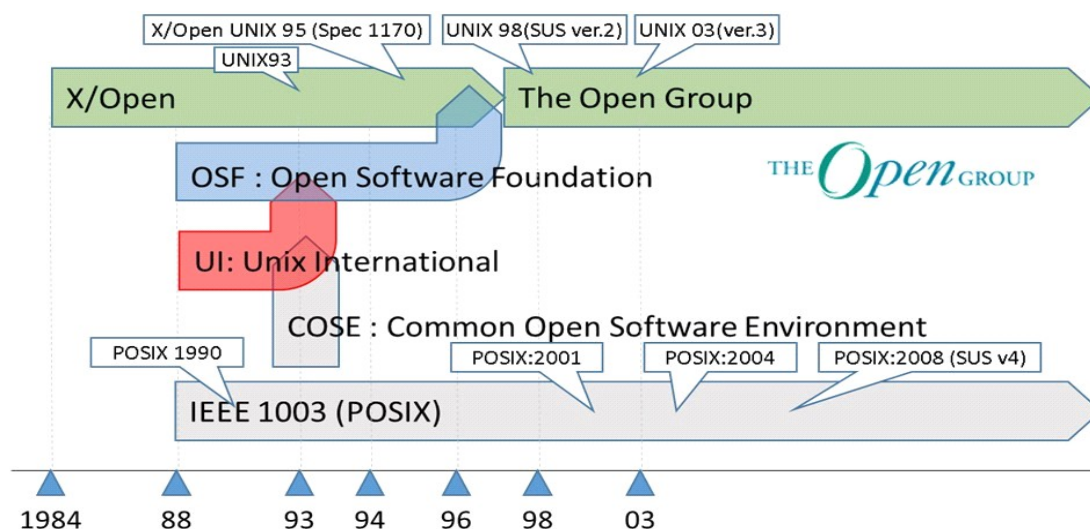


そんな中、独占禁止法によりコンピュータ分野への進出が制限されていた AT&T の縛りが 1984 年に解かれます。オープンだった UNIX のコミュニティはライセンスを課されるのを嫌い、運営が危ぶまれるようになりました。UNIX 文化(OSS 文化)の衰退を憂慮したリチャード・ストールマンが Free Software Foundation を設立し、UNIX 互換のフリー OS 開発プロジェクト GNU: GNU Not a UNIX (など由来には複数の説がある)を開始します。GNU は完全にライセンスフリーで全ての事ができるソフトウェア環境を構築するという壮大な計画です。

最終的には GNU/Hurd という OS カーネルを構築し UNIX を完全に置き換える事が目的でしたが、まだ安定板は出荷されていません。最初はエディタ Emacs、GCC (C コンパイラ、後に C 以外のコンパイラを含むようになり、現在では GNU Compiler Collection)、coreutils(ls, cat など UNIX の基本的な 100 種類超のコマンド)といった基本的なモジュールから配布が始まりました。後の商用 UNIX でも多くの GNU ツールを採用する事になります。

この UNIX の混乱に乗じ、Windows NT が台頭する事になります。Windows NT は VMS などの開発を行っていた David Cutler などの DEC 出身者が多く関与して新しく作られた商用に耐える OS でした。その設計は Windows 2000(出荷前までは NT 5.0)まで引き継がれました。WNT 登場までは、PC で UNIX を動かしベンダー非依存のワークステーション待望論まで登場していました。

POSIX 標準化



UNIX 風 OS が数多く誕生すると、似て非なる機能やコマンド、オプションが利用者を混乱させます。そこで 1988 年に IEEE 1003 (ISO/IEC 9945、後に POSIX: Portable Operating System Interface for uniX 命名はストールマン) が公開されます。特に米国政府は、この規格を調達条件に含めたため、多くの UNIX 系ベンダーは準拠するようになります。さらに、UNIX でない OS であっても、規格に準拠するためサブシステムとよばれる POSIX 機能層を提供するものまで現れます DEC VMS、IBM z/OS、MS Windows NT などが登場しました。現在では認定作業に手間がかかるため、正式に認定をうけた製品は少ないですが、それでも影響力は十分にあると考えられます。

国際標準化作業は ISO などもそうですが、欧州で盛んにおこなわれています。IEEE に先立ち 1984 年には欧州のベンダー (Bull (仏), ICL (英), Siemens (独), Olivetti (伊), Nixdorf (独), 後に Philips, Ericsson) を中心として X/Open が設立されます。この動きを察知した AT&T は標準化団体 Unix International を Sun Microsystems と共に旗揚げします。この時 Sun は従来の BSD ベースの SunOS から、SystemV Release 4 (SVR4) ベースの Solaris へ大きくアーキテクチャを変更します。安定した SVR4 に 4.3BSD などのネットワーク機能を持ち込むこととなり、業界では裏切り行為として捉えられた者も少なからずいました。

UI の動向に驚いた HP と DEC は反対勢力として OSF (Apollo, Bull, DEC, HP, IBM, Nixdorf, Siemens) を設立します。このとき AT&T に対抗する勢力として IBM を招き入れますが、これが混乱を生じさせます。IBM は自社の AIX を標準 OS として推しますが、他の商用 UNIX と互換性が低く、SVR4 に対抗する新しい技術でもないことから拒否。あらたに CMU の Mach カーネルを用いた OSF/1 の開発に着手します。この 2 団体の抗争を「UNIX 戦争」とよび、商用 UNIX の衰退と Windows 繁栄の原因となりました。

標準化団体	OS	GUI	分散処理
OSF	OSF/1	Motif	DCE
UI	SVR4	OpenLook	ONC+

OSF/1 は非常に難産で 1992 年に DEC が初めて製品化しましたが、あとは日立が実装できただけで他のメンバーから出荷されることはありませんでした。OSF は 1994 年には開発をあきらめ、DEC だけが DEC OSF/1、Digital UNIX、Tru64 UNIX と細々と開発を続けることとなります。一方で 1990 年に入ると Windows の伸張が誰の目に明らかになり、OSF と UI は共通の GUI を提供する COSE を設立する事になります。COSE の成果は CDE: Common Desktop Environment として提供されますが、OSS でないため、Linux での採用は見合わされました。その後 COSE、UI とも OSF に吸収される形で統合され、最終的には X/Open と合併し The Open Group となります。

結局のところ、業界を二分した UNIX 戦争は勝者なく終りを迎え、技術仕様としての IEEE POSIX と、The Open Group の SUS: Single Unix Standard に集約される事となりました。

現在 POSIX は以下の 15 項目から構成されています。

規格	概要
P 1003.1	システムコール(2)とライブラリ(3)(<i>system services</i>)
P 1003.2	シェルとコマンド(1)(<i>shell & utilities</i>)
P 1003.3	テストフレームワーク(<i>test methods</i>)
P 1003.4	リアルタイム拡張(<i>real-time extensions</i>)
P 1003.5	Ada インターフェース(<i>Ada binding</i>)
P 1003.6	セキュリティ(<i>security</i>)
P 1003.7	システム管理(8)(<i>system administration</i>)
P 1003.8	ネットワーク(<i>network transparent file access</i>)
P 1003.9	FORTRAN インターフェース(<i>Fortran binding</i>)
P 1003.10	スーパーコンピュータ拡張(<i>supercomputing application environment profile</i>)
P 1003.11	トランザクション処理(<i>transaction processing application environment profile</i>)
P 1003.12	プロトコル非依存通信(<i>protocol independent network access</i>)
P 1003.13	組込環境定義 (<i>real-time applications environment profile</i>)
P 1003.14	マルチプロセッシング(<i>multi-processing applications environment profile</i>)
P 1003.15	バッチ処理(<i>batch queuing extensions</i>)

Linux の誕生

AT&TによるUNIX有償化、UNIX戦争による業界の混乱といった影響を特に強く受けたのは、OSの研究者でした。特にOSのソースが非公開となり、参照資料を失うとライセンスフリーだったMinixが注目を浴びます。オランダのアムステルダム自由大学教授、Andrew Stuart "Andy" TanenbaumがUNIX Ver.7を基に再設計したOSでマイクロカーネル方式を採用しています。しかしあくまでの教育用の教材として設計されており、機能としては貧弱で完全なOpen Sourceとは言い難い配布方式(教育利用に限定)でした。そこで、1991年ヘルシンキ大学の学生Linus TorvaldsがIBM PC/AT向けに自作したOSがLinuxとして公開されることとなります。最初はMinixで開発し、最終的にはそれを置き換える形で開発を進めてゆきました。カーネル以外のツールは既に幅広く利用されていたGNUのツールを利用し1994年にVer. 1.0.0が公開されます。Minixよりも実用性を意識してかモノリシックカーネルを採用したことで、しばらくTanenbaumとの確執があったと言われています。

当時のOSは機能を追加するあまり、複雑になりメンテナンスが大変でパフォーマンスが低下する傾向がありました。皮肉にもMULTICSから生まれシンプルなOSを目指したはずのUnixも商用利用が多くなりネットワーク接続が必要になると、複雑になってきていきました。この様にOSに必要な機能を全て盛り込んだ形式をモノリシックカーネル(一枚岩)と呼びます。逆にOSには必要最小限の機能、プロセスの優先度を定めるスケジューラと、あとは数えるほどの機能だけを集中させ他の機能は別プロセスとしてOSから追い出すことで、小さなカーネルを維持するマイクロカーネルとう考え方が台頭していました。原理的にこのマイクロカーネルは理にかなったものでしたが、OSとアプリケーションとの間に位置する管理プロセスの制御や、パフォーマンスチューニングが難しく実現された例は非常に少ないのが現状です。マイクロカーネルで有名なのはカーネギーメロン大学のMach(1985年頃)ですが、不安定でなかなか実用化されませんでした。その後NeXT STEP(Mac OS X)としてワークステーション規模は動作していますが、サーバ用途としてはDECのOSF/1程度しかありません。後述のGNU/Hurdも未だに試作バージョンのみです。このように理論的には優れていたけれども、実用性で疑問符がつく仕組みをトールバルズは敬遠したようです。



トールバルズはMinixの反省をもとLinuxを実装する上でより実用的な仕様を固めていきます。POSIXの仕様は参考になったともいわれ、UNIX標準化の成果といってよいでしょう。またすでに実績があり定評があったGNUのツールを多用している点も実用性を高めました(そのため、ストールマンからGNU/Linuxと呼ばれています)。さらに1990年はUNIX戦争まっただ中で、多くのUNIX直系OSが提訴合戦を行っていました。BSDがら派生した、BSD Net/2、NetBSD、386BSD、BSD/386などリリースも混乱し、最終的に完全にAT&TフリーなFreeBSDが発表される1994年まで渾沌とした日々が続きました。

Ver.1.0まで

Linuxは当初トールバルズの個人的な趣味のプロジェクトでしたが、1991年8月にAnonymouse FTPにより公開、comp.os.minixニュースグループで告知されました。現在でも最初に公開したヘルシンキ工科大学のFTPサーバにはLinuxディレクトリがあり、以下のメモが公開されています。

The Linux was distributed first time to the world from NIC.FUNET.FI in August 1991 and has spread wide and far since then.

最初の v0.01 は tar.gz 形式のソースコードで、大きさはわずか 72KB でした、その後改良を繰返し、V0.12 では GNU の Copyleft をライセンス形態として採用しています。1992 年には v0.95 が公開されます。この頃になると GNU ツールを配置したサイトでも公開されるようになりますが、著作権で多少のトラブルがあったようです。(RELNOTES-0.95 より)

Linux-0.95 is NOT public domain software, but is copyrighted by me.

またこの頃から有志のメンバーが参加し、チームで開発するようになりました。またカーネルが肥大化し保守が面倒になるのを防ぐため、古くなったデバイスドライバーや不要な機能の削除も始まります。RELNOTES-0.97 によると、VESA-support 削除、IRQ コードの安定化、include ファイルの集約、super block コードの整理などを行っています。また自身が手が回らなくなり、「より良いコード」を募集しています。この頃になると、必要なソフトウェアとライブラリ（共通機能）や、よく使うツールをセットにして提供するディストリビュータが登場します。1992 年にスタートした MCC Interim Linux は、初の Linux ディストリビュータで、英マンチェスター大学内に設置され 0.95c から提供を開始しています。この時のパッケージは、カーネル、シェル（bash）、圧縮、アーカイバ（compress, tar, uuencode）、エディタ（elivs, joe）、GNU coreutils、文字列検索(grep シリーズ、sed)、gawk（パターンマッチング型スクリプト言語）、テキスト表示(more, less)、DOS ファイル変換(mtools) と make だけでした。オプションで開発環境として GCC、G++、Kermit（端末エミュレータ）が提供されていました。

MCC ディストリビューションの履歴

バージョン	リリース	概要
v0.95c+	1992/04/23	カーネル、bash、compress/tar/uuencode、gawk、GNUcoreutils、grep/sed、elivs/joe、more/less、make、mtools 及び gcc,g++,kermit
v0.99p8	1993/04/14	Bison/flex、gdb/gprof、groff/man、gzip の追加
v0.99p8+	1993/04/26	emacs 追加
v1.0+	1994/04/?	Mail/elm、lp、timezone、progman 追加
v1.2	1996/04/23	最終リリース

なお v1.0.0 以降は次の様にバージョンが進んでゆきます。このころ、バージョンは 3 種類の数値からなり、メジャー、マイナー、リリースと呼ばれました。例えば 2.6.10 は、メジャーが 2、マイナーは 6、リリースは 10 となります。このうちマイナーが奇数の物が開発版（試作）、偶数が安定板というルールになっていました。2.6.x は安定していて人気も高かったことから、2.6.0 が 2003/12/17 に公開されてから、2.6.40 の 2011/7/21 まで使われていました。トールバルズが 2.x の時代があまりにも長いことから、Linux 生誕 10 周年を節目として 3.x に変更するよう示唆。この 2.6.40 は 3.0.0 にバージョン番号が変更されました。カーネルは現在 www.kernel.org で公開されています。

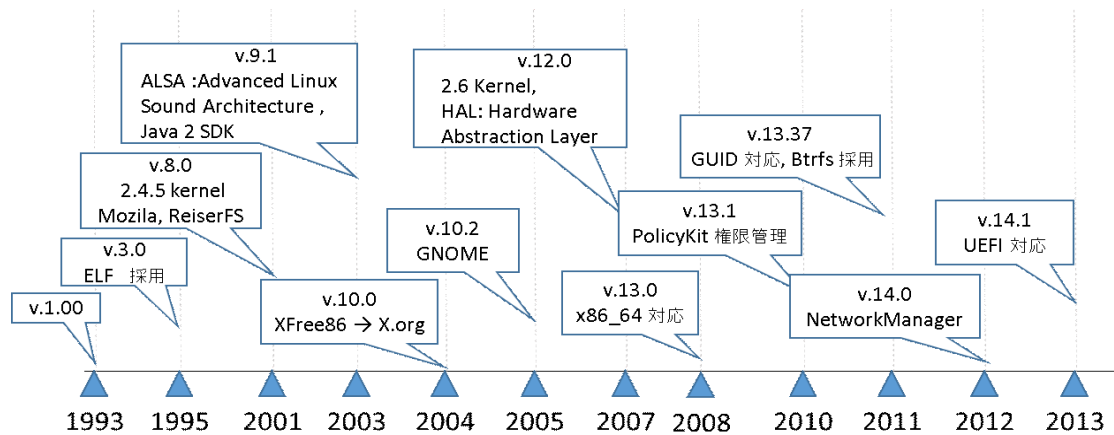
なお Linux の心臓部であるカーネルのバージョンと、ディストリビュータが管理するバージョンは異なるので注意が必要です。以下は RHEL、Ubuntu、SUSE のメジャーバージョンの最終版が採用しているカーネルの一覧です。

RHEL	カーネル	Ubuntu	カーネル	openSUSE	カーネル
2.1	2.4.9	9.10	2.6.31	8.2	2.4.20
3.9	2.4.21-50	10.1	2.6.35	9.3	2.6.11
4.9	2.6.9-100	11.1	3.0	10.3	2.6.22.5
5.11	2.6.18-398	12.1	3.5	11.4	2.6.37
6.6	2.6.32-504	13.1	3.11.3	12.3	3.7
7.0-1406	3.10.0-123	14.1	3.16	13.2	3.16

ディストリビュータの登場

トールズの個人プロジェクトでスタートした Linux でしたが、開発メンバーが増え機能が豊富になると、利用者も急速に増える事になります。カーネルだけの提供では直ぐに利用する事はできず、必要なライブラリやツールを構築する必要があります。そうした手間を軽減するため、必要なツールや簡易なインストール、パッチ提供を行うディストリビュータが台頭してきます。Slackware はそんな 1993 年と古参のディストリビュータで、非常にコンパクトにまとまっており今でも他のディストリビュータの元ネタとして利用されています。同じころ GNU から GNU/Linux Debian がリリースされています。

Slackware は MCC のような必要最小限のツールに加え、GUI である X11、ネットワークとして TCP/IP、UUCP(Unix to Unix copy, ダイヤルアップネットワーク) が含まれていました。日本語パッチを適用することで、日本語も利用でき当時の富士通のパソコン FM-Towns でも動作していた記録があります。SLS:Softlanding Linux System が前身となっていますが、その名称に当時のインストールが難しかった事が偲ばれます。SLS はミネソタ大ムーアヘッド校で人工知能を研究していた Patrick Volkerding が Linux のパッチ適用を効率化するために作成しました。Volkerding は当初 SLS を一般公開する事は考えていませんでしたが、インターネットでの反響が大きかったため、Slackware v1.0 として公開に踏み切りました。当時は 3.5 インチフロッピー 24 枚分のイメージデータでした (34MB 程度)。その後、バージョンアップが進み、1994 年 10 月の V2.1 ではフロッピー 73 枚分となり、ついに 1995 年 11 月 V3.0 では、CD-ROM イメージでの提供となります。この時、ソースコードから ELF: Executable and Linkable Format とよばれるバイナリ形式に変更されています。2004 年には他のディストリビューション同様、X を XFree86 から X.org に変更しています。ライセンスに関する問題は 2000 年に入っても、しばしば発生しています。Slackware は長い歴史を持つため、主要なモジュールの導入・変更は Linux を取り巻く状況を反映しています。



1993年には主要なディストリビューションである、GNU/Linux Debianの提供も始まりまし
た。DebianはGNUプロジェクトの成果物を最大限に活用するため、37,000を超えるパッケ
ージと共に提供されています。GNUはカーネルも自前のGNU/Hurdの提供を目的としたプロ
ジェクトでしたが、2014年現在でもv0.5と正式版の更改には至っていません。なおFreeBSD
カーネルを搭載したDebian GNU/kFreeBSDがテクノロジープレビュー版として2013年5月
に公開されています。

1993年当時パデュー大学の学生だったIan Murdockが、SLSの保守の悪さに業を煮やし自ら
Debian Linux Releaseを立ち上げた事に端を発します（因みに名称はガールフレンドのDebra
と自分のIanを合わせた造語）。1995年にはFSFから積極的なバックアップがあり、複数の
CPUに対応したマルチ・アーキテクチャとなり1996年にv.1.0を公開します。現在Debianが
サポートしているアーキテクチャは、AMD64(amd64)、ARM(armel,armhf)、x86(i386)、IA-
64(ia64)、MIPS(mips,mipsel)、PowerPC(powerpc)、IBM sSeries(s390,s390x)、SPARC
(sparc)となります。

1999年にはパッケージ管理ツールAPTをリリースし、その後のディストリビュータに大きな
影響を与えます。Libranet, Corel Linux, Storm Linuxなど数多くのディストリビュータに枝
分かれしますが、特にKnoppixとUbuntuには更に孫にあたるディストリビューションが登場
する事になります。またDebianは1.1以降、トイ・ストーリーのキャラクター名をコードネー
ムとして採用しており、buzz(1.1 1996/6/17), rex(1.2 1996/12/12), bo(1.3 1997/6/2), hamm(2.0
1998/7/24), slink(2.1 1999/3/9), potato(2.2 2000/8/15), woody(3.0 2002/7/19), sarge(3.1 2005/
6/6), etch(4.0 2007/4/8), lenny(5.0 2009/2/14), squeeze(6.0 2011/2/6), wheezy(7.0 2013/5/4),
jessie(8.0 未定)となっています。これは1.1のプロジェクト・マネージャだったBruce Perens
が、元ピクサーの社員だった事が影響しています。Debianはパッケージ数、対応アーキテク
チャ、言語とも他のディストリビューションに比べ飛躍的に多く、バグ対応に悩まされ続けまし
た。woody(2002/7/19)からsarge(2005/6/6)リリースまでに丸2年を要するようになると、ある
程度環境を絞って定期的なリリースを行うUbuntu(2004/10/20、毎年4月と10月にリリース)
が発表される事になります。これは完全にボランティアに依存するDebianに対し、財団を建
て組織運営を確立したUbuntuの違いだと言われています。

Debian は巨大なソフトウェア群からなるため、用途に応じサブプロジェクトが構成されました。Debian-Edu(Skolelinux)は学校教育用、Debian-Med は医療向け、Debian-Accessibility は障害のある人向けに必要なソフトウェアのセットを提供しています。またライセンスについては常に課題があり、Mozilla プロジェクトの商標が利用できないため、Firefox を Icedove、Thunderbird は Icedove としています。

商業ディストリビュータ

1993 年に Linux 及び UNIX のカタログ販売会社 ACC を Bob Young (カナダ)が立ち上げると、自前のディストリビューションが必要と考え、Marc Ewing が開発した Red Hat Linux を買収し、1994 年には商用ディストリビュータである Red Hat が創業します。Ewing はカーネギーメロン大学出身ですが、祖父にもらったコーネル大学ラグロス部の赤い帽子をいつも被っていたことから、Red Hat Linux と名付けられたそうです。

従来のディストリビューションとは異なり、サポートを有償で行う事で商用利用を可能としました。当初は無償の Red Hat Linux と商用の Red Hat Enterprise Linux の 2 系統を投入していましたが、2004 年に無償版を Fedora Project に譲渡し Red Hat はスポンサーとなりました。創業当時から Red Hat Linux は GNU ライセンスに準じていたため、多くのクローン・ディストリビューションが誕生しました。主なものとしては、Fedora、CentOS(95%+互換で無償)、Oracle Enterprise Linux、Mandrake、Miracle(日本)、TurboLinux、HP Secure Linux、Vine、CERN Linux (核物理研究向け) などがあり、ビジネス向けサポートを行っているディストリビューションも数多く存在します。

ビジネス向けという事では、圧倒的な市場シェアをもっており、Debian と双壁をなしています。パッケージは Debian より大きな括りで提供されているため、扱いやすいものの細かい機能の追加変更が難しい構成となっています。パッケージ管理は RPM:Redhat Package Manager を用いていますが、派生したディストリビューションが多いため Redhat ではなく、固有名詞で「RPM 形式」と呼ばれています。インターネットから必要なパッケージや依存情報を入手し管理するツール yum はディーク大学のボランティアが、派生ディストリビューションである Yellowdog Updater Modified 用に作成したものです。

CentOS と Debian における Web サーバ (Apache HTTPD ver.2.0) パッケージの違い

CentOS 6.6	Debian wheezy (7.0)
httpd (2.2.15-39.el6) httpd-devel httpd-manual httpd-tools	apache2 (2.2.22-13+deb7u3) apache2-mpm-event, apache2-mpm-itk, apache2-mpm-prefork, apache2-mpm-worker apache2-suexec, apache2-suexec-custom apache2-prefork-dev, apache2-threaded-dev apache2-utils, apache2.2-bin, apache2.2-common

また redhat は Linux カーネル開発にも人的貢献をしており、市場シェアと相まってビジネス向け Linux の仕様決定に大きな影響力を持っています。RHEL 5/6/7 では採用技術に大きな変

更がありました。これらも Linux 市場に対する redhat の戦略に結びつきます。

欧州では SUSE に勢いがあります。もともとはドイツ語で Software und SystemEntwicklung GmbH の略で S.u.S.E と記述し、1992 年と早い時期に Slackware から分岐する形でドイツで誕生しました。ニュルンベルク出身の若い 4 人のエンジニア（Roland Dyroff、Thomas Fehr、Burchard Steinbild、Hubert Mantel）がより使いやすい Linux を目指し管理ツール YaST など多くの機能を追加していきます。1998 年にカリフォルニアにオフィスを開く際に SuSE とし、2003 年に Novell に吸収された際には SUSE と表記を変えています。もともと欧州発という事もあり、ドイツ大手のソフトウェア会社 SAP が協業を行うなど欧州でシェアを伸ばしています。

日本では Miracle Linux が REHL クローンとして 2000 年に登場しています。当時 RHEL は Oracle のチューニングが難しかったため、それを補完する目的で日本オラクルなどが出資し誕生しました。しかし RHEL が Oracle に対応したこと、米国オラクル本社が同じく RHEL を基にした Oracle Unbreakable Linux を出すなど梯子を外される形で苦戦しました。LA でも 2009 年までは Miracle を採用していました。その後、米国の RHEL、欧州の SUSE に対抗するアジアの標準をめざし、RedFlag(中国)、Haansoft Linux（韓国）と協業して Asianux を起ち上げます。現在ではさらにベトナムの Vietsoftware や、タイの WTEC も加わり国際的なプロジェクトとなっています。現在の主力は RedFlag に移っており、Miracle の影響力が減衰したところで、ソフトバンク・テクノロジーの資本提携が発表されています。

参考) ディストリビューションの系譜

<http://futurist.se/gldt/wp-content/uploads/12.10/gldt1210.svg>

さまざまな用途

Linux は沢山の人々によって改良がなされてきました。そのため、参加メンバーの意思によって様々な用途に対応できるようになりました。これだけ自由闊達な OS は過去に例がないでしょう。ちなみに IBM が 1960 年代に開発した OS/360 は、汎用機と呼ばれていますが、それまでは科学技術演算、ビジネス統計、CAD など用途によって専用のコンピュータがあったなか「何でもできるコンピュータ」という意味で汎用 (General Purpose) でした。汎用といっても計算機室に鎮座していたコンピュータを Linux/UNIX は、ワークステーションや携帯電話、自動車といった身近な存在に代えていきました。

スーパーコンピュータ

少し前に国会議員が「2 位じゃだめですか？」で有名になったスーパーコンピュータ。車でいえば F1 に相当します。自動車メーカーが自らの技術全てをつぎ込み争う世界です。そりゃ 2 位を目指すバカはいません。スーパーコンピュータについては、6 月と 11 月に関連学会がそれぞれ世界のランキングを公開していて、www.top500.org に TOP500 が公開されています。最近の結果をまとめると、ほとんどが Linux で占められています。

公開月	TOP	Linux	UNIX	その他
2014/6	Tiahe-2(中)	485	13 – CNK(27)	2 – Win2008HPC(292)
2013/11	Tiahe-2(中)	482	16 – AIX(51)	2 – Win2008HPC(237)
2013/6	Tiahe-2(中)	482	15 – AIX(44)	3 – Win2008HPC(187)
2012/11	Titan(米)	469	28 – AIX(37)	3 – Win2008HPC(132)
2012/6	Sequoia(米)	462	36 – CNK(25)	3 – Win2008HPC(94)
2011/11	K 京(日)	468	31 – CNK(13)	1 – Win2008HPC(58)
2011/6	K 京(日)	443	51 – CNK(12)	6 – Win2008HPC(40)
2010/11	Tianjin(中)	446	54 – SGI(27)	5 – Win2008HPC(35)

各 OS カテゴリでの台数、UNIX、その他は OS 名と (最高順位)

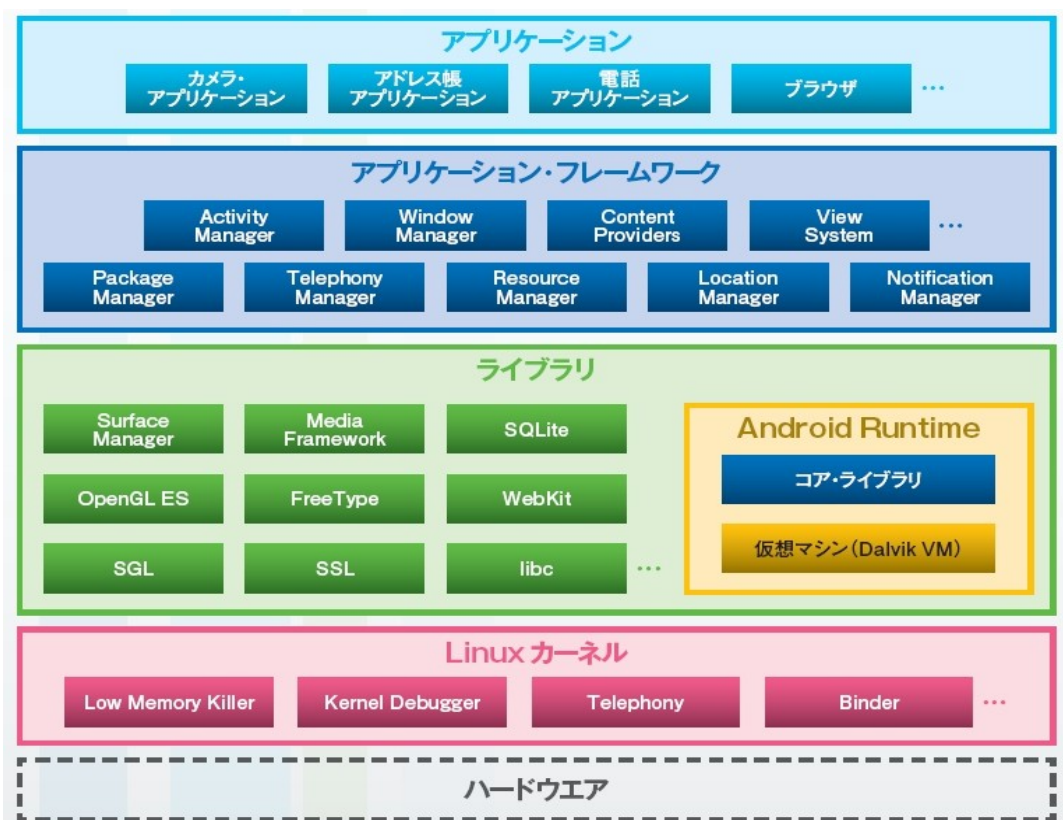
以前は日本と米国の 2 強の時代でしたが、2010 年頃から中国が台頭してきています。最近ではグラフィック処理装置 (GPU) を利用し科学技術演算を安価に大量に処理する機械が増えてきています。Tiahe2 (銀河) では、CPU コア数 3,120,000、GPU コア数 2,736,000 という膨大な数の CPU が使われています。中国や米国では基本的に核エネルギー研究 (核兵器開発) の為にスーパーコンピュータが利用されていますが、日本の「京」は民間に広く公開されたスーパーコンピュータとしてユニークな立場にあります。

モビリティ

ノート PC やスマートフォン、タブレット PC など持ち運びできる情報機器を使ったコンピュ

ーティングをモビリティ(mobility)と呼んでいます。モビリティでは消費電力の低さから、英国の ARM プロセッサが人気です。ARM は設計だけを行い実際に製造する会社から特許使用料を徴収するという、ビジネスを展開しています。iPhone や iPad で使われています。Samsung Galaxy が採用している Snapdragon は米 Qualcomm の独自設計ですが、命令セット(マシン語)は ARM と互換を保っています。このモビリティ分野でも Linux は非常に活躍しています。

iPhone, iPad, iPod, AppleTV で使われている iOS は、Apple 独自の物ですが心臓部にあたるカーネルは Mach を祖としています。Mac OS X と同じもので、XNU: X is not Unix と呼ばれています(GNU と同じ発想ではありませんが)。またネットワーク機能などは BSD を取り込んでおり、Linux の遠縁にあたると言えるでしょう。一方の Android はスマートフォンで世界シェア 80% を超える事実上の標準(デファクトスタンダード)となっています。Android のカーネルは Linux が採用されており、他の機能も BSD や GNU など UNIX 由来のオープンソース技術が応用されています。Android のバージョンにはお菓子のコードネームがアルファベット順に採用されており、Cupcake(1.5), Donut(1.6), Eclair(2.0/2.1), Froyo(2.2), Gingerbread(2.3), Honeycomb(3.x), Ice Cream Sandwich(4.0), Jelly Bean(4.1/2/3), KitKat(4.4), Lollipop(5.0) となっています。Honeycomb だけは食べられません、この時大きくタブレット用機能が追加されたためスマートフォンがお菓子、それ以外がタブレットその他用と言われています。



クラウド

クラウド・コンピューティングの定義はまちまちですが、基本的には「必要な時に、必要なだけコンピュータを使って、使った分だけ支払う」事を指します。これを実現するためには、動的にサーバの数を増やしたり減らしたり、複数のコンピュータ上で1つのアプリケーションを動かすといった機能が必要になります。これを実現するための技術にも Linux が使われています。世界中にインターネット・サービスを提供している会社を挙げると、そのほとんどで Linux が採用されています。Amazon, Google, Yahoo!Japan, Salesforce.com, Facebook, Mixi, Rakuten, SAP HANA enterprise cloud など多数のサービスで利用されています。

OSの機能を提供するクラウドサービスを IaaS: Infrastructre as a Service と呼びますが、この IaaS を実現するツールとしては、OpenStack などがあります（再掲）

- Eucalyptus**
 米カリフォルニア大学サンタバーバラ校で開発され、最も古いクラウドプラットフォーム。
 AWS の API と互換性を持つため、AWS のファイル(AMI: Amazon Machine Image)を実行する事ができる。
 この事から AWS とのハイブリッドクラウドを構築する事が容易である。
- CloudStack**
 Sun Microsystem のプロジェクトとしてスタートし、VMOps(後に Cloud.com)としてスピンアウト。2011 年に Citrix に吸収され現在も OSS と商用版の 2 系統が提供されている。
 安定動作と操作性には定評があり、多くのクラウドベンダー (NTT-Communications, Zynga 等)でも採用されている。
- OpenStack**
 NASA が開発した Nebula プロジェクトと Rackspace の CloudFiles の合弁から始まった。完全なオープンソースを標榜し、商用版は提供しないと明言。IBMをはじめ多くのIT企業によるコミュニティが活発で短期間に強化されている。

	Eucalyptus	CloudStack	OpenStack
概要	AWS と完全互換(提携)、OSS と商用ライセンスがある。	ハイパーバイザに依存しない環境。Apache 傘下	Rackspace が提供する完全な OSS。
構築言語	Java, C	Java	Python
仮想化	KVM, Xen, Vmware	KVM, Xen, Vmware	KVM, LXC, QEMU, UML, Vmware
特徴	古参で AWS 互換のため、導入実績が豊富	拡張性に優れ、商用実績豊富	フルオープンな開発スタイルでコミュニティが活発
主要メンバ	AWS, Dell, HP, Intel, Wipro, RedHat, ubuntu, TrendMicro,	Apple, Citrix, Dell, KDDI, SAP, Tata,	AT&T, Cisco, Dell, EMC, HP, IBM, NEC, Rethat, SUSE, Vmware, Yahsoo

オープンソース

Linux や GNU の最大の特徴は OSS: Open Source Software だと言う事です。特に Linux は OSS で最も成功したプロジェクトとされています。OSS は、従来の企業や組織、国と言った枠組みに関係なく、1つの製品を完成させるために集まった人々によって支えられています。これは近年の「アラブの春」であったり、「BitCoin」といった出来事にも通ずる物があります。

OSS のすばらしさ、従来のプロジェクトの問題点は Eric Raymond の論文「伽藍とバザール」²に詳しく解説されていますが、Linux でよく言われているのは「沢山の目玉があれば、重大なバグはさほど起きない」という事です。つまり十分な人たちがソフトウェア開発に携わり、いろんな視点でチェックできれば重大な問題は発生する前に回避可能という考え方です。ここで重要なのは単に人が多いだけではなく、多様な人々の視点が必要という事です。Linux の歴史を紐解くと、国や世代を超えて多様な人々関わった事がよくわかると思います。

OSS の最も良き理解者として有名だった企業は Sun Microsystems でしょう。Java が最も有名ですが、多くの OSS プロジェクトのスポンサーとして、またはその組織を買い取り活動を支えてきました。MS Office と互換性のあるオフィス・スイート OpenOffice、仮想化ソフトウェアの VirtualBox、データベースの MySQL などがあります。またもともと Sun の製品だったもの(プロプライエタリ Proprietary)を、オープンソースとして公開したものもあり、OS の Solaris、CPU の SPARC などがあります。

Sun が Oracle に吸収されてからは、OSS への積極性が低下されたといわれ、Oracle のプロプライエタリ製品への誘導があるのではないかと危惧されています。実際に Oracle 社が競合する製品がない OpenOffice は、Apache ソフトウェア財団へ寄付される事になりました。それ以外にも、Citrix の CloudStack など最近では Apache 財団へ寄贈されるプロジェクトが増えています。自社による機能強化よりも、OSS の多様性がある開発環境での進化を期待しているのかもしれませんが、Apache はもともと Web サーバを開発するための集団でしたが、関連ソフトウェアが増え現在では 230 を超えるプロジェクトが運営されています。

² <http://cruel.org/freeware/cathedral.html>