

R コマンダー入門*

John Fox and Milan Bouchet-Valat
Version 2.7-0 (2020 年 8 月 10 日版)

日本語訳†

2020 年 8 月 18 日

1 はじめに

R コマンダー (Fox, 2005, 2017) は、オープンソースの統計解析環境 **R** (R Core Team, 2020) に対してグラフィカル・ユーザー・インターフェース (GUI) を提供する。このマニュアルは、**R コマンダー**への簡単な入門書である。より詳細に知りたい場合は、Fox (2017) を参照のこと (ウェブサイト、socserv.mcmaster.ca/jfox/Books/RCommander/ または tinyurl.com/RcmdrBook)にある)。

R はコマンド駆動型システムで、**R** の新しい利用者は、その学習を困難と感ずることが多い。これは特に、入門的な統計コースの学生といった統計手法の初心者に対してあてはまる。**R コマンダー**は、ポイント・アンド・クリック方式のインターフェースを **R** に与えることにより、**R** のコマンドを覚えたり生成したりといった作業から学生を解放し、統計手法に集中させることができる。**R コマンダー**はさらに、生成されたコマンドをユーザーに可視化することにより、少なくとも一部のユーザーに対して、**R** のコマンドを書くという作業への移行を容易にする可能性を持つ。しかし、**R コマンダー**では、**R** の機能や the Comprehensive R Archive Network (CRAN) に提供されている文字通り数千のパッケージの機能の一部しか利用できない。**R コマンダー**自体は、プラグインパッケージにより機能を拡張することができ、これらは CRAN より利用可能である (6.4 節参照)。

本稿は、**R** の Windows バージョンでの **R コマンダー** (**Rcmdr**) の利用法を説明する。**Mac OS X** や **Linux**, **Unix** での **R コマンダー**の見た目と利用法には少し異なる点がある。これらの OS における **R コマンダー**のインストール方法については、**R コマンダー**のウェブページ socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Misc/Rcmdr/index.html、または、tinyurl.com/Rcmdrにあるインストール方法の説明へのリンクをたどることにより利用可能である。

本稿では、次の記法を利用する。**Windows**, **R**, **Rcmdr** パッケージといったソフトウェア名に対しては太字を用いる。メニューやメニューの要素、ウィンドウ、ダイアログボックスといった GUI の要素については、イタリックとする。変数名やデータセット名、**R** のコマンドはイタリックとする。*1

2 R コマンダーの起動

R が起動しているとき、*R Console* にコマンド `library(Rcmdr)` を入力して **Rcmdr** をロードすることにより、**R コマンダー**のグラフィカル・ユーザー・インターフェース (GUI) を起動することができる。**Windows** のもとで **R コマンダー**が最適な形で機能するには、**R** がシングル・ドキュメント・インターフェース (SDI) の

* 本マニュアルの一部は、Fox(2005) の改訂版である。連絡は jfox@mcmaster.ca まで。

† 画像等は、R-3.2.1, Rcmdr-2.1-7 で作成した。本翻訳に関する問い合わせ等は、荒木孝治 (arakit@kansai-u.ac.jp) まで。

*1 (訳注) 翻訳において、これらを必ずしも忠実に守っていない。

形で設定されている必要がある。^{*2} パッケージをロードした後、*R Console* と **R コマンダー** のウィンドウはそれぞれ図 1 と図 2 のようになる。^{*3} これらおよびその他のスクリーンイメージは、**Windows 7** と **10** の元で作成している。^{*4} **Windows** の他のバージョン（当然、他のプラットフォームも）を利用している場合は、スクリーンの見た目は異なる可能性がある。^{*5}

R コマンダー と *R Console* ウィンドウは、デスクトップ上で自由に移動させることができる。**R コマンダー** のメニューとダイアログボックスを利用して、データの読み込み、処理、分析を行うことができるので、*R Console* を最小化しておいても問題ない。

- **R コマンダー** の GUI で利用された **R** のコマンドは、**R コマンダー** の主ウィンドウの上部にあるスクリプトタブに表示される。スクリプトウィンドウに **R** のコマンドを直接入力してもよい。^{*6} しかし、**R コマンダー** を開発した主目的は、コマンドを入力しないで済むようにすることにある。上部のウィンドウの 2 つめのタブ (*R マークダウン* という) は、**R コマンダー** で生成されたコマンドを蓄積し、レポートを表示するのに利用することができる。*R マークダウン* タブについては、6.1 節で説明する。
- 計算等の結果は、**出力** という 2 番目のウィンドウにデフォルトで表示される。
- 下部にあるグレーのウィンドウ (**メッセージ** というラベルがついている) には、エラーメッセージや警告、あるいは、図 2 に示すスタートアップメッセージといった情報 (“メモ”) が表示される。
- グラフを作成すると、それらは別の *Graphics Device* ウィンドウに表示される。

R コマンダー の上部には次のようなメニューがある。

ファイル スクリプトファイルを読み込んだり保存したりする。出力や **R** ワークスペースの保存、終了の機能を持つ。

編集 様々なウィンドウとタブのテキストを編集（切り取り、コピー、ペースト他）するためのメニュー。ウィンドウまたはタブ内でマウスの右クリックをすると、内容を編集するメニューが表示される。スクリプトウィンドウまたは**出力**ウィンドウで右クリックすると、編集のコンテキストメニューが表示される。

データ データの読み込み、データ処理のためのサブメニュー。

統計量 基本的な統計分析を行うためのサブメニュー。

グラフ 様々な統計グラフを作成するためのメニュー。

モデル 統計モデルに対する数値による要約、信頼区間、仮説検定、診断、グラフのためのメニュー。残差と

^{*2} **R** の **Windows** バージョンは、通常、マルチ・ドキュメント・インターフェース (MDI) で動く。MDI では、*R Console* ウィンドウ、セッション中に作成されるグラフィカル・デバイス・ウィンドウ、他の **R** のプロセスに関連したウィンドウが 1 つの主ウィンドウに含まれる。これに対してシングル・ドキュメント・インターフェース (SDI) では、*R Console* とグラフィカル・デバイスは主ウィンドウとは独立して表示される。**R** を SDI モードで動かすにはいくつか方法がある。例えば、**R** の *etc* サブディレクトリにある *Rconsole* ファイルを編集するか、**R** のデスクトップアイコンのプロパティのショートカットタブのリンク先に `--sdi` を追加すればよい。**R コマンダー** を MDI で利用してもよいが、それは **R** の主ウィンドウ内には表れず、スクリーンの配置が面倒になる。

^{*3} 本稿におけるスクリーンショットは、**R** と **R コマンダー** の以前のバージョンのものである。スクリーンショットを変更するのは、それらの外見や内容が変更されたときのみである

^{*4} (訳注) 翻訳での画像等は、**Windows 8** の下で作成している。

^{*5} **Rcmdr** は、**R** とともに配布されている推奨パッケージに加えていくつかのパッケージを必要とし、**Rcmdr** の起動とともにこれらをロードする。**Rcmdr** および必要なパッケージ、他の多くの追加パッケージは、Comprehensive R Archive Network (CRAN) <<http://cran.r-project.org/>> よりダウンロードできる。

もし、これらのパッケージがインストールされていないと、**R コマンダー** は、それらをインターネットやローカルファイル（例えば、CD-ROM）からインストールするかどうかを聞いてくる。**Windows** の “R GUI” から **Rcmdr** をインストールする場合、**Rcmdr** が依存するパッケージ全てがインストールされるとは限らない。関数 `install.packages` を用いて **Rcmdr** をインストールするときに、引数を `dependencies = TRUE` と設定しておくことにより、依存するパッケージ全てをインストールすることもできる。しかし、この方法は、再帰的な依存性のため、必要以上のパッケージをインストールする可能性がある。

Dirk Eddelbuettelのおかげで、**Debian Linux** のユーザーは、コマンド `$ apt-get install r-cran-rcmdr` を用いるだけで、**Rcmdr** と他の必要なパッケージ全てをインストールすることができる。いずれにしても、Linux システム上でパッケージ **Rcmdr** をビルドし、インストールする方が一般に簡単である。**Mac OS X** での作業はより面倒である。それは、**Rcmdr** が依存するパッケージ `tcltk` が、**X-Windows** を要求し、**Tcl/Tk** の **X-Windows** バージョンがインストールされることを要求するからである。これについては、**R コマンダー** のインストールノートを参照。

^{*6} *R Console* のプロンプト (`>`) の位置に直接キー入力してもよい。しかし、これらのコマンドで生成された結果は **R コマンダー** の出力ウィンドウには表示されず、エラーや警告メッセージは通常見えない。

いった診断の統計量をデータセットに追加する機能を持つ。

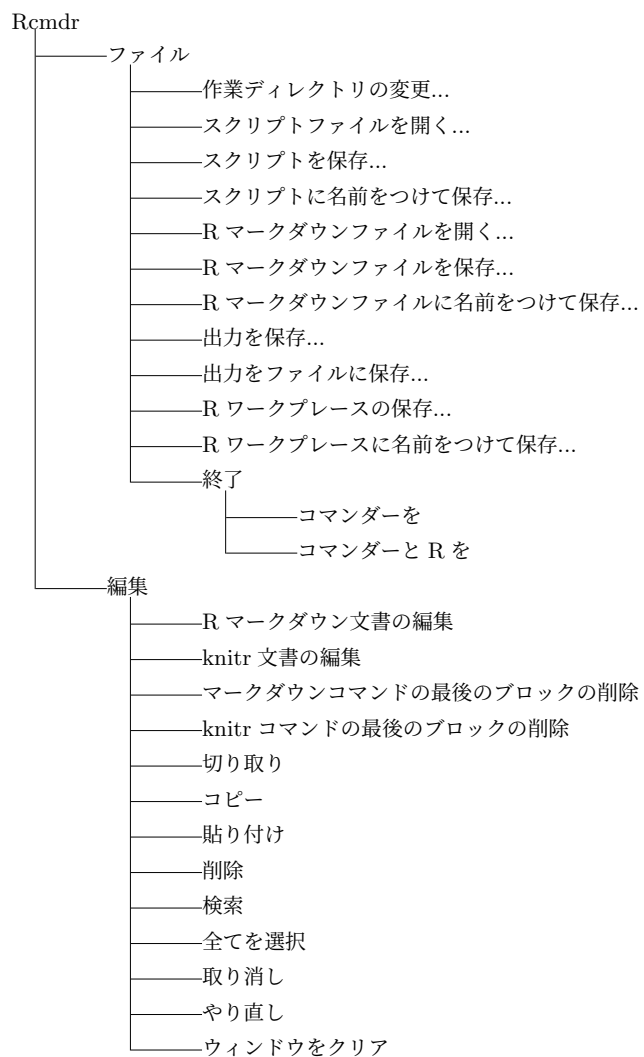
分布 標準的な分布の累積確率，確率密度，分位点を求め，グラフを作成するサブメニュー（数値表の代わりに用いたり，これらの分布からのサンプルを得たりすることも可能）。

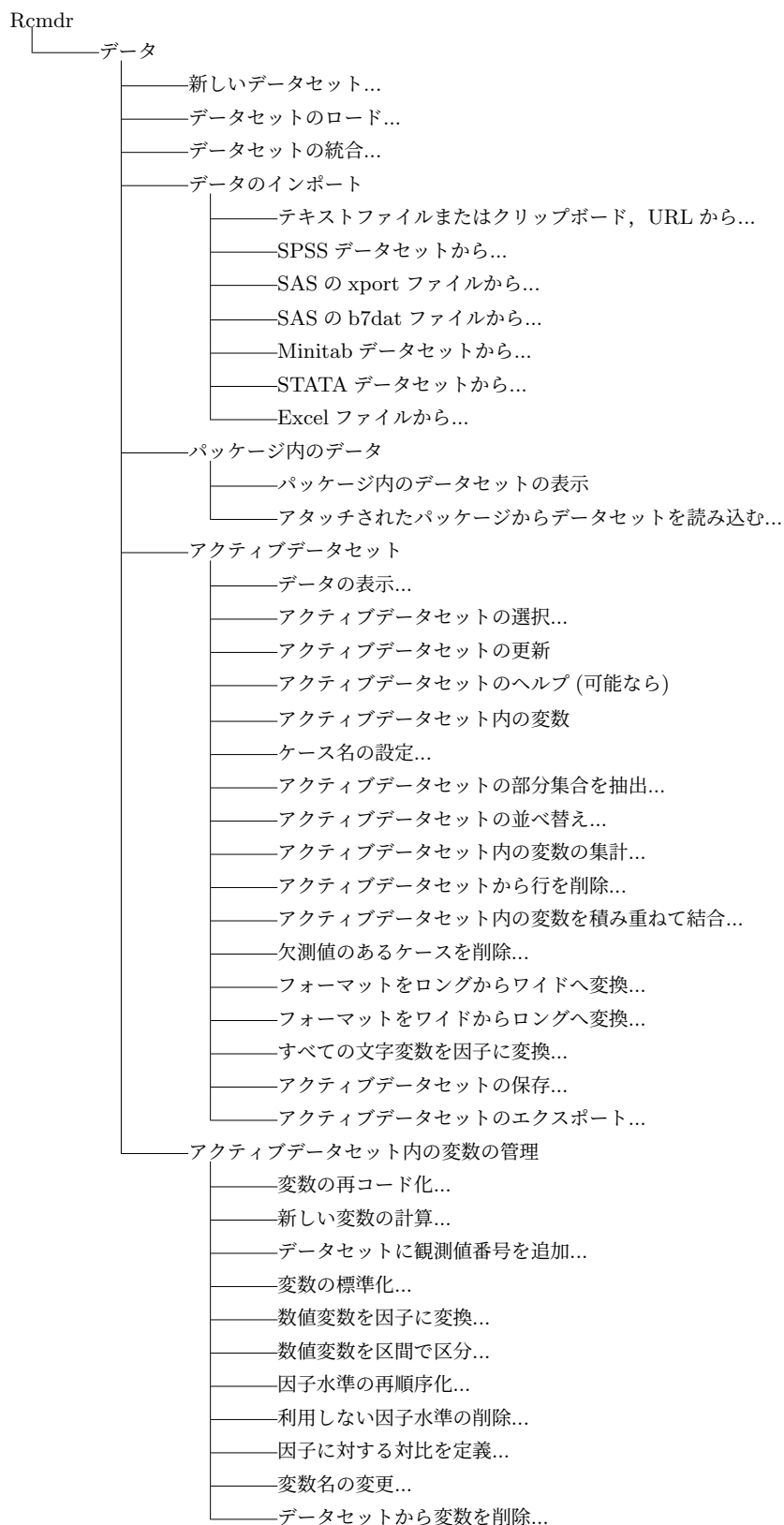
ツール **Rcmdr** とは関係のないパッケージをロードしたり（例えば，他のパッケージに付属するデータセットにアクセスする），**Rcmdr** のプラグインパッケージを起動したり（Fox, 2017, Fox, 2007 および Fox and Sá Carvalho, 2012, 本稿 6.4 節参照），**R コマンダー** のオプションを設定したり，オプションを保存したりするためのメニュー．こうしたオプションは，後続のセッションで利用できる．オプションとして，補助的なソフトウェアをインストールすることもできる（6.1 節参照）。

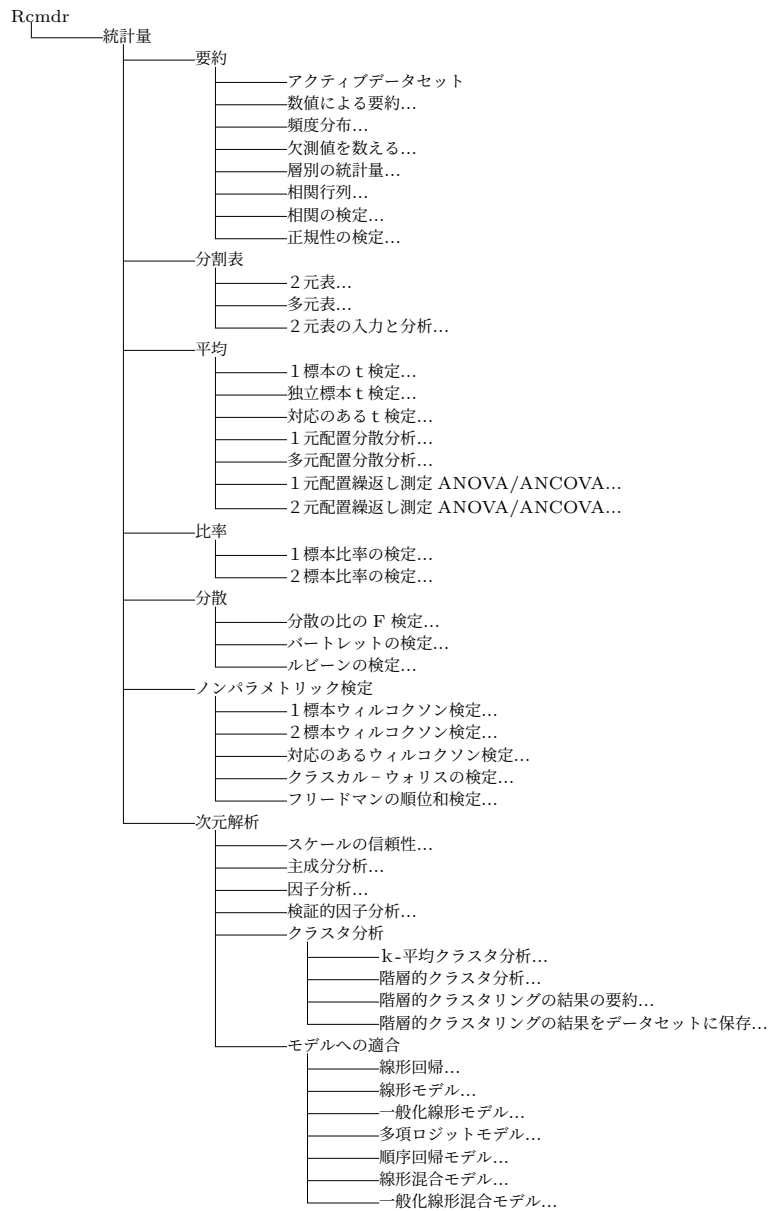
ヘルプ **R コマンダー** の情報（本マニュアルを含む）や関連するソフトウェアの情報を得るためのメニュー．**R コマンダー** の各ダイアログボックスは**ヘルプ**ボタンを持つ（下記参照）。

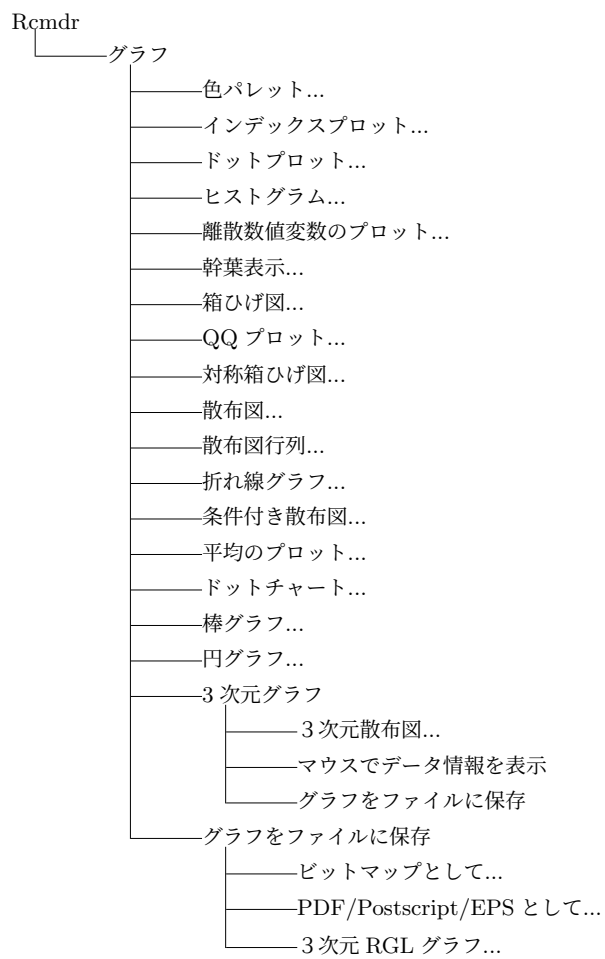
R コマンダー（バージョン 2.7-0）の完全なメニューツリーを以下に示す．後で例示するように，ほとんどのメニュー項目ではダイアログボックスが表示されるが，その場合は項目名の後ろに... を付けている．表示した状況において利用できないメニュー項目はグレイ表示され，選択できないようになっている．例えば，データセットに因子（質的変数）が含まれない場合，分割表に関するメニュー項目は選択できない．^{*7}

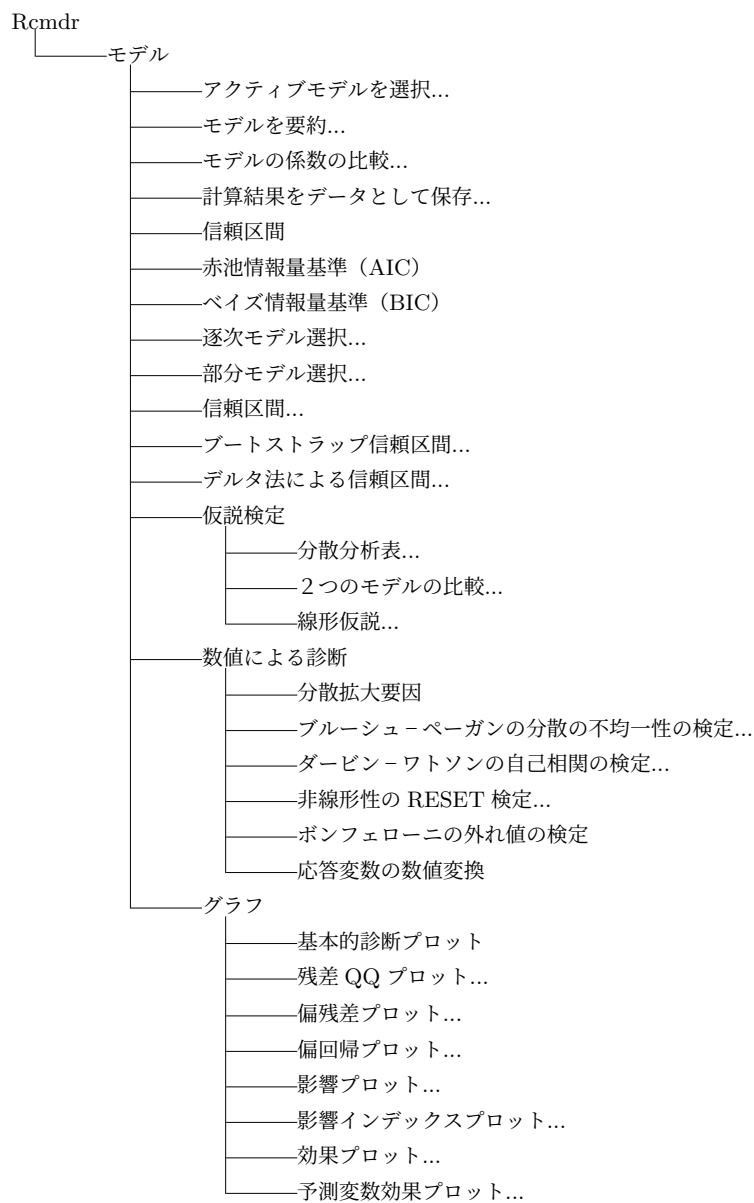
^{*7} ある状況においては，表示されないメニュー項目がある．例えば，ファイルメニューの **knitr** メニュー項目が表示されるのは，knitr タブがアクティブになっているときのみであり，ツールメニューの「補助的なソフトウェアのインストール」項目がアクティブになるのは，オプションとして必要な L^AT_EX または **Pandoc** があるときのみである．メニューはまた，dividers を含んでいるが，これは表示していない．

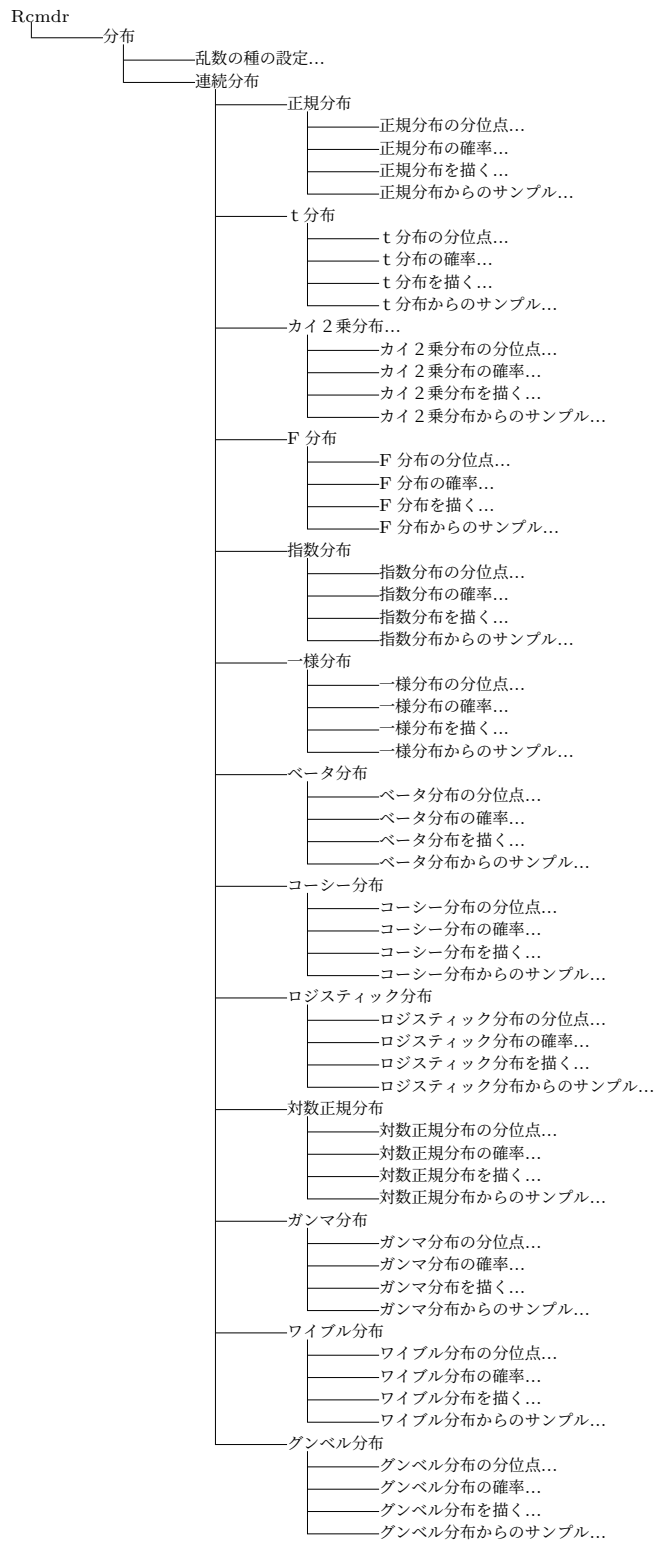


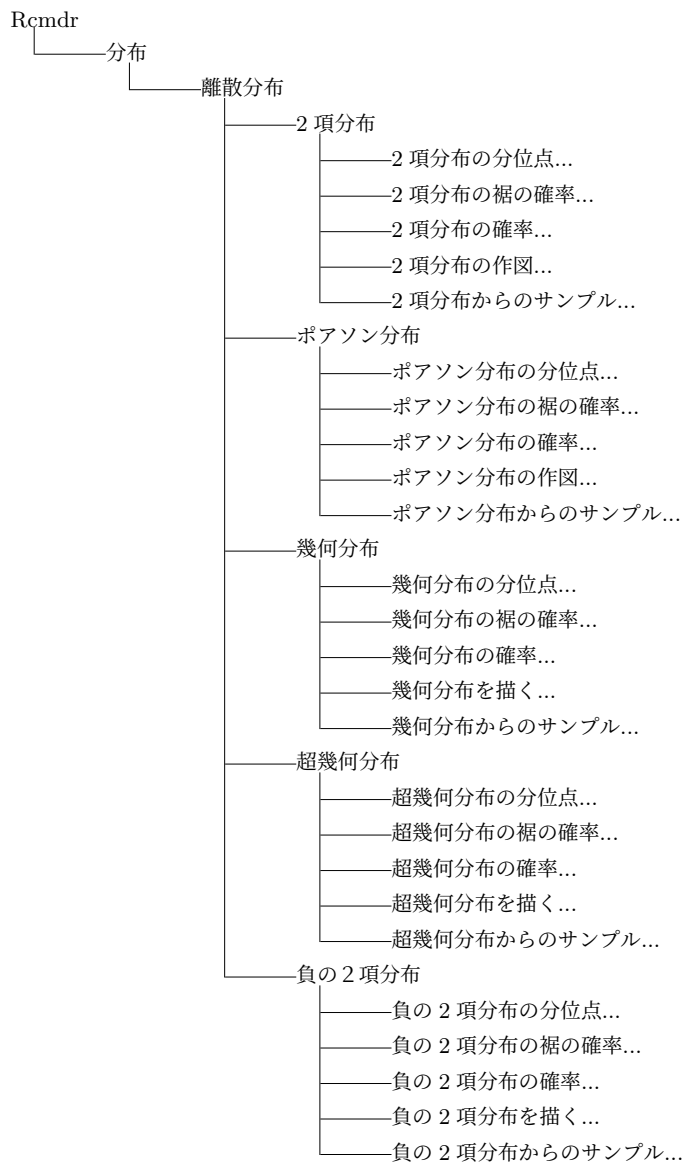


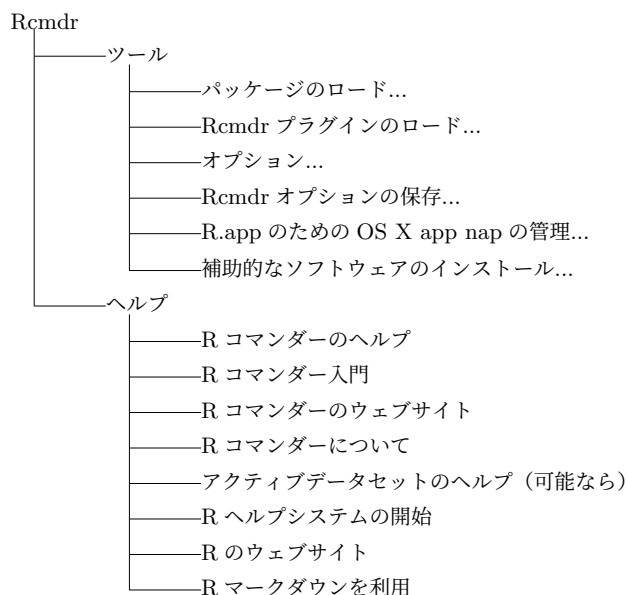












R コマンダーのインターフェースは、メニューとダイアログに加えて、他にいくつかの要素を持つ。

- メニューの下にボタンが並んだツールバーがある。
 - 最も左にある（フラット）ボタンはアクティブデータセットの名前を表示する。最初、アクティブデータセットはない。このボタンをクリックすることにより、現在メモリにあるデータセットを（2つ以上あれば）選択することができる。**R コマンダー**のメニューとダイアログのほとんどは、アクティブデータセットを対象として機能する（**ファイル**、**編集**、**分布**メニューを除く）。
 - アクティブデータセットを編集したり表示したりするためのボタンが2つある。^{*8} 他のオペレーションが実行されているときに、データセットビューを開いたままにしておくことができ、データセットが修正されたとき、例えば変数の追加により、ビューはリフレッシュされる^{*9}
 - フラットボタンには、アクティブな統計モデル — 線形モデル（線形回帰モデル）、一般化線形モデル、多項ロジットモデル、通常の線型モデル^{*10} — の名前が表示される。最初、アクティブモデルはない。メモリにアクティブデータセットに関連するモデルが2つ以上あるとき、このボタンをクリックすることによりモデルを1つ選択することができる。**R コマンダー**は、モデルと当てはめたいデータとをシンクロさせる。
- ツールバーの直下に、スクロール可能な大きなテキストウィンドである **R スクリプト**タブを含むウィンドウがある。既に述べたように、GUIで生成されたコマンドは、このウィンドウに表示される。スクリプトウィンドウのテキストを編集したり、**R**のコマンドをキー入力したりすることができる。**スクリプト**タブの右下にある**実行**ボタンをクリックする（*Ctrl-r*^{*11} または *Ctrl-Tab* でもよい）ことにより、カーソルがある行のスクリプトを実行（または再実行）することができる。複数行を選択した場合（それらの上でマウスを左クリックし、ドラッグする）、**実行**ボタンによりそれら全てを実行することができる。**R スクリプト**タブにコマンドを複数行に渡って入力してもよいが、そのときは、全ての行を同時に実行する必

^{*8} デフォルトでは、データセットの値の数（セル）が 10,000 以下のとき、**R コマンダー**のデータエディタが利用される。より大きなデータセットに対しては、**R** の標準のエディタが利用される。この閾値に関しては、**R コマンダー**のヘルプを参照

^{*9} David Firth のパッケージ **relimp** (Firth, 2016) にある関数 **showData** によるデータビューは、多くの変数を持つデータセットを表示するとき遅くなることがある。変数の数が閾値 100、またはケースの数が 20000 を越える場合、データセットを表示するかわりに、少し不細工であるが、**R** の **View** コマンドが用いられる。変数の数に関係なく **R** の **View** コマンドを利用するには、閾値を 0 に設定する。詳細については、**R コマンダー**のヘルプを参照のこと。

^{*10} **R コマンダー**のプラグインパッケージ (Fox, 2017; Fox, 2007; Fox and Sá Carvalho, 2012) を利用すると、他のクラスのモデルが表示される。

^{*11} つまり、*Ctrl* (*Control*) キーを押したまま、同時にキー *r* を押す。**Mac OS X** では、一般的には *Command* キーを *Control* キーで代用することができるが、*Control* キーの組み合わせも同様に利用できる。

要がある。キーの組合せ入力 *Ctrl-a* により、**スクリプト**タブ内の全てのテキストを選択することができ、*Ctrl-s* によりウィンドウの内容を保存するためのダイアログボックスを表示することができる。

- **R スクリプト**と **R マークダウン**タブの下に、スクロール可能で編集可能な出力のためのテキストウィンドウがある。このウィンドウに送られたコマンドは赤で、出力結果はダークブルーで表示される（標準の **Windows** の *R Console* と同じ）。
- 一番下には、メッセージを表示するための小さなグレーのテキストウィンドウがある。エラーメッセージは赤で、警告は緑で、他のメッセージはダークブルーで表示される。エラーと警告はベル音によっても知らされる。前述したように、**Rcmdr** パッケージをロードした後に、*R Console* を最小化することができる。*R Commander* ウィンドウは、通常の方法でサイズを変更したり、最大化したりすることもできる。

既に述べたように、パッケージ **Rcmdr** を起動した後、*R Console* を最小化してもよい。**R コマンダー**のウィンドウの大きさは、通常の方法で変更したり最小化したりできる。**R コマンダー**の大きさを調整すると、以降の出力は出力ウィンドウの大きさに自動的に調整される。

R コマンダーでは設定を柔軟にできる。ここで示したのは標準設定である。設定の変更は、**ツール** → **オプション...** メニューを用いるか、より徹底的に行うには、**R** 内で **R コマンダー**のオプションで設定する。^{*12} 詳細については、**ヘルプ** → **コマンダーのヘルプ**を参照のこと。

3 データの入力

R コマンダーのほとんどの手続きは、アクティブデータセットを必要とする。^{*13} メモリに複数のデータセットがある場合、1つのみを選択することができる。**R コマンダー**を起動した直後には、アクティブデータセットはない。

R コマンダーによるデータの入力方法にはいくつかある。

- **R コマンダー**のデータエディタを用いる。**データ** → **新しいデータセット...** より、直接入力することができる。データセット数が非常に少ないときは、これで十分である。
- プレーンテキスト（“ascii”）ファイルまたはクリップボード、URL によるインターネット、他の統計パッケージ（**Minitab** や **SPSS**, **SAS**, **Stata**）から、あるいは、**Excel** のデータをインポートすることができる。
- **R** のパッケージに含まれるデータセットを読み込むことができる。その名前を知っている場合はそれをキー入力するか、ダイアログボックスから選択する。

3.1 テキストファイルからデータを読み込む

例として、データファイル **Nations.txt** ^{*14} を取り上げる。このデータの最初の数行は次のようになっている。

TFR	contraception	infant.mortality	GDP	region
Afghanistan	6.90	NA	154 2848	Asia
Albania	2.60	NA	32 863	Europe
Algeria	3.81	52	44 1531	Africa
American-Samoa	NA	NA	11 NA	Oceania

^{*12} 省略記号 (...) が付いているメニュー項目を選択すると、ダイアログボックスが表示される。これは GUI の標準的な仕様である。本稿では、→ はメニュー項目やサブメニューを選択することを意味する。

^{*13} **分布**メニューで選択された手続き、および、**統計量** → **分割表**メニューにおける分割表の入力および分析の手続きに関しては、この限りではない。

^{*14} このファイルは、パッケージ **Rcmdr** のサブディレクトリ **etc** にある。データは、国連からの 1998 年のものである。

Andorra	NA	NA	NA	NA	Europe
Angola	6.69	NA	124	355	Africa
Antigua	NA	53	24	6966	Americas
Argentina	2.62	NA	22	8055	Americas
Armenia	1.70	22	25	354	Europe
Australia	1.89	76	6	20046	Oceania
. . .					

- ファイルの第 1 行にあるのは変数名である。これらは、TFR（出生率：女性 1 人当たりの子供の数）、contraception（既婚女性当たりの避妊具利用率（%））、infant.mortality（出生児 1000 人当たりの乳児死亡率）、GDP（1 人当たり国民総生産で、単位は US ドル）、region である。
- 2 行目以下には、国単位でデータ値が入力されている。データ値は余白（1 つ以上の空白またはタブ）で区切られている。データ値は縦に並んでいると見やすいが、そうである必要はない。データ行が国名で始まっていることに注意。これをデータセットの行名としたいので、国名に対応する変数名を入れていない。すなわち、変数名は 5 つだが、各行にはデータ値が 6 つあり、最初の値はアルファベットである。このような場合、R の read.table コマンドは各行の最初の値を行名として取り扱う。
- データ値には欠測値がある。R では、欠測値のコードとして NA（“not available” の意味）を用いるのが最もよい。
- TFR, contraception, infant.mortality, GDP は数値（量的）変数である。これに対して、region は地域名が入力されている。これが読み込まれると R は region を因子、つまり質的変数として取り扱う。たいいていの場合、R コマンダーは、数値変数と因子とを区別し、因子の平均を計算するといった間違いを行うことを防ぐ。

データファイル Nations.txt を R に読み込むには、R コマンダーのメニューから、データ → データのインポート → テキストファイルまたはクリップボード、URL から... を選択する。この操作により、図 3 に示すテキストファイルまたはクリップボード、URL からデータを読み込むというダイアログボックスが表示される。データセット名を Nations に変更していることに注意。

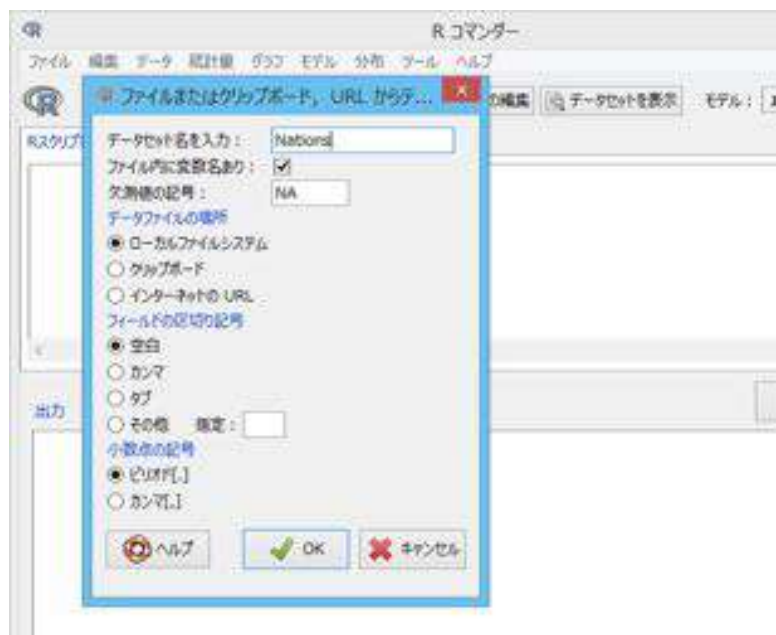


図 3 テキストファイルからのデータの読み込み

Rにおいて、データセット名は、大文字または小文字のアルファベット（または、ピリオド“.”）で始まり、以降、全てのアルファベット、アンダースコア（_）、数字（0-9）で構成される必要がある。特に、空白を用いることはできないことに注意。また、Rでは大文字と小文字を区別する。そのため、nations, Nations, NATIONS等は区別され、異なるデータセット名となる。

テキストファイルからデータを読み込むダイアログで **OK** ボタンをクリックすると、図4に示すファイルを開くダイアログが表示される。ここでは、Nations.txt ファイルを探し、選択した状況を示している。ダイアログの開くボタンをクリックすると、データファイルが読み込まれる。データファイルが読み込まれると、それはR コマンダーのアクティブデータセットとなる。結果として、図5に示すように、読み込まれたデータセット名がR コマンダーのウィンドウの左上部にあるデータセットボタンに表示される。Nations データセットを読み込むコマンド（R の read.table コマンド）は R Script タブと Output 領域に表示される。

次に、データセットを表示ボタンをクリックすると、図5に示すデータビューウィンドウが表示される。

コマンド read.table は、行をケース、列を変数とする表形式のデータセットのオブジェクトである R の“データフレーム”を作る。行は、ケースまたは観測対象を表し、列は変数である。R コマンダーのデータセットは、R のデータフレームである。

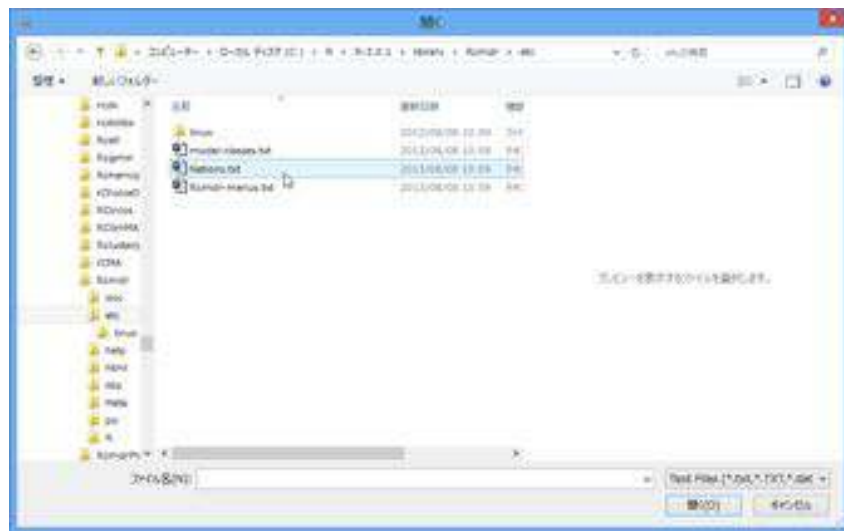


図4 テキスト形式データファイルを読み込むためのファイルを開くダイアログボックス

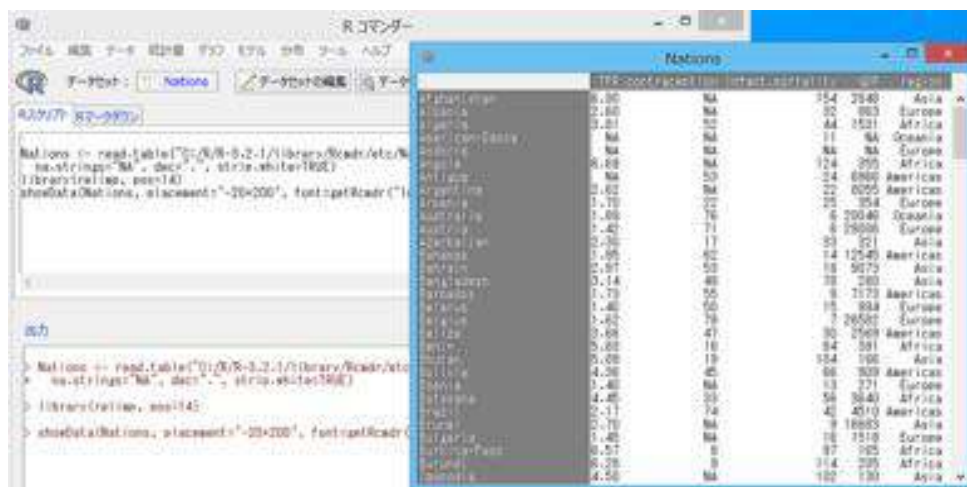


図5 アクティブデータセットの表示

3.2 データを直接入力する

R コマンダーの表計算ソフトに似たデータエディタを用いてデータを直接入力することができる。より好ましい別の簡単な方法として、ファイルの拡張子.txt を持つプレーンテキストファイルでデータを保存し（ワープロでデータを作成している場合、それを ascii ファイルで保存することに注意）、前節で説明した**データ → データのインポート → テキストファイルまたはクリップボード、URL から...**により読み込む方法がある。既に *Excel* 等の表計算ソフトにデータがある場合、それをカンマ区切りのテキストファイル形式（.csv ファイル）で保存し、**R コマンダー**のメニューを用いて読み込めばよい。このとき、フィールドの区切り記号をカンマに変更する必要があることに注意。*Excel* のシートを直接読み込むことも可能である。

直接データを入力する例として、Moore (2000) の問題 2.44 からの非常に小さいデータセットを用いる。

- **R コマンダー**のメニューから、**データ → 新しいデータセット...**を選択する。データセットの名前として、例えば Problem2.44 をダイアログボックスに入力し、**OK** をクリックする。（**R** のデータセット名には空白を使用できないことに注意。）これにより、何も入力されていないデータエディタのウィンドウが表示される。
- データエディタの最初の 2 列にデータを入力する。列を追加するには、データエディタのツールバーにある**列の追加**ボタンをクリックするか、**編集メニュー**より**列の追加**を選択する。同様に、行を追加するには、**行の追加**ボタンをクリックするか、**編集メニュー**より行う。データテーブル内のセルにカーソルがあるとき、**Enter** キーを押すか、**Tab** キーを押すことにより行を挿入することができる。
- 入力するセルを移動するには、キーボードにある**矢印キー**を用いるか、マウスで左クリックする。最初、変数名は var1, var2 となっており、データ値は NA（つまり、欠測値）となっている。新しい変数名、行名、データ値をデータエディタのセルに入力すると、それによって置き換わる。セルをダブルクリックすると、セルは NA となる。データの入力が終了すると、データエディタのウィンドウは図 6 のようになる。
- この例では、2 つの変数は数値変数である。データエディタの列に数値以外を入力すると（欠測値 NA は除く）、列は因子（つまり、カテゴリカル変数）となる。
- データエディタのメニューより**ファイル → 閉じる**を選択するか、データエディタの右上にある **×** ボタンをクリックする。これにより、入力したデータセットは **R コマンダー**のアクティブデータセットとなる。



図 6 データ入力後のデータエディタ

3.3 パッケージからデータを読み込む

R の多くのパッケージはデータを持っている。パッケージ内のデータセットは、**データ → パッケージ内のデータ → パッケージ内のデータセットの表示**によりポップアップウィンドウにリストとして表示でき、デー

タ → パッケージ内のデータ → アタッチされたパッケージからデータセットを読み込むにより **R コマンダー**に読み込むことができる。^{*15} 表示されるダイアログボックスを図7に示す。パッケージ内のデータセット名を知っているときは、それを直接入力してもよい。そうでなければ、パッケージ名をダブルクリックすると右のリストボックスにデータセット名のリストが表示される。データセット名をダブルクリックすると、その名前がダイアログ中のデータセットを入力欄にコピーされる。^{*16} データセットのスクロールボックス内の記号キーをクリックすると、その記号で始まる次のデータセットに移動する。**R**の他のパッケージにアクセスするには、ツール → パッケージのロード によって行う。



図7 アタッチされたパッケージからのデータの読み込み — car パッケージからの Prestige データセットの例

4 数値による要約の実行とグラフの作成

アクティブデータセットがあると、**R コマンダー**のメニューにより数値による要約やグラフの作成を実行できる。ここでは、基本的な例のみをいくつか示す。良い GUI の場合、だいたい見れば分かるものである。**R コマンダー**の入門についてより詳しく知りたいなら、Fox(2017)を参照のこと。

下記の最初の例では、前節でテキストファイルから読み込んだ Nations をアクティブデータセットとしている。前節で説明したように、Moore (2000) の5つのケースのデータセットをキー入力したり、パッケージ **car** から Prestige データセットを読み込んだりしているときは、これらのどれかがアクティブデータセットとなっている。アクティブデータセットの切り替えは、**R コマンダー**のウィンドウの左上部にあるアクティブデータセット名を表示するフラットボタンをクリックし、現在メモリにあるデータセットのリストから選択することにより行うことができる。

統計量 → 要約 → アクティブデータセットにより、図8に示す結果を表示することができる。データセット内の各数値変数 (TFR, contraception, infant.mortality, GDP) に対して、最小値と最大値、第1四分位数、第3四分位数、メディアン、平均、欠測値の数が表示される。質的変数である region に対しては、因子の各水準でのデータ数が表示される。データセット内に変数が10個以上ある場合、Rcmdr は計算を進めてよいかどうかを利用者に問い、不要な大量の出力を避けることができるように設計されている。**R コマンダー**の典型的なメニューならダイアログボックスを表示するが、このメニュー項目は、直接、**R**のコマンドを呼び出すという意味で特殊である。

例えば、**統計量 → 要約 → 数値による要約...**を選択すると、図9に示すダイアログボックスが表示される。このダイアログの変数のリストには、数値変数のみが表示される。因子 region が表示されないのは、因子に対して平均や標準偏差といった数値による要約を行っても意味がないからである。infant.mortality を左

^{*15} パッケージ内のデータセットは必ずしも全てがデータフレームではなく、データフレームのみが **R コマンダー**で利用できることに注意。データフレームでないデータを読み込もうとすると、**R コマンダー**はそれをデータフレームに変換しようとし、メッセージウィンドウにエラーメッセージが表示される。

^{*16} **R コマンダー**では一般に、リストボックス内のアイテムをダイアログの他の箇所にコピーする必要がある場合、ダブルクリックする。

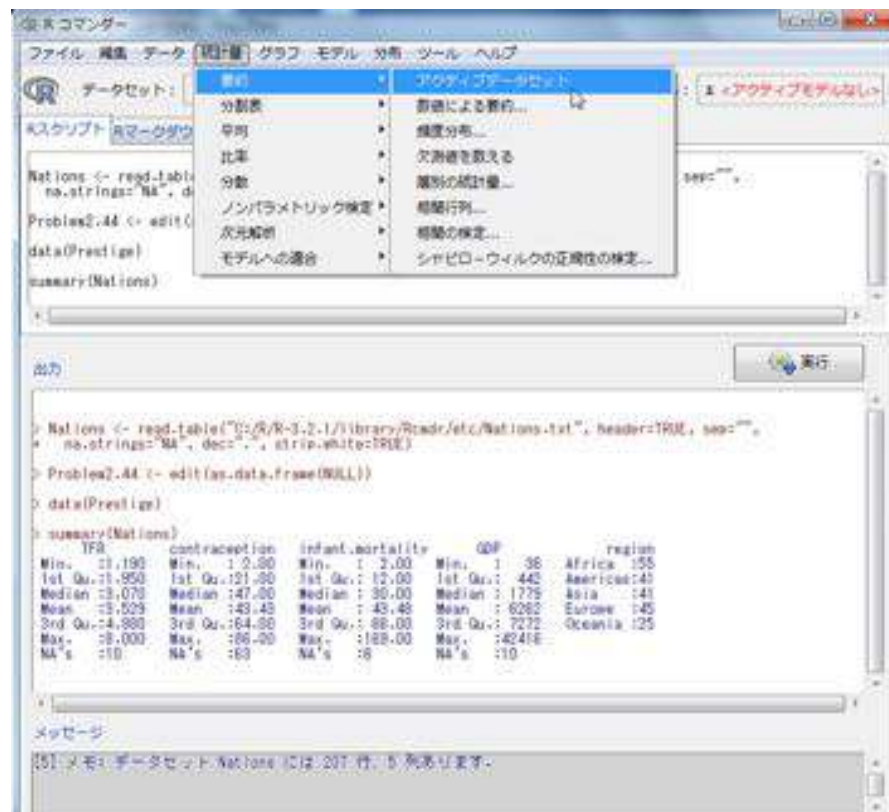


図8 アクティブデータセットの変数の要約統計量の表示

クリックして選択する。^{*17} 数値による要約のダイアログボックスには、データと統計量という2つのタブがある。図10に示すように、統計量タブを左クリックして選択する。今の場合、デフォルトで選択されている項目を取り上げる。OKをクリックすると、次の結果が（出力ウィンドウに）表示される。



図9 数値による要約ダイアログボックスのデータタブ

```
> numSummary(Nations[, "infant.mortality"], statistics=c("mean", "sd", "IQR",
+ "quantiles"), quantiles=c(0,.25,.5,.75,1))
```

^{*17} 変数リストボックスで1つの変数を選択するには、その名前を左クリックするだけでよい。2つ以上の変数を選択したい場合は、通常のWindowsでの方法を適用する。左クリックで変数を選択することができ、再度左クリックすると、取り消すことができる。Shiftキーを押した状態で左クリックすると、選択を拡大することができる。Ctrlキーを押した状態で左クリックすると、追加選択することができる。



図 10 数値による要約ダイアログボックスの統計量タブ

```

mean      sd IQR 0% 25% 50% 75% 100%   n NA
43.47761 38.75604 54  2  12  30  66  169 201  6

```

デフォルトでは、平均と標準偏差 (sd)、四分位範囲 (IQR)、および、最小値 (0 %)、第 1 四分位数、メディアン、第 3 四分位数、最大値 (100 %) に対応する分位点 (パーセント点) を表示する。n は有効な観測数で、NA は欠測値の数である。

R コマンダーのダイアログは基本的に、図 9 に示す数値による要約ダイアログボックスのように、左からヘルプ、リセット、OK、キャンセル、適用というボタンを持つ。^{*18} ヘルプボタンにより、ダイアログボックス自体または (今の場合のように) ダイアログが利用する R の関数のヘルプページを参照することができる (これらはブラウザに表示される)。リセットボタンは、ほとんどの R コマンダーのダイアログにあるが、ダイアログをオリジナルの状態に戻す。さもなければ、以前の選択からの起動状態を保持する。アクティブデータセットが切り替えられたとき、ダイアログの状態もリセットされる。例示したように、OK ボタンは、ダイアログを閉じ、R コマンドを呼び出す。適用ボタンもまたコマンドを実行するが、現状のままダイアログを再開する。これは、いくつかの似たオペレーションを実行するときに便利である。ダイアログボックスで間違いを犯すと、例えば、数値による要約のダイアログで変数を選択せずに OK をクリックすると、エラーメッセージが表示され、ダイアログが再び開かれる。

数値による要約ダイアログボックスでは、因子の水準によって定義されるグループ内の要約情報、つまり層別の要約情報を求めることができる。数値による要約のデータタブで層別して要約... をクリックすると、図 11 に示す質的変数ダイアログが表示される。データセット Nations には質的変数が 1 つしかないので、変数のリストには region のみが表示され、あらかじめ選択されている。これを選択し、OK ボタンをクリックすると、層別して要約... ボタンの表示が層別変数: region へと変化する (図 12)。今の場合、要約する 2 つの数値変数 GDP と infant.mortality を選択した。OK をクリックすると、次の結果が出力ウィンドウに表示される。

```

> numSummary(Nations[,c("GDP", "infant.mortality")], groups=Nations$region,
+   statistics=c("mean", "sd", "IQR", "quantiles"), quantiles=c(0,.25,.5,.75,1))

```

```

Variable: GDP

```

	mean	sd	IQR	0%	25%	50%	75%	100%	n	NA
Africa	1196.000	2089.614	795.50	36	209.00	389.5	1004.50	11854	54	1
Americas	5398.000	6083.311	5268.50	386	1749.25	2765.5	7017.75	26037	40	1
Asia	4505.051	6277.738	6062.50	122	345.00	1079.0	6407.50	22898	39	2
Europe	13698.909	13165.412	24582.25	271	1643.75	9222.5	26226.00	42416	44	1

^{*18} これらのボタンが並んでいる順番はオペレーティングシステムによって異なる。例えば、Mac OS X と Windows では異なる。

Oceania 8732.600 11328.708 16409.25 654 1102.75 2348.5 17512.00 41718 20 5

Variable: infant.mortality

	mean	sd	IQR	0%	25%	50%	75%	100%	n	NA
Africa	85.27273	35.188095	50.0	7	61.00	85.0	111.00	169	55	0
Americas	25.60000	17.439713	24.0	6	12.00	21.5	36.00	82	40	1
Asia	45.65854	32.980001	50.0	5	22.00	37.0	72.00	154	41	0
Europe	11.85366	7.122363	10.0	5	6.00	8.0	16.00	32	41	4
Oceania	27.79167	29.622229	26.5	2	9.25	20.0	35.75	135	24	1

R コマンダーの他のダイアログにも、同様にして層別変数を選択することができるものがある。



図 11 質的変数ダイアログボックスで層別変数を選択する



図 12 層別変数として region を、2 つの数値変数を選択した後の数値による要約のダイアログボックス

R コマンダーでグラフを作成することも簡単である。例えば、R コマンダーのメニューより **グラフ → ヒストグラム...** を選択すると、図 13 に示す **ヒストグラム** のダイアログボックスが表示される。このダイアログには、**データタブ** と **オプションタブ** がある。デフォルトのオプションを全て選択し、`infant.mortality` を選択して **OK** をクリックすると、図 14 に示すヒストグラムが表示されたグラフィックスウィンドウが表れる。

1 つのセッションで複数のグラフを作成した場合、**グラフィックスデバイスウィンドウ** には通常、最新のものの

のみが表示される。^{*19}

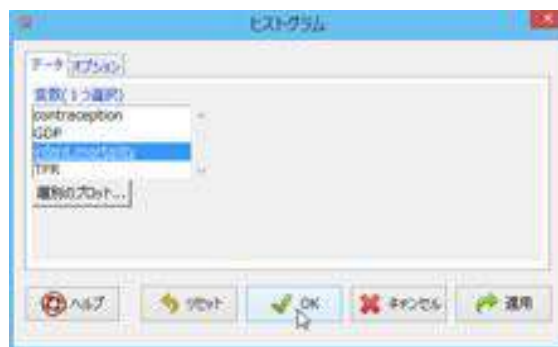


図 13 ヒストグラムダイアログボックス

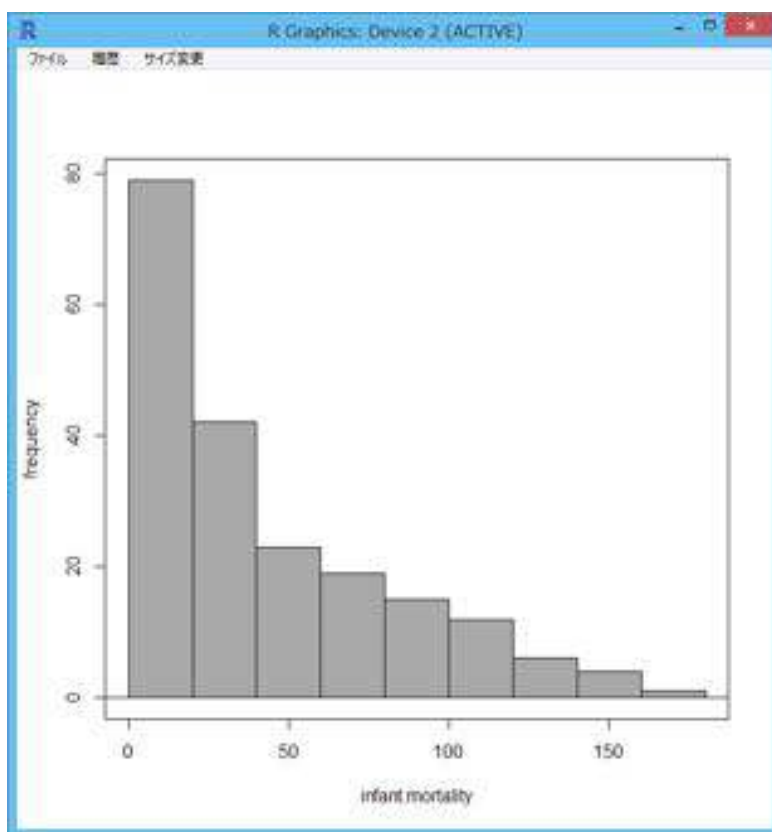


図 14 Nations データセットの `infant.mortality` のヒストグラムを表示するグラフィックスウィンドウ

5 統計モデル

統計量 → モデルへの適合メニューを用いて、R コマンドでいくつかの統計モデルを作成することができる。線形モデル（線形回帰...、および線形モデル... メニューにより）、一般化線形モデル、多項ロジットモデル、

^{*19} Windows では、Windows の R グラフィックスデバイスのグラフ履歴メカニズムをヒストリ → 記録によりオンにしておくと、キーボードの *Page Up* または *Page Down* キーにより、前のグラフを呼び出すことができる。これは、Windows システムにおいてのみ利用可能である。グラフ → 3次元グラフ → 3次元散布図... で作られた動的な3次元散布図は、RGL デバイス中に特別に表示される。

順序回帰モデル（比例オッズモデル等）である。[最後の2つは、Venables and Ripley (2002) による2つのパッケージ **nnet** と **MASS** による.] ダイアログボックスはモデルによって少し異なるが（例えば、一般化線形モデルのダイアログには、分布族とこれに対応するリンク関数を選択する機能がある）、図15に示す**線形モデル**のダイアログボックスと共通する一般的な構造を持つ。^{*20} **統計量** → **モデルへの適合** → **線型モデル...** を選択する前に、**Prestige** をアクティブデータセットにしておく。これには、アクティブデータセットボタンをクリックし、リストから **Prestige** を選択する。なお、**Prestige** データは、3.3 節で **car** パッケージから読み込み済みである。



図15 **car** パッケージの **Prestige** データセットがアクティブであるときの**線形モデル**ダイアログボックス

- 変数のリストボックスにある変数をダブルクリックすると、モデル式にそれがコピーされる —— 式の左辺が空白なら左辺に、そうでないならば右辺に（必要ならば、記号 **+** が前に入力される）。変数リストの中で、因子（カテゴリー変数、ここでは **type**）については、変数名の後ろに **[因子]** が追記されている。^{*21} モデル式の右辺に因子が入力されると、ダミー変数に自動的に変換される。
- モデル式の上に並んでいるツールバーのボタンを用いて、式の右辺にオペレータや括弧を入力することができる。
- ツールバーの最下りのボタンは、モデル式に回帰スプラインや多項式項をモデル式に入力するのに便利である。ボタンの右にあるスピンボックスにより、スプラインの自由度および多項式の次数を指定することができる。
- モデル式のフィールドに直接キー入力してもよい。例えば、**log(income)** といった項を入力するには、直接入力する必要がある。線型モデルダイアログの **Model formula help**（モデル式のヘルプ）を押すことにより **R** のモデル式に関する情報を取得することができる。
- モデル名は、**LinearModel.1** となっている。これは自動的に生成されるが、変更することもできる（**R** の有効な名前である必要がある）。
- **部分集合の表現** というボックスに **R** の表現を入力することができる。ここに入力があると、これは関数

^{*20} 例外は**線形回帰**ダイアログで、分析対象とするデータセットが持つ数値変数のリストから名前を選択することにより、説明変数と目的変数を指定する。以下の説明では、**R** のモデル式についてある程度知っていることを仮定している。詳細については、**R** と一緒にインストールされるマニュアル “*Introduction to R*” を参照。これには、**R Console** の**ヘルプ** → **マニュアル (PDF)** からアクセス可能。

^{*21} データフレームによっては、**TRUE** や **FALSE** といった値を持つ論理変数や、“**male**” や “**female**” といった記号を値として持つ文字変数を含むことがある。このような変数がある場合、**R コマンド**はそれらを因子であるかのように取り扱う。たいいていの場合、これはうまくいく。プレーンテキストファイルから読み込まれた文字データは、自動的に因子に変換される。

lm の引数 subset として送られ、データセット内の観測値の部分集合に対してモデルが適用される。部分集合の表現の 1 つの形として、各データに対して TRUE または FALSE を評価する論理的な表現がある。例えば、type != "prof" (これは、データセット Prestige で、prof ではない職業全てを指定する) といったものである。

- *Weights* のドロップダウンリストの重み変数をオプションとして選択することにより、重み付き最小自乗法 (WLS) を行うことができる。

OK ボタンをクリックすると、次の結果が出力ウィンドウに表示されると同時に、LinearModel.1 がアクティブモデルとなり、その名前がモデルボタンに表示される。

```
> LinearModel.1 <- lm(prestige ~ (education + log(income ))*type, data=Prestige)
```

```
> summary(LinearModel.1)
```

Call:

```
lm(formula = prestige ~ (education + log(income)) * type, data = Prestige)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-13.970	-4.124	1.206	3.829	18.059

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-120.0459	20.1576	-5.955	5.07e-08 ***
education	2.3357	0.9277	2.518	0.01360 *
log(income)	15.9825	2.6059	6.133	2.32e-08 ***
type[T.prof]	85.1601	31.1810	2.731	0.00761 **
type[T.wc]	30.2412	37.9788	0.796	0.42800
education:type[T.prof]	0.6974	1.2895	0.541	0.58998
education:type[T.wc]	3.6400	1.7589	2.069	0.04140 *
log(income):type[T.prof]	-9.4288	3.7751	-2.498	0.01434 *
log(income):type[T.wc]	-8.1556	4.4029	-1.852	0.06730 .

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.409 on 89 degrees of freedom

(4 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.871, Adjusted R-squared: 0.8595

F-statistic: 75.15 on 8 and 89 DF, p-value: < 2.2e-16

アクティブモデルに対する操作は、モデルメニューから選択することができる。例えば、モデル → 仮説検定 → 分散分析表により、デフォルトの “Type II” を選択すると、次の結果が表示される。

```
> Anova(LinearModel.1, type="II")
```

Anova Table (Type II tests)

```
Response: prestige

              Sum Sq Df F value    Pr(>F)
education      1209.3  1 29.4446 4.912e-07 ***
log(income)    1690.8  1 41.1670 6.589e-09 ***
type           469.1  2  5.7103  0.004642 **
education:type   178.8  2  2.1762  0.119474
log(income):type 290.3  2  3.5344  0.033338 *
Residuals      3655.4 89
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

6 その他

6.1 レポートの生成

デフォルトの設定では、**R コマンド**は上部のウィンドウに **R マークダウン**タブを持つ。これは、セッションの間に生成されたコマンドを **R マークダウン**ドキュメントに蓄積する。^{*22} 図 16 に、現在のセッションのトップにスクロールした **R マークダウン**タブを示す。その名前から分かるように、**R マークダウン**は、単純なマークアップ言語で、**R** のコマンドのブロックを含み、その名前から分かるように、HTML（つまり、ウェブ）ページや他の文書を生成するのに利用できる。**R マークダウン**に関するさらなる情報については、**ヘルプ** → **R マークダウン**の利用を参照。^{*23}



図 16 HTML ファイルの生成ボタンを持つ **R マークダウン**タブ。

R コマンドにより生成されたコマンドの各集合は、**R マークダウン**ドキュメントに **R** のコマンドのブロックを構成する。^{*24} こうしたブロックは、“{r}”で始まり、“”で終わる。**R** のコマンドをよく知っていなくても、コマンドと出力枠内に表示された出力との関係を理解することは簡単である。

R マークダウンタブは編集可能で、タブ内を修正したりテキストを追加したりすることができる。一般に、**R** コードのブロックの間、あるいは、あなた自身のコードブロックに説明的なテキストを入力する方が良い（下記

^{*22} **R コマンド**で、**knitr LaTeX** ドキュメント (Xie, 2016) を生成し、これを PDF ファイルにコンパイルすることもできる。このオプションを利用するには、**LaTeX** がインストールされている必要があり、**Rcmdr** オプションより **use.knitr** を **TRUE** に設定する必要がある。詳細は、**ヘルプ** → **コマンド**のヘルプとツール → **オプション**を参照。

^{*23} ヘルプメニューのこの機能および他のものに関して、インターネットへの接続が必要なものがある。

^{*24} ユーザーとのインタラクションを必要とするコマンド、例えば、グラフにおける点のインタラクティブな識別は、**R マークダウン**ドキュメントでは機能しない。また、エラーを引き起こすコマンドは文書から削除される。

参照). しかし一般に, 自分が何をしているか理解していないなら, **R マークダウン**文書内の **R** コードブロックを修正したり, あなた自身のコードブロックを追加したりしないほうが良い. しかし, エラーとなったり意図しない出力を生み出すブロック全体を削除することができる (以降のブロックがそのブロックに依存していないなら). エラーを生成するコマンドのブロックは, 自動的に削除される. **編集メニュー**から**マークダウンコマンドブロックの削除**を選択するか, **R マークダウン**タブを右クリックして**マークダウンコマンドブロックの削除**を選択することにより, 直近のコマンドのブロックを削除することができる. たとえ **R** のコマンドをよく知らなくても, **出力ウィンドウ**におけるコマンドと出力結果との関係を理解することができる. 最初のコードブロック (“{r echo=FALSE}” で始まる) は, **R マークダウン**テキストを処理するために利用される **knitr** パッケージ (Xie, 2013) からのソフトウェアに対するオプションを設定するので, 修正しない方がよい.

行を少し省略して (... で示している), これまでのセッションで生成された **R マークダウン**ドキュメントを次に示す.

```
---
title: "Replace with Main Title"
author: "Your Name"
date: "r Sys.Date()" # Uses current date
---

“{r echo=FALSE, message=FALSE}
# include this code chunk as-is to set options
knitr::opts_chunk$set(comment=NA, prompt=TRUE)
library(Rcmdr)
library(car)
library(RcmdrMisc)
““

“{r echo=FALSE}
# include this code chunk as-is to enable 3D graphs
library(rgl)
knitr::knit_hooks$set(webgl = hook_webgl)
““

“{r}
Nations <- read.table("C:/R/R-3.3.2/library/Rcmdr/etc/Nations.txt",
header=TRUE, sep=" ", na.strings="NA", dec=".", strip.white=TRUE)
““

. . .
“{r}
data(Prestige, package="car")
““

. . .

income を対数変換し, prestige を education と income に回帰させる.

“{r}
LinearModel.1 <- lm(prestige ~ (education + log(income))*type,
```

```
data=Prestige)
summary(LinearModel.1)
'''
'''{r}
Anova(LinearModel.1, type="II")

. . .
```

“Your Name”をあなたの名前で置き換え，“Replace with Main Title”を作成するレポートのタイトルで置き換えるということとは説明するまでもないだろう。おそらく、少しわかりにくいのは、**R** のコードブロックの間、つまり、ブロックの終わりを示す ‘‘と次のブロックの始まりを示す ‘‘{r}の間に任意の説明文を入力してもよいことである。そうすることにより、**R マークダウン**により提供される簡潔なマークアップの利点を利用することができる；例えば、アスタリスク*で囲まれたテキストは（例えば、`*this is important*`）、イタリックで表示される。例として、回帰を行うブロックの直前に、テキスト“Let us regress occupational prestige ...”（prestigeを回帰させる...）を追加している。

R マークダウンドキュメントの編集が終了すると、**R マークダウン**タブの下にある *HTML レポートの生成* ボタンを押すことにより、HTML 文書（ウェブページ）や **Word** 文書、PDF ファイルの形でレポートを作成することができる。^{*25}HTML レポートは、ウェブブラウザで、PDF レポートはPDF ビューアで開いて開かれる。**Word** とリッチテキストファイルの場合は、ファイルは自分で開く必要があるが、編集が容易である。**R マークダウン**ドキュメントは、**ファイル**メニューで保存することができる。

R マークダウン文書の編集には、別の大きなエディタウィンドウを利用することができ、こちらの方が便利である（図 17 参照）。これには、**R コマンダー**の編集メニューより **R マークダウン文書の編集**を選択するか、**R マークダウン**タブを右クリックして **R マークダウン文書の編集**を選択する；**R マークダウン**タブ内にカーソルがあるとき、*Ctrl-E* キーを押す。エディタは、通常の編集メニューおよび右クリックコンテキストメニューコマンドをサポートするとともに、**R マークダウン**文書を HTML 形式のレポートにコンパイルすることをサポートする。エディタ内で *OK* ボタンをクリックすると、編集内容が **R マークダウン**タブに保存され、**キャンセル**をクリックすると、編集内容が破棄される。エディタのメニューの下にいろいろなボタンを持つツールバーがあるが、これについては説明は不要だろう。ボタンの上にマウスカーソルを移動すると、ツールのヒントが表示される。

セッションの最初に **R マークダウン**編集ウィンドウを開き、作業をしている間、それを開いたままにすることができる。**R コマンダー**で生成されたコマンドは、**R マークダウン**タブとエディターに入力され、エディターにテキストを書き込むことができる。さらなる情報については、エディターのヘルプを参照。

6.2 出力の保存と印刷

R コマンダーの**ファイル**メニューより、テキストの出力を直接保存することができる。これは、**R** のグラフィックスデバイスのウィンドウにおいて、**ファイル**メニューによりグラフを保存したり、印刷したりできるのと同じである。**R マークダウン**タブを利用したくない場合、保存したい出力テキストやグラフをワープロ文書として保存しておくことができる。このようにすると、**R** の出力に注記や説明をつけて配布することができる。しかしこの方法は、直接的には再現可能ではないという欠点を持つが、**R マークダウン**ドキュメントなら、分析を再現するとともに修正も可能である。

Word や **OpenOffice**, **Writer** といったワープロを起動する。**Windows** の **WordPad** でもよい。出力ウィンドウからテキストをコピーするには、テキストの範囲をマウスで指定し、編集メニューから**コピー**を選

^{*25} **Word** またはリッチテキストファイル文書を作成するには **Pandoc** をインストールする必要がある。PDF ファイルを作成するには、さらに **L^AT_EX** が必要である。これらの補助的なソフトウェアをインストールするには、**ツール**メニューを利用する。

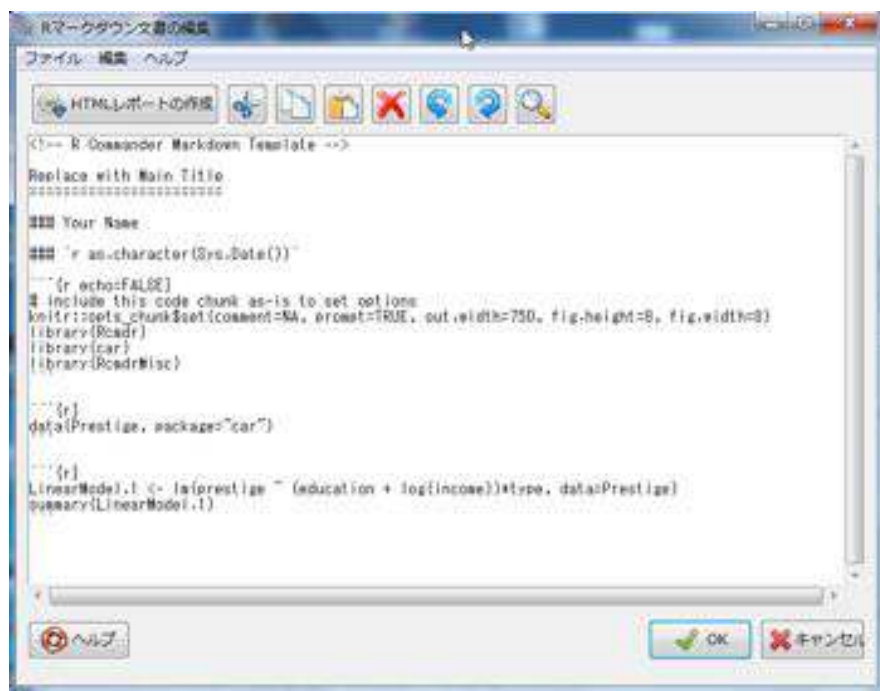


図 17 R マークダウン文書エディタ.

押し（あるいは，*Ctrl-c* を押したり，ウィンドウ内で右クリックしてコンテキストメニューからコピーを選択したりする），編集 → 貼り付け（または，*Ctrl-v* や，マウスの右クリックで貼り付け）によりワープロにテキストを貼り付ける。これらは，Windows アプリケーションでの通常の方法である。1 つ注意すべきことは，R からのテキストの出力に対しては，Courier New といった等幅フォント（タイプライター体）を使うべきである。そうでないときれいに整列しない。

同様に，グラフをコピーするには，R のグラフィックスデバイスのメニューからファイル → クリップボードにコピー → メタファイルとしてを選択する。そして，編集 → 貼り付け（または，*Ctrl-v* や，マウスの右クリックで貼り付け）によりワープロにグラフを貼り付ける。別の方法として，*Ctrl-w* により R のグラフィックスデバイスからグラフをコピーするか，グラフ上で右クリックし，表示されたコンテキストメニューよりメタファイルとしてを選択してもよい。^{*26}R のセッションの最後に，作成したドキュメントを保存または印刷することができるが，これは注釈付きの記録となる。

R コマンダーの下で，テキストやグラフを保存するための別の方法として，それぞれ，R コマンダーのファイルメニュー，グラフ → グラフをファイルに保存を利用することもできる。R コマンダーのスクリプトタブをファイル → スクリプトの保存により保存しておく，将来のセッションにおいて作業を再現する助けとなる。

6.3 スクリプトタブにコマンドを入力する

R スクリプトタブは，コマンドを編集・入力・実行するための機能を簡単に提供する。R コマンダーが生成したコマンドは，スクリプトタブに表示され，エディタと同じように，コマンドを入力したり編集したりすることができる。しかしながら，R コマンダーは，R に対する真の“コンソール”ではなく，限界がある。例えば，複数行にわたるコマンドは，全て同時に実行されなければならない。R で本気でプログラミングするときは，R の Windows や Mac OS X バージョンが提供するスクリプトエディタを利用するか，より望ましいのは，プログラミングエディタやインタラクティブな開発環境，例えば，RStudio <www.rstudio.org>を用いることで

^{*26} これらのメニューを調べて見ると，グラフを様々な形式で，また，ファイルやクリップボードに保存することができるがわかる。しかし，ここで説明した方法は簡単で，一般に高品質のグラフとすることができる。これも Windows の場合のみ有効である。

ある。^{*27}

6.4 R コマンダーのプラグインを利用する

R コマンダーのプラグインは、R コマンダーに機能を追加する R のパッケージである。現在、多くのプラグインが CRAN で利用可能であり、通常の方法で、ダウンロードおよびインストールすることができる。プラグインは通常、R コマンダーにメニューやメニュー項目、関連するダイアログボックスを追加する。既存のメニュー項目やダイアログを変更したり削除したりすることもできる。適切にプログラムされた R コマンダープラグインは直接 R コマンダーの起動と同時に、あるいは、R コマンダーのツール → Rcmdr プラグインのロードより起動することができる。後者の場合、R コマンダーはプラグインをアクティベートするために再起動する。複数のプラグインを同時に利用することも可能であるが、コンフリクトを起こす可能性があるので注意が必要である。例えば、あるプラグインが削除しようとするメニューに対して、そのメニュー項目を追加しようとするプラグインもある。

6.5 R セッションの終了

セッションを終了する方法はいくつかある。例えば、R コマンダーのメニューのファイル → 終了 → コマンダーと R をを選択する。終了してもよいかという確認の後、R スクリプトと出力、R マークダウンウィンドウの内容を保存したいかどうかを聞かれる。なお、R Console で、ファイル → 終了を選択してもよい。この場合、R のワークスペース（すなわち、R がメモリに保存しているデータ）を保存したいかどうかを聞かれるが、通常はいいえを選択するとよい。

参考文献

- [1] Firth, D. (2016). *relimp: Relative Contribution of Effects in a Regression Model*. R package version 1.0-5.
- [2] Fox, J. (2005). The R Commander: A basic-statistics graphical user interface to R. *Journal of Statistical Software*, 19(9):1-42.
- [3] Fox, J. (2007). Extending the R Commander by “plug-in” packages. *R News*, 7(3):46-52.
- [4] Fox, J. (2017). *Using the R Commander: A Point-and-Click Interface for R*. Chapman & Hall/CRC Press.
- [5] Fox, J. and Sá Carvalho, M. (2012). The RcmdrPlugin.survival package: Extending the R Commander to survival analysis. *Journal of Statistical Software*, 49(7):1-32.
- [6] Moore, D. S. (2000). *The Basic Practice of Statistics*. Freeman, New York, second edition.
- [7] R Core Team (2020). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- [8] Venables, W. N. and Ripley, B. D. (2002). *Modern Applied Statistics with S*. Springer, New York, fourth edition.
- [9] Xie, Y. (2016). *knitr: A general-purpose package for dynamic report generation in R*. R package version 1.13.

^{*27} RStudio の元で R コマンダーを動かすこともできる。このときデフォルトでは、R コマンダーの出力とメッセージは RStudio 内の R コンソールに送られる。