

UNIX基本コマンド

基礎生物学研究所

ゲノムインフォマティクス・トレーニングコース

2023年度 NGS解析入門 UNIX・R・NGSの基本

西出 浩世🐱 (hiroyo@nibb.ac.jp, @piroyon 🐦 🌐)

UNIXを使う理由

- UNIXでしか使えないアプリケーション
 - 最新の研究用ソフト
 - 並列化・大容量メモリ対応ソフト
- たくさんの処理を一度に行う
 - スクリプトを用いたコマンドの連続実行
- 自作プログラム
 - シェルスクリプト, Python, Perl, Ruby, バイオ系ライブラリ
- Webサーバ、データベースサーバ
 - 高い安定性
 - ApacheやMySQL, Postgresなどのサーバ用フリーソフト

PCでUNIXを使うには

Mac	OSX自体がUNIX (#1)	アプリケーション→ターミナルを起動 UNIX端末として使用できる
	リモートログイン	UNIXサーバへリモートログイン ターミナルからsshを使用する
Windows	WSL Windows Subsystem for Linux	Windows10から搭載されたLinuxを実行するための互換レイヤー WSL2(Windows Terminal) からは完全なLinuxカーネルを組み込める。要インストール。
	リモートログイン	UNIXサーバへリモートログイン WSL や TeraTerm などからsshを使用する
	VMware	仮想マシンを構築してLinuxそのものをインストールする

講習を始める前に

- コマンドプロンプト

- 画面に表示されている "\$" や "%" などの記号

- 今回の環境では

- [course00@bias5-login ~]\$**

- コマンド入力待ちの状態を表す
 - 続けてコマンドを入力し、改行キーで実行する

「course00」の「00」部分は、
配布されたアカウント名に
読み替えてください

- 半角英数字および記号のみ

- コマンドの入力は全て半角文字を使用

- 入力文字が全角になる日本語入力はOFFにする

キーボード配置の確認

- 普段使用しない記号を多用します
➤キーの位置を確認しましょう

コントロールキー

" ' " 引用符

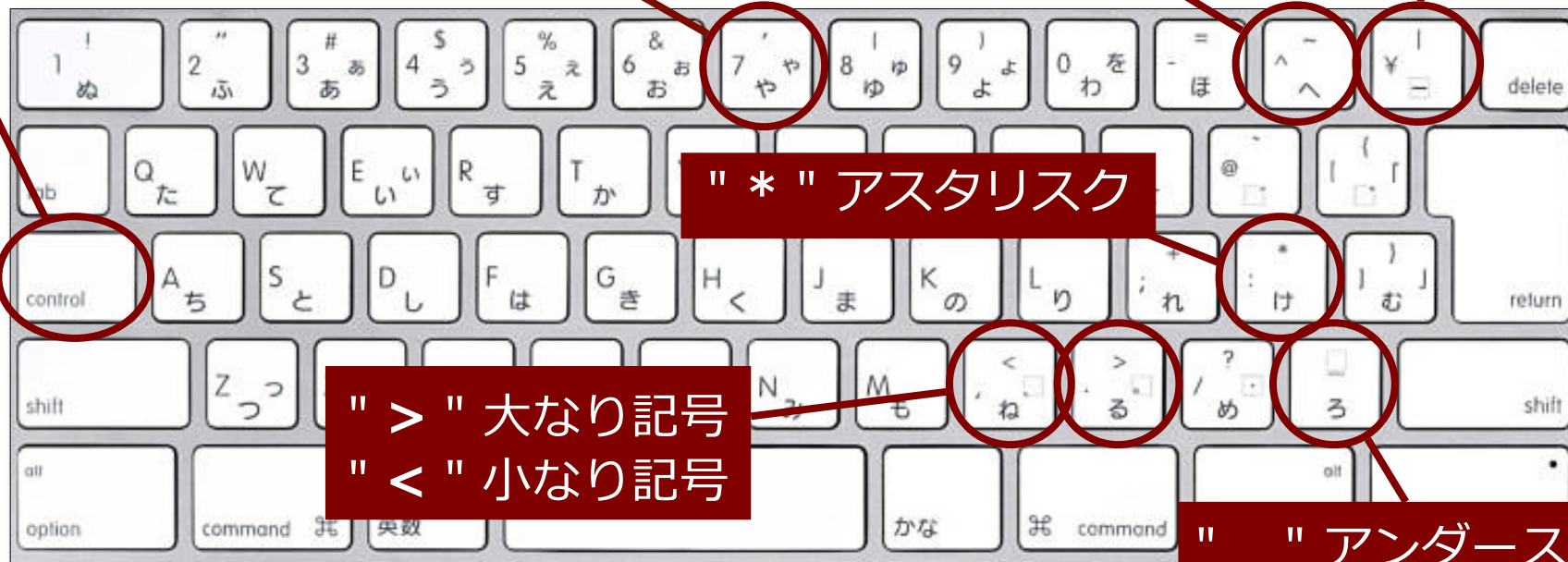
" ~ " チルダ
" ^ " ハット

" \ " バックスラッシュ(¥)
" | " 縦棒 バーティカルバー

" * " アスタリスク

" > " 大なり記号
" < " 小なり記号

" _ " アンダースコア



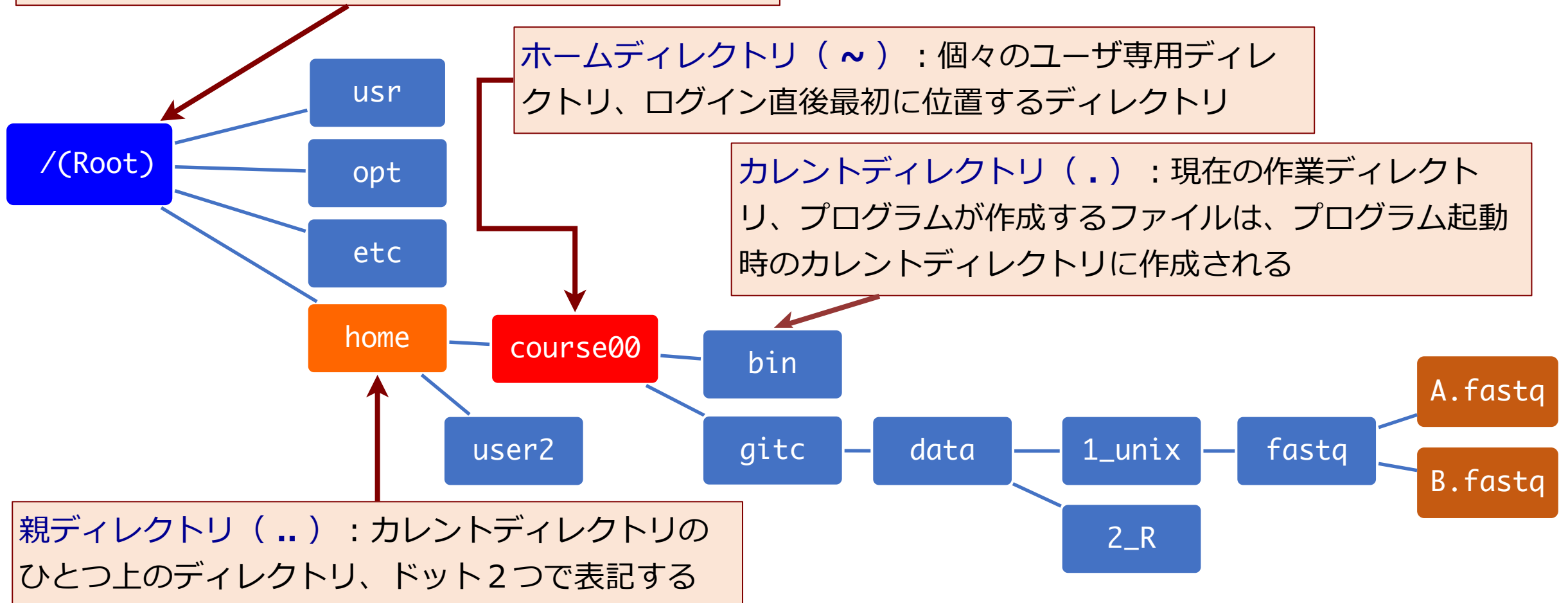
ファイルシステム

階層型ディレクトリ



- UNIXにおけるディレクトリ = PCでのフォルダ
- トップのルートディレクトリ下に、子ディレクトリ、孫ディレクトリがあり、ファイルを配置する

ルートディレクトリ (/) : ファイルシステムの頂点



作業ディレクトリ

本講習では次のディレクトリを使用します

~/gitc/data/1_unix

1_unix

└─ bin

シェルスクリプト用

└─ ecoli.gff3

大腸菌遺伝子情報

└─ ecoli_genome.fasta

大腸菌ゲノム配列

└─ ecoli_protein.fasta

大腸菌遺伝子アミノ酸配列

└─ fastq

NGSマッピング結果

| └─ MG_mpos_1.fastq

| └─ MG_mpos_2.fastq

| └─ MG_urine_1.fastq.....

|

└─ exercise

演習問題用ファイル

└─ 1433B_HUMAN.fasta

└─ 1433B_MOUSE.fasta

└─ 1433E_HUMAN.fasta.....

ファイル/ディレクトリの指定方法

・パス (Path)

- ・ ファイルやディレクトリを指定する記述方法
- ・ ディレクトリをスラッシュ " / " で区切る
- ・ 「絶対パス」と「相対パス」 2通りの記述方法

・ 絶対パス

- ・ ルートディレクトリから目的のファイルやディレクトリへの道筋の記述
- ・ 行頭は必ずルートディレクトリ " / "

例) `/home/course00/gitc/data/1_unix/ecoli_genome.fasta`

・ 相対パス

- ・ 現在位置 (カレントディレクトリ) から目的のファイルやディレクトリへの道筋の記述
- ・ 行頭はスラッシュ (ルート) " / " 以外で始まる

例) `gitc/data/1_unix/ecoli_genome.fasta`

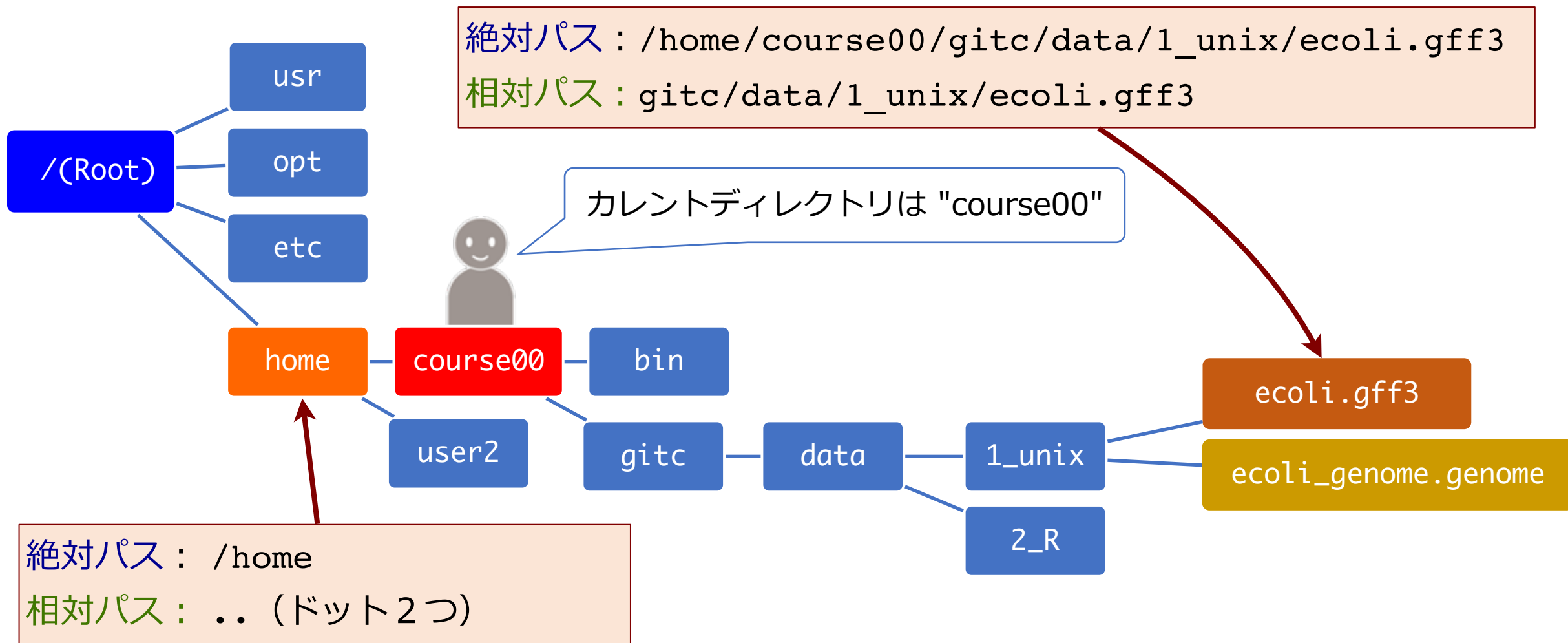
(カレントディレクトリは `/home/course00`)

- ・ 上位ディレクトリはドット2つ " .. " で記述する

例) `../user2` (同じ階層の `user2` ディレクトリ)

ファイル/ディレクトリの指定方法

ユーザ : **course00** がログイン後 : `ecoli.gff3`ファイルと、`home`ディレクトリへのパス表記



ディレクトリの中身を見る (**ls**)

- **ls**
 - カレントディレクトリの内容（ファイル名のリスト）を表示する
- **ls** ディレクトリ名
 - 指定したディレクトリの内容を表示する
 - \$ **ls data** dataディレクトリの内容を表示
 - \$ **ls /** ルートディレクトリの内容を表示
 - \$ **ls ..** ひとつ上のディレクトリの内容を表示
 - \$ **ls .** カレントディレクトリの内容を表示（lsと同じ）
- **ls -F**
 - ファイル名の末尾に種類に応じた記号を付けて表示する
 - / :ディレクトリ、 @ :シンボリックリンク、 * :実行権付きファイル
- **ls -a**
 - ファイル名の先頭がドット（.）で始まる隠しファイルを表示する
 - .login
 - .bash_profile

実習1

- ディレクトリの中身を見る **ls**

- ホームディレクトリ上で **ls** と入力してリターンキーを押す (=実行)
- 続いて下記のコマンドもそれぞれ実行する。

\$ ls .. ホームディレクトリのひとつ上の中身を見る

\$ ls / ルートディレクトリの中身を見る

- 隠しファイルを表示する。

\$ ls -a

補完機能（tabキー）

- コマンド名やファイル／ディレクトリ名の補完

- ファイル名を途中まで入力して、tabキーを押す

`"ls gi"` と入力して、tabキーを押す

- 一意に決まらない場合は、一意になるところまでを展開する

`"ls gitc/data/1_unix/fa"` と入力後タブキーを押す

- それ以上展開できない場合は再度（つまり2回）tabキーを押すと、候補の一覧を表示する

`"ls gitc/data/1_unix/fastq/MG_."` の状態で2回 tabキーを押す

- 以下のメリットがあるので積極的に活用しましょう

- キーボード入力を省略できる
- 素早い入力が可能
- 複雑なファイル名の入力ミス防止
- うろ覚えのファイルでも入力できる
- コマンド名も補完できる

実習2

・ファイル名の補完

1. ホームディレクトリ上で **ls gi** と入力後、**<tab>** (tabキー) を押してファイル名の補完機能を試してみる。
2. 続けて **gitc/data/1_unix/fastq/MG_** まで補完機能を使って動作を確認する。

```
$ ls gitc/ <tab>
```

```
$ ls gitc/data/1 <tab>
```

```
$ ls gitc/data/1_unix/fa <tab>
```

```
$ ls gitc/data/1_unix/fastq/ <tab>
```

```
$ ls gitc/data/1_unix/fastq/MG_ <tab><tab>
```

.... (候補一覧表示)

コマンドヒストリと編集(controlキー)

- 過去に実行したコマンドの呼び出しと編集

キーバインド	説明
Control + p (↑キー)	ひとつ前のコマンド (<u>P</u> revious)
Control + n (↓キー)	ひとつ後のコマンド (<u>N</u> ext)
Control + b (←キー)	カーソルを左に移動 (<u>B</u> ack)
Control + f (→キー)	カーソルを右に移動 (<u>F</u> orward)
Control + a	カーソルを行頭に移動 (st <u>A</u> rt)
Control + e	カーソルを行末に移動 (<u>E</u> nd)
Control + u	行全体を削除しバッファへコピー
Control + k	カーソルから後を削除しバッファへコピー
Control + y	バッファの内容をペースト
Control + l (エル)	現カーソル行を画面上部に移動、画面消去

長い入力行の一部を
修正するのに便利なので、ぜひ活用を

実習3

・コマンドヒストリ

1. 「コントロールキーとPを同時に押す」を何度か繰り返し過去のコマンドを表示する。

\$ Control + P

2. 「コントロールキーとNを同時に押す」を何度か繰り返す

\$ Control + N を何度か入力する。

3. 表示されたコマンドラインのカーソル移動を行う

\$ Control + B

\$ Control + F

\$ Control + A

\$ Control + E

ディレクトリを移動する (**cd**)

- **cd** ディレクトリ名

- 指定したディレクトリに移動する
- カレントディレクトリの変更

\$ **cd gitc**

gitcディレクトリに移動

\$ **cd ..**

ひとつ上のディレクトリ(..)に移動

\$ **cd ~/gitc**

ホーム(~)下の dataディレクトリに移動

- **cd**

- ディレクトリ名を省略すると、ホームディレクトリに移動する

- **pwd**

- カレントディレクトリの確認

実習4

- ディレクトリを移動する

1. カレントディレクトリを確認する

```
$ pwd
```

2. ディレクトリ `gitc/data/1_unix` に移動して `pwd` を入力する

```
$ cd gitc/data/1_unix
```

```
$ pwd
```

```
$ ls
```

3. `fastq` ディレクトリに移動し、カレントディレクトリを確認する

```
$ cd fastq
```

```
$ pwd
```

```
$ ls
```

ワイルドカード

- ファイル名を指定するときに使う「任意の文字」
- パターンマッチにより複数のファイル名を一度に指定

- アスタリスク（*）：任意の文字列（0文字以上）

```
$ ls *.fastq
```

```
$ ls *mpos*
```

- クエスチオン（?）：任意の1文字

```
$ ls MG_mpos_?.fastq
```

- [文字列]：[]に含まれる文字中の1文字

[12345] は [1-5]と書くこともできる

[!文字列]で含まれない1文字

```
$ ls MG_mpos_[1-3]*.fastq
```

- {文字列1, 文字列2}："文字列1" または "文字列2"

```
$ ls MG_{mpos,urine}_1.fastq
```

実習6

- ワイルドカード

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix/fastq)

1. 下記コマンドを実行して、ワイルドカードの動作を確認する。

```
$ ls *.fastq
```

```
$ ls *mpos*
```

```
$ ls MG_mpos_[1-3].fastq
```

```
$ ls MG_{mpos,urine}_1.fastq
```

```
$ ls *
```

ファイルの内容を一括表示する(**cat**)

- **cat** ファイル名

- con-cat-nate

つなぐ、連結する

- ファイルの内容を表示

```
$ cat MG_mpos_1.fastq
```

- ファイル名を複数指定すると内容を連結して表示

```
$ cat MG_mpos_*
```

実習7

- ファイルの内容を一括表示する

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix/fastq)

1. 下記コマンドを実行する。

```
$ cat MG_mpos_1.fastq
```

```
$ cat MG_mpos_*
```

ファイルの部分表示(**head**, **tail**)

- **head** [-行数] ファイル名

- ファイルの先頭から指定した行数を出力
- 行数を省略すると10行出力

```
$ head MG_mpos_1.fastq
```

- 巨大なファイルの内容を簡単に確認する場合に便利

- **tail** [-行数] ファイル名

- ファイルの最後から指定した行数を出力

```
$ tail -20 MG_mpos_1.fastq
```

- "-n +行数"とすると、先頭から数えて指定された行以降を出力

```
$ tail -n +2 ecoli_genome.fasta
```

(FASTAファイルの配列のみ表示、配列名は表示しない)

実習8

- ファイルの部分表示

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix/fastq)

1. 下記コマンドを実行する。

```
$ head MG_mpos_1.fastq
```

```
$ tail -20 MG_mpos_1.fastq
```

2. 一つ上のディレクトリに移動して実行

```
$ cd ..
```

```
$ head ecoli_genome.fasta
```

```
$ tail -n +2 ecoli_genome.fasta
```


ファイルの中身を見る(**less**)

- **less** ファイル名
 - ファイルの内容を閲覧する
 - ページの移動には独自のキー操作が必要

キー操作	説明
f, SPACE	1 ページ先へ進む
b	1 ページ前へ戻る
j, k	1 行ずつ前(j)後(k)へ移動
g, G	ファイルの先頭(g)、末尾(G)へ移動
/文字列	文字列の検索、n,Nで前後のヒット行へ移動
q	終了

実習9

・ ファイルの内容を見る

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix)

1. `ecoli.gff3` の内容を `less` コマンドで見る

```
$ less ecoli.gff3
```

2. ページを順に表示して、元に戻る

```
<space> , b , j , k
```

3. ファイルの末尾に移動してから、先頭に戻る

```
G , g
```

4. 文字列 "hemolysin" を検索する。

```
/hemolysin
```

5. 次にヒットする場所に移動する (**next**)

```
n
```

6. `less`を終了する (**quit**)

```
q
```

ディレクトリの作成と削除 (**mkdir**, **rmdir**)

- **mkdir** ディレクトリ名

- 新規ディレクトリの作成

```
$ mkdir unixtest
```

- **rmdir** ディレクトリ名

- ディレクトリの削除

```
$ rmdir unixtest
```

- ディレクトリ内にファイルがあると削除できない

実習10

- ディレクトリの作成と削除

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix)

1. 実習用のディレクトリ "unixtest" を作成する。

```
$ pwd
```

```
$ mkdir unixtest
```

2. 作成した unixtest ディレクトリに移動し、カレントディレクトリを確認する。
確認したら1つ上のディレクトリ（ドット2個）に戻る
-

```
$ ls
```

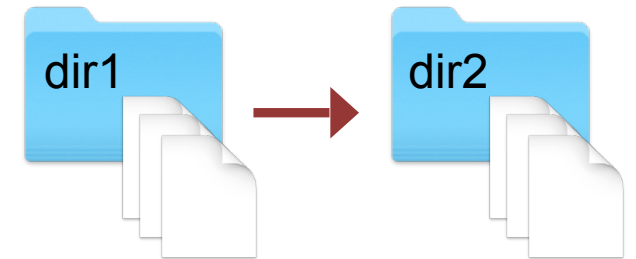
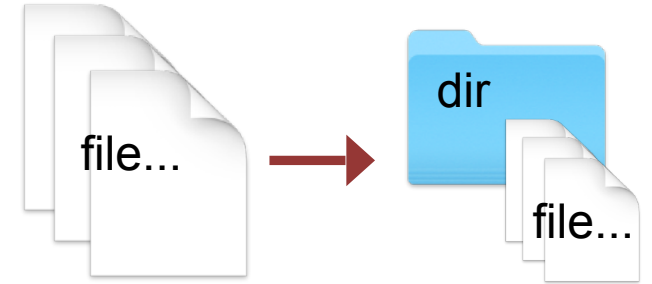
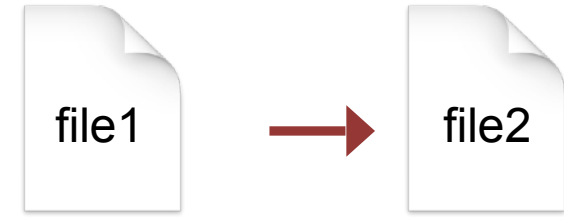
```
$ cd unixtest
```

```
$ pwd
```

```
$ cd ..
```

ファイル/ディレクトリのコピー (cp)

- **cp** file1 file2
 - file1のコピーをfile2として作成
- **cp** file1 [file2...] dir
 - file1 (,file2,...) のコピーをdir 内に作成
- **cp -r** dir1 dir2
 - dir1をdir2としてディレクトリごとコピーを作成
 - コピー先のディレクトリが存在する場合は、そのディレクトリ以下にdir1として作成



同一名ファイルが存在すると上書きされるので注意！

実習11

・ファイルのコピー

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix)

1. `ecoli_genome.fasta` ファイルを `copy.fasta` という名前で同じディレクトリ内にコピーする。

```
$ cp ecoli_genome.fasta copy.fasta
```

```
$ ls
```

2. コピーした `copy.fastq` を同じ名前で `unixtest` ディレクトリ内にコピーする。

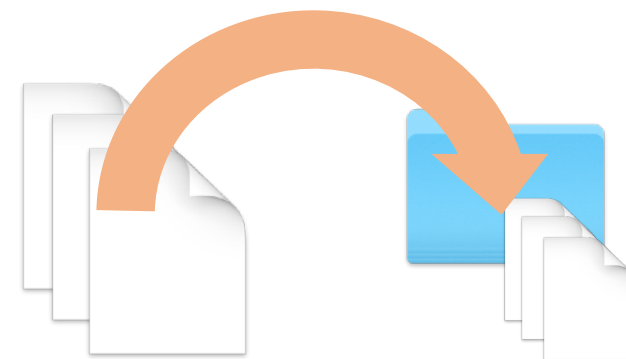
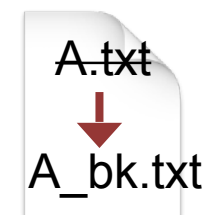
```
$ cp copy.fasta unixtest
```

3. コピーされているか確認する。

```
$ ls unixtest
```

ファイル/ディレクトリ名の変更、移動 (**mv**)

- **mv** file1 file2
 - file1の名前を file2 に変更
- **mv** file1 [file2...] dir
 - file1 (,file2,...) をdir内に移動



同一名ファイルが存在すると上書きされるので注意！

実習12

- ファイル名の変更とファイルの移動

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix)

1. `copy.fasta` の名前を `new.fasta` に変更する。

```
$ mv copy.fasta new.fasta
```

2. `new.fasta` を `unixtest` 内に移動する。

```
$ mv new.fasta unixtest
```

3. 移動したか確認

```
$ ls
```

```
$ ls unixtest
```


- **cp** と **mv** を利用し、ファイルを分類して配置

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix)

実習13

1. fastq ディレクトリを unixtest ディレクトリ内に同じ名前でコピーする。

```
$ cp -r fastq unixtest
```

2. unixtest に移動して、中を確認する

```
$ cd unixtest
```

```
$ ls
```

3. ディレクトリを2つ、**MG** および **URINE** という名前で作成する。

```
$ mkdir MG
```

```
$ mkdir URINE
```

4. fastq 下の MG で始まるファイルだけを、3.で作成した MG ディレクトリにワイルドカードを使用してコピーする。コピーが終わったら確認する。

```
$ cp fastq/MG* MG
```

```
$ ls MG
```

5. MG ディレクトリ内にあるファイルのうち、ファイル名に "urine" を含むもののみを URINE ディレクトリ内に移動する。移動が終わったら確認する

```
$ ls MG/*urine*
```

```
$ mv MG/*urine* URINE
```

```
$ ls URINE
```

ワイルドカードを使用して移動や削除を行う場合は、事前に**ls**で対象のファイルを確認すること

シンボリックリンクの作成 (**ln -s**)

- **ln -s** ファイル/ディレクトリ名 シンボリックリンク名

- ファイル or ディレクトリの「別名」を作成
- MacOSのエイリアスやWindowsのショートカットに相当

```
$ ln -s ~/gitc/data/1_unix/ecoli_genome.fasta .
```

~/gitc/data/1_unix/ecoli_gehome.fasta のシンボリックリンクをカレントディレクトリ(.)に作成

- オリジナルのファイルが移動・消去されると、シンボリックリンクを通した参照はできなくなる
- 用途：他ディレクトリへの容易なアクセス

```
$ ln -s ~/gitc/data/1_unix/fastq ~
```

よく使うディレクトリをホーム配下にシンボリックリンクする

実習14

・シンボリックリンクの作成

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix/unixtest)

1. ~/gitc/data/1_unix/ecoli_genome.fasta のシンボリックリンクをカレントディレクトリに作成する。

```
$ ln -s ~/gitc/data/1_unix/ecoli_genome.fasta .
```

または

```
$ ln -s ../ecoli_genome.fasta .
```

```
$ ls
```

2. 作成したシンボリックリンクファイルの内容を表示する。

```
$ cat ecoli_genome.fasta
```

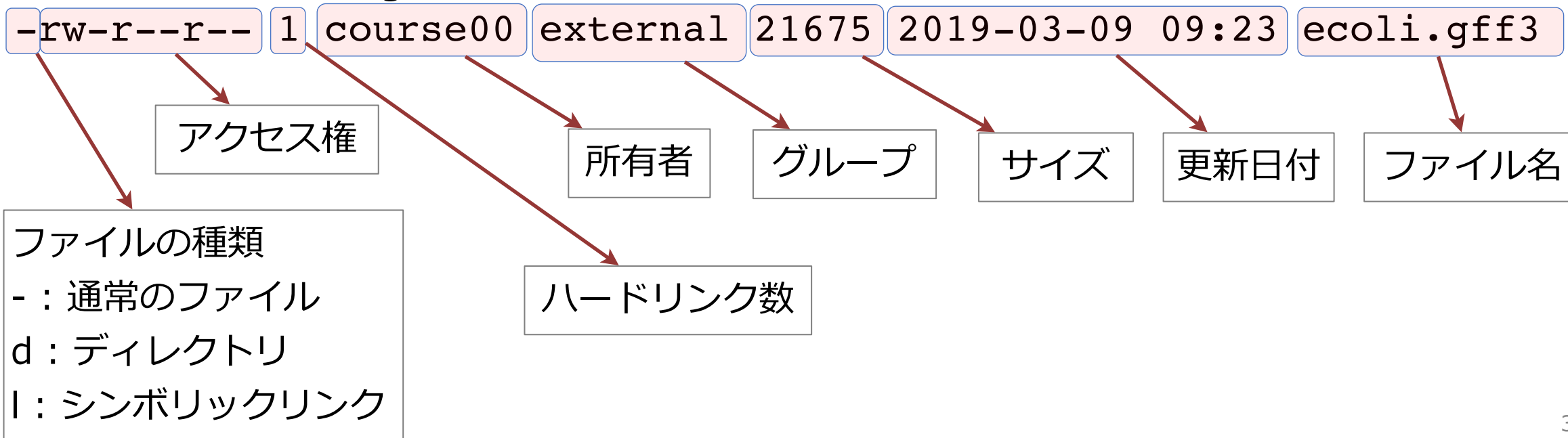
mvや**cp**と同様に、最後の引数がディレクトリの場合は、そのディレクトリ上にオリジナルと同じ名前のシンボリックリンクが作成される。

参考：-sオプションを付けない場合は、ハードリンクと呼ばれ、オリジナルファイルを移動・消去してもリンクを通した参照が維持される。ただし、ディレクトリのハードリンクが作れないことや、ボリュームを跨いだハードリンクが作れないなどの制約がある。

ファイル情報の表示 (ls -l)

- **ls -l** ファイル/ディレクトリ名
 - ファイルの大きさや更新日などの情報をリスト表示
- **ls -lt** ファイル/ディレクトリ名
 - 日付順に表示

```
$ ls -l ecoli.gff3
```



実習15

- ファイル情報の表示

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix/unixtest)

1. カレントディレクトリの詳細情報リストを表示する。

```
$ ls -l
```

2. 詳細情報を更新日時順に表示する。

```
$ ls -lt
```

ファイル/ディレクトリのアクセス権

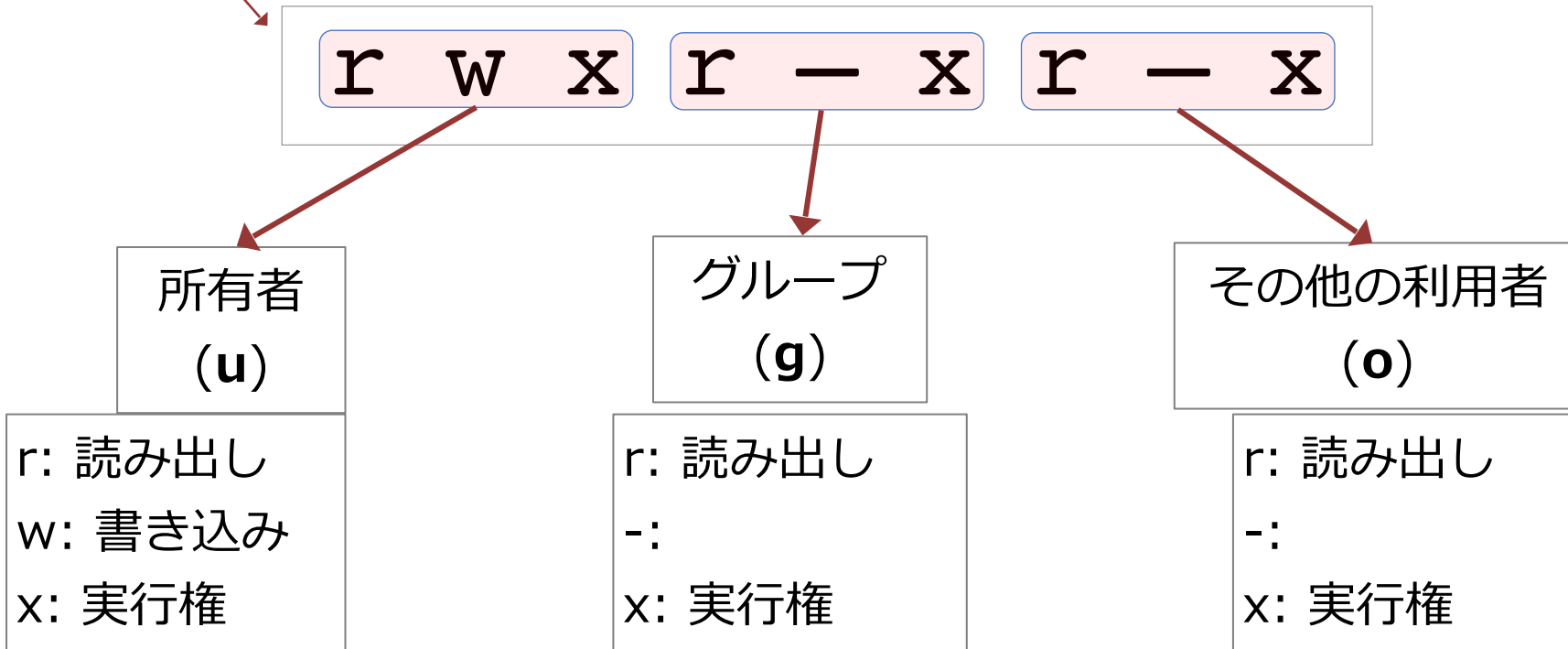
- 全てのファイル/ディレクトリに付けられている
 - MacOSやWindowsでは気にしないが、UNIXでは意外と重要
- 誰に対して、何ができるか
 - 誰に対して：
 - (u) ファイルの所有者
 - (g) 同一グループの利用者
 - (o) その他
 - 何ができるか：
 - 「読む(r)」 「書く(w)」 「実行する(x)」
 - 「実行する(x)」
 - ファイルをプログラムとして実行できる
 - ディレクトリの場合は「そのディレクトリへアクセスできる」

アクセス権の確認

- `ls -l` ファイル/ディレクトリ名

```
$ ls -l myfile
```

```
-rwxr-xr-x 1 course00 external 9675 2020-03-09 09:23 myfile
```



アクセス権の変更

- **chmod** [モード] ファイル名

- ファイルのアクセス権モードの変更
- モードの書式を記述する

\$ chmod u+x file

所有者に実行権を与える

\$ chmod go-rwx file

所有者以外のアクセスを禁止

- 8進数3桁で各ユーザのレベルを列挙

\$ chmod 600 file

所有者のみ読み書きできる

	所有者(u)			グループ(g)			その他(o)		
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		

実習16

・アクセス権の確認と変更

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix/unixtest)

1. カレントディレクトリにあるディレクトリ、ファイルのアクセス権を確認する

```
$ ls -l
```

2. new.fasta のアクセス権から自身のRead権限を削除する (通常はこのようなことはしない)

```
$ chmod u-r new.fasta
```

3. lessで new.fasta を読むとエラーになることを確認

```
$ less new.fasta
```

4. 再度 new.fasta のアクセス権に自身のRead権限を追加する

```
$ chmod u+r new.fasta
```

5. less でエラーなく new.fasta が読めることを確認する

```
$ less new.fasta
```

ファイルの削除 (**rm**)

- **rm** ファイル名 ...
 - 指定したファイルを削除する
- **rm -rf** ディレクトリ名
 - ディレクトリの中身を確認なしで全て消去した上でディレクトリを削除する
 - 確認しながら消去するには **rm -ri** とする
- UNIXに「ゴミ箱」はありません！
 - 削除したファイルを復活することはできません
 - ワイルドカードを使用したファイルの削除は注意
 - 必ず **ls** で対象ファイルを確認しましょう

実習17

- ファイルの削除

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix/unixtest)

1. new.fasta を削除する

```
$ rm new.fasta
```

2. MG ディレクトリ全体を削除する

```
$ rm -rf MG
```

コマンドの実行

UNIXコマンドの基本形

ls -l gbre1.txt

コマンド

オプション
コマンドの動作を
変えるスイッチ

オペランド
ファイルなど コマン
ドが処理する対象

引数

コマンドマニュアルの参照 (**man**)

- **man** コマンド名

\$ **man** **ls**

NAME

ls - list contents of directory

SYNOPSIS

ls [-RadLCxmlnogrtucpFbqisflAMSDP] [names]

DESCRIPTION

For each directory argument, ls lists the contents of the directory; for each file argument, ls repeats its name and any other information about the file. Files are sorted alphabetically by default. When the current directory is listed. When several arguments are given, the arguments are first sorted appropriately, but file arguments appear before directories and their contents. ls processes supplementary code set characters according to the locale specified in the LC_CTYPE and LC_COLLATE environment variables [see LANG on environ(5)], except as noted under the -b and -q options below.

[]で囲まれている
引数は省略可能

下線付きは変数

指定可能なオプション

- ページ送り、終了の動きは **less** と同じ
- **man -k keyword** でkeywordに関連するコマンド一覧を表示

実習18

- ・ マニュアルの参照

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix/unixtest)

1. ls コマンドのマニュアルを表示する。

```
$ man ls
```

2. 終了

```
$ q
```

行数・単語数のカウント(**wc**)

- **wc** ファイル名

- ファイルの行数、単語数、文字数を出力

```
$ wc ecoli_genome.fasta
```

```
66283 66283 4705962 ecoli_genome.fasta
```

(66,283行、66,283単語、4,705,962文字)

- ファイル名を省略するとキーボード入力に対して実行

```
$ wc
```

```
This is a pen.
```

```
(Control-D)
```

```
1    4    15
```

(1行、4単語、15文字)

実習19

- ・ 行数・単語数のカウント

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix/unixtest)

1. 一つ上のディレクトリに移動する。

```
$ cd ..
```

```
$ pwd
```

2. `ecoli_genome.fasta` の行数、単語数、文字数をカウントする

```
$ wc ecoli_genome.fasta
```

パターン検索(**grep**)

- **grep** パターン ファイル名...

- ファイル中でパターンを含む行を出力

```
$ grep rpoB ecoli.gff3
```

ecoli.gff3 から rpoB を含む行を検索

```
$ grep ^@SRR fastq/MG_mpos_1.fastq
```

fastq ディレクトリ内にある MG_mpos_1.fastq から
「@SRR」で始まる行を検索 ("^" は行の先頭を意味する)

- ファイル名を省略すると、やはり端末から文字列を読み込んでパターンを検索する

実習20

・パターン検索

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix)

1. `ecoli.gff3` の内容を`less`で確認し、`rpoB`を検索する

```
$ less ecoli.gff3
```

2. `ecoli.gff3` から"`rpoB`"が含まれる行を検索して表示する

```
$ grep rpoB ecoli.gff3
```

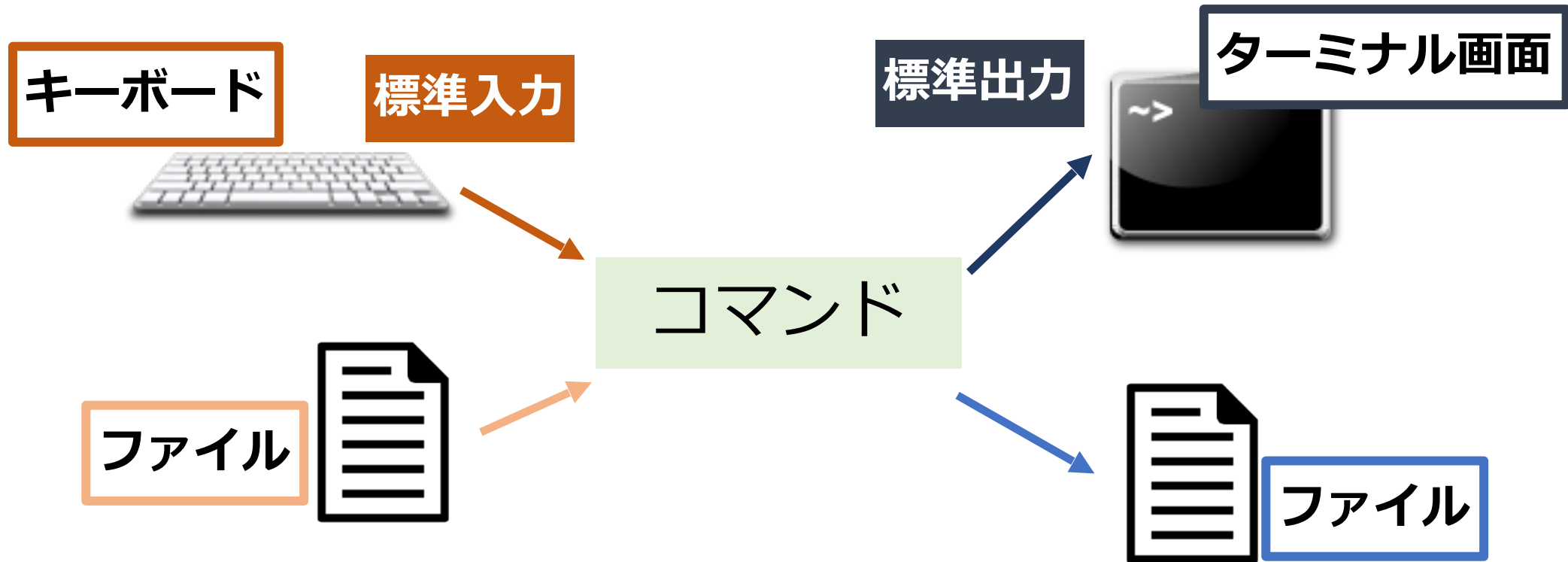
3. `fastq` ディレクトリ内にある `MG_mpos_1.fastq` から 「`@SRR`」で始まる行を検索して表示する

```
$ grep ^@SRR fastq/MG_mpos_1.fastq
```

入出力のリダイレクション

・リダイレクション

- ・ コマンドへの入力元、出力先を切替える機能
- ・ 標準入力 = キーボード、標準出力 = 画面



エラー内容を出力する「標準エラー出力」もある

リダイレクションの例・出力

- 端末画面に出力

```
$ grep ^@SRR MG_mpos_1.fastq
```

- ファイルに保存 (>)

- コマンドの右側に " > filename" を加える
- 結果を fastq_list というファイルに保存

```
$ grep ^@SRR MG_mpos_1.fastq > fastq_list
```

(同名ファイルがある場合は上書きされる)

- 存在するファイルに追加書き (>>)

- コマンドの右側に " >> filename" を加える

```
$ grep ^@SRR MG_mpos_2.fastq >> fastq_list
```

(ファイルが存在しない場合は作成される)

リダイレクションの例・入力

- ファイルから入力

- コマンドの右側に " < **filename** " を加える
- wc コマンドで、fastq_listファイルの行数を数える

```
$ wc < fastq_list
```

(wc fastq_list と同じ)

実習21

・リダイレクト

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix)

1. fastq ディレクトリ内にある MG_mpos_1.fastq から「@SRR」で始まる行を表示して、その結果をリダイレクト（出力）を使用して fastq_list ファイルに保存

```
$ grep ^@SRR fastq/MG_mpos_1.fastq
```

(ファイル保存前に出力を確認)

```
$ grep ^@SRR fastq/MG_mpos_1.fastq > fastq_list
```

2. ファイルの中身をlessで確認する

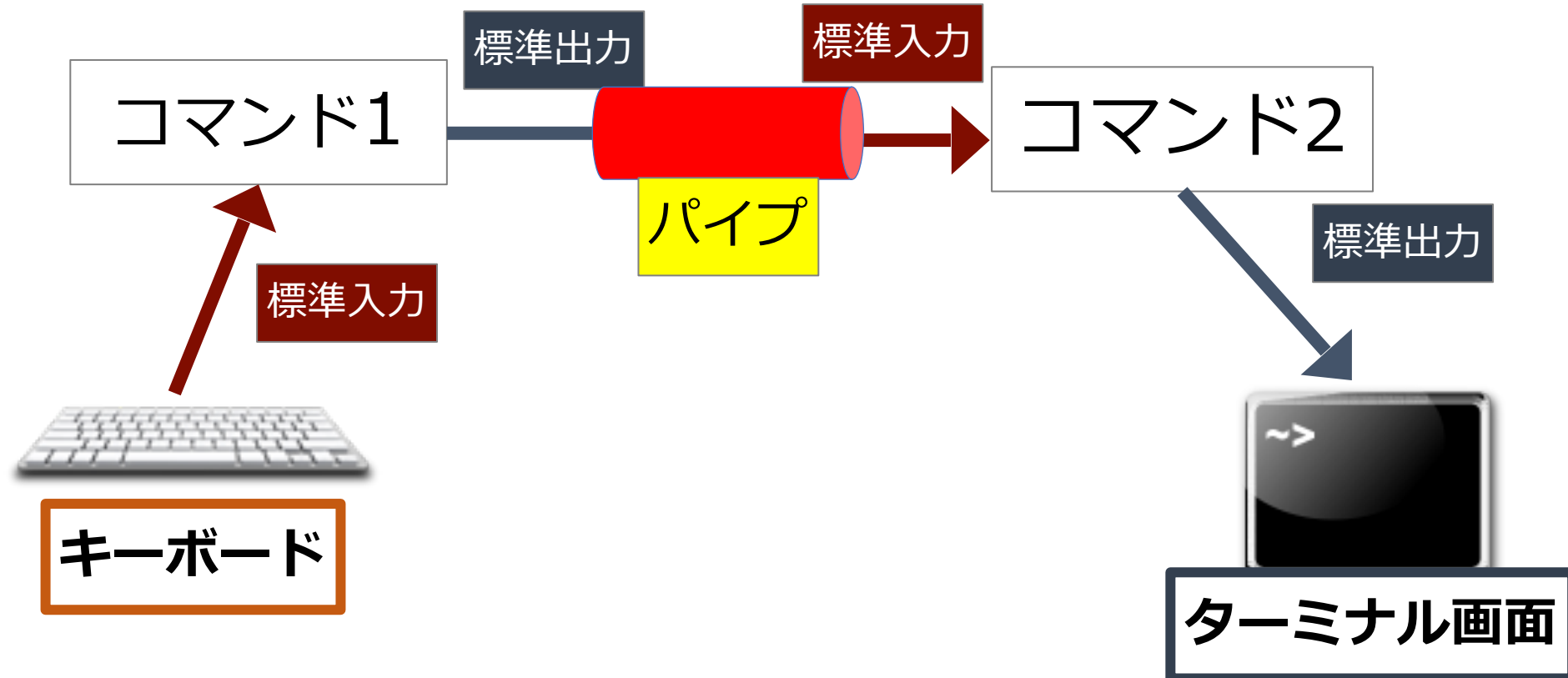
```
$ less fastq_list
```

3. リダイレクト（入力）を使用してGO_countの単語数を数える

```
$ wc < fastq_list
```

パイプによるコマンドの結合

- コマンドの標準出力→標準入力をつなげる



パイプの例

- パイプはコマンド間を縦棒 (|) でつなげる

- grep の出力行数をwcで数える

```
$ grep ^@SRR MG_mpos_1.fastq | wc
```

- grep の結果を less で見える

```
$ grep rpoB ecoli.gff3 | less
```

- grepの結果をさらにgrepして絞り込む

```
$ grep tRNA ecoli.gff3 | grep thr | less
```

- コマンドはいくつでも結合できる

実習22

・パイプ

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix)

1. fastq ディレクトリ内にある MG_mpos_1.fastq から「@SRR」で始まる行を検索し、結果をパイプを使用してwcで行数・単語数をカウントする。

```
$ grep ^@SRR fastq/MG_mpos_1.fastq | wc
```

2. ecoli.gff3 から "rpoB"が含まれる行を検索した結果をパイプを使用してlessで表示する。

```
$ grep rpoB ecoli.gff3 | less
```

3. ecoli.gff3 から "tRNA" が含まれる行を検索した結果から、更に"thr"を検索して less で表示する。

```
$ grep tRNA ecoli.gff3 | grep thr | less
```

シェルスクリプト

- 一連のコマンドを実行順に記述したファイル

- スクリプトファイル、バッチファイル

- 例) `$ less ~/gitc/data/1_unix/bin/testpg`

```
#!/bin/sh  
pwd  
ls -la
```

- 実行

- ファイルを単体で実行させるためには実行権が必要

`$ chmod +x testpg`

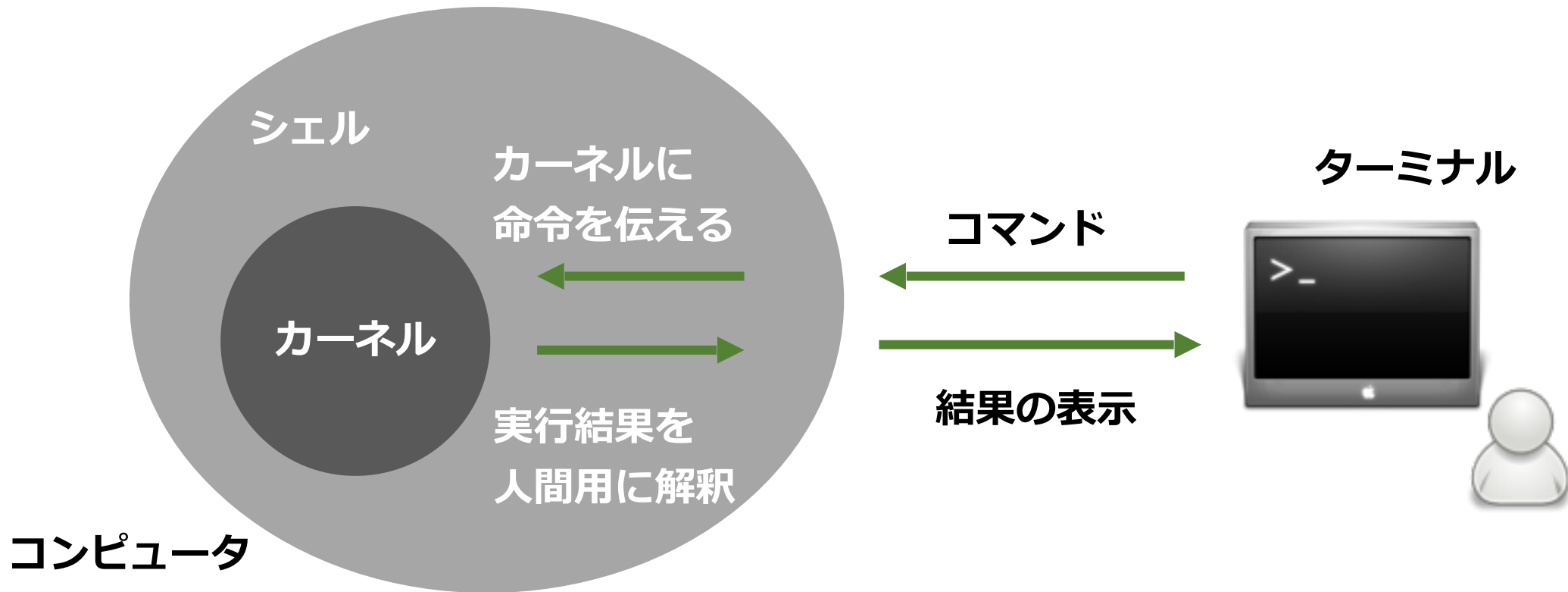
- 実行するときはパスを省略せずに入力

`$./testpg`

もしくは絶対パス `/Users/nibb/data/1_unix/bin/testpg`

- コマンドサーチパス（後述）に登録されているディレクトリに保存すれば、コマンド名のみで実行できる

シェル



- ・ シェルによって、UNIXコンピュータとの対話をする
- ・ シェルにも種類がある (bash系、zsh系、csh系)

実習23

・ シェルスクリプト

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix)

1. bin/testpgをカレントディレクトリにコピーする。

```
$ cp bin/testpg .
```

```
$ less testpg
```

2. testpg を実行する。(相対パス／絶対パスのいずれかを付けて実行)

```
$ ./testpg ("許可がありません(Permission denied)" エラー)
```

3. 実行権が無くエラーとなるため、実行権を付与する。

```
$ ls -l testpg (実行権の確認)
```

```
$ chmod +x testpg
```

```
$ ls -l testpg
```

```
$ ./testpg
```

4. パスを付けずに実行した場合の動作を確認する。

```
$ testpg ("コマンドが見つかりませんでした...(Command not found)" エラー)
```

コマンドサーチパス

• コマンドサーチパス

- パスを省略しても動くコマンドは、「コマンドサーチパス」に登録されたディレクトリのリストから探し出される

パスなし → **"ls"** パスあり → **"/bin/ls"**

例) **ls** コマンドのパスは **/bin/ls** である

• PATH変数

- コマンドサーチパスが格納されている変数
- 通常 **".bash_profile"** ファイルで設定する
- コロン (:) 区切りで複数のパスをつなげて指定
- 内容は **"echo \$PATH"** コマンドで確認できる

echoコマンドは、引数の内容を標準出力に出力する

- 同じ名前のコマンドが複数のパスに存在すると、最初のパスが優先される

• エラー "Command not found"

- プログラムが (正しく) インストールされていない
- コマンドサーチパスが正しく設定されていない

コマンドサーチパスの設定

- ・ 一時的に設定する場合

- ・ (ログアウト、ターミナルを終了したら無効)
- ・ PATH変数に新しいコマンドサーチパスを追加する

PATH=\$PATH:~/bin

(変数を見るときは\$を付けて、変数へ代入するときは付けない)

既存のPATH変数の後に "~/bin" を加える

- ・ 恒常的に設定する場合

- ・ ファイル ~/.bash_profile に設定を書き込む

PATH=\$PATH:~/bin

.bash_profile はログイン時に実行されるファイル

実習24

・ コマンドサーチパス

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix)

1. 現在のコマンドサーチパスが格納されているPATH変数を確認する

```
$ echo $PATH
```

2. コマンドサーチパスに登録されている/binディレクトリの中身を確認する

```
$ ls /bin
```

3. ~/binがコマンドサーチパスに登録されていることを確認する

```
$ PATH=$PATH:~/bin
```

自身で作成したコマンドを~/binディレクトリへコピーすることによって、パスの記述なしでコマンドを実行できる

4. 前の実習で使ったtestpgを~/binディレクトリにコピーしてパス無しでも動作するかを確認する。もし~/binディレクトリが存在しない場合は作成すること

```
$ testpg          #エラーになる
```

```
$ mkdir ~/bin
```

```
$ cp testpg ~/bin
```

```
$ testpg
```


コマンドの在処を探す (**which**)

- **which** コマンド名

- **grep** がある場所を探す

```
$ which grep
```

```
/usr/bin/grep
```

探したいコマンドが「コマンドサーチパス」リストのディレクトリ内であれば
見つけることができる

- **which** で見つければ、パスなしで実行できる
- プログラムが正しくインストールされている

実習25

- コマンドを探す

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix)

1. grep がある場所を探す

\$ which grep

エイリアス (**alias**)

- **alias** 別名=コマンド名

- コマンドの別名を作成する

- `ls` の初期オプションを"`-a`" (隠しファイル表示)にする

```
$ alias ls='ls -a'
```

- `rm` の初期オプションを"`-i`" (確認あり)にする

```
$ alias rm='rm -i'
```

- エイリアスを取り消す

- `ls` のエイリアス設定をクリアする

```
$ unalias ls
```

- バックスラッシュ(`\`)でエイリアスを一時的に取り消す

```
$ \ls
```

- 設定済みエイリアスの一覧表示

```
$ alias
```

実習26

- エイリアス

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix)

1. 現在設定されているエイリアスを確認する

```
$ alias
```

2. エイリアスではない本来のlsを実行した結果を比べてみる

```
$ ls
```

```
$ \ls
```

.bash_profile ファイル

- シェルの動作を変更する設定ファイル

- ユーザの環境変数やエイリアスの設定を記述する。
- .bash_profileはログイン時に一度だけ実行される。
- 隠しファイルで通常はlsで表示されない。

- 環境変数とシェル変数

- 環境変数はシェルから実行したコマンド（シェルスクリプトやパイプでつないだコマンド先）にも引き継がれる
 - 設定例： **\$ export HOGE=hogehoge**
- シェル変数は現在実行中のシェルだけに有効な変数
 - 設定例： **\$ HOGE=hogehoge**

メタキャラクタ

- シェルにとって特別な意味を持つ記号
 - 例) *** ? [] < > | ! \$; &** 等
- 引数に現れる時は要注意
 - スペース、メタキャラクタ
 - 引数全体を引用符 (') で囲む → 特別な意味を抑止する
 - 下記の誤り例ではリダイレクトによりファイルを上書きする
(誤) `$ grep ^> ecoli_protein.fasta`
(正) `$ grep '^>' ecoli_protein.fasta`
- ファイル名にメタキャラクタを使わない
 - 英数字、ドット(.), アンダーバー (_), ハイフン (-)を使用
 - 上記以外の記号、2バイト文字(日本語)は使用しない

実習27

• メタキャラクタ

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix)

1. unixtest に移動する

```
$ cd unixtest
```

2. 一つ上のディレクトリにある `ecoli_protein.fasta` をカレントディレクトリにコピーする

```
$ cp ../ecoli_protein.fasta .
```

3. `ecoli_protein.fasta` から配列名 ("`>`" で始まる行) を検索する

```
$ grep '^>' ecoli_protein.fasta
```

4. 同じコマンドの「`'`」がない状態で実行する

```
$ grep ^> ecoli_protein.fasta
```

5. 結果が戻ってこないなので適当な文字を入力し、Control-Dで終了する

4.のコマンドは、キーボードから入力された文字列から行頭(^)を検索して`ecoli_protein.fasta`ファイルにリダイレクト出力(>)するという意味になる。

実行したコマンドの中止と中断

- コマンドの実行中

- 端末は結果待ち状態で入力を受け付けない
- 実行が終了すると、プロンプトを表示

- 実行中のコマンドを途中で中止

- コントロールキーを押しながら "C"

Control + C

- 実行中のコマンドを一時中断

- コントロールキーを押しながら "Z"

Control + Z

- 一時中断したジョブを再開

\$ **fg** : フォアグラウンドで再開 (端末は結果待ちの状態)

\$ **bg** : バックグラウンドで再開 (端末からの入力ができる)

はじめてからバックグラウンドでジョブを実行するには、コマンド行末尾に "&"

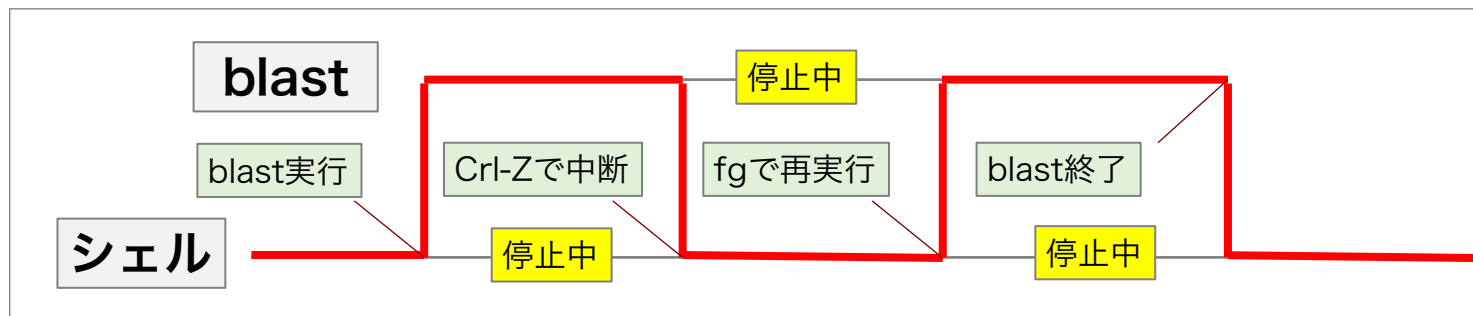
- 実行中のジョブを確認

- **jobs** コマンド

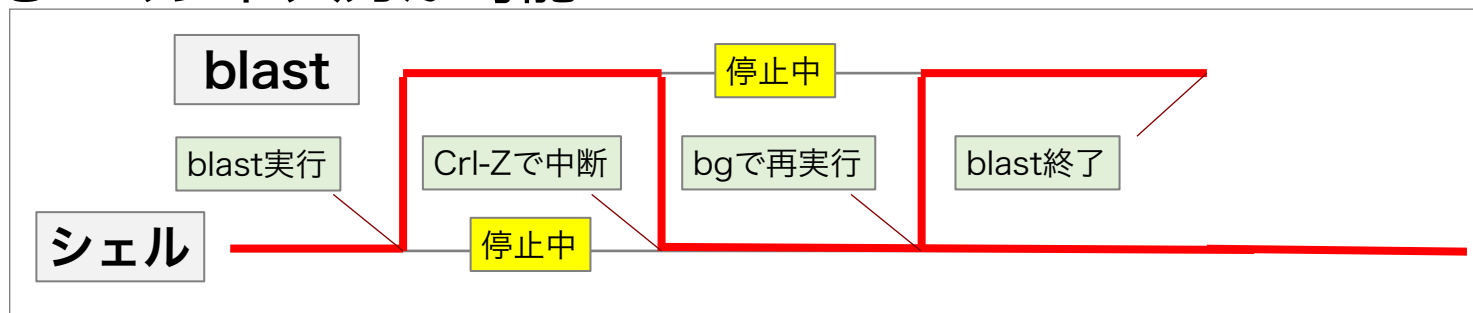
\$ **jobs**

フォアグラウンドとバックグラウンド

- ・ フォアグラウンド実行 (fg)
 - ・ 実行中はコマンド入力を受け付けない



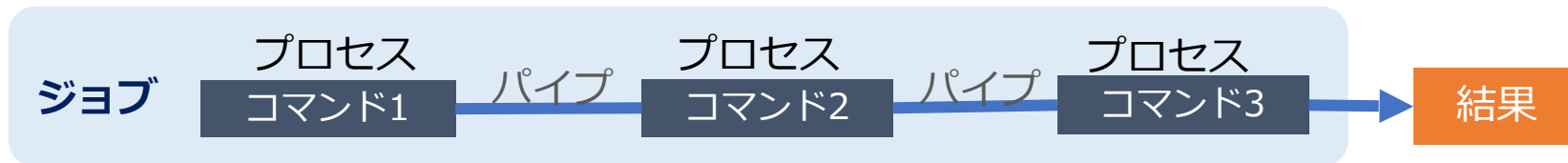
- ・ バックグラウンド実行 (bg)
 - ・ 実行中でもコマンド入力が可能



プロセスの表示と停止(**ps**, **kill**)

プロセス

- OSが管理する単位：プロセス
- シェルが管理する単位：ジョブ



プロセスの一覧表示

- ps** コマンド

PID:プロセスID, TTY:端末

TIME:CPU時間, CMD:コマンド

```
$ ps
  PID TTY          TIME CMD
218074 pts/12    00:00:00 bash
223974 pts/12    00:00:01 ls
223975 pts/12    00:00:00 ps
```

実行中のプロセス停止

- kill** コマンド
- PIDを **ps** で調べて停止

\$ kill PID

```
$ kill 223974
$ ps
  PID TTY          TIME CMD
218074 pts/12    00:00:00 bash
223980 pts/12    00:00:00 ps
[1]+  Terminated ls -lR /
```

プロセスの稼働状況を把握(top)

- top

- UNIXマシンの稼働状況をリアルタイムに表示

```
$ top
Processes: 276 total, 3 running, 13 stuck, 260 sleeping, 1604 threads 15:41:31
Load Avg: 1.98, 2.24, 2.22 CPU usage: 3.46% user, 1.47% sys, 95.5% idle
SharedLibs: 1604K resident, 0B data, 0B linkedit.
MemRegions: 183073 total, 8815M resident, 143M private, 3238M shared.
PhysMem: 15G used (2148M wired), 6234M unused.
VM: 711G vsize, 1026M framework vsize, 18564(0) swapins, 72355(0) swapouts.
Networks: packets: 69788526/45G in, 43784897/21G out.
Disks: 14135478/253G read, 30377589/763G written.

PID      COMMAND      %CPU    TIME     #TH     #WQ    #PORTS  #MREGS  MEM    RPRVT
95057    installd      0.0     00:11.75  2        0       53       161     12M     12M
95056    suhelperd     0.0     00:05.01  2        0       58       164     5840K   5448K
95054    softwareupda  0.0     01:45.06 11        0      175      372     96M     95M
87334    plugin-conta  0.0     00:30.01  6        1      230      182     3344K   2748K
87088    mdworker      0.0     00:00.07  4        0       54       80      6264K   5392Ks
```

- 終了する時は "q" を押す

実習28

- ・ プロセスの確認

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix/unixtest)

1. psコマンドを使用して、プロセス一覧を表示する。

\$ ps

2. topコマンドを使用して、プロセスの稼働状況を確認する。

\$ top

ファイルの圧縮と解凍

- データ圧縮

- 圧縮アルゴリズムを使い、情報を失わずサイズを小さくする
- 圧縮ファイルは使用する前に元に戻る（解凍）

- **gzip**（拡張子：**.gz** または **.z**）

圧縮：**gzip** ファイル名（ファイル名**.gz**を作成）

解凍：**gunzip** ファイル名.gz

gzip -d ファイル名.gz

- **bzip2**（拡張子：**.bz2**）

圧縮：**bzip2** ファイル名

解凍：**bunzip2** ファイル名.bz2

bzip2 -d ファイル名.bz2

アーカイブの作成と展開(**tar**)

- アーカイブ

- 複数のファイルやディレクトリを1つのファイルにまとめること
- 圧縮と組み合わせて、データ配布やバックアップ保存などに用いる
- 通常アーカイブファイルは拡張子 **.tar** をつける

- 基本的な使用方法

- dir**ディレクトリ を **archive.tar** としてアーカイブ

```
$ tar cvf archive.tar dir
```

C : 新しいアーカイブを作成

v : 処理したファイルの一覧を出力

f filename : filenameというアーカイブ・ファイルを作成する

- archive.tar** をカレントディレクトリに展開

```
$ tar xvf archive.tar
```

x : アーカイブからファイルを抽出

- アーカイブと圧縮・解凍の同時実行

```
$ tar zxvf archive.tar.gz
```

z : gzipで圧縮・解凍の処理を行う、**j** : bzipで圧縮・解凍の処理を行う

実習29

- ・ 圧縮アーカイブの作成と展開

(カレントディレクトリは ~/gitc/data/1_unix/unixtest)

1. unixtest にある fastq ディレクトリを、fastq.tar.gz という名前で圧縮アーカイブにする。圧縮形式はgzip形式を使用し、作成後は元のディレクトリを削除する。

```
$ tar zcvf fastq.tar.gz fastq
```

```
$ ls
```

```
$ rm -rf ./fastq
```

2. fastq.tar.gz の内容を確認する

```
$ tar ztvf fastq.tar.gz
```

3. fastq.tar.gz を カレントディレクトリ内に解凍展開する

```
$ tar zxvf fastq.tar.gz
```

```
$ ls
```

データ転送 (**curl/wget**)

- **curl** [URL](#)

- **wget** [URL](#)

- HTTPやFTP経由のファイル取得

\$ curl https://www.nibb.ac.jp

www.nibb.ac.jp のトップページを標準出力に書き出し

\$ wget https://www.nibb.ac.jp

www.nibb.ac.jp のトップページをファイルに保存

curl のオプション	用途
-o <i>file url</i>	urlのデータをfileに保存
-O	url上のファイル名で保存 (http://hoge.com/fig.jpgのように「ファイル名がある」urlのみ)
-O url[start-end]	http://www.hoge.com/[01-10].jpg等とすることで、01.jpg, 02.jpg, 03.jpg ... 10.jpgのファイル全て取得

ソースからプログラムをインストール

- プログラムソース式の取得
 - Anonymous FTPやWebからアーカイブをダウンロード
 - **sftp, curl, git** などを使用
- アーカイブを展開
 - **tar, gzip, bzip2** などを使用
- コンパイル（プログラムのソースをコンピュータ上で実行可能なファイルに変換すること）
 - インストール方法や注意点を確認
 - 同梱されたREADME, INSTALLなどのファイルを読む
 - 必ずしも下記のとおりとは限らないので、記述されているインストール手順に従うこと
 - 一般的なコンパイル手順
 - \$./configure** 環境にあったコンパイルの設定を行う
 - \$ make** プログラムをコンパイル
 - \$ make install** 所定の場所へインストール
 - インストール先の書込権限がない場合、root権限で行う必要あり
 - \$ sudo make install**

ソフトウェアをソースからホームディレクトリにインストールする例

- samtoolsをホームディレクトリ(~)にインストール

1. ホームディレクトリに移動
2. samtools のソースを解凍
3. **less** コマンドで **INSTALL** ファイルを読む
4. コンパイル&インストール

```
$ cd
$ tar jxvf samtools-1.13.tar.bz2
$ cd samtools-1.13
$ less INSTALL
$ ./configure --prefix=/home/course00
$ make
$ make install
```

インストール例補足

- **configure** はコマンドではなく、`samtools-1.13`ディレクトリ内のシェルスクリプトファイルなので パス「./」を付ける
- **configure** のオプション `--prefix=/home/course00` は、「ホームディレクトリをインストール用のトップディレクトリとする」の意味
- `./configure --help` とすれば、**configure** 実行時に使えるオプションの一覧が出る。`--prefix=/home/course00` としたことインストール時に何が起こったのか、このオプションを付けないとどこにインストールされるのか、余裕があれば確認してみよう

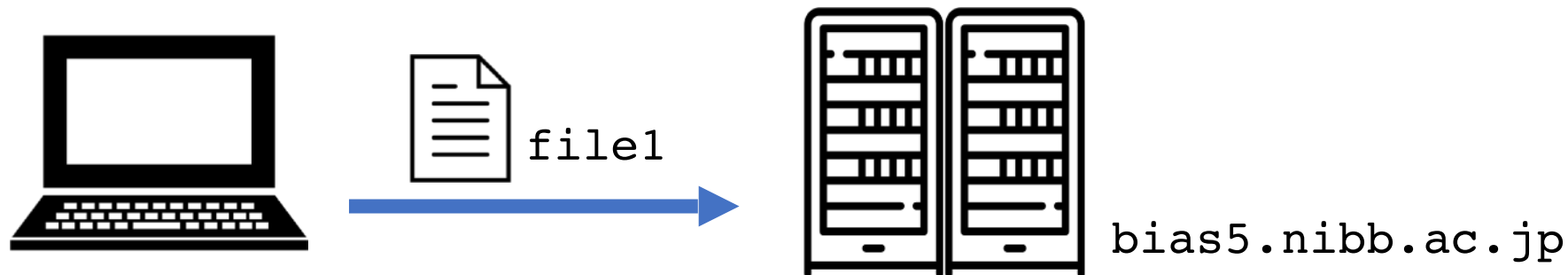
リモートコピー (scp)

- **scp** コピー元 コピー先

- ネットワーク経由でファイルをコピーする (ローカル ⇄ リモート)
- リモートマシンにユーザ権限が必要
- コピー元・先のいずれかにリモートマシン上の場所を指定
 - file1 というファイルをユーザ course00 として bias5.nibb.ac.jp の ~/test/ にコピー (ローカル → リモート)

```
$ scp file1 course00@bias5.nibb.ac.jp:~/test/  
course00@bias5.nibb.ac.jp's password:
```

- course00 のパスワードを促されるので入力



リモートコピー (scp)

- **scp** コピー元 コピー先

- リモート → ローカル
- file1 というファイルをユーザ course00 として bias5.nibb.ac.jp の ~/test/ からローカルマシンにコピー

```
$ scp course00@bias5.nibb.ac.jp:~/test/file1 .  
course00@bias5.nibb.ac.jp's password:
```

- course00 のパスワードを促されるので入力

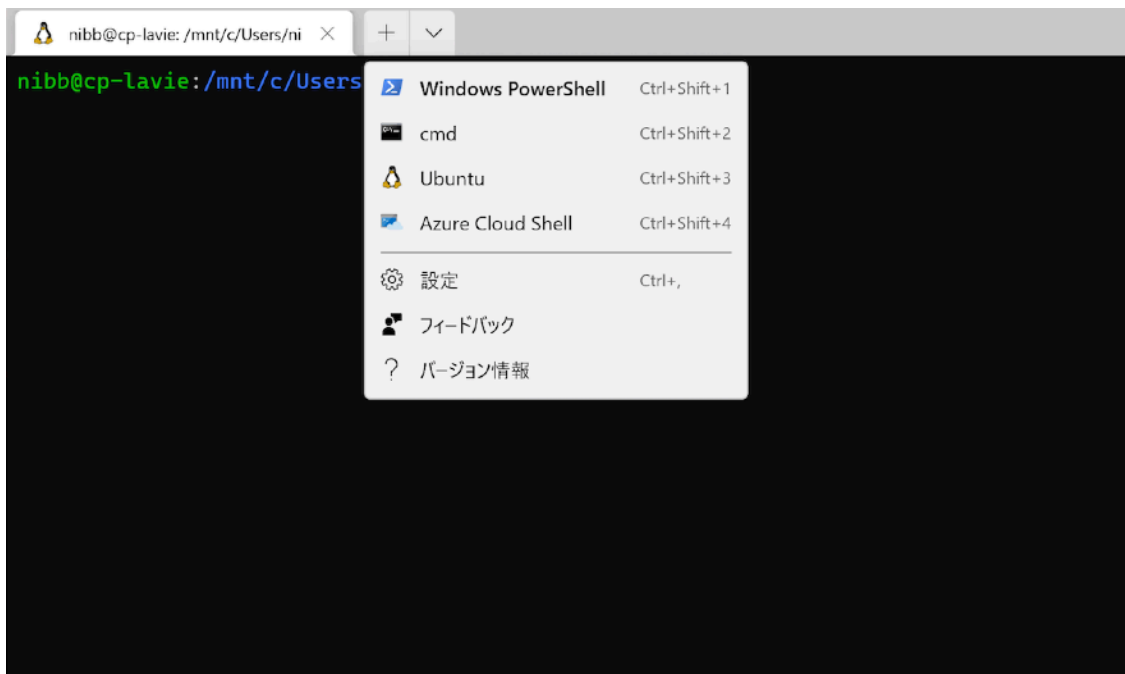


実習30

・ リモートコピー

1_unix にある testpg を、ローカルのマシンにリモートコピーする

1. 新しくターミナルのウィンドウ（またはタブ）を開く



Windows: 下向き矢印「V」からUbuntu を選択



Mac: シェル→新規ウインドウまたは新規タブ

実習30（続き）

- ・ リモートコピー

2. コピーを実行

```
$ scp course00@bias5.nibb.ac.jp:~/gitc/data/1_unix/testpg .  
course00@bias5.nibb.ac.jp's password:
```

3. パスワード入力を促されるので、パスワードを入力




4. ls で testpg がカレントディレクトリにあるのを確認

```
$ ls
```

お疲れさまでした

困った時は

この講習で使ったコマンドは一覧として
Wikiに載せましたので参考にしてください

- ✓ 落ち着いてエラーメッセージを読もう 
 - エラーメッセージは99%正しい。嘘つかない！
- ✓ 質問する時はエラーメッセージを共有しよう 
 - 解決への近道
- ✓ 公式マニュアル、ヘルプ、ドキュメント、公式 Github の Issues を当たろう 
 - 一次ソースを大切に