

情報科学演習 / データベース入門 A 資料 3

標準入出力の利用 — リダイレクトとパイプ

2017年4月24日

目次

1	コマンド入力の支援機能	1
1.1	シェル	1
1.2	コマンド入力の支援機能	1
1.2.1	コマンド行の編集	1
1.2.2	履歴の一覧と利用	1
1.2.3	コマンド行の補完	2
2	リダイレクトとパイプ	2
2.1	復習 — コマンド出力の保存	2
2.1.1	コマンド出力のファイルへの保存	2
2.1.2	コマンド出力の既存ファイルへの追加	3
2.2	標準出力・標準エラー出力とリダイレクト	3
2.2.1	標準出力と標準エラー出力	3
2.2.2	標準出力のリダイレクト	3
2.3	入力の終わりとはコマンドの強制終了	4
2.3.1	キーボードからの入力とは入力の終わり — CTRL-d	4
2.3.2	コマンドの強制終了 — CTRL-c	5
2.4	標準入力とリダイレクト	5
2.4.1	標準入力	5
2.4.2	標準入力のリダイレクト	5
2.4.3	標準入出力の同時リダイレクト	6
2.5	パイプ	6
2.5.1	準備 — 一時ファイルを使った複数コマンド処理	6
2.5.2	コマンドの連結 — パイプ	7
2.5.3	コマンドの多段連結	8
3	問題	9
3.1	その1	9
3.2	その2	10

1 コマンド入力の支援機能

1.1 シェル

シェル (shell) は、ユーザーがコマンド行に打ち込んだコマンド等を解釈し、コンピュータに実行させる役割をもつプログラムです¹。ユーザーがコンピュータにログインすると、そのユーザーのためにシェルが動き出します。これをログインシェル (login shell) といいます。ユーザーがコマンド行にコマンドをタイプして実行できるのは、シェルが動いているからです。

シェルには幾つかの種類があり、ユーザーがログインシェルとして何というシェルを用いるかは、予め管理者が設定しています。シェルが持つ機能や使い方はシェル毎に違いますので、`echo $SHELL` を実行して、利用中のシェルを確認しましょう²。/bin/tcsh と出力されますね。皆さんが使っているシェルは tcsh (ティーシーシェル) です。

1.2 コマンド入力の支援機能

tcsh が持つ機能の一例として、コマンド入力を助ける機能を幾つか紹介します。なお、ここで紹介する機能は、他の最近よく使われるシェルでも利用できます。

1.2.1 コマンド行の編集

プロンプトの存在する、コマンド入力のための行をコマンド行 (command line) と呼びます。tcsh では、コマンド行でカーソルを移動したり、コマンド行に打ち込んだ文字を削除するなど、コマンド行の内容を編集することができます。コマンド行に何か適当な文字列を打ち込んだ後で以下を試してください。

カーソル移動 カーソルの左右移動には、矢印キーが使えます。カーソルがコマンド行の途中にある状態で <ENTER> を押すと、コマンド行の全体が実行されますので、コマンド実行の前にカーソルを行末まで移動する必要はありません。

消去 コマンド行の文字を消去するときには、<BS> や が普通に使えます。また、現在編集中のコマンド行を実行せずに、新しいプロンプトを出すには、

CTRL-c

を打ちます。

1.2.2 ヒストリの一覧と利用

過去に実行したコマンド行の履歴をヒストリ (history) といいます。上向きや下向きの矢印キーを使えば、過去に実行したコマンド行を再度使うことができます。

次のコマンドはヒストリ一覧を表示します。

¹これは、シェル利用の一形態です。他の形態 (シェルスクリプトのためのコマンドインタプリタ) でシェルを利用することもあります。

²echo は引数をそのまま出力するコマンドですが、コマンド行における \$ はシェルにとって特別な意味があるため、画面に \$SHELL とは表示されません。

history

ヒストリー一覧から、過去に実行したコマンド行を選んで再実行するには

!*n*

に続いて <ENTER> を押します³。ここで *n* はヒストリー一覧中のヒストリ番号です。

1.2.3 コマンド行の補完

コマンド名やファイル名の一部をタイプしてから <TAB> を押すことで、残りを自動的に補う (補完) ことができます。この機能を使うとコマンドやファイル名のタイプミスを防ぐこともできますので、是非、活用してください。

1. [コマンド名の補完] コマンド行に `his` とタイプして <TAB> を押してみましよう。続いて <ENTER> を押してみましよう。
2. [補完候補の表示] コマンド行に `hi` と打ってから <TAB> を押してみましよう。
`hi` で始まるコマンドは複数ありますので、まだ補完はされません。
3. 続いて `s` をタイプしてコマンド行を `his` としてから <TAB> を押してみましよう。続いて <ENTER> を押してみましよう。
4. [ファイル名の補完] まず、カレントディレクトリに存在するファイルの名前を `ls` コマンドを実行して確認してください。続いて、`cat` の引数に、既存のファイル名の一部をタイプしてから <TAB> を押してみましよう。ファイル名が補完されたら <ENTER> を押してみましよう。
5. [パス名の補完] まず、`ls /usr/bin` を実行して、ディレクトリ `/usr/bin` (ルートディレクトリ `/` の下の `usr` の下の `bin`) に存在するファイル一覧を表示してみましよう。続いて、`ls /u<TAB>b<TAB>` と打って <ENTER> を押してみましよう。

2 リダイレクトとパイプ

2.1 復習 — コマンド出力の保存

2.1.1 コマンド出力のファイルへの保存

コマンド *command* が画面に表示する内容を、ファイル名が *file* であるファイルに格納するには

```
command [argument ...] > file
```

とします。ここで [*argument* ...] は、*command* に引数を与えたければ [*argument* ...] の箇所に記述できることを意味します。*file* として、存在しないファイルを指定すれば、*file* が自動的に作成されます。*file* が既存のファイルならば、その内容は *command* の出力で上書きされます⁴。

³知っていて便利なヒストリ機能には次のものもあります。!*n* (*n* だけ前に実行したコマンド行)、!! (一つ前に実行したコマンド行 (!-1 と同じ))、!*str* (*str* で始まる最も最近のコマンド行)。ここで *n* には正の整数を、*str* には適当な文字列 (通常はコマンド名またはその始めの一部) を記述します。これらに続いて <ENTER> を押すと、当該コマンド行の内容が実行されます。

⁴`set noclobber` を実行することで、> による既存ファイルの上書きを禁じる設定にすることができます。その場合、> の代わりに >! を使えば、強制的に既存のファイルを上書きできます。

例 `cal` と `cal 2017` を実行して何が出力されるかを確認しましょう。次に、`cal 2017 > year` を実行してから、ファイル `year` の内容を確認してください。

2.1.2 コマンド出力の既存ファイルへの追加

既に存在するファイルにコマンド出力を追加したい場合には `>` の代わりに `>>` を使い、

```
command [argument ...] >> file
```

とします。

例 `date` を実行してから `date >> year` を実行し、ファイル `year` の内容を確認してください。続いて `date > year` を実行し、`year` の内容を確認してください。再度 `cal 2017 > year` を実行してください。

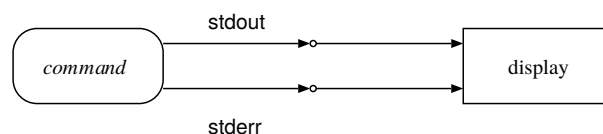
2.2 標準出力・標準エラー出力とリダイレクト

2.2.1 標準出力と標準エラー出力

ここでは、コマンドの実行結果が画面に表示される仕組みをより正確に説明します。UNIX コマンドは次の二つの情報の出口を持っています。

1. 標準出力 `stdout` (standard output): コマンドの実行結果が出力される
2. 標準エラー出力 `stderr` (standard error): エラーメッセージ等のコマンド実行に係わる付加的な情報が出力される

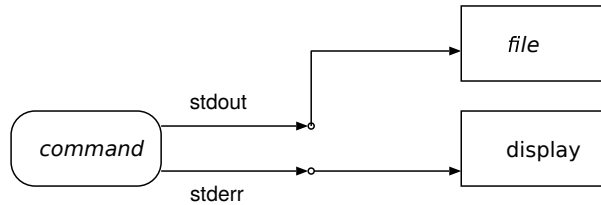
コマンドは、実行結果などを画面ではなく、これらの出口に出力します。画面にコマンドの実行結果等が表示されるのは、図に示すように、通常は標準出力と標準エラー出力が画面に接続されているためです。



2.2.2 標準出力のリダイレクト

コマンドを実行する際、標準出力の接続先をファイルに変更するようシェルに対して指示することができます。このような接続先の変更操作(切り替え)をリダイレクト (redirection) といいます。第 2.1 節で紹介した `>` と `>>` は、共に実行するコマンドの標準出力の接続先をファイルに切り替えるリダイレクトです⁵。標準出力のリダイレクトを用いれば、通常は画面に表示されるコマンドの実行結果を、ファイルに保存することができます。

⁵ `tcsh` で標準出力と標準エラー出力の接続先を共にファイルに切り替えるには `>&` や `>>&` を使います。



例えば、`cal 2017 > year` を実行して結果がファイル `year` に保存されるのは、「`> year`」の指定により `cal` コマンドの標準出力が、画面ではなくファイル `year` に接続されるためです。

注意 `cal 2017 > year` において、「`2017`」は `cal` コマンドに対する動作の指示なので、`cal` コマンドの引数です。一方、「`> year`」はシェルに対して標準出力の接続先変更を指示しているのであり、`cal` コマンドの動作を変更するものではありません。したがって、「`> year`」は `cal` コマンドの引数ではありません。

2.3 入力の終わりとコマンドの強制終了

2.3.1 キーボードからの入力と入力の終わり — CTRL-d

次の操作を試してみましょう。

1. `wc year` を実行してください。

`wc` はファイルのバイト数・単語数・行数を表示するコマンドです。

2. 次に、引数無しに `wc` とだけ打って実行してみましょう。

何も起きないどころかプロンプトも表示されません。

3. ここで、キーボードから `ls` と打って、`<ENTER>` を押しましょう。

プロンプトが表示されないままでコマンドを打っても、そのコマンドは実行されません。

4. 今度は `Ctrl` キーを押しながら `d` キーを押してください。これからは `CTRL` キーを押しながら `d` キーを押すことを `CTRL-d` と表記します。

`wc` の実行結果が出力され、プロンプトが現れました。`wc` は実行を終えました。

ファイル名を指定せずに `wc` を実行すると、`wc` はキーボードからの入力を処理します⁶。2. においてプロンプトが表示されなかったのは、`wc` が実行中であり、キーボードからの入力を待っている状態だったからです。

4. で使った `CTRL-d` は「入力の終わり (正確には、ファイルの終り; `EOF` = End Of File)」を意味するキーです⁷。`wc` は `CTRL-d` が入力されたのでキーボードからの読み込みを終了し、実行結果を画面に出力しました⁸。

⁶正確に言えば、標準入力からの入力を処理します。標準入力については第 2.4 章で学習します

⁷Windows のコマンドプロンプトで `EOF` を入力するには、入力画面の行頭で `CTRL-z` を入力します。

⁸プロンプトに対してコマンドを入力せずに `CTRL-d` だけを打つと、設定によってはログアウトするかもしれません。注意しましょう。

なお、上の操作ではキーボードから 2 行 4 単語を入力しましたから、行数と単語数に関しては `wc` は正しい結果を出力しています。一方、文字数については、画面に表示されている入力文字数 (空白文字を含む) より 2 文字分多いはずですが、これは、行末に入力した `<ENTER>` を、`wc` が文字として数えているからです。実際、`<ENTER>` で入力したものは特殊な文字であって、通常の文字として表示される代りに、画面上では改行として表示されているのです。

2.3.2 コマンドの強制終了 — CTRL-c

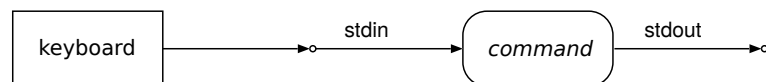
`CTRL-c` はコマンドの実行を強制的に終了させる働きをします。もし、先ほどの `wc` の実行例で `CTRL-d` の代わりに `CTRL-c` を押すと、`wc` は読み込みを完了する前に終わってしまいます。したがって文字数等の出力は行われません。両者の違いに注意しましょう。

コマンドを実行したけれど動作がおかしい、とか、プロンプトが戻るまでの時間が長すぎる、という場合には `CTRL-c` によるコマンドの終了を試してみるといいでしょう。コマンド行でタイプミスをしてしまい、最初から打ち直したい場合にも、`CTRL-c` が使えます。ただし、コマンド (プログラム) を正常終了できる場面では、正規の終了操作をすべきです。

2.4 標準入力とリダイレクト

2.4.1 標準入力

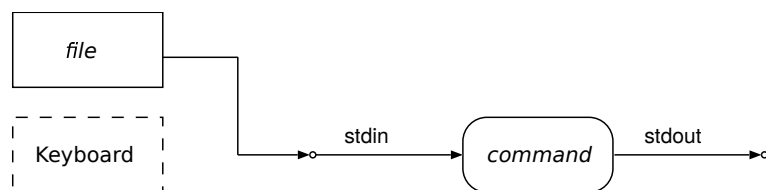
`wc` コマンドのように、キーボードからデータを受け取って処理できる UNIX コマンドは、多くの場合、正確には標準入力 `stdin` (standard input) という入口から入力を読み込みます。標準入力は、通常はキーボードに接続されているので、その結果として、コマンドはキーボードから入力を受け取るのです。



この図では、コマンドの標準エラー出力と標準出力の接続先 (画面) を省略しています。また、これ以降の図において、標準エラー出力の描画は略します。

2.4.2 標準入力のリダイレクト

標準出力の接続先を切り換えできると同様に、標準入力の接続先を切り換えること (リダイレクト) も可能です。



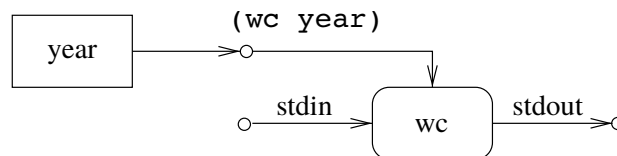
`command` が標準入力からの入力を受け付けるコマンドであるとき、キーボードの代わりにファイル `file` から入力を受け取るようにするには

```
command [argument ...] < file
```

を実行します。

例 `wc < year` を実行しましょう。これは `wc` の標準入力の接続先を、キーボードからファイル `year` に切り換える例です。

注意 `wc` の引数に既存のファイル名を指定して `wc year` を実行すると、`wc` は標準入力とは異なる入りを用意して、そこから `year` を読み込みます。実行結果は標準入力からの読み込みである `wc < year` と同じですが、`wc` の動作は異なります。



一般に、ファイル名を引数にできるコマンドを、ファイル名を与えずに実行すると、データの入口として標準入力が使われることが多いです。`wc` コマンドを `wc` や `wc < year` と実行すれば、`wc` にはファイル名の引数はありませんので、入りに標準入力が使われます。

練習

1. 標準入力のリダイレクトを使って、ファイル `year` を `wc` に読み込ませましょう。ただし、今回は `year` の行数のみを `wc` に出力させてください。

これは `wc` にオプション引数を指定することにより可能です。何というオプションが必要かは `man wc` で調べてください。`man` コマンドを終了するには `q` を打つのでしたね。

2.4.3 標準入出力の同時リダイレクト

コマンドの標準入力と標準出力を同時に切り換えることもできます。例えば、標準入力を `year` に、標準出力を `wc.out` に切り換えて `wc` コマンドを実行するには

```
wc < year > wc.out
```

とします。これを試したら、不要な `wc.out` は削除しましょう。

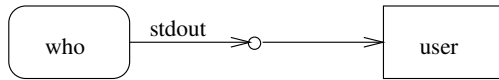
2.5 パイプ

2.5.1 準備 — 一時ファイルを使った複数コマンド処理

`who` コマンドを使うと、同じコンピュータを使っているユーザーの一覧が得られます。`who` と `wc` を使ってコンピュータにログインしているユーザーの人数を調べてみましょう。

1. まず、`who` コマンドを引数なしで実行し、どんな出力が得られるかを確認してください。一行につき 1 ユーザーの情報が出力されますね。`who` の出力から行数を求めれば、ログインしている延べユーザー数がわかります。
2. `who` コマンドの出力を、リダイレクトを使ってファイル `user` に保存します。

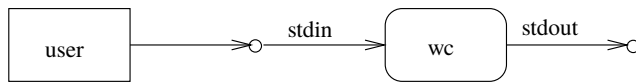
```
who > user
```



cat コマンド等で user の中身を確認してください。

3. wc コマンドにオプション -l (エル) を指定して、ファイル user の行数を調べます。ここでは wc にファイル名の引数を与えずに、wc の標準入力から user を読み込むこととします。

```
wc -l < user
```



ユーザー数がわかりましたね。

4. ファイル user は不要になりましたので、削除してください。

```
rm user
```

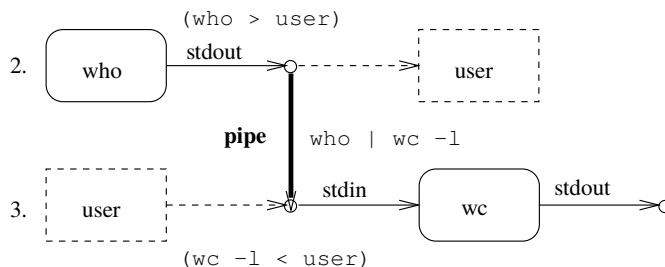
2.5.2 コマンドの連結 — パイプ

あるコマンドの標準出力を、ファイルではなく、別のコマンドの標準入力に直接接続することが可能です。その操作をパイプと呼びます。パイプは、コマンド行において、一連のコマンドを「縦棒 (|)」で区切って記述することによって行います⁹。パイプによって連結された一連のコマンドをパイプライン (pipeline) と言います。

例 1: who と wc でログイン中のユーザー数を得る 前節の操作をパイプを使って行います。

```
who | wc -l
```

この状況を図示したのが次の図です。wc は、ファイル名の引数が無いときに、標準入力 (stdin) から読み込みをするのでしたね。パイプと共に wc を実行する場合、wc は標準入力 (stdin) から入力を受け取る必要がありますので、wc の引数にファイル名を指定してはいけないことに注意しましょう。

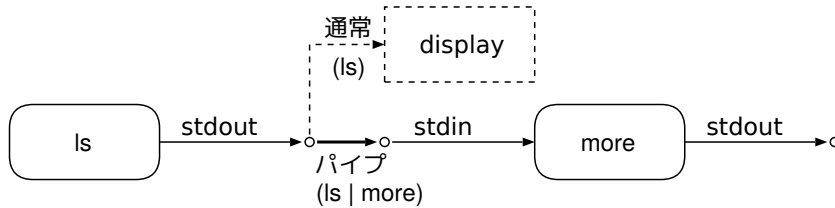


⁹コマンドの標準出力と標準エラー出力の両方を、続くコマンドの標準入力に接続するには、tcsh の場合、| の代わりに |& とします。

例 2: ls の出力を more で見る more はページャ (pager) という種類のコマンドの一つで、画面に収まらないファイルの内容を 1 ページずつ見るために使われます¹⁰。ここでは、/etc ディレクトリ内の全ファイルの詳細情報を ls コマンドで出力し、これをパイプと more で表示します。

```
ls -l /etc | more
```

more コマンドは、more year のように引数にファイル名が与えられれば、そのファイル用の入り口を作って読み込みますが、ファイル名を与えずにリダイレクトやパイプと共に用いると、標準入力から入力を受け取ります。次の図では ls の引数 (-l /etc) の記述は省略しています。



動作の概要は以下のとおりです。

1. ls が実行結果を標準出力に出力します。
ls の標準出力をパイプによって more の標準入力に接続しているので、ls の実行結果は画面には出力されません。
2. more が ls の実行結果を標準入力から受け取り、標準出力を通じて画面に表示します。
 - (a) more は一画面分以上の入力を受け取ると対話的な動作をしますので、一画面分の表示を終えたところで表示を止め、ユーザーからの命令を待っている状態になります。
 - (b) ユーザーがスペースキー等を押して全ページを表示させ終わるか、q 等を押すことで more を終了させると、パイプライン全体が終了し、プロンプトが表示されます。

2.5.3 コマンドの多段連結

command1 が標準出力 (stdout) に結果を出力するコマンドであり、*command2* と *command3* が標準入力 (stdin) から入力を読み取って結果を標準出力 (stdout) に出力するコマンドならば、

```
command1 | command2 | command3
```

により、次の図に示す多段のパイプが可能です。これにより、*command1* の出力が *command2* で処理され、さらに *command3* で処理されます。



なお、これまでと同様に、パイプラインの中の各コマンドには引数を与えることもできます。また、4 つ以上のコマンドをパイプすることもできますし、その出力をリダイレクトでファイルに保存することも可能です。

command2 や *command3* のように、標準入力と標準出力を使った入出力が可能なコマンドをフィルタ (filter) といいます。フィルタはパイプラインの中で利用できるコマンドです。これまでに紹介したコマンドでは cat と wc はフィルタです。

¹⁰more コマンドを実行すると、実際には more の機能を拡張した less というプログラムが動くシステムもあります。

3 問題

3.1 その1

1. echo コマンドは引数に与えた文字列を標準出力に出力するコマンドです。echo とリダイレクトを使って、内容が hakodate であるファイル campus を作ってください。
2. echo コマンドを複数回実行して、ファイル campus の内容を

```
hakodate
sapporo
asahikawa
kushiro
iwamizawa
```

にしてください。

3. tr は文字の置換を行うコマンドです。tr は標準入力から入力を読み込み、引数での指定に従って文字を置換し、結果を標準出力に出力します。

- (a) tr コマンドの動作を確認するために、tr a A を実行してから

```
hakodate
sapporo
```

を標準入力（キーボード）から入力してください。入力を終わったら tr コマンドを正常終了させてください。

- (b) tr では文字集合の置換もできます。tr a-z A-Z を実行してから

```
hakodate
sapporo
```

を標準入力（キーボード）から入力してみましょう。

では、ファイル campus の内容をすべて大文字にしたものを、ファイル CAMPUS に保存しましょう。tr コマンド、および標準入力と標準出力のリダイレクトを使ってください。

4. sort コマンドは、入力行毎にソート（並べ替え）して標準出力に出力するコマンドです。sort file... の形式で実行すると、sort は file... の内容を直接読み込みますが、file... を略すと標準入力から読み込みます。

- (a) まず、sort campus を試してください。

これは、sort がファイル campus を直接読み込んで処理する例です。

- (b) 引数無しで sort コマンドを実行し、標準入力（キーボード）から

```
hak
sap
asa
```

と入力してください。sort コマンドを正常に終了させて、出力を観察してください。

- (c) sort コマンドと標準入力のリダイレクトを使って、ファイル campus の内容を並べ替えて画面に表示しましょう。
 - (d) 標準入力と標準出力のリダイレクトを同時に使って、ファイル campus の中身を並べ替えたものを、ファイル campus.s に保存しましょう。
5. カレントディレクトリに存在するファイル(. で始まるものは除く)の個数を求めましょう。
- (a) まず、ls の出力を一度ファイルに保存してから、中身を確認してください。そのファイルの名前を引数として wc コマンドを実行し、期待する結果が得られるかを確認してください。
 - (b) パイプを使って上記と同様のことをしてください。
 - (c) (a) で作成したファイルを削除してください。
6. grep は、引数で与えた文字列パターンを含む行のみを抽出して、標準出力に出力するコマンドです。

```
grep pattern file...
```

の書式で実行すると、grep は *file...* から *patten* を含む行のみを抽出しますが、*file...* を省略すると、標準入力から入力を読み込みますので、フィルタとして利用できます。

まず、grep ko campus や grep sa campus を実行して、grep の動作を確認してください。

次に who の出力の中から自分の情報のみを出力しましょう。grep とパイプを使います。

7. cat コマンドは、引数にファイル名を指定せずに実行すると、標準入力から入力を読み込みこんでそのまま出力します。オプション -n をつけると行番号をつけて出力します。
- さて、who コマンドの出力をを辞書順に並べて表示しましょう。さらに、その結果に行番号を付けて出力しましょう。

3.2 その2

1. cat コマンドを使ったファイルの作成

cat コマンドの使い方をもう少し詳しく見てみましょう。

cat コマンドは、引数にファイル名が与えられると、そのファイルを読み込んで、内容を標準出力に出力します。一方、引数にファイル名が与えられなければ、標準入力から読み込みこんだものを、そのまま標準出力に出力します。このことに注意して、次の操作を行ってください。

- (a) 引数を何も与えずに cat コマンドを実行してください。cat コマンドが標準入力つまりキーボードからの入力を待っている状態になります。
- (b) ここで、キーボードから hakodate と打ち込んで <ENTER> を押しましょう。すると、今打ち込んだ hakodate の次の行に、もう一行 hakodate が表示されます。これは cat コマンドが標準出力を通じて画面に出力したものです。
- (c) さらにキーボードから sapporo と打ち込んで <ENTER> を押し、結果を観察してください。

(d) `cat` コマンドへの入力を CTRL-d で終了させてください。`cat` の実行が正常に終了してプロンプトが現れます。

(e) さて、`cat` コマンドを用いて、中身が

```
hakodate
```

であるファイルを作成してください。ファイル名は `mycampus` とします。

2. `cat` コマンドを使ったファイルの複写

`cat` コマンドは、引数にファイル名を与えて実行すると、そのファイルの内容を標準出力に出力します。`cat` の標準出力をリダイレクトすることによって `mycampus` と同じ内容を持つファイル `mycampus2` を作りましょう。

3. `cat` コマンドを使ったファイルの連結

`cat` コマンドは、引数に複数のファイル名を与えて実行すると、与えられたファイルの内容を連結 (conCATenate) して、標準出力に出力します。

(a) まず、このことを確かめるために

```
cat campus mycampus
```

を実行してみましょう。

(b) 次に、ファイル `campus` と `mycampus` の内容を連結したファイル `campus_mycampus` を作りましょう。

4. `uniq` コマンドを使った重複除去

`uniq` コマンドは、連続した重複行から重複を取り除くためのコマンドです。`uniq file` の形式で実行すると、`uniq` は `file` の内容を直接読み込みますが、`file` を略すと標準入力から読み込みます。

(a) まず、`sort` コマンドを使ってファイル `campus_mycampus` の内容を並べ替え、それをファイル `campus_mycampus_s` に入れてください。

(b) `uniq` コマンドの標準入力に、リダイレクトを使ってファイル `campus_mycampus_s` の内容を与え、`uniq` の動作を確認してください。次にファイル `campus_mycampus` を与えた場合との違いを確認してください。

(c) `sort` と `uniq` コマンドのパイプラインを使って `campus_mycampus` の内容を並べ替えるとともに、重複行を取り除いて出力してください。