

Linux/Mac コマンドライン講習会

笠原 雅弘

東京大学 大学院新領域創成科学研究科
メディカル情報生命専攻

Twitter: @mkasahara



Masahiro Kasahara
@mkasahara

なぜ Linux/Mac を使ってほしいのか

- 最近流行の超並列 D N A シーケンサーのデータ解析をはじめとして、バイオインフォマティクスのソフトウェアの多くは Linux 上でのみ動作する。
- Linux から Mac OS X 用に移植するのはそれほど難しくないので、メジャーなソフトウェアはたいてい Mac OS X 用にも移植されている。
- Linux から Windows に移植するのは色々とハードなので普通やらない。（抜け道は後述）

つまり、Linux 使えないと結局は困る

Windows上で*NIX由来のソフトウェアをなんとかして使う方法

- **Cygwin** というエミュレーションレイヤーは一応あるにはある
 - **Linux** 用のソフトを最小限の書き換えで動かすことができるように **Linux** の機能を模擬する
 - 世界的にメジャーなソフトウェアは **Linux** から **Windows + Cygwin** 環境向けに移植されている
 - 研究用のソフトウェアが世界的にメジャーかということとそんな訳が無いのでたいてい動かない
 - 動かすのに極めて高いスキルが必要になることが多い
 - 動いてもディスクやネットワークが遅いので結局困ることも多い

Cygwin は初心者に勧めるものじゃない

Linux を使ってください

- Linux なら解析ソフトウェアが動かなくて困ることもほとんどない
- スーパーコンピューターセンターは 100% Linux になっているので 1,000 CPU を使う大型ジョブも Linux を使う

Mac OS X をお勧めする訳

- 本当は Linux にしてほしい
- しかし、Linux のみで生活すると不便
 - 世の中のソフトウェアの多くは Windows 向け
 - Mac OS X だと Parallels など、完璧に近い Windows 仮想環境構築ソフトが市販されているので Windows のソフトは基本的に動く。
 - 事務の書類とかが Microsoft Office で作られていることが多く、MS Office が使えないと困る
 - Linux 上の LibreOffice で開いたりするとレイアウトが崩れたりして涙が出る。
 - デスクトップ向け Linux アプリは少ない
 - Mac OS X 向けは商用の良質のアプリがたくさんある。

解析だけなら Linux 1 択



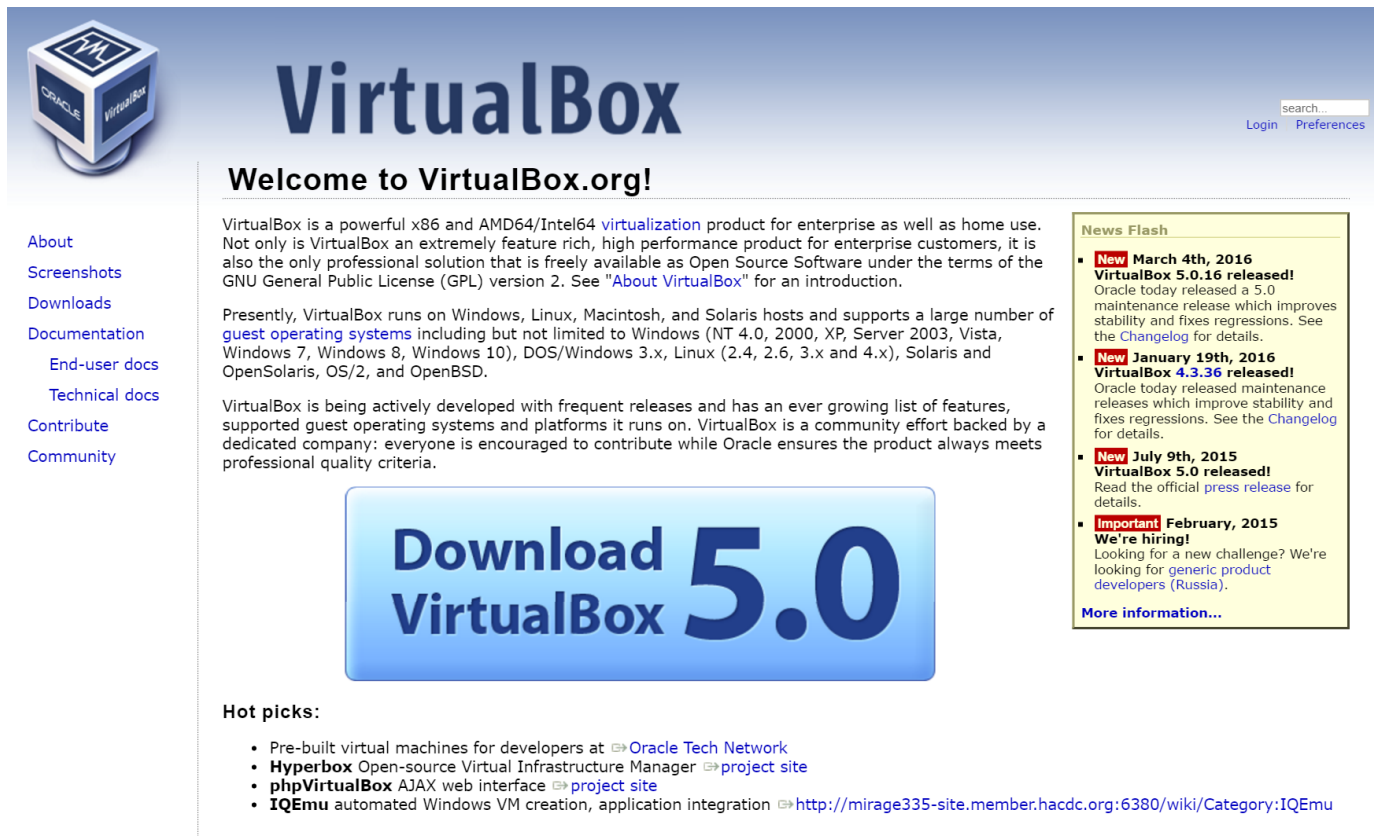
Mac OS X は Linux と近い
ので Mac OS X で動く
Linux 向けソフトは多い

MS Office もあるので
事務処理も安心

Windows 仮想環境も
あるので安心

VirtualBoxで仮想マシンを作る

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



The screenshot shows the VirtualBox website homepage. At the top left is the VirtualBox logo, a 3D cube with 'ORACLE' and 'VirtualBox' text. The main heading 'VirtualBox' is in large blue letters. Below it is a 'Welcome to VirtualBox.org!' message. The left sidebar contains links: About, Screenshots, Downloads, Documentation (with sub-links for End-user docs and Technical docs), Contribute, and Community. The main content area has a paragraph about VirtualBox's capabilities, a list of supported guest operating systems, and a paragraph about its development. A large blue button in the center says 'Download VirtualBox 5.0'. On the right, a 'News Flash' box lists recent releases: VirtualBox 5.0.16 (March 4th, 2016), VirtualBox 4.3.36 (January 19th, 2016), and VirtualBox 5.0 (July 9th, 2015), along with a hiring notice for February 2015. At the bottom, 'Hot picks' lists links to Oracle Tech Network, Hyperbox, phpVirtualBox, and IQEmu. The footer contains the Oracle logo and links for Contact, Privacy policy, and Terms of Use.

VirtualBox

search...
Login Preferences

Welcome to VirtualBox.org!

VirtualBox is a powerful x86 and AMD64/Intel64 [virtualization](#) product for enterprise as well as home use. Not only is VirtualBox an extremely feature rich, high performance product for enterprise customers, it is also the only professional solution that is freely available as Open Source Software under the terms of the GNU General Public License (GPL) version 2. See "[About VirtualBox](#)" for an introduction.

Presently, VirtualBox runs on Windows, Linux, Macintosh, and Solaris hosts and supports a large number of [guest operating systems](#) including but not limited to Windows (NT 4.0, 2000, XP, Server 2003, Vista, Windows 7, Windows 8, Windows 10), DOS/Windows 3.x, Linux (2.4, 2.6, 3.x and 4.x), Solaris and OpenSolaris, OS/2, and OpenBSD.

VirtualBox is being actively developed with frequent releases and has an ever growing list of features, supported guest operating systems and platforms it runs on. VirtualBox is a community effort backed by a dedicated company: everyone is encouraged to contribute while Oracle ensures the product always meets professional quality criteria.

Download VirtualBox 5.0

News Flash

- New** March 4th, 2016
VirtualBox 5.0.16 released!
Oracle today released a 5.0 maintenance release which improves stability and fixes regressions. See the [Changelog](#) for details.
- New** January 19th, 2016
VirtualBox 4.3.36 released!
Oracle today released maintenance releases which improve stability and fixes regressions. See the [Changelog](#) for details.
- New** July 9th, 2015
VirtualBox 5.0 released!
Read the official [press release](#) for details.
- Important** February, 2015
We're hiring!
Looking for a new challenge? We're looking for [generic product developers](#) (Russia).
[More information...](#)

Hot picks:

- Pre-built virtual machines for developers at [Oracle Tech Network](#)
- Hyperbox** Open-source Virtual Infrastructure Manager [project site](#)
- phpVirtualBox** AJAX web interface [project site](#)
- IQEmu** automated Windows VM creation, application integration <http://mirage335-site.member.hacdc.org:6380/wiki/Category:IQEmu>

ORACLE
Contact - Privacy policy - Terms of Use

仮想マシンは色々オーバーヘッドがあるので
解析向けには辛いことも多い

Linuxディストリビューション

- Windows や Mac と違って Linux は様々な団体が異なるソフトウェアの組み合わせを作っている。
 - Linux カーネル（オペレーティングシステムの中心部分のソフトウェア）は同じでも、それ以外のソフトウェア部分の組み合わせが違うものを様々な団体が出している。
 - 携帯電話で言えば Android 携帯は各社微妙に違うものを売っているのに似ている。

Linuxディストリビューション の選び方

- **RedHat Enterprise Linux (RHEL) 6/7**
 - 会社の業務で使うならこれを選ぶのが無難
 - スーパーコンピューターセンターではたいていこれを使っている。
- **CentOS 6/7**
 - RHEL 6/7 と中身は同じの無料版。サポート無し。
 - スーパーコンピューター（国立遺伝学研究所のゲノム向けスパコン、東大医科研のゲノム向けスパコンなど）を借りる場合にはこれで練習すると良い。
- **Ubuntu Linux**
 - 個人で使うには一番無難でお手軽と言われている

Linuxディストリビューション の選び方（その他）

- **Scientific Linux**
 - RHEL 系列だが、CERN がメンテナンスしている。
- **Fedora Core**
 - RHEL 系列だがかなり実験的なので上級者向け。
- **SuSE Linux (or フリー版の OpenSuSE)**
 - RHEL と並ぶ商用 Linux。ヨーロッパでよく見る。
- **Arch Linux**
 - なんか上級者が使っているイメージ。
- **Gentoo Linux**
 - これもたまに使っている人を見る。
- **Amazon Linux**
 - Amazon EC2 上で立ち上げることができる。RHEL 系列だが微妙に違うのでよくはまる。お勧めしない。

コマンドラインって？

コマンドラインインターフェース (Command-Line Interface; CLI)

- テキスト形式のコマンドを入力し、コンピューターをコントロールする手法・様式。出力も文字を通じて受け取る。

```
C:\Windows\System32\cmd.exe
2011/02/23 12:32 <DIR> dell
2013/07/19 14:23 <DIR> dey
2011/07/23 23:45 <DIR> DriveKey
2015/11/10 11:48 <DIR> Dropbox
2013/11/20 12:52 <DIR> GDrive
2011/06/21 19:45 <DIR> glassfish3
2011/03/08 20:52 <DIR> gs
2011/02/22 17:35 <DIR> Intel
2011/06/03 14:49 <DIR> meadow
2011/05/20 17:33 <DIR> NVIDIA
2011/06/14 19:47 <DIR> opt
2009/07/14 12:20 <DIR> PerfLogs
2011/03/08 10:41 <DIR> Perl
2015/10/11 19:56 <DIR> Program Files
2015/11/04 13:54 <DIR> Program Files (x86)
2011/07/08 17:39 <DIR> Python27
2015/03/13 21:13 <DIR> rep
2013/07/19 14:17 <DIR> Ruby200-x64
2011/06/22 18:10 <DIR> soak
2015/07/08 17:46 <DIR> temp
2015/11/05 05:38 <DIR> tmp
2012/08/18 00:45 <DIR> Users
2011/03/08 20:52 <DIR> w32tex
2013/12/04 16:29 <DIR> wgsa
2015/10/30 06:51 <DIR> Windows
2013/09/25 21:13 <DIR> wsofts
1 個のファイル 1,024 バイト
33 個のディレクトリ 203,820,969,984 バイトの空き領域
C:\>
```

Windows, cmd.exe

※黒地に白い（あるいは緑の）文字を用いる例示が多いが、昔のディスプレイを模した伝統なので機能的に必須であるわけではない。

```
sodans% ls -al | head
total 65
drwxr-xr-x 22 root wheel 512 Oct 27 15:09 .
drwxr-xr-x 22 root wheel 512 Oct 27 15:09 ..
-rw-r--r-- 2 root wheel 965 Nov 13 2013 .cshrc
-rw-r--r-- 2 root wheel 253 Nov 13 2013 .profile
drwxrwxr-x 2 root operator 512 May 10 2011 .snap
-r--r--r-- 1 root wheel 6196 Nov 13 2013 COPYRIGHT
drwxrwxr-x 8 root wheel 1024 May 30 09:48 admin
drwxr-xr-x 2 root wheel 1024 Nov 13 2013 bin
drwxr-xr-x 9 root wheel 1024 Nov 13 2013 boot
sodans%
```

FreeBSD, bash

ターミナル (Terminal)

- コマンドを打ち込んだり
結果を表示したりする画面のこと
(細かく言うと若干違うが)

文字の読み方

記号の読み方

！	エクスクラメーションマーク	（びっくりマーク）
“	ダブルクォート	（二重引用符）
#	シャープ	（シャープと呼ぶのは日本人だけ。他、ハッシュ、パウンド、ナンバーサインなど。）
\$	ドル、ダラー	
%	パーセント	
&	アンド、アンパサンド	
‘	シングルクォート	（プライム、日本人のみダッシュ）
`	バッククォート	
（	かっこ、かっこひらく、まるかっこ	
）	かっこ、かっことじる、まるかっこ	
－	ハイフン、マイナス	
=	イコール	
^	ハット	
～	チルダ	
	パイプ	（縦棒）

記号の読み方

／	スラッシュ、わる
＼	バックスラッシュ
@	アットマーク、アット
¥	円記号、えん
,	カンマ
.	ピリオド （てん）
;	セミコロン
:	コロン
*	アステリスク （かける）
+	プラス （たす）
?	クエッションマーク （はてな）
—	アンダースコア、したせん
<	しょうなり、不等号
>	だいなり、不等号

キーの読み方

なんばーろっく、なむろっく

F1, F2, ... をファンクションキーと言う

えすけーぷ

えふいち、えふわん

てんきー

ページあっぷ (だうん)

たぶ

きゃぷす

しふと

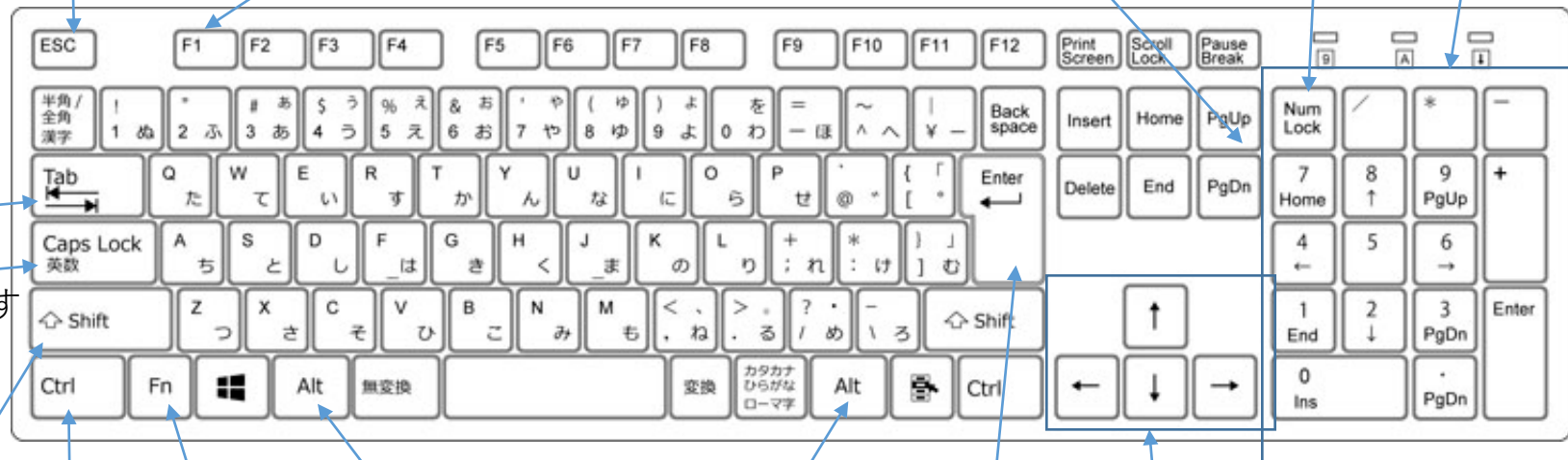
こんとろーる

ふあんくしょん

おると、あると、めた

えんたー、りたーん

やじるし、かーそる



読みが書かれていないキーは
キー上の文字をそのまま読めばOK

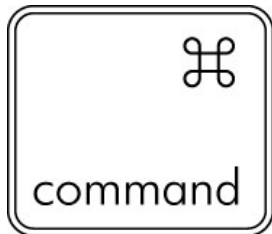
<http://www.sharots.com/sozai/keyboard.html>

Mac のキーの読み方

Windows と違うキーだけ解説








オプション. ㄥ という記号で表す。



コマンド。㌘ という記号で表す。

Macのキー文字文化

-  バックスペース (BS)
-  デリート (DEL)
-  シフト (SHIFT,)
-  キャプスロック (CAPS)
-  タブ (TAB)

キーの押し方

例)

CTRL+A コントロールキーをぎゅっと押す
押しっぱなしにしたままAを1回叩く
コントロールキーを離す

ALT+F ALTキーをぎゅっと押す
押しっぱなしにしたままFを1回叩く
ALTキーを離す

META+○, SHIFT+○も同じパターンで押す。

キーの押し方

例)

CTRL+X, CTRL+C コントロールキーをぎゅっと押す
押しっぱなしにしたままXを1回叩く
押しっぱなしにしたままCを1回叩く
コントロールキーを離す

CTRL+X, C コントロールキーをぎゅっと押す
押しっぱなしにしたままXを1回叩く
コントロールキーを離す
押しっぱなしにしたままCを1回叩く

キーの押し方

例)

⌘+A

⌘キーをぎゅっと押す

押しっぱなしにしたままAを1回叩く

⌘キーを離す

ALT+F

ALTキーをぎゅっと押す

押しっぱなしにしたままFを1回叩く

ALTキーを離す

キーの押し方（例外）

例）ESCだけは例外。

ESC+A ESCキーを1回叩く
 Aを1回叩く

コンピューターで扱う
データ

10進数と16進数

- 10進数

- ‘0’～‘9’ までの10種類の文字を用いる
- ‘9’の次は繰り上がって‘0’となる。
 - 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, ...

- 16進数

- ‘0’～‘9’, ‘A’～‘F’ の16種類の文字を用いる
- ‘9’の次は‘A’, ‘F’の次は繰り上がって‘0’となる。
 - 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 2A, 2B, 2C, 2D, 2E, 2F, 30, ...
- 10進数と区別するために末尾に ‘H’, あるいは ‘₍₁₆₎’ を付けたり、頭に ‘0x’ を付けることが多い。
 - D7, D7H, D7₍₁₆₎, 0xd7
- 16進数で2桁分の数字を「1バイト」と呼ぶ

整数の表し方（スキップ予定）

- 1 バイト整数
 - 00 ～ FF の 256 通り
 - 非負整数なら 0～255 まで表せる
 - 符号付き整数なら -128～127 まで表せる
- 4 バイト整数
 - 00000000 ～ FFFFFFFF の 2^{32} 通り
 - 非負整数なら 0～ $2^{32}-1$ まで表せる
 - 符号付き整数なら -2^{31} ～ $2^{31}-1$ まで表せる
- バイト数を増やせばいくらでも大きな数を表すことができる

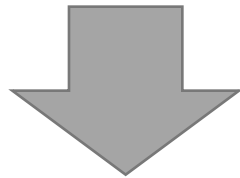
コンピュータで文字はどのように表されるか

- ASCIIコード(あすきーコード, と呼ぶ)
 - 128種類の文字を0~127の数字に1対1写像し、文字と数字を同一視する。
 - 例)
 - 'A' \leftrightarrow 41H, 'a' \leftrightarrow 61H, '0' \leftrightarrow 30H
 - 'B' \leftrightarrow 42H, 'b' \leftrightarrow 62H, '1' \leftrightarrow 31H
 - 'C' \leftrightarrow 43H, 'c' \leftrightarrow 63H, '2' \leftrightarrow 32H
 - '-' \leftrightarrow 2DH, '@' \leftrightarrow 40H, ' ' \leftrightarrow 20H など
- UNICODE(ゆにコード, と呼ぶ)
 - 漢字も含んだ世界中の文字を含むコード。

“Hello” はどのように表すか

使用する変換表は ASCII の場合

H e l l o



数字の列に直す

48 65 6C 6C 6F

(16)

“こんにちは”はどのように表すか

使用する変換表は ASCII の場合

こ

ん

に

ち

は



数字の列に直・・・
せません

ASCII には日本語入っていないのです・・・

“こんにちは”はどのように表すか

使用する変換表は UTF-8 の場合

こ ん に ち は



e3 81 93 e3 82 93 e3 81 ab e3 81 a1 e3 81 af

└──┘ └──┘ └──┘ └──┘ └──┘

“Hello” はどのように表すか

使用する変換表は UTF-8 の場合

H e l l o



数字の列に直す

48 65 6C 6C 6F (16)

UTF-8 は ASCII を含んでいるので、ASCII内の文字は同じ数字の列に。

同じ文字が違う数字列になる こともある

こんにちは
ABC

UTF-8 (Linux)

```
e3 81 93 e3 82 93 e3 81 ab e3 81 a1 e3 81 af 0a  
41 42 43 0a
```

UCS2, little-endian (Linux)

```
53 30 93 30 6b 30 61 30 6f 30 0a 00  
41 00 42 00 43 00 0a 00
```

UTF-7 (Windows)

```
2b 4d 46 4d 77 6b 7a 42 72 4d 47 45 77 62 77 0d 0a  
41 42 43 0d 0a
```

CP932 (Windows)

```
82 b1 82 f1 82 c9 82 bf 82 cd 0d 0a  
41 42 43 0d 0a
```


特殊文字

- 例えば改行は “0d” (Linux), “0d 0a” (Windows).

こんにちは
ABC

UTF-8 (Linux)

```
e3 81 93 e3 82 93 e3 81 ab e3 81 a1 e3 81 af 0a  
41 42 43 0a
```

UCS2, little-endian (Linux)

```
53 30 93 30 6b 30 61 30 6f 30 0a 00  
41 00 42 00 43 00 0a 00
```

UTF-7 (Windows)

```
2b 4d 46 4d 77 6b 7a 42 72 4d 47 45 77 62 77 0d 0a  
41 42 43 0d 0a
```

CP932 (Windows)

```
82 b1 82 f1 82 c9 82 bf 82 cd 0d 0a  
41 42 43 0d 0a
```

特殊文字は概ねASCII起源

ASCII control code chart [\[edit \]](#)

Binary	Octal	Decimal	Hexadecimal	Abbreviation	Print form ^[a]	Caret notation ^[b]	Escape code ^[c]	Name
000 0000	000	0	00	NUL	NUL			Null
000 0001	001	1	01	SOH	SOH			Start of Heading
000 0010	002	2	02	STX	STX			Start of Text
000 0011	003	3	03	ETX	ETX			End of Text
000 0100	004	4	04	EOT	EOT			End of Transmission
000 0101	005	5	05	ENQ	ENQ			Enquiry
000 0110	006	6	06	ACK	ACK			Acknowledgement
000 0111	007	7	07	BEL	BEL			Bell
000 1000	010	8	08	BS	BS			Backspace ^{[d][e]}
000 1001	011	9	09	HT	HT			Horizontal Tab ^[f]
000 1010	012	10	0A	LF	LF			Line Feed
000 1011	013	11	0B	VT	VT			Vertical Tab
000 1100	014	12	0C	FF	FF			Form Feed
000 1101	015	13	0D	CR	CR			Carriage Return ^[g]
000 1110	016	14	0E	SO	SO			Shift Out
000 1111	017	15	0F	SI	SI			Shift In
001 0000	020	16	10	DLE	DLE			Data Link Escape
001 0001	021	17	11	DC1	DC1			Device Control 1 (oft. XON)
001 0010	022	18	12	DC2	DC2			Device Control 2

[ASCII, Wikipedia (en)]

特殊文字の説明

- NUL
- EOT
- BS
- HT
- LF
- FF
- CR
- DC1, DC3
- ESC
- DEL

時間がありそうなら
UNICODE の RTL とか

ファイルシステムの 概念

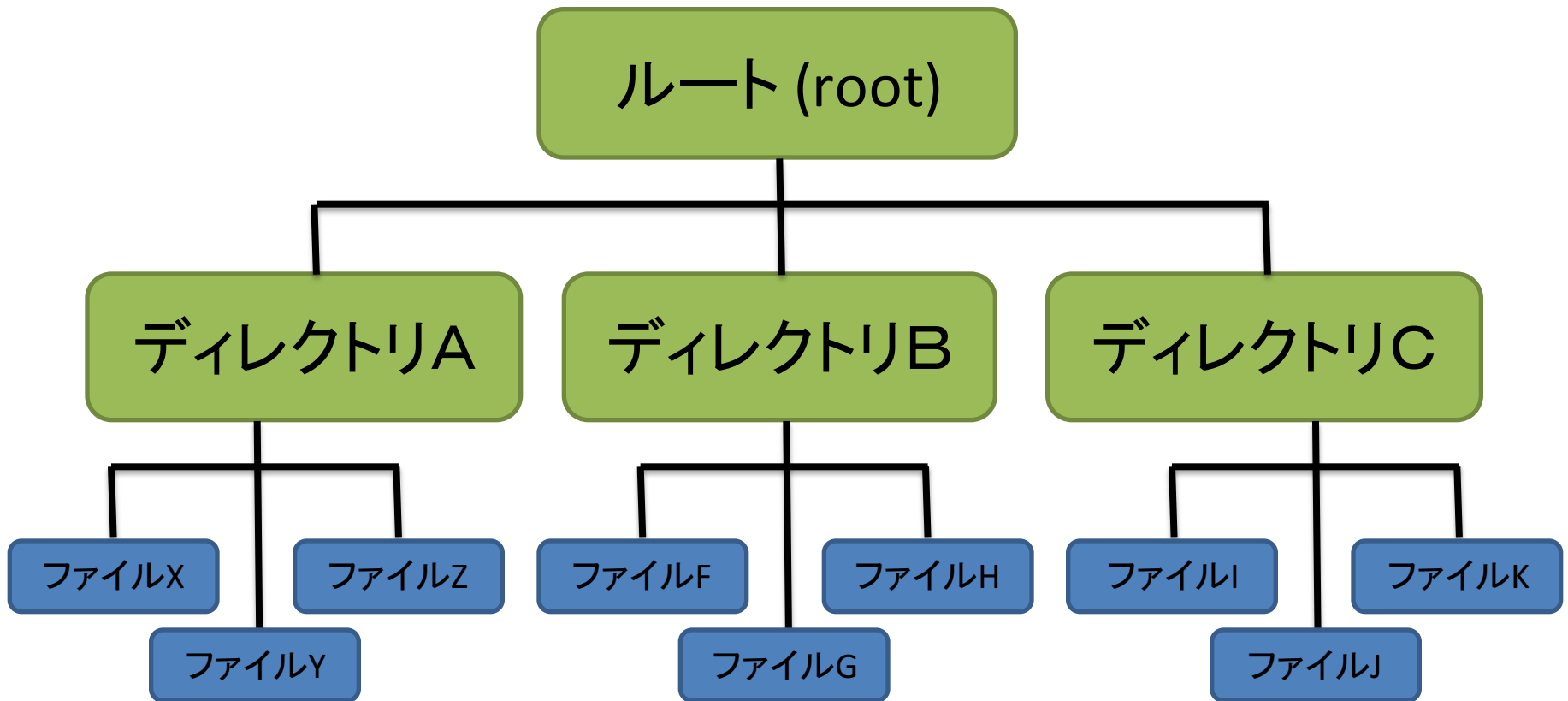
ファイルとは？

- 名前が付けられたデータ
 - データに付けられた名前のことを「ファイル名」と呼ぶ。
 - データは16進数で表されている。
 - データの長さのことを「ファイルサイズ」と言う。
 - 単位はバイトである。
 - 1000 または 1024 バイトを 1KB (キロバイト)
 - 1000^2 または 1024^2 バイトを 1MB (メガバイト)
 - 1000^3 または 1024^3 バイトを 1GB (ギガバイト)
 - 1000^4 または 1024^4 バイトを 1TB (テラバイト)
 - 1000^5 または 1024^5 バイトを 1PB (ペタバイト)

1000 か 1024 (=2の10畳) か紛らわしいので最近は 1024 ベースに統一した 1KiB (キビバイト) などという呼び方もあるがほとんど見ない。

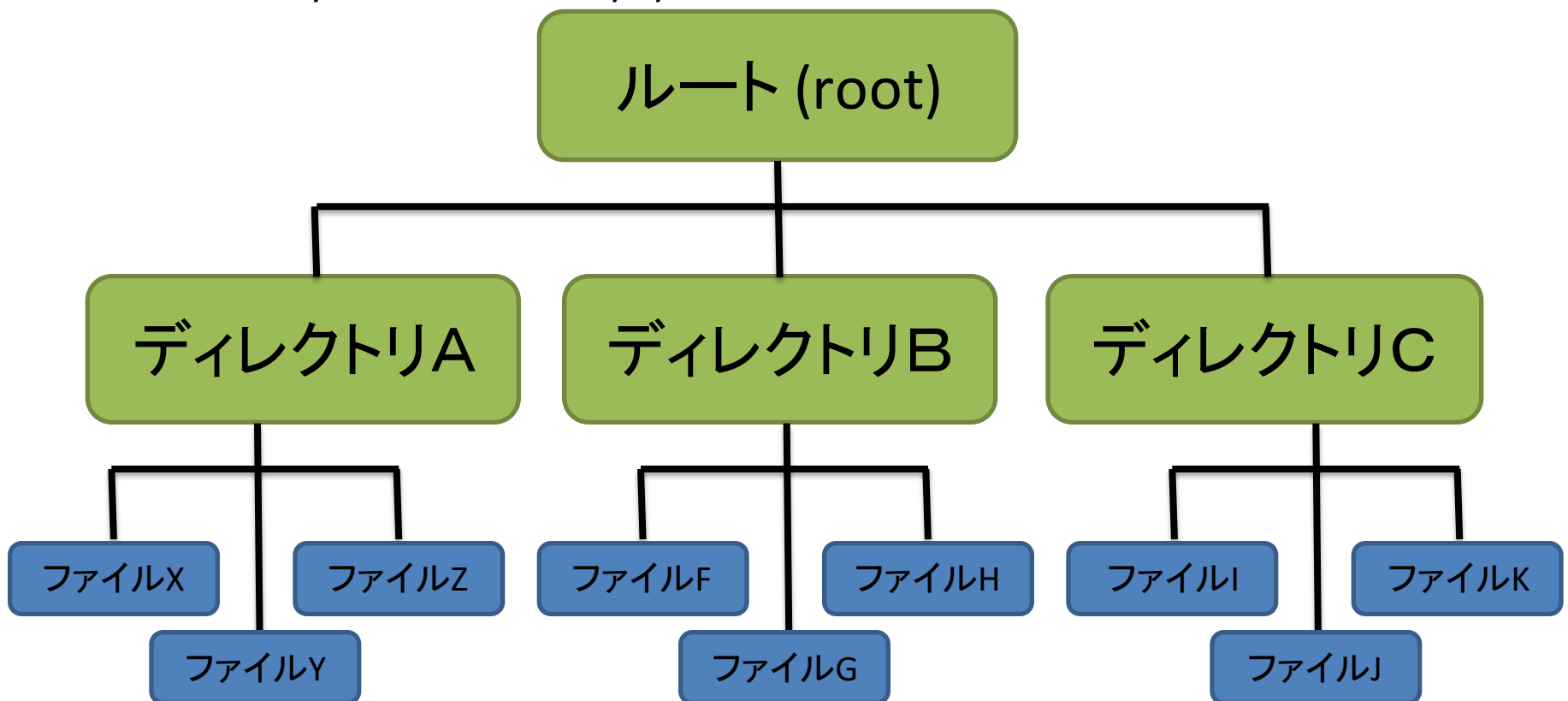
近代OSにおける ファイルの管理方法

- ・ 階層的にファイルを管理している。



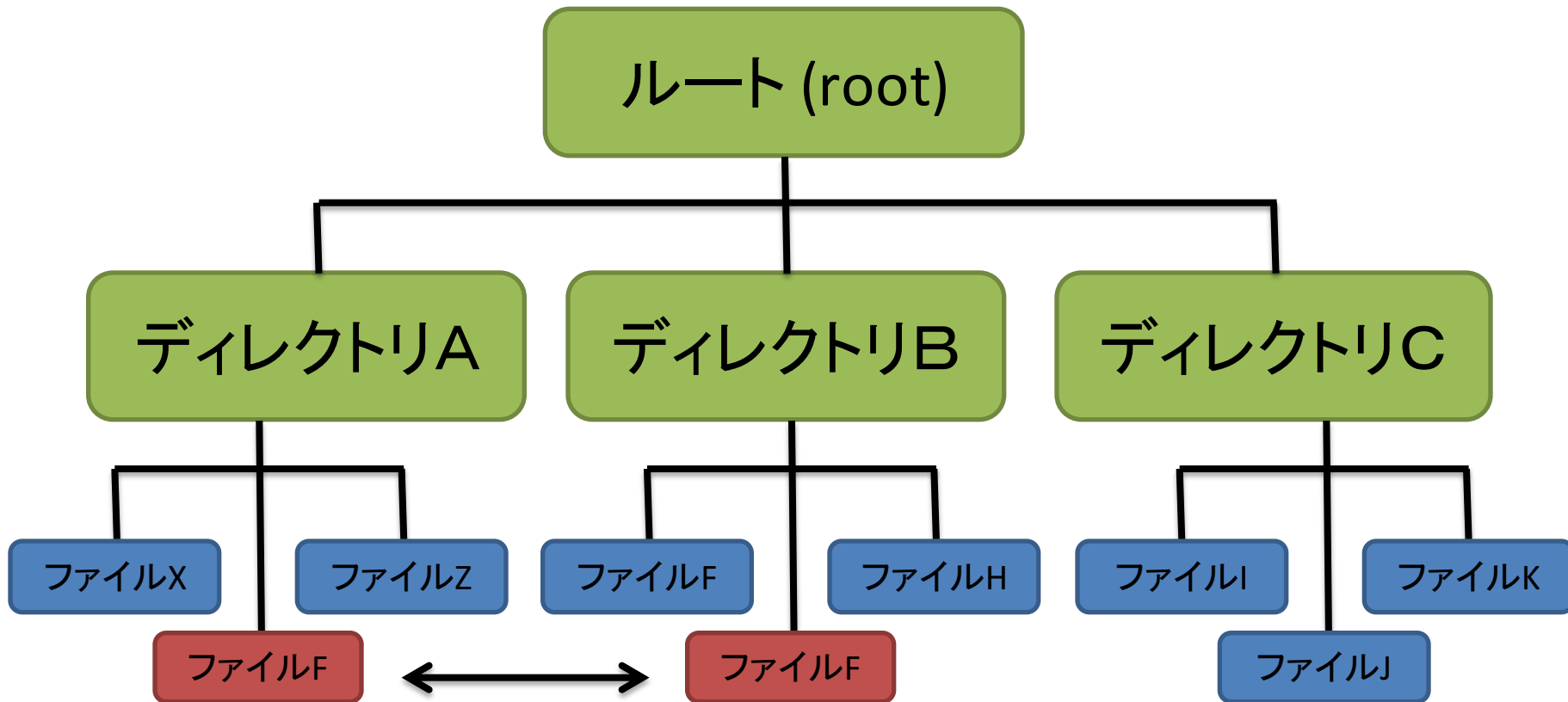
ファイルが指定するときには 「ルート」から下るルートを示す

- ファイルFは「ルート」の下「ディレクトリB」の下「ファイルF」という場合に、「ルート」から目的のファイルに下るルートでファイルを特定する。
 - Windowsなら ¥B¥F
 - Linux / Mac などなら /B/F



同じ名前のファイルがあっても 異なるディレクトリにあれば区別できる

- /B/F と /A/F は異なるファイルを表す。
(Windows なら ¥B¥F と ¥A¥F は異なるファイルを表す。)



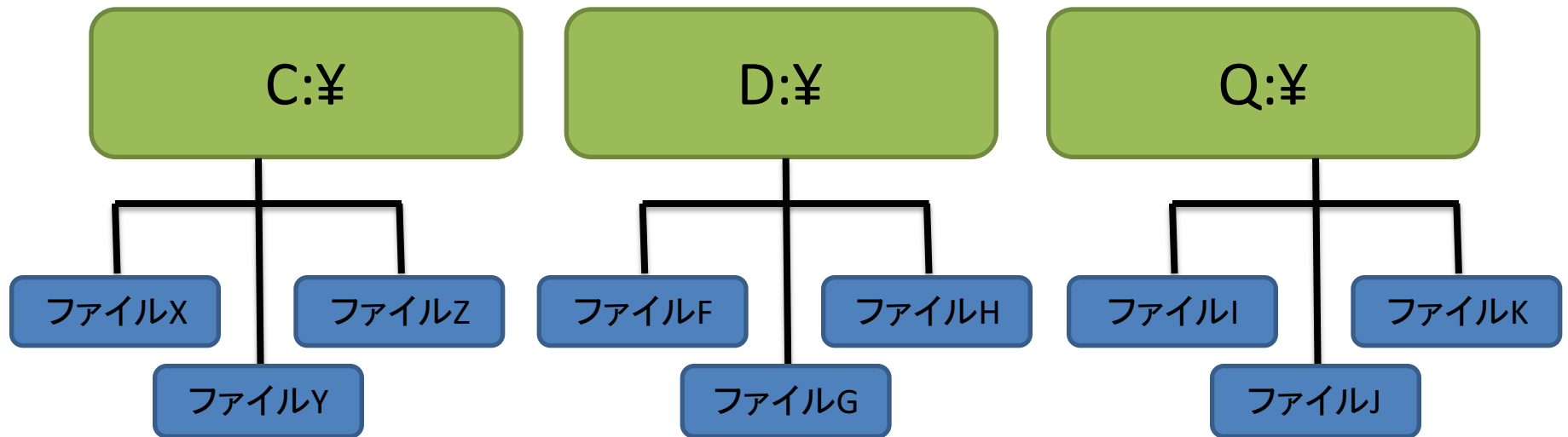
ファイルの名前は一緒

Windows と Linux/MacOS X の違い

- ディレクトリ (directory) のことを
Windows ではフォルダ (folder) と呼ぶ。
 - 機能や意味は全く同じ。良くないが、今後ディレクトリと呼ぶ。
- Linux 等では / を区切り文字に使うが、Windows では
¥ (円記号に見えるのは実は日本語環境だからであり、英語等の環境では ¥ と表示) を
区切り文字に用いる。
- Linux 等ではルートが1つしかないが、Windows ではルートがドライブ毎にある。
 - C: (Cドライブ、と読む) は通常ハードディスク、
Q: (Qドライブ) は DVD-ROM が多い。
(しかし(初期)設定により変わりうる。)
- Windows ではファイル名・フォルダ名の大文字小文字を区別しない。C:¥foo と c:¥FoO と C:¥FOO は全部同じ意味。

Windows における ファイルの管理方法

- ドライブの数だけルートがある。



絶対パス

- ルートからの道順(パス)を指定する方法
- 非常に厳密で間違いが少ない
- 絶対パスは長くなりがちで使いづらい

Windows における絶対パスの例:

C:¥Users¥nae¥Desktop¥Folder1¥test
.txt

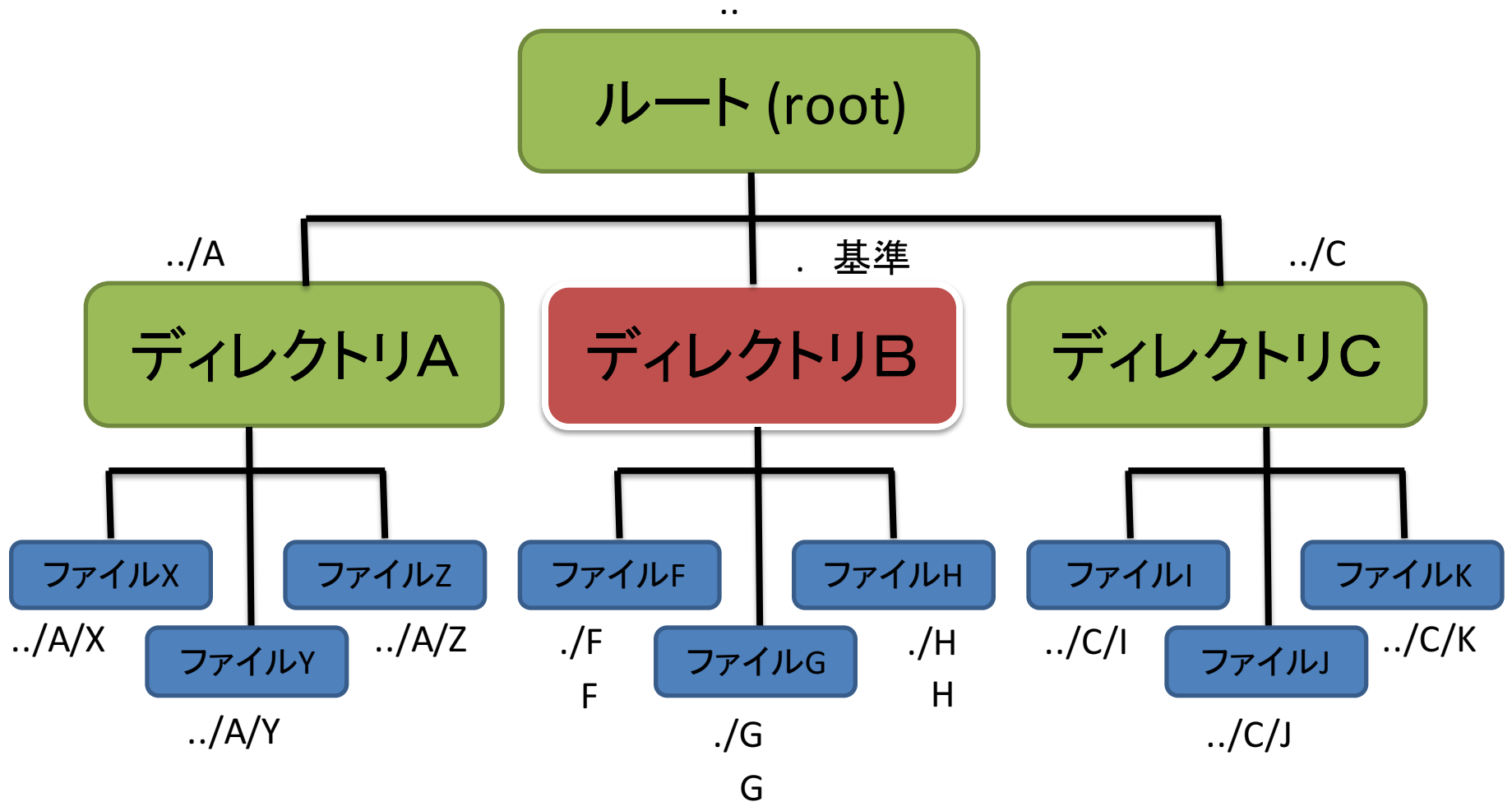
Linux/Mac における絶対パスの例:

/Users/nae/folder1/test.txt

相対パス

- 絶対パスは長すぎて使いにくい。
- 「基準となるディレクトリを考えてそこからの経路(パス)でファイルやディレクトリの位置を表す方法」
- “..” で一階層上のディレクトリ
(ただしルートの場合にはルートディレクトリ)
- “.” で同じディレクトリ

相対パスの例



ホームディレクトリ

- 各ユーザーのデータを格納している、
（多くの場合には）初期カレントディレクトリ
 - *NIX: /home/ユーザー名
 - /home/mkasa/test.txt
 - ~/test.txt
 - Windows: C:¥Users¥ユーザー名 （例）