

R Markdown クックブック 日本語版

(著者) Xie, Yihui (著者) Dervieux, Christophe
(著者) Riederer, Emily (翻訳者) Katagiri, Satoshi^{*1}

2021/03/17 03:35:54 (翻訳作業中の草稿)

^{*1} twitter @ill_identified: https://twitter.com/ill_identified

人生で最も驚異すべき料理人, Xie Shaobai と Si Zhinan へ

—Yihui

支えてくれた妻 Caroline と生まれたばかりの愛する Axel へ

—Christophe

生涯学び続けることの楽しさを教えてくれた母へ

—Emily

目次

はじめに	xix
本書の読み方	xx
本書の構成	xxii
ソフトウェア情報と表記のルール	xxiii
謝辞	xxiv
著者について	xxvii
Yihui Xie	xxvii
Christophe Dervieux	xxviii
Emily Riederer	xxix
第 1 章 インストール方法	1
1.1 RStudio IDE にバンドルされていないバージョンの Pandoc を使う . . .	2
1.2 PDF レポートの作成に LaTeX (TinyTeX) をインストールする	3
1.3 足りない LaTeX パッケージをインストールする	4
第 2 章 概念に関する概観	7
2.1 レンダリング時に何が起きているのか	7
2.2 R Markdown の解剖学	9
2.2.1 YAML メタデータ	9
2.2.2 ナラティブ	11
2.2.3 コードチャンク	12
2.2.4 文書の本文	13
2.3 結果を変更するために, なにを変更できるか?	15
第 3 章 基本	17
3.1 コードチャンクとインライン R コード	17
3.2 RStudio のビジュアルエディタで R Markdown を書く	18
3.3 R スクリプトをレポートにレンダリングする	18
3.4 Markdown から R script への変換	22

3.5	R Markdown Notebook	24
第 4 章	文書の要素	25
4.1	改ページ (改段) を挿入する	25
4.2	文書タイトルを動的に設定する	26
4.3	R コード内で文書メタデータにアクセスする	27
4.4	番号のない節	28
4.5	参考文献と引用	29
4.5.1	引用スタイルの変更	30
4.5.2	引用していない文献を参考文献に追加する	31
4.5.3	全てのアイテムを参考文献に掲載する	31
4.5.4	参考文献の後に補遺を掲載する (*)	31
4.6	R パッケージの引用を生成する	32
4.7	文書内の相互参照	36
4.8	日付を自動的に更新する	38
4.9	文書に複数の著者を表記する	40
4.10	図のキャプションへの付番	41
4.11	単語をコンマ区切りで結合する	42
4.12	複数の改行コードを維持する	43
4.13	モデルを数式に変換する	44
4.14	複数の R プロットからアニメーションを作成する	45
4.15	ダイアグラムを作成する	47
4.15.1	基本的なダイアグラム	47
4.15.2	図にパラメータを追加する	48
4.15.3	その他のダイアグラム作成パッケージ	50
4.16	特殊文字をエスケープする	50
4.17	テキストのコメントアウト	50
4.18	目次から見出しを省略する	51
4.19	全てのコードを補遺に置く (*)	51
4.20	Pandoc の Lua フィルタから操作する (*)	52
第 5 章	書式	57
5.1	フォント色	58
5.1.1	生の HTML/LaTeX コードを書く関数を使う	58
5.1.2	Lua フィルタを使う (*)	59
5.2	テキストをインデントする	61
5.3	テキスト出力の幅を制御する	62
5.4	グラフ・画像のサイズを制御する	64

5.5	図のアラインメント	66
5.6	コードチャンクをそのまま (verbatim) 表示	66
5.6.1	行内 R コードをそのまま表示	67
5.7	コードブロックに行番号を表示する (*)	68
5.8	多段組み (*)	69
第 6 章	LaTeX 出力	75
6.1	プリアンブルに LaTeX コードを追加する	75
6.2	LaTeX 出力の Pandoc オプション	77
6.3	表紙ページにロゴを置く	79
6.4	LaTeX パッケージを追加で読み込む	80
6.4.1	LaTeX パッケージを読み込む	81
6.4.2	パッケージの例	82
6.5	図の位置を制御する	82
6.5.1	フロート環境	82
6.5.2	図がフロートするのを防ぐ	83
6.5.3	フロートを後回しに強制する	84
6.5.4	LaTeX 配置ルールを調整する (*)	84
6.6	LaTeX で複数の図をまとめる	85
6.7	Unicode 文字を含む文書をレンダリングする	86
6.8	LaTeX のコードフラグメントを生成する	88
6.9	カスタムヘッダとフッタ (*)	88
6.10	Pandoc の LaTeX テンプレートをカスタマイズする (*)	89
6.11	生の LaTeX コードを書く	91
6.12	ハードコア LaTeX ユーザーのために (*)	91
第 7 章	HTML 出力	95
7.1	カスタム CSS を適用する	95
7.2	セクションヘッダを中央揃えにする	96
7.3	コードチャンクのスタイルを変更する	97
7.4	コードブロックをスクロール可能にする (*)	100
7.5	全コードブロックを折りたたみ, かついくつかは表示する	102
7.6	内容をタブブラウジングさせる	104
7.7	Rmd ソースファイルを HTML に埋め込む	107
7.8	HTML 出力に好きなファイルを埋め込む	107
7.9	カスタム HTML テンプレートを使う (*)	108
7.10	既存の HTML ファイルの内容を読み込む (*)	110
7.11	ブラウザアイコンをカスタマイズする	112

7.12	折りたたみ要素 <details> を使う	113
7.13	HTML 出力を Web で共有する	115
7.13.1	R 特化のサービス	116
7.13.2	Static website services	117
7.14	HTML ページのアクセシビリティを向上させる	118
7.15	ハードコア HTML ユーザー向けの話 (*)	120
第 8 章	Word	123
8.1	カスタム Word テンプレート	123
8.2	R Markdown と Word 間の双方向ワークフロー	125
8.3	個別の要素にスタイルを設定する	128
第 9 章	複数の出力フォーマット	131
9.1	LaTeX か HTML か	131
9.2	HTML ウィジェットを表示する	134
9.3	Web ページの埋め込み	135
9.4	複数の図を横並びに	135
9.5	生のコードを書く (*)	137
9.6	カスタムブロック (*)	138
9.6.1	構文	138
9.6.2	影付きブロックを追加する	141
9.6.3	アイコンを加える	143
第 10 章	表	149
10.1	knitr::kable() 関数	149
10.1.1	サポートする表形式	149
10.1.2	列名を変更する	153
10.1.3	列のアラインメントを指定する	154
10.1.4	表にキャプションを追加する	154
10.1.5	数値列を整形する	155
10.1.6	欠損値を表示する	156
10.1.7	特殊文字をエスケープする	157
10.1.8	複数の表を横に並べる	159
10.1.9	for ループから複数の表を作成する (*)	160
10.1.10	LaTeX の表をカスタマイズする (*)	162
10.1.11	HTML の表をカスタマイズする (*)	166
10.2	kableExtra パッケージ	168
10.2.1	フォントサイズを設定する	168
10.2.2	特定の行・列のスタイルを設定する	169

10.2.3 行・列をグループ化する	170
10.2.4 LaTeX で表を縮小する	171
10.3 その他の表作成パッケージ	172
第 11 章 チャンクオプション	175
11.1 チャンクオプションに変数を使う	176
11.2 エラーが起こっても中止しない	177
11.3 同じグラフを複数の出力フォーマットに	177
11.4 時間のかかるチャンクをキャッシュする	178
11.5 複数の出力フォーマットに対してチャンクをキャッシュする	179
11.6 巨大オブジェクトをキャッシュする	180
11.7 コード, テキスト出力, メッセージ, グラフを隠す	181
11.8 チャンクの出力を全て隠す	183
11.9 テキスト出力をソースコードとまとめる	183
11.10 R のソースコードを整形する	184
11.11 テキストを生の Markdown として出力する (*)	186
11.12 テキストの先頭のハッシュ記号を消す	189
11.13 テキスト出力ブロックに属性を与える (*)	190
11.14 グラフに後処理をかける (*)	192
11.15 高品質なグラフィック (*)	194
11.16 低水準作図関数で 1 つずつグラフを作る (*)	197
11.17 チャンク内のオブジェクト表示をカスタマイズする (*)	197
11.18 オプションフック (*)	200
第 12 章 出力フック (*)	205
12.1 ソースコードを検閲する	208
12.2 ソースコード内に行番号を追加する	210
12.3 スクロール可能なテキスト出力	212
12.4 テキスト出力を中断する	214
12.5 HTML5 フォーマットで図を出力する	217
第 13 章 チャンクフック (*)	221
13.1 Crop plots	223
13.2 Optimize PNG plots	224
13.3 Report how much time each chunk takes to run	225
13.4 Show the chunk header in the output	227
13.5 Embed an interactive 3D plot with rgl	229
第 14 章 Miscellaneous knitr Tricks	233

14.1	Reuse code chunks	233
14.1.1	Embed one chunk in another chunk (*)	233
14.1.2	Use the same chunk label in another chunk	235
14.1.3	Use reference labels (*)	235
14.2	Use an object before it is created (*)	236
14.3	Exit knitting early	239
14.4	Generate a plot and display it elsewhere	240
14.5	Modify a plot in a previous code chunk	240
14.6	Save a group of chunk options and reuse them (*)	242
14.7	Use <code>knitr::knit_expand()</code> to generate Rmd source	243
14.8	Allow duplicate labels in code chunks (*)	244
14.9	A more transparent caching mechanism	246
14.9.1	Invalidate the cache by changing code in the expression	247
14.9.2	Invalidate the cache by changes in global variables	248
14.9.3	Keep multiple copies of the cache	250
14.9.4	Comparison with knitr 's caching	251
第 15 章	Other Languages	253
15.1	Register a custom language engine (*)	254
15.2	Run Python code and interact with Python	257
15.3	Execute content conditionally via the <code>asis</code> engine	258
15.4	Execute Shell scripts	259
15.5	Visualization with D3	260
15.6	Write the chunk content to a file via the <code>cat</code> engine	261
15.6.1	Write to a CSS file	262
15.6.2	Include LaTeX code in the preamble	263
15.6.3	Write YAML data to a file and also display it	264
15.7	Run SAS code	265
15.8	Run Stata code	265
15.9	Create graphics with Asymptote	266
15.9.1	Generate data in R and read it in Asymptote	268
15.10	Style HTML pages with Sass/SCSS	269
第 16 章	Managing Projects	271
16.1	Source external R scripts	271
16.2	Read external scripts into a chunk	272
16.3	Read multiple code chunks from an external script (*)	273
16.4	Child documents (*)	274

16.5	Keep the plot files	277
16.6	The working directory for R code chunks	278
16.7	R package vignettes	282
16.8	R Markdown templates in R packages	284
16.8.1	Template use-cases	284
16.8.2	Template setup	285
16.9	Write books and long-form reports with bookdown	286
16.10	Build websites with blogdown	288
第 17 章	Workflow	289
17.1	Use RStudio keyboard shortcuts	289
17.2	Spell-check R Markdown	290
17.3	Render R Markdown with <code>rmarkdown::render()</code>	290
17.4	Parameterized reports	292
17.5	Customize the Knit button (*)	294
17.6	Collaborate on Rmd documents through Google Drive	297
17.7	Organize an R Markdown project into a research website with work-flowr	298
17.8	Send emails based on R Markdown	299
付録 A	knitr 's Chunk and Package Options	301
A.1	Chunk options	301
A.1.1	Code evaluation	303
A.1.2	Text output	303
A.1.3	Code decoration	305
A.1.4	Cache	307
A.1.5	Plots	308
A.1.6	Animation	313
A.1.7	Code chunk	314
A.1.8	Child documents	314
A.1.9	Language engines	314
A.1.10	Option templates	315
A.1.11	Extracting source code	315
A.1.12	Other chunk options	315
A.2	Package options	315
A.3	About this	319
A.4	進捗状況	321
A.5	関連リンク	321

参考文献	323
索引	330

表目次

4.1	Rにおける日付と時刻のフォーマット	39
6.1	LaTeX デフォルトのフロート設定	85
10.1	表のキャプションの例	154
10.2	横に並べられた 2 つの表	159
10.3	knitr::kables() によって作成された 2 つの表.	160
17.1	RStudio keyboard shortcuts related to R Markdown.	290

目次

2.1	R Markdown 文書がどのように最終的な出力文書に変換されるかを表す ダイアグラム	8
2.2	言語エンジンへの入出力フローチャート	13
2.3	入れ子状のコンテナとして表現された単純な R Markdown 文書の例 . .	15
3.1	RStudio のビジュアル Markdown エディタ	19
4.1	付番された章とされていない章を示すための目次のスクリーンショット .	29
4.2	R Markdown 文書内の相互参照の例	38
4.3	パックマンのアニメーション	46
4.4	プログラムの絵空事を表したダイアグラム	48
4.5	R から入力されたパラメータを使用したダイアグラム	49
5.1	幅が広すぎる通常のテキスト出力	64
5.2	listings パッケージで折り返されたテキスト出力	65
5.3	HTML, LaTeX, Beamer で動作する二段組み	73
6.1	LaTeX の表紙ページにロゴを追加する	80
6.2	複数の図を含む単一の figure 環境の例	87
7.1	Bootstrap で定義された背景色を使ったコードチャンクと出力ブロック	98
7.2	明桃色の背景, 赤い太枠線をもつコードチャンク	99
7.3	カスタム CSS を使用したスクロール可能なコードブロック	102
7.4	複数のセクションをタブに	106
7.5	details 要素でテキスト出力を囲む	114
8.1	特定の文書要素のスタイルを見つける	125
8.2	Word 文書の要素のスタイルを変更する	126
8.3	Modify the styles of tables in a Word document.	127
9.1	iframe または screenshot による Yihui's のホームページ	136

9.2	横に並べた図	137
10.1	HTML と CSS で作成したストライプ背景の表	167
11.1	チャンクオプション <code>fig.process</code> でグラフに R のロゴを追加する	194
11.2	<code>tikz</code> デバイスでレンダリングされたグラフ	196
11.3	<code>cars</code> データの散布図.	198
11.4	既にある散布図に回帰曲線を追加	198
12.1	チャンクオプション <code>max.height</code> を指定した, スクロール可能なテキスト 出力の例	215
12.2	HTML5 figure タグ内の図	219
13.1	A plot that is not cropped.	224
13.2	A plot that is cropped.	225
13.3	A 3D scatterplot generated from the <code>rgl</code> package.	231
15.1	A 3D graph made with <code>Asymptote</code>	267
15.2	Pass data from R to <code>Asymptote</code> to draw a graph.	269
16.1	Change the default working directory for all R Markdown documents in RStudio.	279
16.2	Knit an Rmd document with other possible working directories in RStudio.	280
16.3	Autocomplete file paths in an Rmd document in RStudio.	282
16.4	Create a package vignette in RStudio.	283
16.5	Create a bookdown project in RStudio.	286
17.1	Knit an R Markdown document with parameters that you can input from a GUI.	295

はじめに



本書はクリエイティブ・コモンズ表示 - 非営利 - 継承 4.0 国際ライセンス^{*1} で提供されています。オリジナルはこちら^{*2}で読むことができます。

This is an unofficial Japanese translation of “R Markdown Cookbook” by Xie, Dervieux, and Riederer, which is licensed under CC BY-NC-SA 4.0^{*3}. The original is here^{*4}.

注: 本書は Chapman & Hall/CRC^{*5} より出版されます。本書のオンライン版は (Chapman & Hall/CRC の厚意により) ここで無料で読むことができます。本書はクリエイティブ・コモンズ 表示 - 非営利 - 継承 4.0 国際ライセンス^{*6}のもとで提供されています。ご意見は GitHub で^{*7} いつでも受け付けています。いつもありがとうございます。

R Markdown は分析とレポート作成を 1 つのドキュメントとして結びつけるパワフルなツールです。2014 年初頭に **rmarkdown** パッケージ (JJ Allaire Xie McPherson, et al., 2021) が誕生して以来, R Markdown はいくつかの出力フォーマットをサポートするだけの単なるパッケージから, 書籍・ブログ・科学論文・ウェブサイト, そして講義資料の作成までもサポートする拡張性と多様なエコシステムを持つパッケージへと成長を遂げました。

R Markdown: The Definitive Guide^{*8} (Xie JJ. Allaire, and Grolemond, 2018) という, ほんの数年前に書かれた情報の詰まったガイドブックがあります。これは **rmarkdown** パッケージやその他の拡張パッケージの組み込みフォーマットのリファレンスを詳説しています。しかし読者や出版社から, どうやって作りたい内容を実現できるのかを見つけるまでが大変なので, より実践的で, 面白く役に立つ小規模な使用例を豊富に掲載したものがあればというコメントをいただきました (言い換えるなら, 前書は無機質すぎるということです)。これが本書の生まれた経緯です。

^{*5} <https://www.routledge.com/p/book/9780367563837>

^{*6} <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ja>

^{*7} <https://github.com/yihui/rmarkdown-cookbook/issues/new>

^{*8} <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown/>

公式ドキュメントが存在するにも関わらず, R Markdown のユーザーは有名な Q&A フォーラム『スタック・オーバーフロー』でしょっちゅう助けを求めています. 本書の執筆時点では, r-markdown タグのついた質問^{*9} が 6,000 件以上ありました. この膨大な件数は特定の問題を探すのでない場合, フォーラムの利用が難しくなります. よって R Markdown を使ってできること, あるいはどのすればできるか, ということについての全ての可能性を知ることが難しくなるかもしれません. 本書の狙いはスタック・オーバーフローやその他のオンラインリソース (ブログの投稿やチュートリアル) から有名な質問を取り上げ, 多くのユーザーが毎日こぞって検索している問題に対して最新のソリューションを提供することです. 実際, 本書で扱うトピックを決めるのに役立つよう, 第二著者の Christophe はスタックオーバーフローの日々の最も人気のある投稿をスクレイピングする R Markdown のダッシュボードを作成しました. 幸運にも, 我々のクックブックはこれらの人気の投稿を含むことでより一層役に立つものになったに違いありません.

本書は R Markdown 文書の機能をどう活用するか多くの例を掲載しています. クックブックとして, このガイドは R Markdown をより効率よく使いたい, そして R Markdown の力をより知りたい新規または初心者ユーザーにおすすめです.

本書の読み方

本書は R Markdown の基礎を理解している読者におすすめです. *R Markdown: The Definitive Guide* (Xie J.J. Allaire, and Golemund, 2018) の Chapter 2^{*10} は R Markdown の基礎を解説しており, 新規ユーザーが読むのにおすすめです. たとえば, 本書では Markdown の構文はカバーしていませんので, 読者が他の手段でそれを学んでいる想定です. 特に, 最低でも一度は Pandoc の完全なマニュアル^{*11*12} に目を通すことを強くお勧めします. このマニュアルはかなり長大ですが, 金脈のようなものでもあります. 全てを覚えておかなくともよいですが, Markdown の機能をどう応用できるか知っていればとても役に立つでしょう. 多くの人々が 3 連続バッククォートを verbatim なコードブロックに書こうとして失敗したり, 子要素を持つリストを作ろうとして失敗したりするのを, 私は数え切れないほど見てきました^{*13}. マニュアルに書いてある Markdown の構文を全て読まなければ, 「N 連続バッククォートに対して外側に N + 1 連続でバッククォートを書く」「子要素を表現するには適切なインデントを」といったことにきっとあなたは気づかないままでしょう.

^{*9} <https://stackoverflow.com/questions/tagged/r-markdown>

^{*10} <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown/basics.html>

^{*11} <https://pandoc.org/MANUAL.html>

^{*12} 訳注: 完全ではありませんが, 日本語訳が公開されています. <https://pandoc-doc-ja.readthedocs.io/ja/latest/users-guide.html>

^{*13} <https://yihui.org/en/2018/11/hard-markdown/>

このクックブックは R Markdown の技術的なリファレンスを網羅することを意図したものではありません。本書は既存の資料に対する補足となることを目的としています。よって、さらに詳細な情報を知るために読者は以下のような本を参考にすることになるでしょう。

- *R Markdown: The Definitive Guide* (Xie J.J. Allaire, and Golemund, 2018) は **rmarkdown**^{*} パッケージやその他いくつかの拡張パッケージでの R Markdown の出力フォーマットに関する技術的資料です。
- *R for Data Science* (Wickham and Golemund, 2016b)^{*14} の Part V “Communicate”.: このパートは上記の “Definitive Guide” よりも技術的なことは少ないので、より平易な R Markdown の入門になるでしょう。
- *Dynamic Documents with R and knitr* (Xie, 2015) は **knitr** パッケージ (Xie, 2021a) の網羅的な入門書です (補足しますと、R Markdown は **knitr** パッケージのサポートする文書形式の 1 つにすぎません)。短縮版を読みたい場合、Karl Broman による最小限のチュートリアル “knitr in a knutshell”^{*15} が役に立つでしょう。訳注: これらは日本語訳が存在しませんが、Yihui 氏によるドキュメント *knitr Elegant, flexible, and fast dynamic report generation with R*^{*16} の日本語訳は既に用意してあります^{*17}。
- *bookdown: Authoring Books and Technical Documents with R Markdown* (Xie, 2016) は **bookdown** パッケージ (Xie, 2020a) の公式ドキュメントとして書かれた小規模な書籍です。**bookdown** パッケージは長大なフォーマットのドキュメントを R Markdown で簡単に書くために設計されました。
- *blogdown: Creating Websites with R Markdown* (Xie Hill, and Thomas, 2017) は **blogdown** パッケージ (Xie Dervieux, and Presmanes Hill, 2021) によって R Markdown でウェブサイトを作成する方法を紹介しています。

関連性に応じて本書は既存の参考資料を紹介します。それとは別に、R Markdown の公式ウェブサイトにも役立つ情報が多く含まれています: <https://rmarkdown.rstudio.com>

本書は最初から順に読む必要はありません。以降の各章はそれより前の章よりも難解になることはありません。各章と各セクションのうち、他よりも発展的と思われるものに対しては、タイトルにアスタリスク (*) を付けています。R Markdown でやりたい具体的なタスクがあるとき、あるいは目次に目を通していたら興味のある箇所が見つかった、という

^{*14} 本書は <https://r4ds.had.co.nz/> で無料公開されています。また、日本語訳がオライリー・ジャパンより出版されています。

^{*15} https://kbroman.org/knitr_knutshell/

^{*16} <https://yihui.org/knitr/>

^{*17} <https://gedevan-aleksizde.github.io/knitr-doc-ja/>

使い方が最も効率的な読み方でしょう。いくつかの箇所で相互参照を免れないところがありますが、用例集を理解するのに必要な予備知識を参照するつもりです。

自分で用例集に挑戦したいならば、本書の完全なソースコードと用例集は Github の <https://github.com/yihui/rmarkdown-cookbook> で自由に見ることができます^{*18}。本書の電子書籍版をお読みの場合、掲載されているコードをお好きなテキストエディタにコピー&ペーストして実行することになるでしょう。

本書の構成

本書はそれぞれ単独のコンセプトを実演するため、小規模な「レシピ」に細分化されています。1 章では必要なソフトウェアツールのインストール方法を紹介しています。2 章では R Markdown のコンセプトを概観します。3 章では R Markdown の基本的な構成要素を紹介し、R Markdown 文書と R スクリプトの変換方法を紹介します。4 章では、改ページ、参考文献リストの掲載、番号付きの図、アニメーション、ダイアグラムといった文書の要素を作成する方法の話をします。5 章では図の大きさやアラインメントといった文書の整形方法を紹介します。6 章では LaTeX/PDF のみ出力したい場合に使える豆知識と小ワザを紹介します。同様に 7 章では HTML ユーザーに対して、8 章では Word ユーザーに対して豆知識や小ワザを紹介します。同時に複数の出力フォーマットで生成したい場合(しょっちゅう小技を駆使します)、9 章の記述が役に立つでしょう。10 章は、正直に言えば私が最も気に入らなかった箇所ですが、私は多くのユーザーが表の作成方法を本当に欲していることを理解しています。私はゴテゴテした装飾過多な表の専門家ではありませんが、その役に立つパッケージのリストを知ることはできるでしょう。11 章では、あなたがまだ知らないであろう **knitr** のチャンクオプションのいくつかの応用をお教えます。12, 13 章は **knitr** の出力とカスタムフック関数の挙動をうまく扱えるようになることの偉大さをお教えますので、少し発展的ですがこれまたとても役に立つはずです。14 章ではいろいろな **knitr** の小ワザを紹介します。15 章では R Markdown で他のプログラミング言語を扱う例をお見せします。そう、R Markdown は R のためだけのものではありません。また、**knitr** がまだサポートしていない新しい言語でも動作させる方法も紹介します。16 章は R Markdown とプロジェクトを関連付けて管理するための豆知識を紹介します。17 はあなたのワークフローを改善する豆知識をいくつか提示します。

本書のレシピはそれぞれ独立した項目になっているので、あなたに決まった目的がなくてもこれらの中から適当に取り上げて読むことができます。

^{*18} 訳注: この日本語版のソースコードは <https://github.com/Gedevan-Aleksizde/rmarkdown-cookbook> で見られます。

ソフトウェア情報と表記のルール

本書をコンパイルした時点での基本的な R セッション情報は以下のとおりです^{*19}.

```
01 xfun::session_info(c(  
02   'bookdown', 'knitr', 'rmarkdown', 'rmdja', 'xfun'  
03 ), dependencies = FALSE)
```

```
## R version 4.0.4 (2021-02-15)  
## Platform: x86_64-pc-linux-gnu (64-bit)  
## Running under: Ubuntu 20.04.2 LTS  
##  
## Locale:  
##   LC_CTYPE=ja_JP.UTF-8  
##   LC_NUMERIC=C  
##   LC_TIME=ja_JP.UTF-8  
##   LC_COLLATE=ja_JP.UTF-8  
##   LC_MONETARY=ja_JP.UTF-8  
##   LC_MESSAGES=ja_JP.UTF-8  
##   LC_PAPER=ja_JP.UTF-8  
##   LC_NAME=C  
##   LC_ADDRESS=C  
##   LC_TELEPHONE=C  
##   LC_MEASUREMENT=ja_JP.UTF-8  
##   LC_IDENTIFICATION=C  
##  
## Package version:  
##   bookdown_0.21 knitr_1.31   rmarkdown_2.7  
##   rmdja_0.4.3   xfun_0.20  
##  
## Pandoc version: 2.11.2
```

上記のセッション情報を見て分かるように、本書では R ソースコードにプロンプト記号 (> や +) を付けたりしません。またテキスト出力は 2 連続ハッシュ ## でコメントアウトしています。これはコードをコピーして実行する際の利便性のためです (テキ

^{*19} 訳注: 日本語版作成にあたって, **rmdja** パッケージ^{*20}を使用しています。

スト出力はコメントアウトされているので無視されます)。パッケージ名は太字 (例: **rmarkdown**) で表記し、本文中のコードやファイルネームはタイプライタフォントで表記します (例: `knitr::knit('foo.Rmd')`)。関数名の末尾には括弧を付けます (例: `blogdown::serve_site()`)。二重コロンの演算子 `::` はパッケージのオブジェクトへのアクセスを意味します。

“Rmd” は R Markdown のファイル拡張子名であり、本書では R markdown の略称としても使用します。

謝辞

常のこととして、初めに本書の執筆作業の自由を与えていただいた雇用主である RStudio 社に感謝の意を表します。執筆作業が始まってから、上司である Tareef Kawaf との毎週のミーティング当初 15 分から 5 分に削減され、それから完全になくなりました。私は複数の友人から所属先で耐えられないほど多くのミーティングがあり、時間の浪費になっていると聞いていました。集中力の維持の観点から、最近友人の一人は「5 分間 Slack をミュートすることができるかもしれないが、**1 日中**ミュートできるものか?」と嘆きました「もちろんできる!」と私は答えました。私は 1 ヶ月でも好きなだけ Slack をミュートできるようになったようです。誤解しないでください — Tareef や同僚が邪魔だという意味ではありません。皆の提供してくれた自由がどれだけ価値あることを伝えたいだけです。

R Markdown Definitive Guide を刊行したのち、このクックブックを執筆することを思いつきましたが、アイディアはまだ貧弱でした。困難で高く付く作業でした。最初に Michael Harper's^{*21} の後押しがなければ、この作業にまじめに取り組むことはなかったでしょう。Christophe Dervieux は助けが必要なときにいつも近くにいました。彼の R と R Markdown のスキルにより作成されたダッシュボード (**flexdashboard** パッケージによるもの) は人々が興味を持つであろうもの、役に立つであろうトピックを本書に記載する助けになりました。同時に多数の Github issues を手伝ってくれたため、最小限の再現例も添付してないバグ報告と格闘する時間を執筆作業に割くことができました。同様に、Martin Schmelzer, Marcel Schilling, Ralf Stubner をはじめ数名がスタック・オーバーフロー上の R Markdown の質問に答えるのを手伝ってくれました。おそらく意図してのことではないと思いますが、彼らの努力は私の多くの持ち時間を節約してくれました。最近のスタック・オーバーフローでは Johannes Friedrich の活動が注意を引きます。これまでに何度か、スタック・オーバーフローの質問を開いたら彼がもう回答していた、ということがありました。

10.3 節では David Keyes が私を救ってくれました。私は彼のことをあまり知りません

^{*21} <http://mikeyharper.uk>

でしたが、表を作成するためのパッケージをいくつか紹介する 素晴らしいブログ記事^{*22} を彼が書いていたおかげで助かりました。Holtz Yan の R Markdown の豆知識に関する投稿^{*23}, Nicholas Tierney の本 *R Markdown for Scientists*^{*24} Maëlle Salmon の R Markdown の講座^{*25}, Jennifer Thompson の R Markdown の講座^{*26}, Emi Tanaka の R Markdown のワークショップ^{*27}, Alison Hill の R Markdown ワークショップ^{*28} (私も講師の 1 人です), Alison Hill と Emi Tanaka's R Markdown のワークショップ^{*29} と いったそれ以外のオンライン上の資料もまた、たいへん助けになりました。

Maria Bekker-Nielsen Dunbar, Nathan Eastwood, Johannes Friedrich, Krishnakumar Gopalakrishnan, Xiangyun Huang, Florian Kohrt, Romain Lesur, Jiaxiang Li, Song Li, Ulrik Lyngs, Matt Small, Jake Stephen, Atsushi Yasumoto, Hao Zhu, John Zobolas といった人々がプルリクエストを送ったり, issues を埋めたりして多くの人が本書の Github リポジトリに貢献してくれました。本書の素晴らしい表紙絵は Allison Horst によってデザインされ^{*30}, 全体のデザインは Kevin Craig によって完成されました。

本書の当初のアイディアの一部は 2018 年の RaukR Summer School で **knitr** のあまり知られていない機能について のリモート講演で生まれたものでした。視聴者は **knitr** の機能についてレシピ形式のような手短な入門を好んでいるようでした。私を招待していただいた, Marcin Kierczak と Sebastian Dileozenzo をはじめとするサマースクールのオーガナイザたちに感謝したいです。Genentech と DahShu.^{*31} でものちに同様の講演を行いました。招待していただいた Michael Lawrence と Yuqing Zhang, そしてフィードバックをくれた視聴者のみなさんにも感謝したいです。Paul Johnson からは 2020 年刊の *The American Statistician* に掲載された *R Markdown: The Definitive Guide* に対するととても有意義な批評をいただきました。彼がこの本には詳細な例が欠けていると批判してくれたため、この「決定版ガイド」は十分に決定的とはいえないことになりました。彼の論評には心から称賛と賛意を送ります。この新しいクックブックがこの溝を埋めてくれることを願います。

これは編集者の John Kimmel との仕事で 5 番目になる本です。彼と Chapman & Hall/CRC のチームとの共同作業は常に喜びに満ちていました。他の著者たちに **bookdown** が広く利用されるのは **bookdown** の成功だと John が言ってくれるたびに私は興

^{*22} <https://rfortherestofus.com/2019/11/how-to-make-beautiful-tables-in-r/>

^{*23} <https://holtzy.github.io/Pimp-my-rmd/>

^{*24} <https://rmd4sci.njtierney.com>

^{*25} https://github.com/maelle/rmd_course_isglobal

^{*26} <https://github.com/jenniferthompson/RepResearchRMarkdown>

^{*27} <https://github.com/emitanaka/combine2019>

^{*28} <https://arm.rbind.io>

^{*29} <https://ysc-rmarkdown.netlify.app>

^{*30} <https://github.com/yihui/rmarkdown-cookbook/issues/180>

^{*31} <http://dahshu.org>

奮しました。私の以前の著作の プロダクションエディターであった Suzanne Lassandro が、他にも多くの責任ある立場にあり著者と直接の接点がほとんどなくなった今も、本書の手助けになるよう熱心に取り組んでいると John から聞いて私は誇りに思いました。Suzanne と校正担当 (Rebecca Condit) は初稿から「たったの」377 箇所の問題を見つけ出してくれました。実は次の本のミスは 30 箇所くらいだろうという以前の私の予想^{*32} は楽観的すぎました。LaTeX の専門家 Shashi Kumar は PDF を印刷する直前の最後の障害となった、厄介な LaTeX の問題を解決する手助けをしてくれました。

John は原稿へのフィードバックのために数名の査読を用意してくれました。実質的に 9 人の偉大な査読を得ることになりました。彼らの 1 人は共同著者として迎えられれば良かったのと思うほど偉大でした! 9 人の査読との作業は膨大でしたが、間違いなく苦勞に見合った価値がありました。Carl Boettiger, John Blischak, Sharla Gelfand, Johannes Friedrich, Atsushi Yasumoto, そして残りの匿名の査読たちの有意義なフィードバックに感謝の意を送りたいと思います。

本書の最後のパートの作業は私の昔なじみの友人, Dong Guo と Qian Jia が引っ越した後の空き家 (ネット回線なし!) で行いました。私が疲労困憊しとにかく静かな環境を必要としていた時、家を一時的なオフィスとして使わせてくれた彼らに感謝します。彼らに別れを告げるのは悲しいです。私が、この本を、彼らの家で、仕上げられたというのは、両親とかわいらしい娘をふくむ彼らの家族との良い思い出となるでしょう。

最後に、COVID-19 のパンデミックの下で自宅での 2 人の小さな「超役に立つ同僚」(5 歳と 3 歳) に感謝するという、このユニークな機会を絶対に逃せません。もし 2 人がいなければ、5 ヶ月は早く刊行できたでしょう。今となっては託児所 (Small Miracle) の先生が懐かしいですし、料金もきっと高くはないと感じています...

Yihui Xie ネブラスカ州エルクホーンにて

^{*32} <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown/acknowledgments.html>

著者について

Yihui が本書のほとんどの文を書きました。これが第一著者であることを正当化する唯一の根拠です。Christophe は全ての Github issues をまとめ、そしていくつかのセクションを書いたというはっきりした貢献があります。Emily は本来は本書の査読者でした。Yihui は彼女と長いコメントでやり取りできるほどの忍耐がないので、自分でとてもうまく書けたと思っていたものに大量の追加注文を付けられることの苦しみを分からせるために (つまり仕返しのために) 共同著者として招待されました。いいえ、これは冗談です。彼女のコメントはとても有意義でしたが、Yihui には提案された全ての改善案に対処する時間がなかったため、完全に好意的な理由で彼女を招待しました。

本書で「私」という表現があれば、それは Yihui のことを指します。「我々」ではなく「私」を使うのは、共著者のことを忘れてしまったからではなく、完全に Yihui の独自の意見を表明したいことを意味しています。彼は賢く見られたいと思っていますが、実は愚かであるというのなら愚かなのは自分だけであってほしいと思っています。

Yihui Xie

Yihui Xie (<https://yihui.org>) は RStudio (<https://www.rstudio.com>) のソフトウェアエンジニアです。アイオワ州立大学の統計学部で PhD を取得しました。インタラクティブな統計的グラフィックと統計的コンピューティングに関心があります。活動的な R ユーザーとして、**knitr**, **bookdown**, **blogdown**, **xaringan**, **tinytex**, **rolldown**, **animation**, **DT**, **tufte**, **formatR**, **fun**, **xfun**, **testit**, **mime**, **highr**, **servr**, **Rd2roxygen** といった R パッケージを開発しています。その中でも **animation** パッケージは 2009 年の John M. Chambers Statistical Software Award (ASA) を受賞しています。また、**shiny**, **rmarkdown**, **pagedown**, **leaflet** といったパッケージの開発メンバーにも関わっています。

彼は 2 つの本を書いています、*Dynamic Documents with knitr* (Xie, 2015), と *bookdown: Authoring Books and Technical Documents with R Markdown* (Xie, 2016), です。そして 2 つの本の共著者です、*blogdown: Creating Websites with R Markdown*

(Xie Hill, and Thomas, 2017), と *R Markdown: The Definitive Guide* (Xie J.J. Allaire, and Grolemund, 2018) です。

2006 年, 彼は Capital of Statistics (<https://cosx.org>) を設立しました。これは中国国内の大きな統計学のオンラインコミュニティに成長しました。彼はまた 2008 年に Chinese R conference を開始し, 以降, 中国での R カンファレンスの企画に関わってきました。アイオワ州立大学での PhD のトレーニングの間に, 彼は学部で Vince Sposito Statistical Computing Award (2011 年) と Snedecor Award (2012)^{*33} を受賞しました。

彼はたいていの場合, twitter のメッセージを週に 1 度確認します (<https://twitter.com/xieyihui>)。ほとんどの時間, 彼は Github (<https://github.com/yihui>) で見かけることができます。

彼には 4 つの趣味があります。読むこと, 書くこと (ほとんどはブログ), 料理, そしてバドミントンをすることです。彼は実際食べるより料理する方に関心があります。食べるのに我慢できないほど好きな料理はそう多くなく, 辛い料理が数少ない一例です。料理がさらに楽しくなったので, レストランに行くことがまれになっています。レストランに行って「料理はどれくらい辛くしたらよろしいでしょうか」と訊かれれば彼はたいてい「シェフができる限界まで辛くして」と答えます。

Christophe Dervieux

Christophe Dervieux は R コミュニティの活動的なメンバーであり, 現在はフランス在住です。エネルギーと経済に関する修士号を取得しており, R を使った最初の仕事はマーケットデザインに関する経済研究のアナリストです。これは *developer advocate* および R 管理者となって R の布教と職場での R ユーザーへのサポートをするようになる前のことです。

彼は人々が R を 最大限活用できるように手助けすることに関心があり, 彼が RStudio Community で *sustainer* としてあちこちを渡り歩く姿を, あるいはいくつかの R パッケージの Github issues であなたも目にすることができるでしょう。どちらの場合でも, “cderv” という短縮ハンドルネームで彼だと認識できるでしょう。

R 開発者としての彼は, **bookdown**, **rmarkdown**, **knitr** といったいくつかの R パッケージのコントリビューターです。 **crri** パッケージの開発メンバーの一人でもあります。彼自身のプロジェクトは GitHub (<https://github.com/cderv>) で確認できますし, ときどき Twitter でアイディアを共有することもあります。

^{*33} 訳注: Committee of Presidents of Statistical Societies の授与するものではなく, 大学内で学生に授与されるもの

彼は辛い料理は苦手ですが、毎週バドミントンを楽しんでいます。

Emily Riederer

Emily Riederer は消費者金融業界でデータサイエンスの仕事をしており、R を使った分析ツールを構築するチームを率い、この業界でオープンサイエンスの文化を育てています。それ以前は、彼女はチャペルヒルのノースカロライナ大学で数学と統計学を専攻していました。

Emily は頻繁に Twitter (<https://twitter.com/emilyriederer>) や自分のブログ (<https://emily.rbind.io>) で R について議論し、プロジェクトを共有します。その中には GitHub (<https://github.com/emilyriederer>) にある **projmgr** パッケージも含まれます。rOpenSci のパッケージレビュアーとしても活動し、さらに **satRday Chicago R conference** の発起メンバーの一人でもあります。

TODO: “satRday” はタイポか？

Emily の他の関心は読書とウェイトリフティングです。彼女は自分で辛い料理が好きだと考えていますが、合衆国内にしか住んだことがないため、その言葉が実際に意味するところをよく分かっていないのだと言われています。

第 1 章

インストール方法

R Markdown を使うには R (R Core Team, 2021) と R パッケージである **rmarkdown** (JJ Allaire Xie McPherson, et al., 2021) のインストールが必要です。

```
01 # CRAN から rmarkdown パッケージを R にインストール
02 install.packages("rmarkdown")
03
04 # または、開発版をインストールしたければ GitHub
05 # からインストール
06 if (!requireNamespace("remotes")) install.packages("remotes")
07 remotes::install_github("rstudio/rmarkdown")
```

こだわりのあるテキストエディタや IDE (統合開発環境) がなければ, RStudio IDE (<https://www.rstudio.com>) のインストールも推奨します. RStudio は必須ではありませんが, エディタに強力な R Markdown 支援機能があるので平均的なユーザーにとっては作業がより簡単になります. RStudio IDE を使わない選択をしたなら, Markdown を他の形式の文書に変換するために **rmarkdown** が使用する Pandoc(1.1 節参照) をインストールする必要があります.

PDF として作成する必要があるなら, LaTeX (1.2 節) およびいくつかのパッケージ (1.3) のインストールも必要になるかもしれません.

1.1 RStudio IDE にバンドルされていないバージョンの Pandoc を使う

RStudio IDE は特定のバージョンの Pandoc を同梱しているため、RStudio IDE を使用する場合は自分で Pandoc をインストールする必要はありません。しかし同梱されたバージョンが最新でないことはよくありますし、必要なバージョンでないかもしれません。別の Pandoc を自分でインストールすることができます。ほとんどの RStudio ユーザーは同梱されたバージョンを使用しているでしょうから、このバージョンの Pandoc は R Markdown での徹底的なテストを乗り越えていることを覚えておいてください。異なるバージョン (特に新しいバージョン) を使う場合、他の R Markdown ユーザーや開発者が解決できない問題にぶつかるかもしれません。

Pandoc のサイトに、プラットフォームごとの Pandoc のインストール方法の詳細なインストール手順 <https://pandoc.org/installing.html> があります。特定のバージョンを使うために Pandoc を自分でインストールしたのなら、`rmarkdown::find_pandoc()` 関数を呼び出して **rmarkdown** パッケージにそのことを知らせることになるでしょう。例えば以下のように。

```
01 # 特定のバージョンを検索
02 rmarkdown::find_pandoc(version = "2.9.1")
03
04 # 特定のディレクトリから検索
05 rmarkdown::find_pandoc(dir = "~/Downloads/Pandoc")
06
07 # 以前発見した Pandoc を無視して再検索する
08 rmarkdown::find_pandoc(cache = FALSE)
```

上記のコードチャンクのように、Pandoc のバージョンを特定する方法はいくつかあります。デフォルトでは `rmarkdown::find_pandoc()` はお使いのシステムの最新の Pandoc を発見しようとします。発見できたなら、バージョン情報はキャッシュされ `cache = FALSE` でキャッシュは無効化されます。pandoc 実行ファイルの発見されるであろうディレクトリがどこにある可能性があるかは、ヘルプページの `?rmarkdown::find_pandoc` を見てください。

この関数は Rmd 文書内でも外部でも呼び出される可能性があります。あなたのコンピュータにインストールした特定のバージョンの Pandoc で Rmd 文書をコンパイルしたい場合、この関数を文書内のチャンクのどれかで呼び出すことになるでしょう。例えば

セットアップ用のチャンクで以下のように。

```
``{r, setup, include=FALSE}
rmarkdown::find_pandoc(version = '2.9.1')
``
```

1.2 PDF レポートの作成に LaTeX (TinyTeX) をインストールする

R Markdown から PDF 文書を作りたいなら, LaTeX がインストール済みである必要があります。伝統的な選択肢として MiKTeX, MacTeX, そして TeX Live がありますが, R Markdown ユーザーに対しては TinyTeX^{*1} のインストールを推奨します。

TinyTeX は TeX Live をもとにカスタムされた LaTeX ディストリビューションで, 比較的小さいサイズで、それでいて、特に R ユーザーが使うようなほとんどの機能を備えています。TinyTeX のインストールや起動にはシステム管理者権限は不要です^{*2}。TinyTeX は R パッケージの **tinytex** (Xie, 2021c) でインストールできます。

```
01 tinytex::install_tinytex()
02 # TinyTeX をアンインストールするなら,
03 # tinytex::uninstall_tinytex() を実行してください
```

“**tinytex**” は R パッケージのことを指し, “TinyTeX” は LaTeX ディストリビューションを指すことに注意してください。TinyTeX を使う利点は 2 つあります。

1. TinyTeX は (他の LaTeX ディストリビューションと比べて) 軽量であり, クロスプラットフォームでありポータブルです。例えば USB ドライブや他のポータブルデバイスに TinyTeX のコピーを保存し, 同じオペレーティングシステムの別のコンピュータで使用することができます。
2. R Markdown を PDF へ変換する時, Pandoc はまず Markdown を中間ファイルとして LaTeX 文書に変換します。tinytex パッケージは LaTeX 文書を PDF にコンパイルするヘルパー関数を提供します (主な関数は `tinytex::latexmk()` です)。TinyTeX を使っていて, インストールされていない LaTeX パッケージが必要なら

^{*1} <https://yihui.org/tinytex/>

^{*2} というより, あなたがシステムの唯一のユーザーなら Linux や macOS では TinyTeX を root 権限で (つまり `sudo` で) インストールしないことをお勧めします。

ば, **tinytex** は自動でインストールしようとします. LaTeX ファイルに対するコンパイルも, 全ての相互参照を確実に解決するために十分な回数だけ行おうとします.

技術的に詳しい話に興味があるなら, Xie (2019b) の論文と <https://yihui.org/tinytex/faq/> の FAQ を確認するとよいかもしれません.

1.3 足りない LaTeX パッケージをインストールする

文書を LaTeX を通して PDF にコンパイルしたい時, このようなエラーに遭遇するかもしれません.

```
! LaTeX Error: File `ocgbase.sty' not found.

!pdfTeX error: pdflatex (file 8r.enc):
  cannot open encoding file for reading

!pdfTeX error: /usr/local/bin/pdflatex (file tcrm0700):
  Font tcrm0700 at 600 not found
```

1.2 節で紹介した TinyTeX を使用しているなら, だいたいの場合このようなエラーに対処する必要はありません. **tinytex** (Xie, 2021c) が自動で対処してくれるからですが, 何らかの理由でこのようなエラーに遭遇した場合でもやはり, `tinytex::parse_install()` で足りない LaTeX パッケージをインストールするのは簡単です. この関数は LaTeX ログファイルのパスを引数として, 足りないパッケージの問題を自動的に解決し, CTAN (the Comprehensive TEX Archive Network, <https://ctan.org>) で見つけれられたものをインストールしようとします. LaTeX ログファイルは典型的には入力文書ファイルとおなじ基底名と, `.log` という拡張子名を持ちます. このログファイルを見つけれられない場合, エラーメッセージをこの関数の `text` 引数に与えることができます. どちらの方法でも動作するはずです.

```
01 # ログファイルが filename.log だとする
02 tinytex::parse_install("filename.log")
03
04 # または `text` 引数を使う
05 tinytex::parse_install(
06   text = "! LaTeX Error: File `ocgbase.sty' not found."
07 )
```

```
08 # "ocgx2" パッケージがインストールされる
```

TinyTeX を使わない場合, **tinytex** パッケージはやはりエラーログから LaTeX パッケージ名を解決しようとします. `tinytex::parse_packages()` を例えばこのように使用してください.

```
01 # ログファイル名が filename.log だったとする
02 tinytex::parse_packages("filename.log")
03
04 # または `text` 引数を使う
05 tinytex::parse_packages(
06   text = "! LaTeX Error: File `ocgbase.sty' not found."
07 )
08 # "ocgx2" と返ってくるはず
```

パッケージ名が判明したら, あなたの LaTeX ディストリビューションのパッケージマネージャでインストールすることができます.

代わりに MiKTeX を使っているなら, これも自動で足りないパッケージをインストールできます. MikTeX のインストール中に “Always install missing packages on-the-fly” の設定に必ずチェックしてください. この設定をせずにインストールしていても, まだ MiKTeX Console で変更できます^{*3}.

^{*3} <https://github.com/rstudio/rmarkdown/issues/1285#issuecomment-374340175>

第2章

概念に関する概観

このテキストの目標は R Markdown を最大限活用するために多くの豆知識と小技を見せることです。以降の各章ではより効率的で簡潔なコードを書き、出力をカスタマイズする技術を実演します。これを始める前に、これらを理解し、覚え、応用し、「リミックス」できる助けになるよう、R Markdown の動作がどうなっているかを少しだけ学んでおく役に立つでしょう。この節では文書を knit する処理と出力を変更する「重要な切り替えレバー」について簡潔に概観します。この資料は後の章の内容理解に必要ではありません(読み飛ばすのは自由です!) が、全てのピースをどう当てはめるかについて、より豊かなメンタルモデルを構築する助けになるかもしれません。

2.1 レンダリング時に何が起こっているのか

R Markdown はいくつかの異なるプロセスを合わせて文書を作成し、これが R Markdown の全ての部品がどう連動しているかに関する混乱の主な理由です。^{*1} 幸運にも、ユーザーが文書を作成できるようになるためにはこれらの処理の内部の挙動を全て理解することは必須ではありません。しかし、文書の挙動の変えようとするだろうユーザーにとっては、どの部品がどの挙動を担当しているかを理解することは重要です。あなたが検索する適切な範囲を絞れるようになれば、ヘルプを探すのがより簡単になります。

R Markdown 文書に対する基本的なワークフローの構造を図 2.1 に示します。ステップ(矢印)と、出力ファイルが生成される前に作成される中間ファイルを強調しています。全ての処理は `rmarkdown::render()` 関数内で実装されています。以降は各段階を詳細に説明します。

^{*1} Allison Horst が R Markdown の処理を魔法になぞらえたすばらしいイラストに描き出してくれました (https://github.com/allisonhorst/stats-illustrations/raw/master/rstats-artwork/rmarkdown_n_wizards.png). そして実際のところ、この絵は本書の扉絵に使われました。

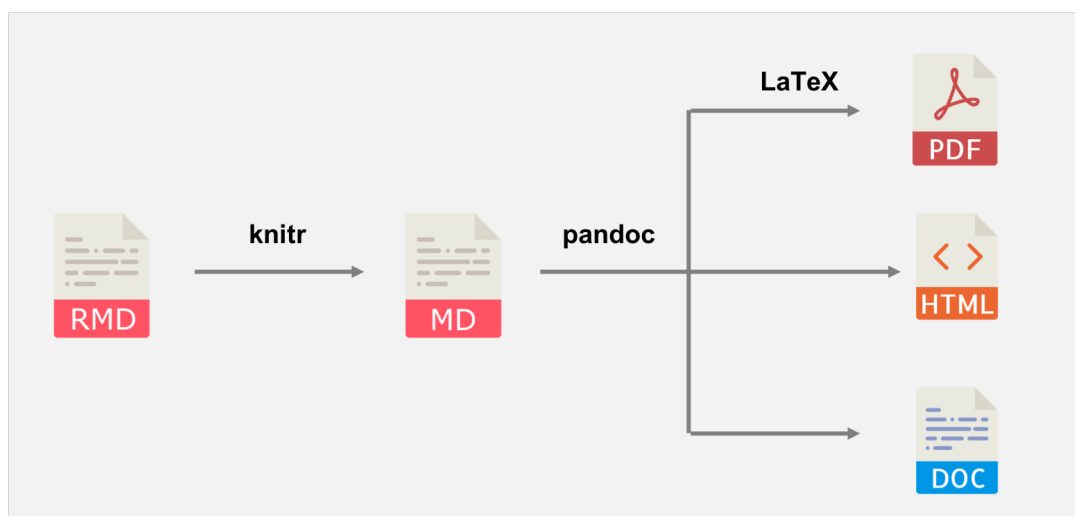


図 2.1: R Markdown 文書がどのように最終的な出力文書に変換されるかを表すダイアグラム

.Rmd 文書は、文書の本来の形式です。YAML (メタデータ)、テキスト (ナラティブ)、コードチャンクを含んでいます。

最初に **knitr** (Xie, 2021a) の `knit()` 関数が .Rmd ファイルに埋め込まれた全てのコードを実行することになり、そして出力文書にコードの出力を表示します。全ての結果は、一時的に作られた .md ファイルに含まれるよう、適正なマークアップ言語へと変換されます。

その後 .md ファイルは、あるマークアップ言語のファイルから別のものへと変換するための多用途なツールである Pandoc によって処理されます。文書を `output` パラメータで指定された (HTML へ出力する `html_document` のような) 出力形式へ変換するため、文書の YAML フロントマターで指定されたパラメータを取ります (例: `title`, `author`, `date`)。

出力形式が PDF ならば、Pandoc が中間ファイルの .md を .tex ファイルに変換する時にさらに処理が 1 層、追加されます。このファイルはその後、最終的な PDF 文書を形成するため LaTeX によって処理されます。1.2 節で話したように、**rmarkdown** パッケージは **tinytex** パッケージ Xie (2021c)] の `latexmk()` 関数を呼び出し、これが次々に LaTeX を呼び出して .tex をコンパイルし .pdf にします。

簡潔にまとめると、`rmarkdown::render() = knitr::knit() + Pandoc (PDF の場合のみ + LaTeX)` ということです。

Robin Linacre が <https://stackoverflow.com/q/40563479/559676> で R Markdown と **knitr** と Pandoc の関係について良い要約を書いてくれました。この投稿には上記の概観よりも技術的に細かい話も含まれています。

全ての R Markdown 文書が常に Pandoc を通してコンパイルされるわけではないことに

注意してください。中間ファイル `.md` は他の Markdown レンダラによってもコンパイルできます。例えば2つ例を挙げます。

- **xaringan** パッケージ (Xie, 2020b) は出力された `.md` をウェブブラウザ上で Markdown コンテンツを表示するための JavaScript ライブラリに渡します。^{*2}
- **blogdown** パッケージは (Xie Dervieux, and Presmanes Hill, 2021) `.Rmarkdown` 文書形式をサポートしています。これは `.Rmarkdown` を `knit` して `.markdown` にし、Markdown 文書は大抵の場合外部のサイトジェネレータによって HTML にレンダリングされます。

2.2 R Markdown の解剖学

R Markdown にいくつかの部品があることを考えながら、我々は1レベル深く掘り下げることができます。では、レンダリング作業中にいつどのように処理を変化させるかに注目してみましょう。

2.2.1 YAML メタデータ

YAML metadata (YAML ヘッダとも呼びます) はレンダリング処理の中の多くのステージで処理され、様々な形で最終的な文書に作用することができます。YAML メタデータは Pandoc, **rmarkdown**, そして **knitr** のそれぞれに読み込まれます。その過程で、メタデータに含まれる情報はコード、コンテンツ、そしてレンダリング処理に影響しうるものです。

典型的な YAML ヘッダはこのように、文書と基本的なレンダリング操作指示に関する基本的なメタデータを含んでいます。

```
---
title: My R Markdown Report
author: Yihui Xie
output: html_document
---
```

この場合、`title`, `author` フィールドは Pandoc によって処理され、テンプレート変数の値に設定されます。デフォルトのテンプレートでは、`title` と `author` の情報は得られた

^{*2} 訳注: **xaringan** について日本語で言及している例は少ないですが、次のページが用法・技術的な説明の両面で優れています。 <https://qiita.com/nozma/items/21c56c7319e4fefceb79>

文書の冒頭に現れます。Pandoc が YAML ヘッダの情報をどう扱うかのより詳細な話は、Pandoc マニュアルの `YAML metadata block`.^{*3} に関するセクションで見られます。^{*4}

対照的に `output` フィールドはレンダリング処理の中で **rmarkdown** が出力フォーマット関数 `rmarkdown::html_document()` に適用するのに使われます `output` に指定した出力フォーマットに引数をあたえることで、レンダリング処理に影響させることができます。例えばこのように書きます。

```
output:
  html_document:
    toc: true
    toc_float: true
```

これは `rmarkdown::render()` に、`rmarkdown::html_document(toc = TRUE, toc_float = TRUE)` と指示することと同じです。これらのオプションが何をするのか知るために、あるいは使える他のオプションを知るために、R コンソールで `?rmarkdown::html_document` を実行してヘルプページを読むことになるでしょう。 `output: html_document` は `output: rmarkdown::html_document` と等価であることに注意してください。出力フォーマットが `rmarkdown::` のような修飾子を持たない場合、**rmarkdown** パッケージのものと想定されます。そうでないなら、R パッケージ名のプレフィックスが必要です。例えば `bookdown::html_document2` のような。

17.4 節に書いたように、YAML ヘッダ内でパラメータを選択したのなら、コンテンツとコードにも影響することができます。簡潔に言うと、R Markdown ドキュメント全体で参照可能な変数や R 評価式をヘッダに含めることができるということです。例えば以下のヘッダでは `start_date` と `end_date` パラメータを定義し、これらは以降の R Markdown 文書内で `params` というリスト内に反映されます。つまり、R コード内でこれらを使うことができ、`params$start_date` と `params$end_date` でアクセスできるということです。

```
---
title: My RMarkdown
author: Yihui Xie
output: html_document
params:
  start_date: '2020-01-01'
```

^{*3} <https://pandoc.org/MANUAL.html#extension-yaml-metadata-block>

^{*4} 訳注: 日本語訳での対応箇所はこちら: <https://pandoc-doc-ja.readthedocs.io/ja/latest/users-guide.html#metadata-blocks>


```
end_date: '2020-06-01'
```

2.2.2 ナラティブ

TODO: ナラティブ, 訳し方 R Markdown のナラティブテキスト要素は YAML メタデータやコードチャンクよりは理解が簡単でしょう. 典型的には, これはテキストエディタで書いているようなものだと感じられるでしょう. しかし Markdown コンテンツは, どのようにコンテンツが作られるか, どうやって文書の構造がそこから作られるか, の両方に関して, 単純なテキストよりも強力で面白いものに違いありません.

我々のナラティブの多くは人の手で書かれていますが, 多くの R Markdown 文書ではコードと使用される分析を参照することが求められているようです. この理由として, 4章において, コードがテキストの一部を生成するのを助ける様々な方法が実演されています. 単語を結合してリストにしたり (4.11 節), 参考文献リストを書いたり (4.5 節) といったやり方です. この変換は .Rmd から .md への変換と同様に **knitr** で制御されます.

Markdown のテキストは文書の構造も与えることができます. Markdown の構文をこの場で復習するには紙面が足りませんが,^{*5} 特に関連深い概念の 1 つとしてセクション (節) ヘッダがあります. これは 1 つ以上の, 対応したレベルの数のハッシュ (#) で表現されます. 例えば, 以下のように.

```
# First-level header
```

```
## Second-level header
```

```
### Third-level header
```

TODO: section はセクションで統一するか節で統一するか. chapter との兼ね合い

これらのヘッダは **rmarkdown** が .md を最終的な出力フォーマットに変換する際に文書全体に構造を与えます. この構造は, いくつかの属性を付与することで節を参照し形成するのに役立ちます. Pandoc 構文は, ヘッダの記述に {#id} と続けることで参照を作成することが可能になり, あるいは {. クラス名} のように書くこと節に複数のクラスを付与できます. 例えば以下のように.

^{*5} Markdown の復習には, 代わりに, <https://bookdown.org/yihui/bookdown/markdown-syntax.html> をご覧ください.

```
## Second-level header {#introduction .important .large}
```

例えば ID やクラスで参照するといった、これから学ぶいくつかの方法で、この節にアクセスすることが出来ます。具体例として、[4.7 節](#)では節 ID を使って文書内のどこでも相互参照する方法を実演していますし、[7.6 節](#)では小節を認識させる `.tabset` クラスを紹介しています。

R Markdown のテキスト部分で見られる最後の興味深いコンテンツのタイプとして、特定の出力したいフォーマットに対して「生のコンテンツ」をそのまま書き出す方法、例えば LaTeX 出力に対して LaTeX コードを直接書く ([6.11 節](#))、HTML 出力に対して HTML コードを直接書く、等 ([9.5 節](#))、を挙げます。生のコンテンツは基本的な Markdown ではできないことが達成できますが、出力フォーマットが異なるとたいていは無視されることに留意してください。例えば生の LaTeX コマンドは出力が HTML の場合、無視されます。

2.2.3 コードチャンク

コードチャンクは R Markdown にとっての心臓の鼓動です。チャンク内のコードは **knitr** によって実行され、出力は Markdown に翻訳され、レポートは現在のスクリプトとデータに動的に同期します。各コードチャンクは言語エンジン ([15 章](#))、ラベル、チャンクオプション ([11 章](#))、そしてコードで構成されます。

コードチャンクを作ることができるいくつかの `mod` について理解するためには、**knitr** の処理をあとほんの少しだけ詳しく知ることが有意義です。各チャンクでは、**knitr** 言語エンジンは3つの入力の部品を得ます。knit 環境 (`knitr::knit_global()`)、コードの入力、任意に指定できるラベル、そしてチャンクオプションのリストです。コードチャンクはコードもその出力も整形された表現として返します。副作用として、knit 環境も修正されます。例えばコードチャンク内のソースコードを介してこの環境内で新しい変数がつくられます。この処理は図 [2.2](#) のように表せます。

この処理は以下の方法で修正できます。

- 言語エンジンを変更する
- チャンクオプションを、グローバルあるいはローカル、あるいは特定の言語に対してのみ修正する
- 入出力にさらなる処理を追加するためのフックを使用する

例えば [12.1 節](#)で、ソースコードの特定行を改ざんする後処理をするフックを加える方法を学ぶことになるでしょう。

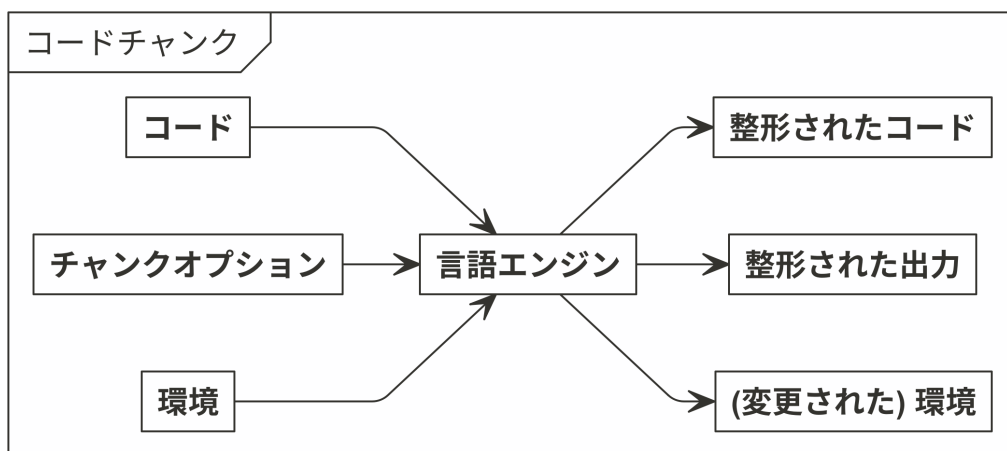


図 2.2: 言語エンジンへの入出力フローチャート

コードチャンクは 2.2.2 節でつぶさに見てきたナラティブのようなクラスと識別子を持ちます。コードチャンクは識別子 (よく「チャンクラベル」と呼ばれます) を言語エンジンの直後に任意で指定することができます。チャンクオプション `class.source` と `class.output` でそれぞれコードブロックとテキスト出力ブロックに対するクラスを設定することもできます (7.3 節参照)。例えばチャンクヘッダ ```{r summary-stats, class.output = 'large-text'}` はチャンクラベルに `summary-stats` を与え、テキスト出力ブロックに `large-text` というクラスを与えています。チャンクのラベルは 1 つだけですが、クラスは複数持つことができます。

2.2.4 文書の本文

文書を執筆し編集するに際して理解すべき重要なことは、どのようにしてコードとナラティブの小片が文書内のいくつかの節やコンテナを作るのかです。例えばこのような文書があったとします。

```
# タイトル
```

```
## X 節
```

```
ここから導入文
```

```
``{r chunk-x}
```

```
x <- 1
```

```

print(x)
...

### 第1小節

ここに詳細な話

### 第2小節

ここにさらに詳しい話

## Y 節

ここから新しい節

````{r chunk-y}
y <- 2
print(y)
...

```

この文書を書いていると、それぞれの小片は、テキストとコードを含んだ、独立した節とともに直線上に並んでいるものとみなすかもしれません。しかし実際にしているのは、概念としては図 2.3 でより細かく描いているように、入れ子 (ネスト) になったコンテナの作成です<sup>\*6</sup>

この図に関する 2 つの重要な特徴は (1) テキストやコードのどのセクションも個別のコンテナであり、(2) コンテナは他の別のコンテナを入れ子にできる、ということです。この入れ子は R Markdown 文書を RStudio IDE で執筆し、文書のアウトラインを展開しているとはっきりと分かります。

図 2.3 では同じレベルのヘッダは同じレベルの入れ子を表していることに注意してください。低レベルのヘッダはより高レベルなヘッダのコンテナ内部にあります。この場合、通常は高レベルの節を「親」といい、低レベルの節を「子」といいます。例えば「小節」は「節」の子です。5.8 節で実演するように、ヘッダだけでなく `:::` を使ってまとまりの単位を作ることができます

<sup>\*6</sup> 現実には、ここで見えているよりも多くのコンテナがあります。例えば knitr されたコードチャンクや、コードと出力がそれぞれ別のコンテナとして存在し、そしてこれらは親要素を共有しています。

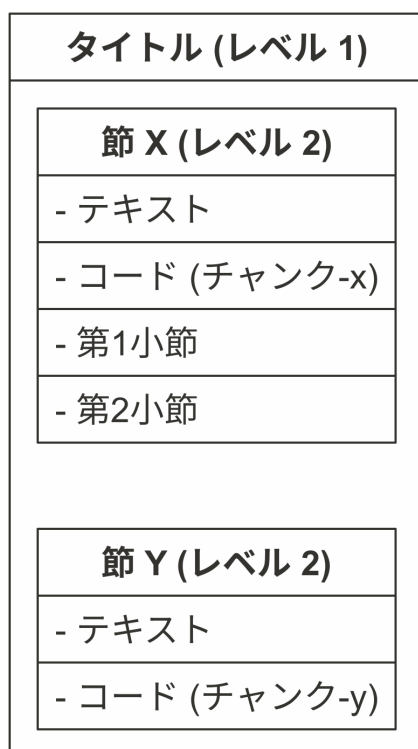


図 2.3: 入れ子状のコンテナとして表現された単純な R Markdown 文書の例

このテキストで説明されているフォーマットやスタイルのオプションを適用するとき、この構造は重要な意味を持ちます。例えば、Pandoc が抽象構文木 (AST) でどのように文書表現するかを学ぶ時 (4.20 節) や、HTML 出力のスタイルを決めるために CSS セレクタを使用する時 (7.1 節ほか)、入れ子構造の概念が現れます。

フォーマットとスタイルは似たようなタイプのコンテナ (例えばコードブロック) や、あるコンテナ内に全てあるコンテナ (例: 「Y 節」以下にある全てのコンテナ) に対して適用できます。加えて 2.2.2 節で説明したように、同一のクラスをある節に対して同様のものとして扱うために適用することができますし、この場合は共通のクラス名は共通のプロパティ、あるいはこの節に共通の意図を示すようになります。

本書を読みながら、特定の「レシピ」がどんな種類のコンテナに対して作用しているのかを自問し、考えることはあなたにとって有益になるでしょう。

## 2.3 結果を変更するために、なにを変更できるか?

では、ここまで概観してきたものを要約し、これから何をすべきかを下見していきましょう。

**rmarkdown** で R Markdown 文書をレンダリングする処理は **knitr** で `.Rmd` を `.md` で変換する処理, それから (典型的には) Pandoc で `.md` を望む出力に変換する処理で構成されます。

`.Rmd` から `.md` 変換のステップではレポート内の全てのコードの実行と「翻訳」を制御するため, 「コンテンツ」への変更のほとんどは, **knitr** の翻訳するためのコードを伴う `.Rmd` を編集する作業が絡んできます。これらのステップ全体を操作するツールには **knitr** チャンクオプションおよびフックがあります。

`.md` はフォーマットされていないプレーンテキストです。ここで Pandoc の出番です。HTML や PDF, Word といった最終的な出力フォーマットへ変換されます。この途上で構造とスタイルを付与します。この処理ではスタイルシート (CSS), 生 LaTeX または HTML コード, Pandoc テンプレート, Lua フィルタといった様々なツールが助けになります。R Markdown 文書の入れ子構造を理解し, よく考えて識別子とクラスを使うことで, これらのツールを取捨選択して出力の目標となる箇所に応用することができます。

最後に, YAML メタデータはこれらのステップの切り替えに役に立つかも知れません。パラメータの変更はコードがどう動作するかを変更することができ, メタデータの変更はテキストの内容を変化させ, 出力オプションの変更は, 異なる命令のセットをもつ `render()` 関数を与えます。

もちろんこれらは全て大まかな経験則であり, 絶対的な事実として扱うべきではありません。究極的には, 機能を完璧にきれいに分類することはできません。本書全体を通じて, 説明されている結果の多くは, しばしば実現のための道筋が複数あり, さらにそのパイプラインの様々なステージの説明に立ち入ることになることが分かるでしょう。例えば文書内に画像を挿入する作業では, `.Rmd` から `.md` への変換の段階で R コード `knitr::include_graphics()` を使うこともあれば, Markdown 構文 (`![ ]()`) を直接使うこともあるでしょう。ややこしく思えるかもしれませんが, アプローチごとに異なる利点を持つこともあります。しかし悩まないでください。なににせよ, あなたの問題を解決する多くの有効な方法が存在し, あなたはそれらから自分にとって最も理にかなうアプローチに従うことができます。

さあこの辺にしておきましょう。本書の残りの部分で, R Markdown を最大限活用するために我々が説明した, あらゆるコンポーネントを変更する方法のより具体的な例を使って絵の下書きに色をつけることができます。

## 第 3 章

# 基本

この章では, R Markdown の重要な概念をいくつか提示します. まず「平文」「コード」という R Markdown の基本的なコンポーネントを紹介します. 次に, R Markdown 文書をどう R スクリプトへ変換するか, あるいは逆はどうするかを提示します.

もっと基本的な話を求める方は, *R Markdown Definitive Guide* (Xie J.J. Allaire, and Grolemund, 2018) の 2 章を見てください.

### 3.1 コードチャンクとインライン R コード

R Markdown 文書は平文 (ナラティブ) とコードが混合してできています. Rmd 文書には 2 種類のコード, コードチャンクとインライン (行内) R コードです. 以下は簡単な例です.

```
```${r}
x <- 5 # 円の半径
```
```

半径 ``r x`` の円に対し,  
その面積は ``r pi * x^2`` である.

コードチャンクはたいていは ````${r}`` で始まり, ````` で終わります. コードチャンク内ではコードを何行でも書いてかまいません. インライン R コードは ``r`` という構文を使って文書のナラティブの中に埋め込まれます. 上記の例ではコードチャンク内で円の半径として変数 `x` を定義し, この円の面積を次のパラグラフで計算しています.

チャンクオプションを通してコードチャンクの挙動と出力をカスタマイズできます (オプションはカーリー・ブレイス `{}` 内に与えます). 例のいくつかは 11 章で見つかるでしょ

う。コードチャンクに別のプログラミング言語のコードを書くこともあるでしょう (15 章を見てください)。

## 3.2 RStudio のビジュアルエディタで R Markdown を書く

あなたがまだ Markdown の書き方に慣れていないか、Markdown コードを書くのが気に入らないならば、RStudio ver. 1.4 には実験的ですが Markdown 文書用のビジュアルエディタがあります。これは図 3.1 で示すように Word のような伝統的な WYSIWYG なエディタと似ていると感じるでしょう。この完全なドキュメントは <https://rstudio.github.io/visual-markdown-editing/> で見ることができます。

ビジュアルエディタによって、ヘッダ、図、表、脚注などといった Pandoc でサポートされているほとんどあらゆる Markdown 要素を視覚的に編集できます。あなたは全ての構文を覚えなくてもよいということです。ある要素の構文を忘れた場合、RStudio ツールバー (図 3.1 参照) を使うかキーボードショートカットを使って要素を追加したり編集したりすることになるでしょう。

あなたが既に Markdown に熟練しているなら、ツールバーを右クリックしてソースモードとビジュアルモードを切り替えられるので、文書をソースモードのままで書くこともできます。

## 3.3 R スクリプトをレポートにレンダリングする

年季の入った R を Markdown ユーザーであっても、別の選択肢があることを見落としているかもしれません。Dean Attali はこれを「**knitr** の隠された至宝<sup>\*1</sup>」と読んでいます。純粋な R スクリプトを直接レンダリングできるということです。RStudio IDE をお使いなら、R スクリプトをレンダリングするキーボードショートカットは Rmd 文書を knit するとき (Ctrl / Cmd + Shift + K) と同じです。

R スクリプトをレポートにレンダリングすると、まず `knitr::spin()` 関数が呼ばれスクリプトが Rmd ファイルに変換されます。この関数が Dean Attali が「**knitr** の隠された至宝」と呼んでいるものです。レポートには全てのテキストとグラフィックの出力が掲載されます。

レポートの要素を細かく管理したいなら、以下のようにその助けとなるいくつかの構文があります。

- Roxygen コメントは平文として扱われます。roxygen コメントは '#' で始まる R

---

<sup>\*1</sup> <https://deanattali.com/2015/03/24/knitr-best-hidden-gem-spin/>



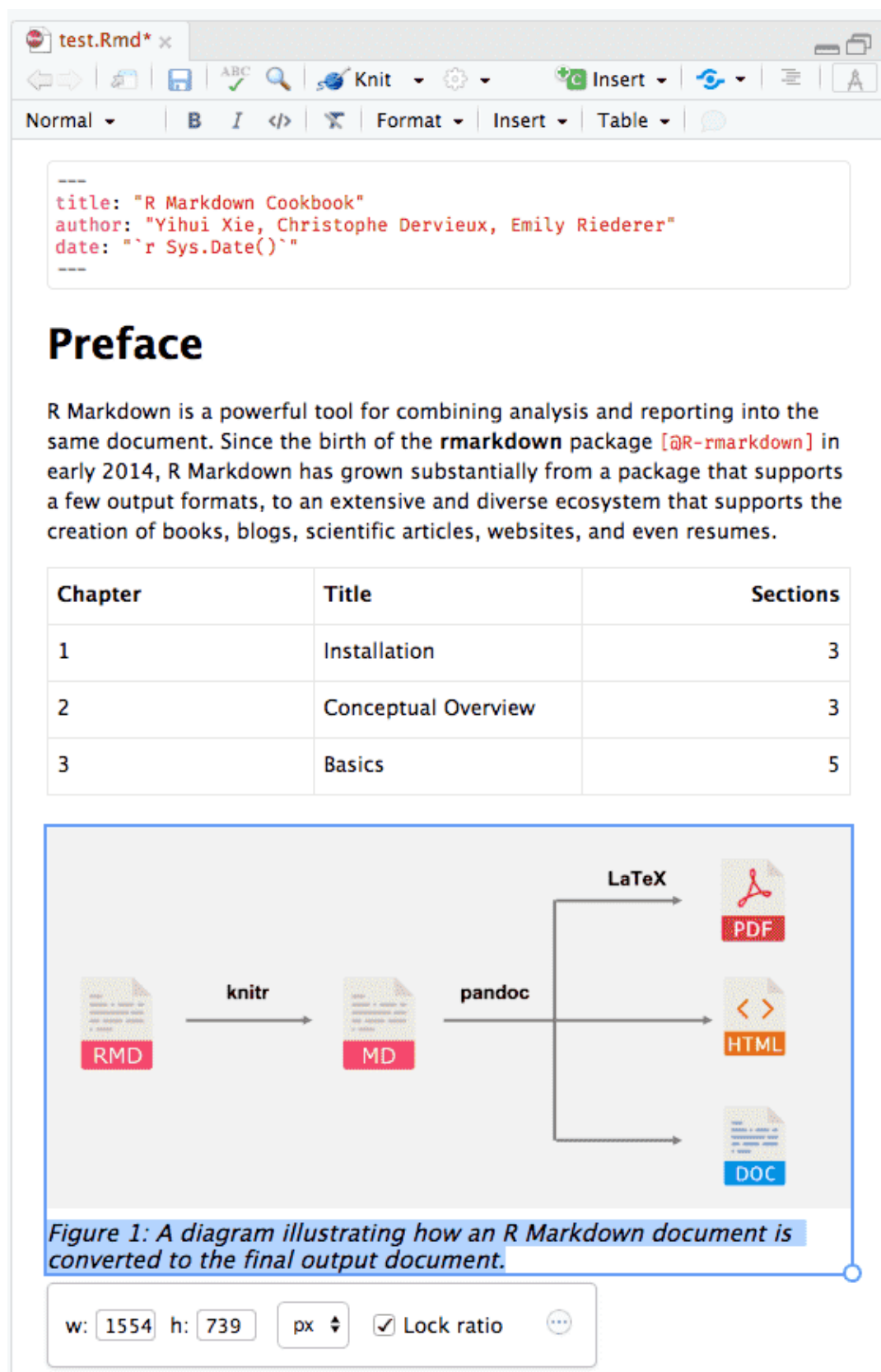


図 3.1: RStudio のビジュアル Markdown エディタ

コメントで、レポートにナラティブを書くのに役立つかもしれません。コメント内ではあらゆる Markdown 構文を使うことができます。

- `#+` で始まるコメントは knitr チャンクヘッダとして扱われます。例えば `#+ label, fig.width=5` というコメントを、`knitr::spin()` は R Markdown の ```{r label, fig.width=5}` というチャンクヘッダへ翻訳します。
- `{{ code }}` で囲まれた R コードは R Markdown のインライン R 表現へ翻訳されます。`{{ code }}` は 1 行で書かなければならないことに注意してください。
- YAML フロントマターも、R スクリプトの冒頭の roxygen コメント内に書くことができます。YAML フィールドのインデントによく気をつけてください。YAML のインデントを省くとデータ構造の表現は不正確なものに変わることがあります。例えば `keep_tex: true` というフィールドは、後述する例のように `pdf_document` 以下に 2 つ以上のスペースでインデントするべきです。
- `/*` と `*/` の間の任意のテキストは無視されます (つまり、完全にコメントとして扱われます)

上記のルール全ての例を表現したのが以下です。

```
#' ---
#' title: "純粋な R script から生成したレポート"
#' output:
#' pdf_document:
#' keep_tex: true
#' ---
#'
#' これは `knitr::spin()` によって生成されたレポートです。
#'
#' **knitr** オプションをいくつか試してみましょう:
#
#+ echo=FALSE, fig.width=7
これは通常の R コメント文です。
plot(cars)
#
#' ここにインラインの値を書きましょう。 π の値は
{{ pi }}
#' であると知られています。
```

```
#'
#' 最後に、全ての roxygen コメントは任意だということを書いておきます.
#' プロットの大きさなど出力要素をコントロールしようと思わない限り
#' チャンクオプションも必要ではありません

/* C 言語のコメントのように /* と */ の間にコメントを書きましょう:
Sys.sleep(60)
*/
```

このスクリプトがレポートにレンダリングされた時, `knitr::spin()` はこれを R Markdown へと変換します.

```

title: "純粋な R script から生成したレポート"
output:
 pdf_document:
 keep_tex: true

```

これは '`knitr::spin()`' によって生成されたレポートです.

**\*\*knitr\*\*** オプションをいくつか試してみましょう:

```
``{r echo=FALSE, fig.width=7}
これは通常の R コメント文です.
plot(cars)
...`
```

ここにインラインの値を書きましょう.  $\pi$  の値は

```
``r pi ```
```

であると知られています.

最後に、全ての roxygen コメントは任意だということを書いておきます.  
 プロットの大きさなど出力要素をコントロールしようと思わない限り  
 チャンクオプションも必要ではありません

このレポート生成方法は、主に R スクリプトを使って作業していて、多くのナラティブを必要としないときに特に役立つかもしれません。レポートが実質テキストであるほどの割合のテキストなら、全てのテキストを roxygen コメントに入れなくてもいいので R Markdown がより良い選択かもしれません。

### 3.4 Markdown から R script への変換

R Markdown から全ての R コードを取り出したい時、あなたは `knitr::purl()` を呼ぶことができます。以下は `purl.Rmd` というファイル名の簡単な Rmd の例です。

```

title: R コードを取り出すために `purl()` を使いましょう

`knitr::purl()` 関数は knitr 文書から R コードチャンクを取り出しコードを
↳ R スクリプトに保存します。

以下は簡単なチャンクです。

````{r, simple, echo=TRUE}
1 + 1
...

`r 2 * pi` のようなインライン R 表現はデフォルトでは無視されます。

特定のコードチャンクを取り出してほしくない場合は、チャンクオプション `purl =
↳ FALSE` を設定できます。例えば以下のように。

````{r, ignored, purl=FALSE}
x = rnorm(1000)
...

```

`knitr::purl("purl.Rmd")` を呼び出したら、以下の R スクリプト (デフォルトのファイル名は `purl.R`) が生成されます。

```
---- simple, echo=TRUE-----
```

```
1 + 1
```

上記の R スクリプトでは, チャンクオプションはコメントとして書かれています. 純粋な R コードが欲しい場合, `documentation = 0` という引数を与えて `knitr::purl()` を呼ぶことになるでしょう. これで以下のような R スクリプトが生成されます.

```
1 + 1
```

テキストも全て維持したい場合 `documentation = 2` 引数を使うことになるでしょう. これは以下のような R スクリプトを生成します.

```
#' ---
#' title: R コードを取りだすために `purl()` を使いましょう
#' ---
#'
#' `knitr::purl()` 関数は knitr 文書から R コードチャンクを取り出しコード
#> を R スクリプトに保存します.
#'
#' 以下は簡単なチャンクです.
#'
---- simple, echo=TRUE-----
1 + 1

#'
#' `r 2 * pi` のようなインライン R 表現はデフォルトでは無視されます.
#'
#' 特定のコードチャンクを取り出してほしくない場合は, チャンクオプション `purl =
#> FALSE` を設定できます. 例えば以下のように.
#'
```

`purl = FALSE` というオプションのあるコードチャンクはこの R スクリプトから除外されることに注意してください.

インライン R 表現はデフォルトでは無視されます. R スクリプトにインライン表現も含めたいなら, `knitr::purl()` を呼ぶ前に R のグローバルオプション `options(knitr.purl.inline = TRUE)` を設定する必要があります.

## 3.5 R Markdown Notebook

*R Markdown Definitive Guide* (Xie J.J. Allaire, and Grolemund, 2018) の Section 2.2<sup>\*2</sup> で言及したように, Rmd 文書をコンパイルする方法はいくつかあります. その1つは `html_notebook` という出力形式で R Markdown Notebook を使うことです. 例えば以下のように.

```

title: An R Markdown Notebook
output: html_notebook

```

RStudio でこの出力形式を使うと, ツールバー上の `knit` ボタンが `Preview` ボタンになります.

`notebook` を使う主な利点は Rmd 文書を同じ **R セッション** で繰り返し作業できることです. コードチャンクにある緑色の矢印ボタンを押すことでチャンクを個別に随時実行し, エディタ上でテキストやグラフの出力を見ることができます. ツールバー上の `Preview` ボタンを押せば Rmd 文書は, あなたが既に実行したコードチャンクの出力を含む HTML 出力の文書へのみレンダリングされます. `Preview` ボタンは一切のコードチャンクを実行しません. これと比較して, 他の出力形式を使い `knit` ボタンを押せば RStudio は文書全体をコンパイルする (つまり全てのコードチャンクが一気に実行されます) ために R セッションを新規で立ち上げます. これはたいてい, より時間がかかります.

コードチャンクを個別に実行した時に出力が表示されるという RStudio のデフォルトの挙動が気に入らないなら, `Tools -> Global Options -> R Markdown` から “`Show output inline for all R Markdown documents`” というオプションのチェックを外すことができます. 以降は, コードチャンクを実行すると出力はソースエディタ内ではなく R コンソールに表示されます. このオプションは YAML メタデータで個別の Rmd 文書ごとに設定できます. このように.

```
editor_options:
 chunk_output_type: console
```

---

<sup>\*2</sup> <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown/compile.html>

## 第 4 章

# 文書の要素

本章では, 改ページ, YAML メタデータ, セクションヘッダ, 引用, 相互参照, 数式, アニメーション, 対話的プロット, ダイアグラム, コメントといった R Markdown 文書の要素をカスタマイズしたり生成したりするのに使える豆知識と小ワザを紹介します.

### 4.1 改ページ (改段) を挿入する

改ページしたい場合, `\newpage` を文書に挿入できます.<sup>\*1</sup> これは LaTeX コマンドですが, **rmarkdown** パッケージは LaTeX 出力フォーマットでも, HTML, Word, ODT などのいくつかの非 LaTeX 出力フォーマットでも認識することができます.<sup>\*2</sup>

例えば以下のように.

```

title: Breaking pages
output:
 pdf_document: default
 word_document: default
 html_document: default
 odt_document: default

```

---

<sup>\*1</sup> 訳注: 正確には `\newpage` コマンドは改「段」です. 二段組の場合, 次の段に改めるため, 必ずページを改めるわけではありません.

<sup>\*2</sup> HTML 出力では, 改ページは HTML ページの出力時のみ意味をなし, それ以外では HTML は単一の連続したページになるため, 改ページを見ることはありません.

```
第一節
```

```
\newpage
```

```
第二節
```

これは Pandoc の Lua フィルタ に基づく機能です (4.20 節参照). 技術的なことに興味のある方はこのパッケージの vignette を見てください.

```
vignette("lua-filters", package = "rmarkdown")
```

## 4.2 文書タイトルを動的に設定する

Rmd 文書内のどこでも, YAML メタデータの部分であっても行内 R コード (3.1 節) を使うことができます. つまり行内 R コードによって文書のタイトルなどの YAML メタデータの動的生成が可能ということです. 例えばこのように.

```

title: "自動車 `r nrow(mtcars)` 台の分析"

```

タイトルが以降の文書内で作成される R の変数に依存する場合, 以下の例のようにその後に YAML セクションを書いて title フィールドを加えることになるでしょう.

```

author: "利口なアナリスト"
output: pdf_document

```

我々の市場シェアを頑張って計算してみました.

I just tried really hard to calculate our market share:

```
```${r}
share <- runif(1)
```
```



```

title: "我々の市場シェアは今や `r round(100 * share, 2)`% です!"

これはとても `r if(share > 0.8) "喜ばしい" else "悲しい"` ことです.
```

上記の例では、変数 `share` を作成してから文書のタイトルを追加しています。Pandoc は文書内に YAML セクションをいくつか書いても読み込む (そして全てマージする) ことができるため、この例が動作します。

タイトルだけでなくどの YAML フィールドも、パラメータ化されたレポートから動的に生成することができます (17.4 節参照)。例えばこのように。

```

title: "`r params$doc_title`"
author: "利口なアナリスト"
params:
 doc_title: "デフォルトのタイトル"

```

タイトルが動的なパラメータなら、タイトルだけ異なるレポートのまとまりを簡単に生成できます。

この節ではタイトルを例にしましたが、このアイディアは YAML セクションのどのメタデータのフィールドにも適用可能です。

## 4.3 R コード内で文書メタデータにアクセスする

Rmd 文書をコンパイルする際に、YAML セクションの全てのメタデータはリストオブジェクト `rmarkdown::metadata` に保存されます。例えば `rmarkdown::metadata$title` は文書のタイトルを与えます。YAML メタデータに与えられた情報をハードコードしなくすむように、この `metadata` オブジェクトを R コード内で使うことができます。例えば **blastula** パッケージ (Richard Iannone and Cheng, 2020) で E メールを送る時、文書のタイトルをメールの件名に、著者フィールドを送信者情報に使うことができます。

```

title: 重要なレポート
author: John Doe
email: john@example.com

```

重要な分析ができましたので結果をメールで送りたいと思います。

```
``{r}
library(rmarkdown)
library(blastula)
smtp_send(
 ...,
 from = setNames(metadata$email, metadata$author),
 subject = metadata$title
)
...
```

## 4.4 番号のない節

ほとんどの出力フォーマットは `number_sections` オプションをサポートしています。これは `true` を設定すれば節への付番を有効にできるオプションです。例えば以下のように。

```
output:
 html_document:
 number_sections: true
 pdf_document:
 number_sections: true
```

特定の節に番号を付けたくないならば、`number_sections` オプションは `true` のままにして、その節のヘッダの直後に `{-}` を加えます。例えばこのように。

```
この節には番号がつきません {-}
```

全く同じことを、`{.unnumbered}` を使ってもできます。例えば `{.unnumbered #section-`

id} のように、他の属性を追加することもできます。詳細は [https://pandoc.org/MANUAL.html#extension-header\\_attributes](https://pandoc.org/MANUAL.html#extension-header_attributes) を確認してください。

付番されてない節はしばしば記述に追加の情報を与えるのに使われます。例えば本書では、「はじめに」と「著者について」の章は本文では含まれないため付番されていません。図 4.1 で見られるように、実際の本文は付番されていない章 2 つの後から始まり、本文の章は付番されています。TODO: 日本語版が出来たらスクリーンショット撮り直す。

| 目次                                           |       |
|----------------------------------------------|-------|
| はじめに                                         | xiv   |
| 本書の読み方                                       | xv    |
| 本書の構成                                        | xvii  |
| ソフトウェア情報と表記のルール                              | xvii  |
| 謝辞                                           | xix   |
| 著者について                                       | xxii  |
| Yihui Xie                                    | xxii  |
| Christophe Dervieux                          | xxiii |
| Emily Riederer                               | xxiv  |
| 第 1 章 インストール方法                               | 1     |
| 1.1 RStudio IDE にバンドルされていないバージョンの Pandoc を使う | 2     |
| 1.2 PDF レポートの作成に LaTeX (TinyTeX) をインストールする   | 3     |
| 1.3 足りない LaTeX パッケージをインストールする                | 4     |

図 4.1: 付番された章とされていない章を示すための目次のスクリーンショット

節番号は漸増します。もし付番されている節の後にされていない節が挿入し、その後にさらに付番された節が開始しているなら、節番号はそこから増加を再開します。

## 4.5 参考文献と引用

参考文献の目録を出力文書に含める方法の概観として、Xie (2016) の Section 2.8<sup>\*3</sup> を見ると良いでしょう。基本的な使用方法として、YAML メタデータの bibliography フィールドに文献目録ファイルを指定する必要があります。例えば BibTeX データベースが \*.bib という拡張子の付いたプレーンテキストとして与えられているなら、このようにします。

```

output: html_document
```

<sup>\*3</sup> <https://bookdown.org/yihui/bookdown/citations.html>

```
bibliography: references.bib
```

```

```

そしてこのファイルに文献アイテムがこのようなエントリで含まれています。

```
@Manual{R-base,
 title = {R: A Language and Environment for Statistical
 Computing},
 author = {{R Core Team}},
 organization = {R Foundation for Statistical Computing},
 address = {Vienna, Austria},
 year = {2019},
 url = {https://www.R-project.org},
}
```

文書内 @key という構文で文献アイテムを直接引用することができます。key の部分エントリの最初の行にある引用キーです。上記の例なら @R-base です。括弧で囲んで引用したいなら, [key] を使います。複数のエントリを同時に引用するなら, [key-1; @key-2; @key-3] のようにセミコロンでキーを区切ります。著者名を表示しないのなら, [-@R-base] のように @ の前にマイナス記号を付けます。

#### 4.5.1 引用スタイルの変更

デフォルトでは Pandoc は Chicago 式の著者名-出版年形式の引用スタイルと参考文献スタイルを使います。他のスタイルを使うには、メタデータフィールドの cs1 で CSL (Citation Style Language) ファイルを指定します。例えばこのように。

```

output: html_document
bibliography: references.bib
cs1: biomed-central.csl

```

必要としているフォーマットを見つけるには、Zotero Style Repository,<sup>\*4</sup> を使うことを

---

<sup>\*4</sup> <https://www.zotero.org/styles>

おすすめします。これは必要なスタイルの検索とダウンロードが簡単にできます。

CSL ファイルはカスタマイズされたフォーマット要件に合うようにを修正できます。例えば “et al.” の前に表示する著者の人数を変更できます。これは <https://editor.citationstyles.org> で使用できるようなビジュアルエディタを使って簡単にできます。

#### 4.5.2 引用していない文献を参考文献に追加する

デフォルトでは参考文献には文書で直接参照されたアイテムのみ表示されます。本文中に実際に引用されていない文献を含めたい場合, `notice` というダミーのメタデータフィールドを定義し, そこで引用します。

```

nocite: |
 @item1, @item2

```

#### 4.5.3 全てのアイテムを参考文献に掲載する

文献目録のすべてのアイテムを明示的に言及したくないが, 参考文献には掲載したいというなら, 以下のような構文が使えます。

```

nocite: '@*'

```

これは全てのアイテムを参考文献として強制的に掲載させます。

#### 4.5.4 参考文献の後に補遺を掲載する (\*)

デフォルトでは参考文献は文書全体の最後に掲載されます。しかし参考文献一覧の後に追加のテキストを置きたいこともあるでしょう。一番よくあるのは文書に補遺 (appendix) を含めたいときです。以下に示すように, `<div id="refs"></div>` を使うことで参考文献一覧の位置を矯正できます。

```
参考文献
```

```
<div id="refs"></div>
```

```
補遺
```

`<div>` は HTML タグですが, この方法は PDF など他の出力フォーマットでも機能します.

**bookdown** パッケージ (Xie, 2020a) を使うことで, 補遺の開始前に special header<sup>\*5</sup> # (APPENDIX) Appendix {-} の挿入が可能となり さらに改善できます. 例えば以下のよう.

```
参考文献
```

```
<div id="refs"></div>
```

```
(APPENDIX) 補遺 {-}
```

```
追加情報
```

```
これは「補遺 A」になる.
```

```
さらにもう1つ
```

```
これは「補遺 B」になる.
```

LaTeX/PDF および HTML フォーマットでは補遺の付番スタイルは自動的に変更されます (たいていは A, A.1, A.2, B, B.1, ... という形式です).

## 4.6 R パッケージの引用を生成する

R パッケージを引用するには, base R の `citation()` を使うことができます. BibTeX 用の引用エントリを生成したいなら, `citation()` の返り値を `toBibtex()` を与えることができます. 例えばこうです.

---

<sup>\*5</sup> <https://bookdown.org/yihui/bookdown/markdown-extensions-by-bookdown.html#special-headers>

```
01 toBibtex(citation("xaringan"))
```

```
@Manual{,
 title = {xaringan: Presentation Ninja},
 author = {Yihui Xie},
 year = {2020},
 note = {R package version 0.19},
 url = {https://CRAN.R-project.org/package=xaringan},
}
```

`toBibtex()` で生成されたエントリを使うには、出力を `.bib` ファイルにコピーし、引用キーを追加しなければなりません (例えば `@Manual{`, の部分を `@Manual{R-xaringan`, と書き換える)。これは `knitr::write_bib()` 関数によって自動化できます。この関数は引用エントリを生成し、自動的にキーを加えてファイルに書き込みます。例えばこのようにします。

```
01 knitr::write_bib(c(.packages()), "bookdown"), "packages.bib")
```

第 1 引数はパッケージ名の文字列ベクトルで、第 2 引数は `.bib` ファイルのパスであるべきです。上記の例では、`.packages()` は現在の R セッションが読み込んでいる全てのパッケージ名を返します。これらのパッケージのいずれかが更新された (例えば著者、タイトル、年、あるいはバージョンが変更された) とき、`write_bib()` は自動的に `.bib` を更新できます。

引用エントリには 2 つのタイプが選択肢としてあります。1 つはパッケージの DESCRIPTION ファイルをもとに生成したもので、もう 1 つは、もしパッケージに CITATION ファイルが存在するなら、そこから生成したものです。前者のタイプは引用キーが `R-(パッケージ名)` という形式になり (例えば `R-knitr`)、後者のタイプはパッケージ名と公開年を結合したものがキーとなります (例: `knitr2015`)。もし複数のエントリが同一年にあるなら、接尾文字が追加されます。例えば `knitr2015a` と `knitr2015b` のように。前者のタイプはしばしばパッケージ自体を引用 (つまり、ソフトウェアとして) するのに使われますが、後者のタイプはしばしば論文や書籍のようなパッケージと関連のある出版物として扱われます。

```
01 knitr::write_bib(c("knitr", "rmarkdown"), width = 60)
```

```
@Manual{R-knitr,
 title = {knitr: A General-Purpose Package for Dynamic
 Report Generation in R},
 author = {Yihui Xie},
 year = {2021},
 note = {R package version 1.31},
 url = {https://yihui.org/knitr/},
}

@Manual{R-rmarkdown,
 title = {rmarkdown: Dynamic Documents for R},
 author = {JJ Allaire and Yihui Xie and Jonathan McPherson
 and Javier Luraschi and Kevin Ushey and Aron Atkins
 and Hadley Wickham and Joe Cheng and Winston Chang and
 Richard Iannone},
 year = {2021},
 note = {R package version 2.7},
 url = {https://CRAN.R-project.org/package=rmarkdown},
}

@Book{knitr2015,
 title = {Dynamic Documents with {R} and knitr},
 author = {Yihui Xie},
 publisher = {Chapman and Hall/CRC},
 address = {Boca Raton, Florida},
 year = {2015},
 edition = {2nd},
 note = {ISBN 978-1498716963},
 url = {https://yihui.org/knitr/},
}

@InCollection{knitr2014,
 booktitle = {Implementing Reproducible Computational
 Research},
 editor = {Victoria Stodden and Friedrich Leisch and Roger
 D. Peng},
```



```
title = {knitr: A Comprehensive Tool for Reproducible
 Research in {R}},
author = {Yihui Xie},
publisher = {Chapman and Hall/CRC},
year = {2014},
note = {ISBN 978-1466561595},
url = {http://www.crcpress.com/product/isbn/
 9781466561595},
}

@Book{rmarkdown2018,
 title = {R Markdown: The Definitive Guide},
 author = {Yihui Xie and J.J. Allaire and Garrett
 Golemund},
 publisher = {Chapman and Hall/CRC},
 address = {Boca Raton, Florida},
 year = {2018},
 note = {ISBN 9781138359338},
 url = {https://bookdown.org/yihui/rmarkdown},
}

@Book{rmarkdown2020,
 title = {R Markdown Cookbook},
 author = {Yihui Xie and Christophe Dervieux and Emily
 Riederer},
 publisher = {Chapman and Hall/CRC},
 address = {Boca Raton, Florida},
 year = {2020},
 note = {ISBN 9780367563837},
 url = {https://bookdown.org/yihui/rmarkdown-cookbook},
}
```

ファイルパスの引数がないと、`knitr::write_bib()` は上記の例のように引用エントリをコンソールに出力します。

`write_bib()` は既存の文献目録ファイルを上書きするように設計されていることに注意してください。文献目録に手動で他のエントリを追加したい場合、2 つ目の `.bib` ファイルを

作成して、この例のように `bibliography` フィールドで参照してください。

```

bibliography: [packages.bib, references.bib]

```{r, include=FALSE}
knitr::write_bib(file = 'packages.bib')
```
```

上記の例では `packages.bib` が自動で生成されたもので、手動で変更すべきではありません。それ以外の全ての引用エントリは `references.bib` に手動で書き込むことができます。

ここまでは R パッケージの引用を生成する方法を 1 つだけ紹介しています。それ以外のタイプの文献を動的に引用を生成するには、**knitcitations** パッケージ (Boettiger, 2021) を確認すると良いでしょう。

## 4.7 文書内の相互参照

相互参照 はあなたの文書を通して読者を誘導するのに役に立つ方法であり、R Markdown ではこれを自動的に行なえます。これは **bookdown** 本の Chapter 2<sup>\*6</sup> で既に説明されていますが、以下で簡潔な説明をします。

相互参照を使用するにあたって、以下が必要になります。

- **bookdown** 出力フォーマット: 相互参照は基本となる **rmarkdown** パッケージでは直接提供されず、**bookdown** (Xie, 2020a) による拡張機能として提供されています。よって YAML の output フィールドで **bookdown** のフォーマット (例: `html_document2`, `pdf_document2`, `word_document2` など) を使用しなければなりません。
- 図 (または表) に対するキャプション: キャプションのない図は単なる画像として直接埋め込まれるため、付番された図 (figure) にはなりません。
- ラベルの設定されたコードチャンク: チャンクによって生成された図を参照するための識別子を提供してくれます。

これらの条件が合わさって初めて、テキスト内で `\@ref(type:label)` という構文を使っ

<sup>\*6</sup> <https://bookdown.org/yihui/bookdown/components.html>

て相互参照を作成できます。label はチャンクラベルであり, type は参照するものの環境 (例: tab, fig, eqn) です。以下に例を示します。

```

title: 図, 表, 数式を相互参照する
author: bookdown による生成
output:
 bookdown::pdf_document2:
 latex_engine: lualatex
 bookdown::html_document2: default
documentclass: ltjsarticle

図 \@ref(fig:cars-plot) を見よ.

```{r cars-plot, fig.cap="自動車のデータ", echo=FALSE}
par(mar = c(4, 4, .2, .1))
plot(cars) # a scatterplot
...

次に数式 \@ref(eq:mean) を見よ.

\begin{equation}
\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} (\#eq:mean)
\end{equation}

さらに表 \@ref(tab:mtcars) を見よ.

```{r mtcars, echo=FALSE}
knitr::kable(mtcars[1:5, 1:5], caption = "mtcars データ")
...

```

この文書の出力を図 4.2 に示します。

数式, 定理, 節の見出しにも相互参照することができます。これらのタイプの参照は **bookdown** 本の 2.2, 2.6 節でより説明されています。

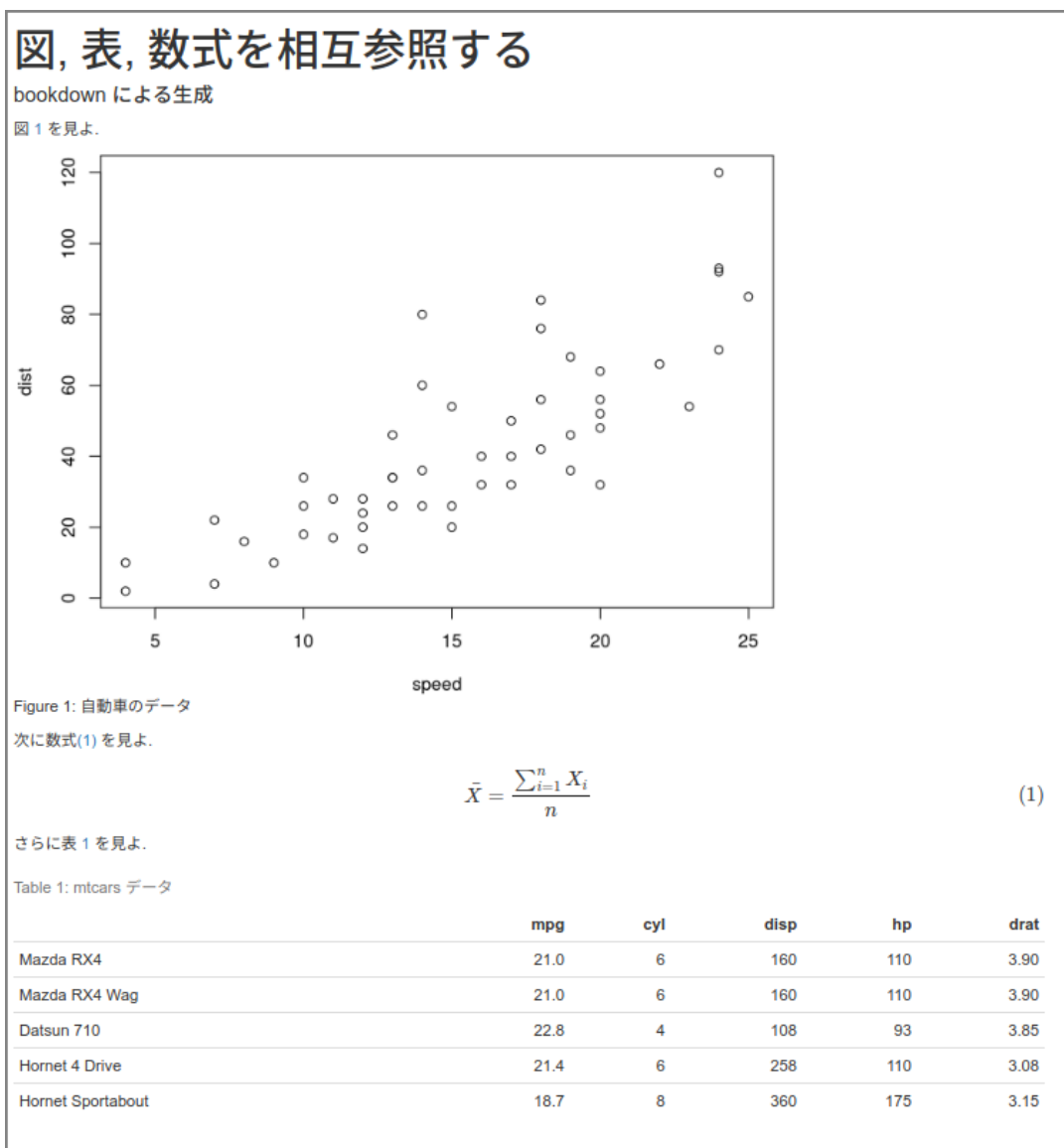


図 4.2: R Markdown 文書内の相互参照の例

## 4.8 日付を自動的に更新する

出力されたレポートに Rmd 文書がコンパイルされた日付を表示したいなら, YAML メタデータの date フィールドに行内 R 評価式を追加し, 現在の日付を得るために `Sys.Date()` or `Sys.time()` 関数を使用できます.

```
date: "`r Sys.Date()`"
```

表 4.1: R における日付と時刻のフォーマット

| コード | 意味              | コード | 意味              |
|-----|-----------------|-----|-----------------|
| %a  | 曜日の略称           | %A  | 曜日の名称           |
| %b  | 月の略称            | %B  | 月の名称            |
| %c  | ロケール依存の時刻       | %d  | 数値表記の日          |
| %H  | 数値表記の時間 (24 時間) | %I  | 数値表記の時間 (12 時間) |
| %j  | 1 年の何日目か        | %m  | 数値表記の月          |
| %M  | 数値表記の分          | %p  | ロケール依存の午前 / 午後  |
| %S  | 数値表記の秒          | %U  | 年の何週目か (日曜日始まり) |
| %w  | 数値表記の曜日 (0=日曜日) | %W  | 年の何週目か (月曜日始まり) |
| %x  | ロケール依存の日付       | %X  | ロケール依存の時刻       |
| %y  | 下 2 桁表記の年       | %Y  | 4 桁表記の年         |
| %z  | GMT からのオフセット    | %Z  | タイムゾーン (文字表記)   |

もっと人間にとって読みやすい, 特定の日次フォーマットを指定したいかもしれません. 例えば以下のようにします.

```
date: "`r format(Sys.time(), '%x')`"
```

例えば 2021 年 3 月 17 日 といったコードはあなたが文書を knit するごとに, 日付を動的に生成します. 日付のフォーマットをカスタマイズしたいならば, ご自分でフォーマット文字列を与えて変更できます. いくつか例をお見せしましょう.

- %Y %B: 2021 3 月
- %y/%m/%d: 21/03/17
- %b%d (%a): 3 月 17 (水)

表 4.1 は POSIXct フォーマットの一覧です.

最後に, 説明的なテキストを日付に含めたいかもしれないときのことを書いておきます. このように R コードの前に「最終コンパイル日」のような何らかの文を追加することができます.

```
date: "最終コンパイル日 `r format(Sys.time(), '%Y/%m/%d')`"
```

## 4.9 文書に複数の著者を表記する

R Markdown 文書の YAML フロントマターに複数の著者を加える方法は複数あります。単純に、全員を同列に並べたい場合、1つの文字列を与えることでできます。例えばこのように。

```

title: "無題"
author: "John Doe, Jane Doe"

```

別の方法として、各エントリごとに行を分けたいならば、YAML フィールドにエントリのリストを与えることができます。これは著者ごとに E メールアドレスや所属情報を加えたいときに役に立ちます。例えばこのように。

```

author:
 - John Doe, 組織 1
 - Jane Doe, 組織 2

```

追加情報を文書の脚注として追記したい時、Markdown 構文の `^[]` を利用できます。これは著者ごとに連絡先 E メールや住所といった多くの情報を含めたい場合により便利です。厳密な動作は出力フォーマットに依存します。

```

author:
 - John Doe^[組織 1, john@example.org]
 - Jane Doe^[組織 2, jane@example.org]

```

特定の R Markdown テンプレートでは YAML に直接追加パラメータを指定することができます。例えば Distill<sup>\*7</sup> 出力フォーマットは `url`, `affiliation`, `affiliation_url` を

---

<sup>\*7</sup> <https://rstudio.github.io/distill/>

指定することが可能です。まずは **distill** パッケージ (JJ Allaire Rich Iannone, et al., 2021) をインストールします。

```
01 install.packages("distill")
```

Distill フォーマットは詳細な著者情報を与えて使うことができます。例えばこのように。

```

title: "R Markdown のための Distill"
author:
 - name: "JJ Allaire"
 url: https://github.com/jjallaire
 affiliation: RStudio
 affiliation_url: https://www.rstudio.com
output: distill::distill_article

```

## 4.10 図のキャプションへの付番

**bookdown** (Xie, 2020a) 出力フォーマット を, 図のキャプションに図番号を追加するのに使うことができます。以下はその例です。

```

output: bookdown::html_document2

```

```
``{r cars, fig.cap = "すごいプロット"}
plot(cars)
...

``{r mtcars, fig.cap = "これもすごいプロット"}
plot(mpg ~ hp, mtcars)
...``
```

4.7 節では表や数式といった他の要素でどのように動くか, そして付番された要素をテキスト

ト内で相互参照する方法を実演しています。html\_document2 いがいにも, pdf\_document2, word\_document2 といった他の出力に対する同様のフォーマット関数もあります。

**bookdown** 以外の R Markdown 出力フォーマットにもこの機能を追加できます。鍵はこれらが **bookdown** 出力フォーマットの「基本フォーマット」であることです。例えば, rticles::jss\_article フォーマットで図に付番と相互参照をするために以下が使えます。

```
output:
 bookdown::pdf_book:
 base_format: rticles::jss_article
```

**bookdown** 出力フォーマット関数のヘルプページを読んで, base\_format 引数があるかどうか確認してみてください (例: ?bookdown::html\_document2)。

## 4.11 単語をコンマ区切りで結合する

文字列ベクトルを人間の読みやすい形で出力したいとします。例えば `x <- c("apple", "banana", "cherry")` について, きっとあなたは `[1] "apple" "banana" "cherry"` のような R が通常プリントする形式で出力をしてほしくないでしょう。あなたは代わりに “apple, banana, and cherry” という文字列がほしいのではないのでしょうか。文字列ベクトルを連結して 1 つにまとめる R 基本関数の `paste()` があります。例えば `paste(x, collapse = ', ')` とすれば, 出力は “apple, banana, cherry” となるでしょう。この方法の問題は (1) 接続詞 “and” が欠けており, (2) ベクトルの要素が 2 つだけの場合はコンマを使うべきでない (“apple, banana” ではなく “apple and banana” という出力になるべき) ということです。

`knitr::combine_words()` 関数は文字列ベクトルの長さにかかわらず, 要素を連結して文にできます。基本的に, 単語 1 つに対してはそのまま同じものを返し, “A and B” という 2 つの単語に対しては “A and B” と返し, 3 つ以上なら “A, B, C, ..., Y, and Z” というふうに返します。この関数はさらに出力をカスタマイズするいくつかの引数を持っています。例えば出力される単語をバッククオートで囲みたいなら, `knitr::combine_words(x, before = '`')` を使えば良いでしょう。以下に他の引数についてもさらなる例を示します。これらの出力例から引数の意味がよくわからないのであれば, ヘルプページ `?knitr::combine_words` もご覧ください。

```
01 v <- c("apple", "banana", "cherry")
02 knitr::combine_words(v)
```



```

03 ## apple, banana, and cherry
04 knitr::combine_words(v, before = "`", after = "'")
05 ## `apple`, `banana`, and `cherry`
06 knitr::combine_words(v, sep = ", ", and = "そして")
07 ## apple、banana、そして cherry
08 knitr::combine_words(v, sep = " / ", and = "")
09 ## apple / banana / cherry
10 knitr::combine_words(v[1]) # 単語 1つ
11 ## apple
12 knitr::combine_words(v[1:2]) # 単語 2つ
13 ## apple and banana
14 knitr::combine_words(LETTERS[1:5])
15 ## A, B, C, D, and E

```

この関数は行内 R 評価式を使うときに特に使いやすいでしょう。例えばこのように。

```
今朝は `r knitr::combine_words(v, sep = ', ', and='')`を食べた。
```

## 4.12 複数の改行コードを維持する

Markdown ユーザは, verbatim 環境 (コードブロック) 以外の場所では空白 (改行コード含む) は大抵の場合意味を持たないことに気づき, 驚くでしょう。2 つ以上のスペースはスペース 1 つと同じであり, 改行 1 つはスペース 1 つと同じです。LaTeX や HTML を使ったことがあるなら, これらの言語と同じルールであるため驚くことはないかもしれません。

Markdown では, 空白行はしばしば段落などの要素の分離に使われます。新しい段落に入らずに改行をするには, 末尾にスペース 2 つを追加しなければなりません。特に詩や歌詞を引用したいときなど, 複数回改行したいときもあるかもしれません。各行の末尾にスペース 2 つを手動で書き加えるのはうんざりする作業です。blogdown::quote\_poem() はこの作業を自動でやってくれます。例えばこのように。

```

01 blogdown::quote_poem(c("かたつむり", "そろそろ登れ",
02 "富士の山"))
03 ## [1] "> かたつむり \nそろそろ登れ \n富士の山"

```

RStudio IDE と **blogdown** パッケージ (Xie Dervieux, and Presmanes Hill, 2021)

をインストールして使っているなら, 改行を維持したいテキストを選択し, ツールバーの “Addins” から RStudio アドインの “Quote Poem” をクリックすることができます. 例えば以下のテキスト (fenced code block 記法内) は末尾にスペースが付いていません.

```
田子の浦ゆ
うち出でてみれば
真白にそ
富士の高嶺に
雪は降りける

--- 山部赤人
```

上記の詩句を選択肢, RStudio アドインの “Quote Poem” をクリックすれば, こう出力されます.

```
田子の浦ゆ
 うち出でてみれば
 真白にそ
 富士の高嶺に
 雪は降りける
```

— 山部赤人

TODO: quote poem だと flushright が作られない?

時に「fenced code block は空白を維持するのに, 詩句をコードブロックに書くのはなぜですか」と質問があります. コードは詩的ですが, 詩はコードではありません. 「コーディング」という行為にこだわりすぎないでください.

## 4.13 モデルを数式に変換する

Daniel Anderson らによって開発された **equationomatic** パッケージ (<https://github.com/datalorax/equationomatic>) は R で当てはめたモデルに対応する数式を表示する, 便利な自動化の手段を提供します. 簡単な例を以下に示します.

```
01 fit <- lm(mpg ~ cyl + disp, mtcars)
02 # 理論モデルを表示
03 equationomatic::extract_eq(fit)
```

$$\text{mpg} = \alpha + \beta_1(\text{cyl}) + \beta_2(\text{disp}) + \epsilon$$

```
01 # 実際の係数を表示
02 equatiomatic::extract_eq(fit, use_coefs = TRUE)
```

$$\text{mpg}\hat{=} = 34.66 - 1.59(\text{cyl}) - 0.02(\text{disp})$$

実際の数式を表示するには、チャンクオプション `results = "asis"` (オプションの意味は 11.11 節参照) が必要です。そうしないと、テキスト出力がそのまま表示されてしまいます。

このパッケージについてより詳しく知りたいならば、ドキュメントを読み、Github 上での開発状況を追ってください。

## 4.14 複数の R プロットからアニメーションを作成する

1 つのコードチャンクで一連のプロットを生成したとき、これらを結合し 1 つのアニメーションを生成できます。出力フォーマットが HTML なら、これは簡単です。 **gifski** パッケージ (Ooms, 2018) をインストールし、チャンクオプション `animation.hook = "gifski"` 設定するだけです。図 4.3 はシンプルな「パックマン」のアニメーションで、これは以下のコードで作成しました。

```
``{r, animation.hook="gifski"}
for (i in 1:2) {
 pie(c(i %% 2, 6), col = c('red', 'yellow'), labels = NA)
}
...`
```

アニメーションのフォーマットは GIF で、HTML 出力ではうまく動作しますが、LaTeX は GIF を直接サポートしていません。あなたが本書の PDF または印刷版を読んでいるなら、図 4.3 が 2 つの動かない画像になっているのはこれが理由です。本書のオンライン版を読めば、実際のアニメーションが見られるでしょう。

PDF でもアニメーションを動作させることはできますが、事前準備が 2 つ必要です。第 1 に、LaTeX パッケージの **animate**<sup>\*8</sup> を読み込む必要があります (方法は 6.4 節参照)。第

<sup>\*8</sup> <https://ctan.org/pkg/animate>

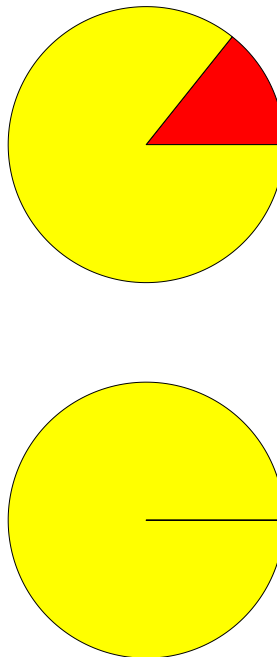


図 4.3: パックマンのアニメーション

2 に, Acrobat Reader でのみアニメーションを見ることができます。第 2 位に, Acrobat Reader でのみアニメーションの動作を見ることができます。それからチャンクオプション `fig.show = "animate"` で **animate** パッケージ を使いアニメーションを作成できるようにします。以下はその例です。

```

title: PDF でのアニメーション
output:
 pdf_document:
 extra_dependencies: animate

```

以下のアニメーションは Acrobat Reader でのみ見ることができます。

```
```{r, fig.show='animate'}
for (i in 1:2) {
  pie(c(i %% 2, 6), col = c('red', 'yellow'), labels = NA)
}
```

...

アニメーションのイメージフレーム間の表示間隔はチャンクオプション `interval` で設定できます。デフォルトでは `interval = 1` (つまり 1 秒) です。

R パッケージ **animation** (Xie, 2018) には、統計的計算の方法やアイデアを表現するアニメーションの例がいくつか入っています。 **gganimate** パッケージ (Pedersen and Robinson, 2020) は **ggplot2** (Wickham Chang, et al., 2020) に基づいた滑らかなアニメーションの作成を可能にします。どちらも R Markdown で動作します。

4.15 ダイアグラムを作成する

ダイアグラムやフローチャートを生成する、R とは独立したプログラム (例: Graphviz) は多くありますが、これらは Rmd 文書内のコードチャンク内で直接管理することができます。

R ではいくつかのパッケージが使用可能ですが、その中で **DiagrammeR** (Richard Iannone, 2020) とその他いくつかを最後に簡単に解説します。完全なデモは <https://rich-iannone.github.io/DiagrammeR/> で見るすることができます。この節では基本的な使用法とダイアグラム内で R コードを使う方法を紹介します。

4.15.1 基本的なダイアグラム

DiagrammeR はいくつかの異なるグラフ言語を使ってグラフを作成する方法を提供します。この節では Graphviz の例を提示しますが、^{*9} **DiagrammeR** は純粋に R コードだけでグラフを作ることもできます。

RStudio IDE は Graphviz (.gv) および mermaid (.mmd) ファイルをネイティブにサポートしています。これらのタイプのファイルを RStudio で編集すると、シンタックスハイライトされるという利点があります。RStudio のツールバーの “Preview” ボタンをクリックすると、ダイアグラムをプレビューすることができます。図 4.4 は、4 つのステップを表す矩形で構成された、フローチャートの単純な例です。これは以下のコードで生成されています。

^{*9} あなたのバックグラウンド次第では、この節は **DiagrammeR** に対する偏った解説になるかもしれません。このパッケージに興味があるなら、パッケージの公式ドキュメントをご覧ください。

```
01 DiagrammeR::grViz("digraph {  
02   graph [layout = dot, rankdir = TB]  
03  
04   node [shape = rectangle]  
05   rec1 [label = 'ステップ 1. 起床する']  
06   rec2 [label = 'ステップ 2. コードを書く']  
07   rec3 [label = 'ステップ 3. ???']  
08   rec4 [label = 'ステップ 4. 収入を得る']  
09  
10   # ノード ID でエッジを定義  
11   rec1 -> rec2 -> rec3 -> rec4  
12 }",  
13 height = 500)
```

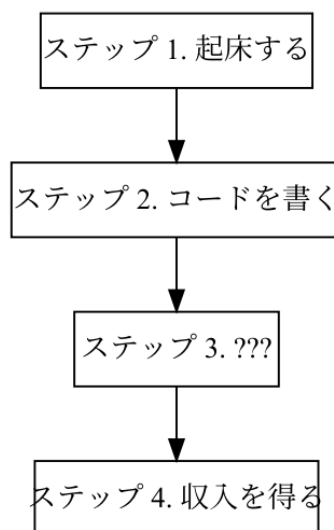


図 4.4: プログラマの絵空事を表したダイアグラム

ノードの形状, 色, 線のタイプを定義したり, パラメータを追加したりといったことができる拡張的な操作も用意されています.

4.15.2 図にパラメータを追加する

Graphviz の置換機能は可読性を損なうことなく, R 評価式を Graphviz のグラフ設定に混ぜ込むことができます. @@ を伴う置換を指定すれば, そこに置換される有効な R 評価式

が確実にあるようにせねばなりません。評価式は脚注として置かれ、そして R ベクトルオブジェクトを返すものでなくてはなりません。@@ という記法のすぐ後には数字が続き、これは R 評価式の脚注番号に対応します。図 4.5 はダイアグラムへの R コードの埋め込みと評価の例です。

```
01 DiagrammeR::grViz("  
02   digraph graph2 {  
03  
04     graph [layout = dot, rankdir = LR]  
05  
06     # node definitions with substituted label text  
07     node [shape = oval]  
08     a [label = '@@1']  
09     b [label = '@@2']  
10     c [label = '@@3']  
11     d [label = '@@4']  
12  
13     a -> b -> c -> d  
14   }  
15  
16   [1]: names(iris)[1]  
17   [2]: names(iris)[2]  
18   [3]: names(iris)[3]  
19   [4]: names(iris)[4]  
20   ",  
21   height = 100)
```

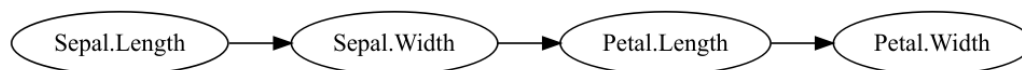


図 4.5: R から入力されたパラメータを使用したダイアグラム

4.15.3 その他のダイアグラム作成パッケージ

ダイアグラム作成に使えるパッケージとして, **nomnoml** (de Vries and Luraschi, 2020), **diagram** (Soetaert, 2020), **dagitty** (Textor van der Zander, and Ankan, 2021), **ggdag** (Barrett, 2021), **plantuml** (<https://github.com/rkrug/plantuml>) といったものを確かめることになるかもしれません。

4.16 特殊文字をエスケープする

Markdown 構文で特殊な意味を持つ文字がいくつかあります。これらの文字を直接使いたい場合、エスケープしなければなりません。例えばテキストを囲むアンダースコアの組はたいていの場合テキストをイタリック体にします。イタリック体ではなく、アンダースコアをそのまま表示させたいなら、アンダースコアをエスケープする必要があります。特殊な文字をエスケープする方法は、その直前にバックスラッシュを付けることです。例えば「ここは_イタリックに_したくない。」というふうに。同様に、# をセクションヘッダを表してほしくないなら、\# これは見出しではない などと書けばよいでしょう。

4.12 節で言及したように、連続した空白文字は 1 つの正規スペースとして表示されます。書いたとおりに連続した空白文字を表示させたいならば、1 つ 1 つにエスケープが必要です。例えば ソーシャル \ \ \ ディスタンス維持 というふうに。空白がエスケープされた時、空白は「改行しない空白」に変換されます。これは、そのスペースの位置では行が折り返されないということです。例えば Mr.\ Dervieux というふうに。TODO: ここももしかして折返しが発生するように調整されてる？

4.17 テキストのコメントアウト

ソース文書内のテキストを最終的な出力文書に表示させないようコメントアウトするのはとても便利です。この用途のため、HTML の構文である <!-- ここにコメント --> を使えます。コメントはどの出力形式にも表示されません。

コメントは 1 行でも、複数行にも広げられます。これは草稿を書くのに便利でしょう。

RStudio を使うなら、1 行丸ごとコメントアウトするのにキーボードショートカット Ctrl + Shift + C (MacOS なら Command + Shift + C) を使えます。

4.18 目次から見出しを省略する

目次に特定のセクションの見出しを表示させたくないなら、見出しに 2 つのクラスを追加できます。unlisted と unnumbered です。例えばこのように

```
# 見出し {.unlisted .unnumbered}
```

この機能は Pandoc 2.10 以降のバージョンが必要です。rmarkdown::pandoc_version() で Pandoc のバージョンを確認しましょう。バージョンが 2.10 より古いなら、新しいバージョンをインストールすることになるでしょう (1.1 節参照)。

4.19 全てのコードを補遺に置く (*)

対象読者がレポートを読む時、計算の詳細に強く関心があるのでない限り、あなたはレポートにソースコードブロックを表示させたくないかもしれません。この用途で、チャンクオプション echo = FALSE を設定してソースコードを隠し、読者がプログラムコードで気が散らないようにすることができます。しかしそれでも、ソースコードは再現可能性のある研究のために重要です。読者はレポートを読み終わった後に計算の正しさを検証したいと思うかも知れません。この場合、本文中の全てのコードブロックをまとめ、文書の末尾 (例えば補遺として) に表示するというのは良い考えでしょう。

チャンクオプションの ref.label と knitr::all_labels() 関数を使い、文書内の全てのコードチャンクを取り出して 1 つのコードチャンクにまとめる簡単な方法があります。例えばこのように。

```
# 補遺: 本稿で使ったコード全文
```

```
```${r ref.label=knitr::all_labels(), echo=TRUE, eval=FALSE}
...`
```

チャンクオプション ref.label について詳しく知らないならば、14.1.3 節を読んでください。

knitr::all\_labels() 関数は文書内の全てのチャンクラベルを返すため、ref.label = knitr::all\_labels() は全てのソースコードチャンクを回収しこのチャンクに持ってくることを意味します。チャンクオプション echo = TRUE (コードを表示させる) と eval =

FALSE (全てのコードはすでに実行されているため、このコードチャンクは実行してはいけません) を付与すれば、1つのコードチャンクに全てのソースコードのコピーを表示させられます。

`ref.label` は任意のチャンクラベルの文字列ベクトルであるため、補遺に表示するコードチャンクを一部だけにするようにラベルをフィルタリングできます。以下はその例 (Ariel Muldoon<sup>\*10</sup> によるものです) として `setup` と `get-labels` というラベルを排除しています。

```
```${r get-labels, echo = FALSE}
labs = knitr::all_labels()
labs = setdiff(labs, c("setup", "get-labels"))
...

```${r all-code, ref.label=labs, eval=FALSE}
...`
```

`knitr::all_labels()` の引数を使ってコードチャンクをフィルタリングすることもできます。例えば Rcpp エンジン (`engine == "Rcpp"`) を使用した全てのコードチャンクを得て、かつ文書に表示しない (`echo = FALSE`) ようにするには `knitr::all_labels(engine == "Rcpp", echo == FALSE)` を使えば良いでしょう。どのコードチャンクを補遺に表示したいのか、正確にコントロールしたいならば、指定したいコードチャンクに特殊なチャンクオプション `appendix = TRUE` を使い、それらのチャンクのラベルを得るのに `ref.label = knitr::all_labels(appendix == TRUE)` を使えば良いでしょう。

## 4.20 Pandoc の Lua フィルタから操作する (\*)

技術的にはこの節は少し発展的ですが、Markdown の内容が Pandoc 抽象構文木 (AST) にどのように翻訳されるかを一度学べば、Lua というプログラミング言語を使ってどのような Markdown の要素も操作する力を得ることになります。

基本として、Pandoc は Markdown ファイルを読み取り、その内容が AST にパースされます。Pandoc はこの AST を Lua スクリプトを使って修正することを可能にします。AST の意味するものを示すため、以下のような簡単な Markdown ファイル (`ast.md`) を使います。

<sup>\*10</sup> <https://yihui.org/en/2018/09/code-appendix/>

```

01 ## 第 1 節
02
03 Hello world!

```

このファイルは見出し 1 つとパラグラフ 1 つを持っています。Pandoc がこの内容をパースした後ファイルを JSON 形式に変換すれば、R ユーザーにとっては結果として現れる AST を理解するよりも簡単でしょう。

```

01 pandoc -f markdown -t json -o ast.json ast.md

```

そして JSON ファイルを R に読み込み、データ構造を書き出します。

この操作をしたら、Markdown の内容は再帰的なリストで表現されていることが分かるでしょう。その構造を以下に表します。ラベル `t` は “type”, `c` は “content” を表します。例として見出しを取り上げてみましょう。タイプは “Header” で、その中身は 3 つの要素が含まれています。見出しのレベル (2), 属性 (例えば ID が `section-one` であること), そしてテキストの内容です。

```

01 xfun:::tree(
02 jsonlite::fromJSON('ast.json', simplifyVector = FALSE)
03)

```

List of 3

```

|-blocks :List of 2
| |:-List of 2
| | |-t: chr "Header"
| | |-c:List of 3
| | |-: int 2
| | |:-List of 3
| | | |:- chr "第 1 節"
| | | |:- list()
| | | |:- list()
| | |:-List of 1
| | |:-List of 2
| | |-t: chr "Str"
| | |-c: chr "第 1 節"

```

```

| | -:List of 2
| | | -t: chr "Para"
| | | -c:List of 3
| | | | -:List of 2
| | | | | -t: chr "Str"
| | | | | -c: chr "Hello"
| | | | | -:List of 1
| | | | | | -t: chr "Space"
| | | | | | -:List of 2
| | | | | | | -t: chr "Str"
| | | | | | | -c: chr "world!"
|-pandoc-api-version:List of 2
| | -: int 1
| | -: int 20
|-meta : Named list()

```

あなたが AST に気づけば, Lua によって修正することができます. Pandoc は組み込みの Lua インタプリタを持っているので, 追加でツールをインストールする必要はありません. Lua スクリプトは Pandoc では「Lua フィルタ」と呼ばれます. 次に見出しのレベルを 1 増やす, 例えばレベル 3 の見出しを 2 に変換する簡単な例を見せます. これは文書のトップレベルの見出しがレベル 2 で, 代わりにレベル 1 から始めたい場合に便利です.

最初に `raise-header.lua` という名前の Lua スクリプトファイルを作ります. これには `Header` という名前の関数が含まれており, “Header” タイプの要素を修正したいということを意味しています (一般に, あるタイプの要素を処理するためにタイプ名を関数名として使うことができます).

```

01 function Header(el)
02 -- 見出しのレベルは要素の持つ 'level' 属性でアクセスできます.
03 -- 後述の Pandoc ドキュメントを見てください.
04 if (el.level <= 1) then
05 error("h1 のレベルを上げる方法がわかりません")
06 end
07 el.level = el.level - 1
08 return el
09 end

```

そしてこのスクリプト Pandoc の `--lua-filter` 引数に与えることができます. 例えばこ

うです.

```
01 pandoc -t markdown --atx-headers \
02 --lua-filter=raise-header.lua ast.md
```

## # 第1節

Hello world!

## Section One を # Section One へ変換することに成功したのがお分かりかと思いますが. この例は些細なものだと思うかも知れませんが, なんでこんなふうに単に正規表現を使って ## を # に置き換ええないのかと思うかも知れません.

```
01 gsub("^##", "#", readLines("ast.md"))
```

例えば ## が R コード内でコメントに使われていたら, と言うふうに, 正規表現はほとんど常に例外があるため, たいていの場合で, 構造化された文書进行操作するのにロバストな手段ではありません. AST は構造化されたデータを与えてくれるので, 確実に意図した要素を修正していることが分かります.

Pandoc の Lua フィルタに関する追加ドキュメントが <https://pandoc.org/lua-filters.html> にあり, ここで多くの例を見つけることができます. GitHub リポジトリ <https://github.com/pandoc/lua-filters> のコミュニティで書かれたフィルタを見つけることもできます.

R Markdown の世界では Lua フィルタを活用しているパッケージの例の一部が以下になります (たいていは inst/ ディレクトリにあります)

- **rmarkdown** パッケージ (<https://github.com/rstudio/rmarkdown>) は改行 (4.1 節参照) を挿入するフィルタとカスタムブロック (9.6 節参照) を生成するフィルタを含んでいます.
- **pagedown** パッケージ (Xie Lesur, et al., 2020) には脚注を実装するのを助けるフィルタと HTML ページに図のリストを表示するフィルタがあります.
- **govdown** パッケージ (Garmonsway, 2020) には Pandoc の Div による囲みを適切な HTML タグに変換するフィルタがあります.

本書の 5.1.2 節でも Lua フィルタでテキストの色を変更する方法を紹介する例を見ることができます.

Lua フィルタを (上記のパッケージのように) 導入するために R パッケージ を作りたくない R Markdown ユーザーは, これらの Lua スクリプトをコンピュータのどこかに保存し, R Markdown 出力フォーマットの `pandoc_args` オプションで適用すると良いでしょう. 例えばこのように.

```

output:
 html_document:
 pandoc_args:
 - --lua-filter=raise-header.lua

```

## 第 5 章

# 書式

Markdown 言語の最大の強みは、その簡潔さが初心者にとっても読み書きを非常に簡単にさせていることです。これはオリジナルの Markdown 言語の考案者も次のようにまとめている設計原理の鍵です。

Markdown 形式の文書は見たままに、タグや整形の指示文でマークアップされず、プレーンテキストとして出力されるべきである。

— John Gruber<sup>\*1</sup>

しかし、これはカスタマイズのコストがかかります。典型的なワードプロセッサの多くの機能は Markdown で直接使うことができません。例えば以下のような機能です。

- テキストの一部のフォントサイズを変更する
- ある単語のフォント色を変更する
- テキストアラインメントを指定する

こういった機能があなたの努力に見合うかどうかはあなたの判断に委ねます。Markdown は、「自然界」はプレーンテキストからなり、(見た目上の) 面白さを欲求して**作為**すべきではない、というストア派哲学をいくらか反映しています。いずれにせよ、この章では R Markdown 文書の見え方や要素のスタイルをカスタマイズをどうやればできるかの豆知識をいくつか提示します。

Markdown 言語の基礎のリマインダが必要ならば、<https://www.rstudio.com/resources/cheatsheets/> にある R Markdown チートシートには基本構文の概観がうまく盛り込まれています。TODO: 翻訳版がないか確認

## 5.1 フォント色

Markdown 構文にはテキストの色を変更する方法は組み込まれていません。HTML と LaTeX の構文で単語の書式を変更できます。

- HTML では、テキストを `<span>` タグで囲み CSS で色を設定します。例えば `<span style="color: red;">text</span>` というふうに。
- PDF では、LaTeX コマンドの `\textcolor{color}{text}` が使えます。これには LaTeX パッケージの **xcolor** が必要で、Pandoc のデフォルトの LaTeX テンプレートに含まれています。

PDF でテキストの色を変更する例として、以下のようなものを挙げます。

```

output: pdf_document

```

薔薇は `\textcolor{red}{赤い}`、堇は `\textcolor{blue}{青い}`。

上記の例では最初のカーリー・ブレースには指定するテキスト色が含まれ、2 番めには色を適用したいテキストが含まれています。

R Markdown の文書を複数の出力フォーマットに対してデザインしたいなら、生の HTML または LaTeX コードは他の出力フォーマットでは無視される (例: LaTeX コードは HTML では無視され、HTML タグは LaTeX 出力時には失われます。) ため文書に埋め込むべきではありません。次に、この問題に対処する方法を 2 つ提示します。

### 5.1.1 生の HTML/LaTeX コードを書く関数を使う

**knitr** パッケージの `is_latex_output()` および `is_html_output()` 関数を使って、このように出力フォーマットに依存して適切な構文を挿入するカスタム R 関数を書くことができます。

```
01 colorize <- function(x, color) {
02 if (knitr::is_latex_output()) {
03 sprintf("\textcolor{%s}{%s}", color, x)
04 } else if (knitr::is_html_output()) {
05 sprintf("%s", color,
```



```
06 x)
07 } else x
08 }
```

これは行内 R 評価式内で `r colorize("文の一部を赤色にする", "red")` ように使うことができます。これは **文の一部を赤色にする** でしょう (モノクロで印刷されたものを読んでいるなら, 赤色に見えないでしょう)。

### 5.1.2 Lua フィルタを使う (\*)

この方法は Lua という他のプログラミング言語が関わるため R ユーザにとっての利点は少ないでしょうが, きわめて強力です。Pandoc の Lua フィルタ (4.20 節参照) を使って Markdown 要素をプログラミング的に修正することができます。以下は使用例の全容です。

```

title: "Color text with a Lua filter"
output:
 html_document:
 pandoc_args: ["--lua-filter=color-text.lua"]
 pdf_document:
 pandoc_args: ["--lua-filter=color-text.lua"]
 keep_tex: true

```

First, we define a Lua filter and write it to the file `'color-text.lua'`.

```
```${cat, engine.opts = list(file = "color-text.lua")}
Span = function(el)
  color = el.attributes['color']
  -- if no color attribute, return unchange
  if color == nil then return el end

  -- tranform to <span style="color: red;"></span>
  if FORMAT:match 'html' then
```

```

-- remove color attributes
el.attributes['color'] = nil
-- use style attribute instead
el.attributes['style'] = 'color: ' .. color .. ';'
-- return full span element
return el
elseif FORMAT:match 'latex' then
-- remove color attributes
el.attributes['color'] = nil
-- encapsulate in latex code
table.insert(
  el.content, 1,
  pandoc.RawInline('latex', '\\textcolor{'..color..''}{')
)
table.insert(
  el.content,
  pandoc.RawInline('latex', '}')
)
-- returns only span content
return el.content
else
-- for other format return unchanged
return el
end
end
...

```

Now we can test the filter with some text in brackets with the '**color**' attribute, e.g.,

```

> Roses are [red and bold]{color="red"} and
> violets are [blue]{color="blue"}.

```

この例では, bracketed_spans という名称の Pandoc Markdown 拡張機能をこっそり使っています。これはテキストに属性を付けて書くことを可能にします。例えば

[text]{.class attribute="value"} のように、cat コードチャンク^{*2}内で定義された Lua フィルタは、出力が HTML ならば `` という形でテキストを配置し、LaTeX なら `\textcolor{...}{}` として配置します。color-text.lua というファイル名で書き出しコマンドラインオプション `--lua-filter` で有効になった Lua フィルタは出力フォーマットの `pandoc_args` オプションを経由して Pandoc に与えられます。

従来の方法と比較して、Lua フィルタを使う利点はブラケット内でも Markdown 構文が使えることですが、以前の節で紹介した R の `colorize()` 関数は Markdown 構文を使うことが出来ません (例えば `colorize('**太字**')` と書いても太字にはなりません)。

5.2 テキストをインデントする

4.12 節で話したように、Markdown では空白文字はしばしば意味をなさなくなります。Markdown はまた、デフォルトでインデントの空白を無視します。しかしいくつかの場合ではインデントを維持できます。例えば詩や演説文などです。これらの状況では垂直線 (|) で始まる罫線ブロックを使うことができます。改行と行頭のスペースは出力でも維持されます。例えばこのように^{*3}

```
| When dollars appear it's a sign
|   that your code does not quite align
| Ensure that your math
|   in xaringan hath
|   been placed on a single long line
```

出力はこうなります。

```
When dollars appear it's a sign
  that your code does not quite align
Ensure that your math
  in xaringan hath
  been placed on a single long line
```

各行は Markdown のソースでは改行コードが使われています (ハードラップ)。連続する

^{*2} cat コードチャンクを詳しく知らないのなら、15.6 節を見てください。ここでは、チャンクを .lua ファイルに書き出す便利な方法としてこのエンジンを使っています。そのため Lua スクリプトを color-text.lua という別のファイルとして管理しなくてもよいわけです。cat エンジンを使いたくないというなら、コードチャンクに Lua コードを埋め込む代わりに Lua コードを正しくコピーして別のファイルに保存することができます。

^{*3} Claus Ekstrøm: <https://yihui.org/en/2018/06/xaringan-math-limerick/> 作のリメリックです。

行をスペースで始めれば, 1 つ前の改行と, この行頭のスペースは通常は無視されます. 例えばこのように

```
| 採用責任者
| ニンジャ学校,
|   ハッカーの大学
| 404 Not Found Road,
|   Undefined 0x1234, NA
```

出力はこうなります.

```
採用責任者
ニンジャの学校, ハッカーの大学
404 Not Found Road, Undefined 0x1234, NA
```

「ニンジャの学校」の直後の改行が無視されているのがわかると思います.

5.3 テキスト出力の幅を制御する

R コードから表示されたテキスト出力の幅が広すぎるのがたまにあります. 出力文書のページ幅が固定 (例えば PDF 文書) ならばテキスト出力がページ余白をはみ出すことがあります. その例が図 5.1 です.

R グローバルオプションの `width` は R 関数からのテキスト出力の印字幅を制御するのに使うことができます. デフォルトが大きすぎるなら, 値を小さくしてみてください. このオプションは典型的には, おおまかに 1 行ごとの文字数を表しています (東アジア言語は例外です). 例えばこのように.

このチャンクの出力は幅広すぎる

```
```{r}
options(width = 300)
matrix(runif(100), ncol = 20)
```
```

このチャンクの出力のほうが良い

```
```{r}
```

```
options(width = 60)
matrix(runif(100), ncol = 20)
...
```

全ての R 関数が width オプションを尊重しているわけではありません。このオプションが動作しないなら、唯一の選択は長いテキスト行を折り返しすることです。実際これは `html_document` 出力フォーマットのデフォルトの挙動です。あなたの使っている HTML 出力フォーマットが長い行の折返しをしないのなら、以下の CSS コード を適用してみてください (解説は 7.1 節を参照)。

```
pre code {
 white-space: pre-wrap;
}
```

PDF 出力では、行の折返しはよりトリッキーになります。解決策の 1 つは、Pandoc 引数の `--listings` を使うことで有効になる LaTeX パッケージの **listings** を使うことです。そうしたなら、このパッケージに対するオプションを設定しなければならず、またその設定コードは外部 LaTeX ファイルに含めることができます (方法は 6.1 節参照) 例えばこのように。

```

output:
 pdf_document:
 pandoc_args: --listings
 includes:
 in_header: preamble.tex

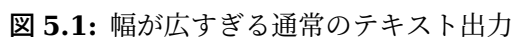
```

`preamble.tex` 内では、**listings** パッケージのオプションを設定しています。

```
\lstset{
 breaklines=true
}
```

**listings** によるコードブロックの見た目が気に入らないなら、`\lstset{}` で他の **listings** オプションを設定することができます。例えば `basicstyle=\ttfamily` でフォントフ

図 5.1 は長い行のあるデフォルトの pdf\_document 出力で、ページ余白をはみ出しています。図 5.2 は **listings** パッケージでテキストを折り返したときの PDF 出力です。



訳注: **listings** には多くのオプションがありますが、それだけでデフォルトのシンタックスハイライトを再現するのは難しいです。コードブロックの折返しは **knitr** の `styler` オプションである程度制御できます。Pandoc は出力ブロックをほとんど表示オプションのない `verbatim` 環境として出力し、これが問題の主な原因です。フィルタや LaTeX マクロを使うなどしてこの環境を置き換えればデフォルトのシンタックスハイライトと折返しを両立することができます。

R が作成するグラフのサイズはチャンクオプション `fig.width` と `fig.height` でインチ単位で制御できます。同様に `fig.dim` オプション に長さ 2 のベクトルで幅と高さを指定できます。例えば `fig.dim = c(8, 6)` は `fig.width = 8` と `fig.height = 6` を指定したの

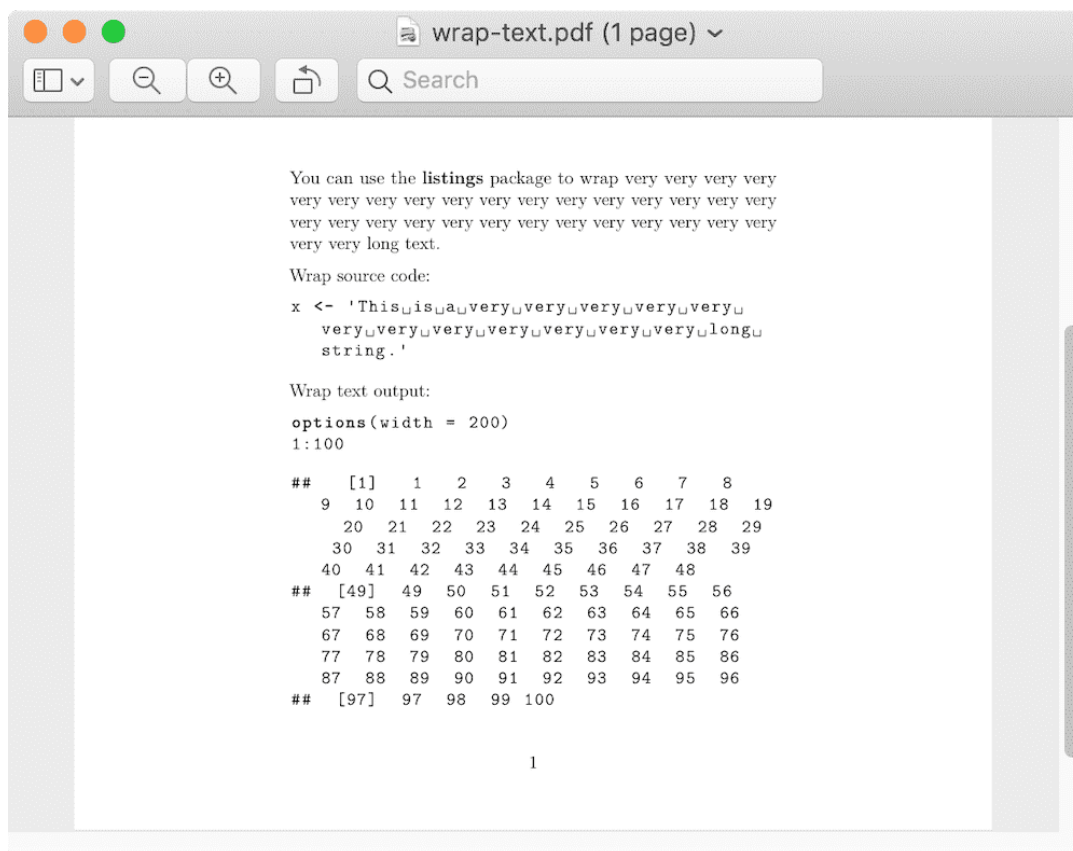


図 5.2: listings パッケージで折り返されたテキスト出力

と同じです。これらのオプションはグラフの物理的なサイズを設定し、さらに `out.width` と `out.height` を使い出力時に異なるサイズで、例えば `out.width = "50%"` のように表示することが出来ます。

R コードチャンクで生成されないグラフや画像は、2 通りの方法で掲載できます。

- Markdown 構文 `![キャプション](画像ファイルパス)` を使う。この場合は `width`, `height` 属性でサイズを設定できます 例えばこのように。

次のパラグラフに画像を掲載する。

```
![良い画像](なんとか.png){width=50%}
```

- コードチャンクで **knitr** 関数 `knitr::include_graphics()` を使う。そのチャンクで `out.width` と `out.height` といったオプションを設定することもできます。例えばこのように。

R function を使って外部画像ファイルを掲載します

```
```{r, echo=FALSE, out.width="50%", fig.cap="良い画像"}
knitr::include_graphics("なんか.png")
```
```

上記の例では幅 50% が使われており、画像コンテナの半分の幅にすることを意味します (もし画像がページの子要素ではなく、ページに直接含まれていると仮定すると、これはページ幅の半分を意味します)。特定の出力フォーマットに対してのみ画像を生成することが分かっているのなら、単位を特定することもできます。たとえば出力フォーマットが HTML なら 300px と書けるでしょう。

## 5.5 図のアラインメント

チャンクオプション `fig.align` は図のアラインメントを指定します。例えば `fig.align = 'center'` で中央揃え、あるいは `fig.align = 'right'` で右揃えができます。このオプションは HTML と LaTeX 出力の両方で機能しますが、他の出力フォーマット (残念ながら Word といったものは) では機能しないかもしれません。R コードチャンクで描画されたグラフも、`knitr::include_graphics()` で取り込まれた外部イメージに対しても機能します。

## 5.6 コードチャンクをそのまま (verbatim) 表示

典型的には私達はコードチャンクと行内評価式は **knitr** によってパースされ評価してほしいと思って書きますが、もし **knitr** を使ったチュートリアルを書きたいなら、**knitr** にパースされないコードチャンクや行内評価式を生成する必要があり、そしてチャンクヘッダの中身も掲載したいということもあるかもしれません。

不運なことにコードチャンクをさらに別のバッククオートで囲むことは出来ませんが、代わりにチャンクヘッダに ``r '`` を挿入することでソースコード内でコードチャンクを無効化しなければなりません。これは **knitr** によって、**空の文字列**の行内評価式であるものと評価されます。この例ではソース文書内の以下の「コードチャンク」

```
```{r, eval=TRUE}`r `
1 + 1
```
```



は出力時にはこのようにレンダリングされます。

```
```{r, eval=TRUE}
1 + 1
```
```

空の文字列で置き換えられるため、行内評価式は消え去ります。しかしこれは第 1 歩にすぎません。出力時になんらかの無加工のコードを表示するには、Markdown の構文はコードブロックで包まれているべきです (スペース 4 つ分のインデントかバッククオートによる囲みで)。上記の出力を見たいとき、実際のソースは以下のようになります。

```
````
```{r, eval=TRUE}`r ```
1 + 1
```
````
```

なぜバッククオートが 4 つなのでしょう。これは N 個のバッククオートを包むには、少なくとも N+1 個のバッククオートを使わなければならないからです。

### 5.6.1 行内 R コードをそのまま表示

行内コードをそのまま表示する方法はいくつかあります。最初の方法は `r` の直後で行内式を改行することです。例えばこのように。

これは出力時に行内 R コードをそのまま表示します `` `r  
1+1` ``.

これが出力文書ではこうなっているはずですが、

■ これは出力時に行内 R コードをそのまま表示します `r 1+1`.

この小技は 2 つの理由で動作します。(1) Markdown パーサはしばしば単独の改行文字を単なるスペース 1 つとして扱う (2 連続の改行は新しい段落を始めることと比べてみてください) ということと、(2) **knitr** は `r` をパースするのに直後にスペース 1 つを要求する、つまりここにスペースがないと行内コードとして扱われないということです。

行内 R コードをそのまま表示する別の方法は、R コードを `knitr::inline_expr()` で包むことです。例えばこのように。

これで出力時に行内 R コードがそのまま表示されます

```
`` `r knitr::inline_expr("1+1")` ``.
```

私 (Yihui) は 2 つ目の方法をお薦めします. 1 つ目の方法は多かれ少なかれ Markdown 構文と **knitr** パーサに対するハック的なものだからです.

## 5.7 コードブロックに行番号を表示する (\*)

`attr.source = ".numberLines"` でソースコードブロックにも行番号を付けることも, `attr.output = ".numberLines"` でテキスト出力ブロックに行番号を付けることもできます (これらのオプションの詳細は [11.13 節](#) 参照). 例えばこのように.

```
```${r, attr.source='.numberLines'}
if (TRUE) {
  x <- 1:10
  x + 1
}
...```
```

出力はこうなります.

```
01 if (TRUE) {
02   x <- 1:10
03   x + 1
04 }
```

HTML 出力では, Pandoc が提供するシンタックスハイライト のテーマ を選ぶ必要があることに注意してください. これは出力フォーマットの `highlight` オプションを `default` や `textmate` にすべきではないということを意味します. ヘルプページ `?rmarkdown::html_document` でこのオプションの他の値の一覧を見ることができます. 例えばこう設定できます.

```
output:
  html_document:
    highlight: tango
```

bookdown の gitbook 出力フォーマットでは, コードの左側の適切な位置に数字を表示するために CSS を多少調整する必要があるかもしれません. 以下は本書で使用しているものです (行番号がページ左余白に近すぎると思ったら, left の値を `-0.2em` などに増やして調整してください).^{*4}

```
pre.numberSource code > span > a:first-child::before {
  left: -0.3em;
}
```

revealjs の revealjs_presentation 出力フォーマット (El Hattab and JJ Allaire, 2017) に対しても CSS の調整が必要かもしれません.

```
.reveal pre code {
  overflow: visible;
}
```

カスタム CSS スタイルを HTML 出力に適用する方法がわからないなら, 7.1 節を見てください.

startFrom 属性で開始する数字を指定することもできます. 例えばこのように.

```
```${r, attr.source='.numberLines startFrom="5"'}
if (TRUE) {
 1:10
}
...`
```

現時点では Word 出力での行番号はサポートしていません.

## 5.8 多段組み (\*)

Pandoc の Markdown はスライドに対する多段レイアウトをサポートしていますが, 他のタイプの文書ではサポートしていません. このレシピでは通常の HTML 文書や LaTeX 文書での多段レイアウトを使う方法を紹介します. これは **knitr** の issue

<sup>\*4</sup> 訳注: 日本語版は **rmdja** の出力フォーマットを使用しており, これはデフォルトで行番号を表示し, かつ gitbook に対応した調整を予め搭載しています.

<https://github.com/yihui/knitr/issues/1743> での Atsushi Yasumoto の解決策に着想を得ました。

HTML 要素を CSS を使って並べて表示するのは比較的簡単なので, この方法は HTML 出力のみ考慮する必要があるならかなり簡単です. コードチャンクのテキスト出力を並べるだけならば, もっと簡単になります. 以下は 1 つ目の例です.

```

output: html_document

``{r attr.source="style='display:inline-block;'", collapse=TRUE}
1:10 # 1 から 10 の数列
10:1 # その逆順
...

```

CSS 属性 `display: inline-block;` はコードブロックの出力 (つまり HTML タグの `<pre>` です) をインライン要素として表示すべきという意味です. デフォルトではこれらのブロックはブロックレベル要素 (つまり `display: block;`) として表示され, 行を丸ごと占有します. チャンクオプション `collapse = TRUE` はテキスト出力を R ソースコードブロックと結合することを意味するので, ソースとテキスト出力が同じ `<pre>` ブロックに配置されます.

HTML 出力時に任意の順で横に並べたい場合, Pandoc の fenced Div.<sup>\*5</sup> を使うことができます. “Div” は HTML タグの `<div>` に由来しますが, 任意のブロックやコンテナと解釈できます. Div の開始と終了は 3 つ以上のコロン (例: `:::`) です. より多くのコロンの Div は, よりコロンの少ない Div を含むことができます. fenced Div の重要で有用な機能は, これに属性を付与できるということです. 例えば CSS 属性 `display: flex;` を外側のコンテナに適用できるので, 内側のコンテナは横並びに配置されます.

```

output: html_document

::: {style="display: flex;"}

```

<sup>\*5</sup> <https://pandoc.org/MANUAL.html#divs-and-spans>

```

::: {}
ここは **最初の** Div です.

```{r}
str(iris)
...

:::

::: {}
こちらは右側に配置されるブロックです.

```{r}
plot(iris[, -5])
...

:::

::::

```

上記の例では外側の Div (::::) は 2 つの Div (:::) を含んでいます. この中にさらに Div を追加することもできます. とても強力な CSS 属性 `display: flex;` (CSS Flexbox) についてもっと知るためには <https://css-tricks.com/snippets/css/a-guide-to-flexbox/> というガイドを読むと良いでしょう. CSS グリッド (`display: grid;`) はもっと強力で, 上記の例にも使えます. もし試してみたいなら, `display: flex;` を `display: grid; grid-template-columns: 1fr 1fr; grid-column-gap: 10px;` に置き換えてみてください. グリッドレイアウトについてより知りたいのなら, <https://css-tricks.com/snippets/css/complete-guide-grid/> のガイドを見てください.

HTML でも LaTeX でも同じようなレイアウトにしたいのなら, よりトリッキーになります. 以下に HTML, LaTeX そして Beamer で動作する用例の全容を示します.

```

output:
 pdf_document:
 latex_engine: lualatex
 keep_tex: true
 includes:

```

```

 in_header: columns.tex
html_document:
 css: columns.css
beamer_presentation:
 keep_tex: true
 latex_engine: lualatex
 includes:
 in_header: columns.tex
documentclass: "`r if(knitr::opts_knit$get('rmarkdown.pandoc.to') ==
 ↪ 'beamer') 'beamer' else 'ltjsarticle'"
mainfont: 'Noto Sans CJK JP'

```

#### # 二段組み

以下は 3 つの子要素の Div を横並びに持つ Div コンテナです。中央の Div は空で、  
 ↪ 左右の Div の間に空白を作るためだけに存在します。

```

::: {.cols data-latex="" }

::: {.col data-latex="{0.55\textwidth}" }
 ``{r, echo=FALSE, fig.width=5, fig.height=4}
 par(mar = c(4, 4, .2, .1))
 plot(cars, pch = 19)
 ...

:::

::: {.col data-latex="{0.05\textwidth}" }
 \
 <!-- 段どうしのセパレータとして機能するだけの空の Div (空白入り) -->

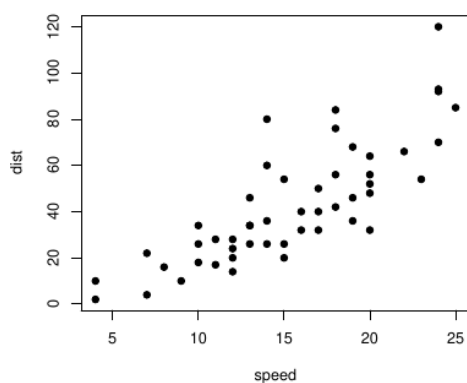
:::

::: {.col data-latex="{0.4\textwidth}" }
 左側の図は 'cars' データを表しています。
```

＞ いろはにほへと ちりぬるを  
わかよたれそ つねならむ  
うゑのおくやま けふこえて  
あさきゆめみし ゑひもせす

## 二段組み

以下は 3 つの子要素の Div を横並びに持つ Div コンテナです。中央の Div は空で、左右の Div の間に空白を作るために存在します。



左側の図は cars データを表しています。

**図 5.3: HTML, LaTeX, Beamer で動作する二段組み**

図 5.3 がその出力です。この例では外側の `.cols` クラスを持つ `Div` と、内側に `.col` クラスを持つ 3 つの `Div` を使っています。HTML 出力では、外部 CSS ファイル `columns.css` を導入し、その中で `Flexbox` レイアウトを外側の `Div` に適用しているので、内側の `Div` が横並びになります。

```
.cols {display: flex; }
```

LaTeX 出力 (pdf\_document) では, LaTeX プリアンブルで LaTeX 環境 cols と col で定義するための columns.tex に含まれているダーティーハックについて解説せねばなりません.

```
\newenvironment{cols}[1][\table]{\table}
```

```

\newenvironment{col}[1]{\begin{minipage}{#1}\ignorespaces}{%
\end{minipage}
\ifhmode\unskip\fi
\aftergroup\useignorespacesandallpars}

\def\useignorespacesandallpars#1\ignorespaces\fi{%
#1\fi\ignorespacesandallpars}

\makeatletter
\def\ignorespacesandallpars{%
 \@ifnextchar\par
 {\expandafter\ignorespacesandallpars\@gobble}%
 {}%
}
\makeatother

```

主に Pandoc が LaTeX 出力では Div に対していつも段落を改めており、この改段を除去しなければならないという理由のため、col 環境は特に複雑です。そうしないと Div を横並びにすることはできません。このハックは <https://tex.stackexchange.com/q/179016/9128> から借用しました。

Beamer 出力でも columns.tex で同じハックを適用しています。Pandoc は ::: {.columns}, ::: {.column}, ::: {.incremental} といったスライドショー<sup>\*6</sup>用の特別な Div を提供していることに注意してください。これらは特別な意味を持つため、この節で言及されたような方法で Div を LaTeX 環境を変換しようとするなら、これらのタイプの Div を**使わない**ように注意しなければなりません。columns または column ではなく、cols, col という名前の Div タイプを使ったのはこれが理由です。

fenced Div についてより詳しく知りたいなら、9.6 節を見てください。

**訳注:** 二段組にしたいのが PDF 限定であれば、YAML フロントマターのみで簡単に制御することができます (6.2 節参照)。

<sup>\*6</sup> <https://pandoc.org/MANUAL.html#producing-slide-shows-with-pandoc>



## 第 6 章

# LaTeX 出力

多くの著者にとって作品の主な出力は PDF レポートで, この出力では強力な LaTeX のスタイル設定を活用できます. この章では, LaTeX コードやパッケージをプリアンブルに含めることや, カスタム LaTeX レンプレートの使用, ヘッダとフッタの追加, 図を分割して生成する方法, 生の LaTeX コードを文書の本文に書く方法, といった PDF レポートのカスタマイズに使えるアプローチについて議論します.

ただし, 始める前に注意しておきたいことがあります.R Markdown の恩恵の 1 つは単一のソース文書から複数のフォーマットの文書を生成できるということです. あなたの作品を単一の出力に対して仕立て上げることによって, その出力フォーマット単体の見た目やパフォーマンスは向上するかもしれませんが, それはこの移植性を犠牲にすることでもあります. この問題は LaTeX に限ったことでなく, 他の出力フォーマットでも同様です.

### 6.1 プリアンブルに LaTeX コードを追加する

LaTeX 文書の一般的な構造はこのようになっています.

```
\documentclass{article}
% preamble
\begin{document}
% body
\end{document}
```

これは文書クラスを `\documentclass{}` で宣言し, 必要に応じて特定の LaTeX パッケージを読み込んだり特定のオプションをプリアンブルで設定し, そして `\begin{document}` の後で文書の本文を書き始めています. Markdown 文書はほとんどがこの文書の本文に

対応します。

プリアンブルになにか追加したい時, `pdf_document include` を使わねばなりません。このオプションは 3 つのサブオプションを持ちます。 `in_header`, `before_body`, そして `after_body` です。これらは 1 つ以上のファイルパスを指定できます。 `in_header` に指定されたファイルはプリアンブルに追加されます。 `before_body` と `after_body` に指定されたファイルはそれぞれ本文の前と後に追加されます。

例えば以下はテキスト内のハイパーリンクを脚注に変えるトリックです。PDF 出力された文書が紙に印刷されたものだと、読者は紙面のリンク (`\href{URL}{text}` で生成されたもの) をクリックすることはできませんが、脚注の URL を見ることはできるのでこのトリックは役に立ちます。このトリックはテキストと URL の両方を表示します。

```
% あなたはレンダリング前に \href のコピーを保存したいかもしれない
% \let\oldhref\href
\renewcommand{\href}[2]{#2\footnote{\url{#1}}}
```

あるファイル名、例えば `preamble.tex` 内に上記のコードを保存できます。それからプリアンブルにこれを読み込んでください。

```
output:
 pdf_document:
 includes:
 in_header: "preamble.tex"
```

このトリックは実際には自分で実装しなくてもよく、Pandoc のデフォルトのテンプレート (6.2 節参照) に組み込まれた機能である YAML オプション `links-as-notes` を `'true'` にすることで簡単にできます。

コードをプリアンブルに追加する別の方法は、YAML フロントマターの `header-includes` フィールドに直接与えることです。6.3 節でその例を紹介しています。 `header-includes` を使う利点は R Markdown 文書 1 つの内部に全てを含められることです。しかしあなたのレポートを複数の出力フォーマットに生成しなければならないなら、 `includes` を使う方法をお勧めします。 `header-includes` は無条件であり、非 LaTeX 出力の文書に対しても読み込まれてしまうからです。比較として、 `includes` オプションは `pdf_document` フォーマットにのみ適用されます。

## 6.2 LaTeX 出力の Pandoc オプション

LaTeX 出力に対してデフォルトの Pandoc を使うなら, PDF 出力の文書の見た目を調整するいくつかのオプションがあります. いくつかのオプションの例を以下に挙げていきます. 完全なリストは <https://pandoc.org/MANUAL.html#variables-for-latex> で見ることができます.

```
documentclass: book
classoption:
 - twocolumn
 - landscape
papersize: a5
linestretch: 1.5
fontsize: 12pt
links-as-notes: true
```

あなたが LaTeX にある程度詳しいなら, これらのオプションの意味は明らかでしょう. documentclass オプション は, 例えば article, book, report などの文書クラスを設定します. classoption は文書クラスに与えるオプションのリストで, 例えば二段組の文書を作りたいなら twocolumn オプション,<sup>\*1</sup> 横置きレイアウトにするなら landscape オプション (デフォルトでは縦置き (portrait) レイアウト) があります. papersize オプションは a4, paper, a5 といった用紙サイズを設定します. linestretch オプションは行間を設定します. fontsize オプションはフォントサイズを 10pt, 11pt, 12pt というふうに設定します. links-as-notes オプションはテキスト内のリンクを脚注に置き換えます. 紙に印刷する際には読者は紙面上のリンクをクリックできませんが, 脚注の URL を見ることができるので便利です.

フォントの変更は少しトリッキーです. どの LaTeX エンジンを使っているかに依存します. LaTeX ベースの出力フォーマットで大抵の場合デフォルトである pdf<sub>l</sub>atex を使っているのなら<sup>\*2</sup>, 読み込む LaTeX フォントパッケージを選択するために fontfamily オプションを使ってください. 例えばこのように.

---

<sup>\*1</sup> このオプションは文書全体を変更しますが, 特定の位置から再度一段組に戻したいのなら, そこに `\onecolumn` コマンドを挿入することになるでしょう. 二段組モードを続けたいなら `\twocolumn` を挿入します.

<sup>\*2</sup> 訳注: 日本語文書を **pdf<sub>l</sub>atex** で出力することは全く不可能というわけではありませんが, 技術的制約が多いため LaTeX に慣れている方以外にはお薦めしません.

```
fontfamily: accanthis
output:
 pdf_document:
 latex_engine: pdflatex
```

これで文書に Accanthis<sup>\*3</sup> フォントが使われます。他の多数の LaTeX フォントパッケージのリストは You may see <https://tug.org/FontCatalogue/> で見るすることができます。LaTeX ディストリビューションに TinyTeX をお使いで、フォントパッケージがインストールされていないならば、文書がコンパイルされる際に自動でインストールされるはずです (1.2 節参照)。

LaTeX エンジンに xelatex または lualatex を使っているなら、ローカルのコンピュータで使用可能なフォントから選ぶことができ、LaTeX パッケージの追加インストールはしなくともよいです。YAML オプション mainfont, sansfont, monofont はメインのフォント, サンセリフ体, そしてタイプライタ体のフォントをそれぞれ指定するのに使えます。<sup>\*4</sup> 例えばこのように。

```
mainfont: Arial
output:
 pdf_document:
 latex_engine: xelatex
```

Beamer の文書は LaTeX 文書なので、Beamer でスライドを生成する時にもこれらのオプションを使用できます。加えて、Pandoc は Beamer スライド用にいくつか追加オプションを提供してくれています。それらは <https://pandoc.org/MANUAL.html#variables-for-beamer-slides> で確認できます。例えば institute オプションで著者の所属機関を指定することができます。

```

output: beamer_presentation
institute: "ハッカーの大学"

```

<sup>\*3</sup> <https://tug.org/FontCatalogue/accanthis/>

<sup>\*4</sup> 訳注: rmdja では YAML フロントマターでさらに欧文用フォントと和文用フォントを個別に指定できます。

## 6.3 表紙ページにロゴを置く

LaTeX パッケージの **titling** を表題ブロックを画像に変更するのに使うことができます。以下は R ロゴ (logo.jpg) を表紙に配置する方法の例の全容です。画像は LaTeX のサポートする形式 (例えば jpg, png, pdf) ならなんでも使えます。

```

title: LaTeX のタイトルにロゴを追加する
author: Michael Harper
date: 2018/12/7
output:
 pdf_document:
 latex_engine: lualatex
documentclass: ltjsarticle
header-includes:
 - \usepackage{titling}
 - \pretitle{\begin{center}}
 \includegraphics[width=2in,height=2in]{logo.jpg}\LARGE\}
 - \posttitle{\end{center}}

<!-- 改ページを含めることもできます。これで文書を強制的に 2 ページ目から始めさせ
--> ます。 -->

\newpage

ここからあなたのレポート

```{r, include=FALSE}
# R ロゴをカレントディレクトリにコピー
file.copy(file.path(R.home("doc"), "html", "logo.jpg"), '.')
```

```

図 6.1 がこの例の出力です。

LaTeX パッケージ (**titling**) を特に要求しない代替方法として, Markdown 構文を使っ



図 6.1: LaTeX の表紙ページにロゴを追加する

て title フィールドに画像を挿入する方法があります. 例えばこのように.

```
title: |
 {width=1in}
 LaTeX のタイトルにロゴを追加する
```

この場合, 最初の例のように YAML フロントマターの header-includes フィールドは不要になります. 例からは見えませんが, `{width=1in}` の末尾にスペースが 2 つあることに注意してください. これは Markdown では改行を意味します (4.12 節参照). 改行がない場合画像とタイトルは同じ行に現れてしまい, きっとそれはあなたの意図するものではないでしょう.

## 6.4 LaTeX パッケージを追加で読み込む

追加の LaTeX パッケージ を使うことで文書のスタイルに拡張的なカスタマイズが可能になります. 加えて **kableExtra** (Zhu, 2020) のようないくつかのパッケージは R パッケージの関数を提供するために LaTeX に依存しているかもしれません. R でもよくあるように, これらの関数を使えるようになる前に R Markdown 文書内でパッケージを読み込む必要があります.

### 6.4.1 LaTeX パッケージを読み込む

pdf\_document の YAML での設定 extra\_dependencies オプションを使って追加の LaTeX パッケージを読み込めます。中間ファイルの LaTeX 出力文書で読み込む LaTeX パッケージのリストを与えることができます。例えばこのように。

```

title: "追加 LaTeX パッケージを使う"
output:
 pdf_document:
 extra_dependencies: ["bbm", "threeparttable"]

```

パッケージ読み込み時のオプションを指定する必要があるなら、第 2 のレベルを加えてオプションをリストとして与えられます。例えばこのように。

```
output:
 pdf_document:
 extra_dependencies:
 caption: ["labelfont={bf}"]
 hyperref: ["unicode=true", "breaklinks=true"]
 lmodern: null
```

LaTeX に慣れた人にとっては、これは以下の LaTeX コードと同じです。

```
\usepackage[labelfont={bf}]{caption}
\usepackage[unicode=true, breaklinks=true]{hyperref}
\usepackage{lmodern}
```

6.1 節で紹介した includes 引数に対し extra\_dependencies 引数を使う利点は、外部ファイルを読み込む必要がないため、Rmd 文書が自己完結的になりうるということです。

### 6.4.2 パッケージの例

LaTeX には広範なコミュニティがあり Comprehensive TeX Archive Network<sup>\*5</sup> (CTAN) 全体には 4,000 種類以上のパッケージがあります。ここにレポートに使えるかもしれない LaTeX パッケージの例をいくつか挙げます。

- `pdfpages`<sup>\*6</sup>: あなたの文書内に、別の外部 PDF 文書からページを丸ごと持ってきて埋め込むことができます。
- `caption`<sup>\*7</sup>: キャプションのサブタイトルを変更します。例えば図のタイトルをイタリックや太字にできます。
- `fancyhdr`<sup>\*8</sup>: 全てのページのランニングタイトル (欄外見出し) を変更できます。

## 6.5 図の位置を制御する

LaTeX に共通の不満点の 1 つは図表の位置です。Microsoft Word のような図がユーザーの指定した場所にそのまま置かれるワードプロセッサと違い、LaTeX は特定の組版ルールに反しないように図を配置しようとします。そうすると図はテキストで参照した場所から浮動 (フロート) するかもしれません。この節では (図などの) フロート環境がどう機能し、その挙動をカスタマイズするためにどうオプションを与えるかについての予備知識を解説します。

### 6.5.1 フロート環境

LaTeX ではデフォルトではキャプションのある図は `figure` 環境で生成されます。例えば Pandoc は以下の画像を含む Markdown コードを...

```
![This is a figure.](images/cool.jpg)
```

こう変換します。

```
\begin{figure}
 \includegraphics{images/cool.jpg}
```

---

<sup>\*5</sup> <https://ctan.org>

<sup>\*6</sup> <https://ctan.org/pkg/pdfpages>

<sup>\*7</sup> <https://ctan.org/pkg/caption>

<sup>\*8</sup> <https://ctan.org/pkg/fancyhdr>



```
\caption{This is a figure.}
\end{figure}
```

figure 環境はフロート環境です。フロートの詳細な説明は [https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Floats,\\_Figures\\_and\\_Captions](https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Floats,_Figures_and_Captions) で読むことができます。要約するとフロートは、図や表のようにページで区切られないコンテナとして使われます。図表が現在のページの余白におさまれないと、LaTeX は次のページの先頭に配置します。図が十分に縦長だと、テキストを数行分の余白が残っていたとしても、次のページ全てを占有します。この挙動は、`\begin{figure}[b]` のように、`\begin{figure}` の後のブラケット内のいくつかの配置指定修飾子によって制御できます。以下は使用可能な記号のリストです。

- h: フロートをここ (here) に配置します。つまりソーステキスト上に現れるところとほぼ同じ位置です。
- t: そのページの先頭 (top) に配置します。
- b: そのページの末尾 (bottom) に配置します。
- p: フロート専用の特別なページに配置します。
- !: LaTeX が「良い」フロートの位置を決定するための内部パラメータ上書きします。
- H: フロートを正確に LaTeX コード上と同じ位置に配置します。**float** パッケージが必要です (`\usepackage{float}`)。

これらの修飾子は併用できます。例えば `!b` は LaTeX に図をページ末尾に置くよう矯正できます。デフォルトの挙動は `tbp` です。これは LaTeX が図をまずページ先頭に、ついで末尾に、そして独立したページに置こうとします。

### 6.5.2 図がフロートするのを防ぐ

多くのユーザは初めに、伝統的なワードプロセッサの挙動を再現できるよう、文書内を図が移動するのを防ぎたいくなります。これを実現するには、まず LaTeX パッケージの **float** を読み込まなければなりません。YAML に以下の記述を含めることでできます。

```
output:
 pdf_document:
 extra_dependencies: ["float"]
```

チャンクオプション `fig.pos` をフロートの挙動を制御するのに使えます。オプションの値 `!H` は文書でのいかなる移動も防ぎます。以下の行を R Markdown 文書の最初のコード

チャンクに書くことで、全てのチャンクがこの設定を持つように、これをデフォルトの挙動にすることもできます。

```
01 knitr::opts_chunk$set(fig.pos = "!H", out.extra = "")
```

一般論として、LaTeX の図のフロートを強制的にやめさせることをおすすめしません。よくある要望なので、本書にこの解決策を盛り込んだのですが、<sup>\*9</sup> LaTeX が図をフロートできないときにはいくつかの深刻な副作用が発生することがあります。

### 6.5.3 フロートを後回しに強制する

全てのフロートを固定するよう強制することに代わる方法は、テキスト上でフロートが後回しになるよう強制することです。これは関連するテキストが現れるよりも前に図がページの先頭に現れてしまうというよくある問題を排除できます。こうなるとレポートを読む流れが破壊されてしまいます。LaTeX パッケージの **flafter** を使って以下のようにすることで、常に図がテキストより後に現れるよう強制できます。

```
output:
 pdf_document:
 extra_dependencies: ["flafter"]
```

### 6.5.4 LaTeX 配置ルールを調整する (\*)

LaTeX 自体のフロート配置パラメータは全体として、あなたにとって「理にかなった」配置を邪魔しているかもしれません。堅実などころか悪質なまでに。これらのデフォルト設定を表 6.1 に示します。

LaTeX に図を動かさないよう努力してもらうために、これらの設定を変えることができます。LaTeX プリアンブルファイルに、1 ページのテキストの最小量を減らすような以下のコードを追加し、フロートが収まる余地を増やさせることができます。

```
\renewcommand{\topfraction}{.85}
\renewcommand{\bottomfraction}{.7}
\renewcommand{\textfraction}{.15}
```

<sup>\*9</sup> 関連するスタック・オーバーフローの質問 <https://stackoverflow.com/q/16626462/559676> は 45,000 回以上閲覧されました。

表 6.1: LaTeX デフォルトのフロート設定

| コマンド              | 概要                       | デフォルト |
|-------------------|--------------------------|-------|
| topfraction       | ページ先頭からフロートが占めるページ割合の最大値 | 0.7   |
| bottomfraction    | ページ末尾からフロートが占めるページ割合の最大値 | 0.3   |
| textfraction      | 1 ページに占めるテキストの割合の最小値     | 0.2   |
| floatpagefraction | 1 ページに占めるフロートの割合の最小値     | 0.5   |
| topnumber         | ページ先頭のフロート最大数            | 2     |
| bottomnumber      | ページ末尾のフロート最大数            | 1     |
| totalnumber       | 1 ページの最大フロート数            | 3     |

```
\renewcommand{\floatpagefraction}{.66}
\setcounter{topnumber}{3}
\setcounter{bottomnumber}{3}
\setcounter{totalnumber}{4}
```

これらの記述を .tex ファイルに追加したら, 6.1 節で紹介した方法で LaTeX 文書のプリアンブルで読み込ませることができます。

## 6.6 LaTeX で複数の図をまとめる

複数の画像を 1 つの画像環境に含めたいときがあるかもしれません。複数の画像を 1 つの環境に並べ, それぞれのサブキャプションを与えることで, 複数の図 (サブ図) をまとめることが達成できます。Sometimes you may want to include multiple images in a single figure environment. Sub-figures allow us to achieve this by arranging multiple images within a single environment and providing each with its own sub-caption.

図をまとめるには LaTeX パッケージの **subfig** が必要です。pdf\_document 出力の YAML オプションの extra\_dependencies で読み込ませることができます。例えばこのように。

```

output:
 pdf_document:
 extra_dependencies: "subfig"

```

コードチャンクからの全てのプロットを並べるために, チャンクオプション `fig.cap` (環境全体のキャプション) と `fig.subcap` (サブ図のためのキャプションの文字列ベクトル) を使わなければなりません. 最良の選択のために, 以下のような選択肢も使用できます.

- `fig.ncol`: サブ図の列の数です. デフォルトでは全てのグラフが単一の行に並べられます. これは複数の行に分けられます.
- `out.width`: 個別のグラフの出力幅です. 通常はこれを 100% を列の数で割ったものに設定しますが. 例えば 2 つグラフがあるなら, `out.width` は 50% 以下にすべきです. そうしないとグラフはページの外枠をはみ出すかもしれません.

以下は具体例の 1 つです.

```

output:
 pdf_document:
 extra_dependencies: "subfig"

```

```
```{r, fig.cap='Figure 1', fig.subcap=c('(a)', '(b)', '(c)')}
plot(1:10)
plot(cars, pch = 19)
boxplot(Sepal.Width ~ Species, data = iris)
...```
```

この出力を図 6.2 に示します. 簡潔さのため, 上記の例は `fig.ncol = 2`, `out.width = "50%"`, `fig.align = "center"` や長いキャプションなどのチャンクオプションをいくつか省略しています.

6.7 Unicode 文字を含む文書をレンダリングする

```
! Package inputenc Error:
  Unicode char \u8: not set up for use with LaTeX.
```

もしこのようなエラーにでくわしたら, おそらくデフォルトの LaTeX エンジンである `pdflatex` を使って文書 (中間ファイルの `.tex`) を PDF へレンダリングしているのではよ

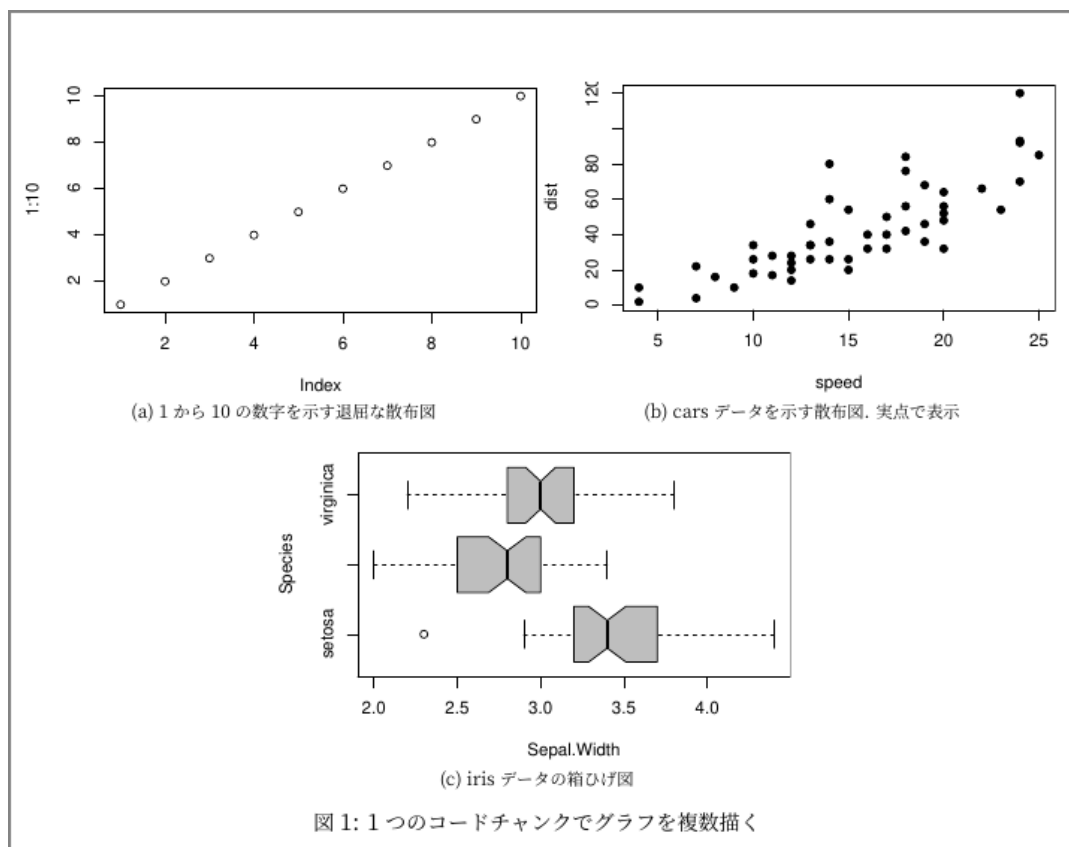


図 6.2: 複数の図を含む単一の figure 環境の例

う. pdf_{latex} はそのファイルにある何らかの Unicode 文字を処理できません. もしこのようなケースであれば, x_{elatex} か l_{uatex} へ切り替えることになるでしょう. 例えばこのように.

```
output:
pdf_document:
  latex_engine: xelatex
```

他の文書出力フォーマット, 特に bookdown::pdf_document2 や tufte::tufte_handout といった pdf_document ベースのものも LaTeX エンジンも変更できるでしょう. 例えばこのように.

```
output:
bookdown::pdf_document2:
  latex_engine: lualatex
tufte::tufte_handout:
```

```
latex_engine: xelatex
```

6.8 LaTeX のコードフラグメントを生成する

もし純粋な LaTeX 文書で作業しているのなら, R Markdown はそれでもやはり便利だと感じているかもしれません. R Markdown で書いて, 文書を他の LaTeX 文書に読み込める LaTeX のコード片 (フラグメント) に変換したほうが便利なこともあるかもしれません.

Rmd 文書を LaTeX にレンダリングするとき, `\documentclass{}`, `\begin{body}`, `\end{body}` を含む完全な LaTeX 文書が生成されます. フラグメントはこの完全な文書の主に本文の部分です. LaTeX フラグメントをレンダリングするのに, `latex_fragment` 出力フォーマットが使えます. 例えばこのように.

```
---  
output: latex_fragment  
---
```

これは `.tex` ファイルをレンダリングします. 例えば `foo.Rmd` は `foo.tex` にレンダリングされ, 別の LaTeX 文書で `\input{foo.tex}` を使うことでフラグメントを読み込みます.

6.9 カスタムヘッダとフッタ (*)

LaTeX パッケージの **fancyhdr** は文書のヘッダとフッタをカスタマイズするいくつかのコマンドを提供します. より完全なガイドとして, <https://ctan.org/pkg/fancyhdr> の完全版ドキュメントを参照してください. 最初に, パッケージを読み込みます. それからヘッダのスタイルを変えます. 例えばこのように.

```
\usepackage{fancyhdr}  
\pagestyle{fancy}
```

このパッケージは異なる 3つのインターフェースを提示しますが, ここでは `\fancyhead` と `\fancyfoot` コマンドを使います. 形式を決める構文は `\fancyhead[selectors]{output text}` で, ここでカスタマイズしたいヘッダの部分がどこかをセレクトが宣言しています. ページの位置を指定する以下のようなセレクトが使えます.

- **E** 偶数ページ
- **O** 奇数ページ
- **L** ページ左側
- **C** ページ中央
- **R** ページ右側

例えば `\fancyhead[LE,R0]{あなたの名前}` は偶数ページの頭の左側と、奇数ページの頭の右側に「あなたの名前」と印字します。さらに LaTeX コマンドを織り交ぜることで、各ページの詳細情報を取りだすことができます。

- `\thepage`: 現在のページ番号
- `\thechapter`: 現在の章番号
- `\thesection`: 現在の節番号
- `\chaptername`: 英語の “Chapter” の単語, あるいは現在の言語でそれに対応するもの, または著者がこのコマンドを再定義してできたテキスト。
- `\leftmark`: 大文字で現在のトップレベル構造の名前と番号。
- `\rightmark`: 大文字で現在のトップレベル構造に次ぐレベルの名前と番号。

以下は LaTeX コードの例で, 6.1 節で紹介した方法でプリアンブルに書き加えることができます。

```
\usepackage{fancyhdr}
\pagestyle{fancy}
% ヘッダ中央
\fancyhead[CO,CE]{Your Document Header}
% フッタ中央
\fancyfoot[CO,CE]{And this is a fancy footer}
% 偶数ページ左と奇数ページ右にページ番号
\fancyfoot[LE,R0]{\thepage}
```

デフォルトではヘッダとフッタは PDF 文書の最初のページには表示されません。表示にもフッタを表示したいなら, もう 1 行 `\fancypagestyle{plain}{\pagestyle{fancy}}` を追加しなければなりません。

6.10 Pandoc の LaTeX テンプレートをカスタマイズする (*)

Pandoc はテンプレートを通じて Markdown を LaTeX に変換します。テンプレートは Pandoc 変数を含む LaTeX ファイルであり, Pandoc はこれらの変数を値に置き換えます。

以下は `$body$` という変数を 1 つだけ含んだ単純なテンプレートです。

```
\documentclass{article}
\begin{document}
$body$
\end{document}
```

`$body$` の値は Markdown ドキュメントの本文から生成された LaTeX コードです。例えば Markdown で本文が `Hello world!` ならば、`$body$` の値は `Hello \textbf{world}!` となります。

6.1, 6.2, 6.4 節で紹介した LaTeX のカスタマイズ方法だけでは不十分なら、代わりにカスタムテンプレートを使ってみてください。テンプレートはその内部に任意の LaTeX コードを使うことが可能なので、はるかに柔軟です。テンプレートを使うには、`pdf_document` の `template` オプションにテンプレートのパスを含めます。

```
output:
  pdf_document:
    template: my-template.tex
```

デフォルトの LaTeX テンプレートは <https://github.com/jgm/pandoc/tree/master/data/templates> で見ることができます (ファイル名は `default.latex`)。自分でテンプレートを作成したい場合、このテンプレートから作りたいと思うことでしょう。

Pandoc 変数の完全なリストとその意味 (`$body$` や `$title$` のような) は Pandoc マニュアルの <https://pandoc.org/MANUAL.html#templates> で見ることができます。任意のカスタム変数を使うこともでき、それは典型的には YAML メタデータからテンプレートへと与えられます。もし具体例で学びたいなら、**MonashEBSTemplates** パッケージ (<https://github.com/robjhyndman/MonashEBSTemplates>) を確認すると良いでしょう。これはいくつかのカスタム LaTeX テンプレートを提供しています。これらのテンプレートは `inst/rmarkdown/templates/*/resources/` ディレクトリ (* はテンプレート名を指します) 以下にあります。例えば出力フォーマット `MonashEBSTemplates::memo` に対するテンプレートは YAML メタデータの変数 `branding` をモナシュ大学のブランドロゴを含むかどうかをコントロールするのに使えます。このようにテンプレート内で `if` 文を使うことでこれを実現しています。

```
$if(branding)$%
```



```
\includegraphics[height=1.5cm]{monash2}  
\vspace*{-0.6cm}  
$else$  
\vspace*{-1cm}  
$endif$
```

6.11 生の LaTeX コードを書く

デフォルトでは Pandoc は LaTeX へ変換する時、文書内の LaTeX コードを維持するので、Markdown 内で LaTeX コマンドや環境を使うことができます。しかし、LaTeX コードが Pandoc がパースするには複雑過ぎるときがあるかもしれず、そのような場合 Pandoc は通常の Markdown として扱います。結果として特別な LaTeX の文字はエスケープされます。例えばバックスラッシュ `\` は `\textbackslash{}` に変換されるかもしれません。

Pandoc が Markdown 文書内の生の LaTeX コードに確実に手を付けないようにするには、コードを fenced block で囲み、`=latex` の属性を付けると良いでしょう。例えばこのように。

```
```${=latex}  
\begin{tabular}{ll}
A & B \\
A & B \\
\end{tabular}
```
```

latex の前の等号を忘れないでください。つまり latex ではなく `=latex` です。この機能は Pandoc 2.0 以降のバージョンが必要です (`rmarkdown::pandoc_version()` で確認してください)。

6.12 ハードコア LaTeX ユーザーのために (*)

R Markdown はきっと執筆と組版のための最善の文書フォーマットではないでしょう。シンプルさは長所であると同時に短所でもあります。LaTeX はタイプすべきコマンドの多さと引き換えに、組版の観点で Markdown よりはるかに強力です。あなたにとって組版がはるかに優先すべき事項で、あらゆる LaTeX コマンドや環境を使うことに満足しているのなら、文書全体で Markdown を使う代わりに純粋な LaTeX コードを使うことができ

ます.

knitr パッケージは R Markdown に限定されない多様なソース文書フォーマットをサポートしています. 以下は R コードと純粋な LaTeX コードが混ざり合っている例です

```
\documentclass{article}
\usepackage[T1]{fontenc}
```

```
\begin{document}
```

これがコードチャンクです.

```
<<foo, fig.height=4>>=
1 + 1
par(mar = c(4, 4, .2, .2))
plot(rnorm(100))
@
```

インライン評価式を書くこともできます. 例えば $\pi = \text{Sexpr}\{\pi\}$ とか,
 $\text{Sexpr}\{1.9910214e28\}$ で大きな数値を表現できます.

```
\end{document}
```

例えば上記のファイルは latex.Rnw であるようにファイル名はたいてい .Rnw という拡張子がつきます. 考え方は同じですが R コードチャンクと行内 R コードを書くための構文が異なります. R コードチャンクは `<<>>=` で始まり (チャンクオプションは括弧内に書きます), `@` で終わります. 行内 R 式は `Sexpr{ }` 内に書きます.

`knitr::knit()` 関数は Rnw 文書を出力ファイルである LaTeX (.tex) にコンパイルでき, それをさらに `pdflatex` といった LaTeX ツールを通して PDF にコンパイルできます. .Rnw から PDF を一足でコンパイルするのに `knitr::knit2pdf()` を使うこともできます. RStudio を使っているならツールバーの `Compile PDF` を押すこともできます. Rnw 文書をコンパイルする方法のデフォルトは `Sweave` であり, たぶんあなたは **knitr** に変更したいだろうということに注意してください (その方法はこの投稿 <http://stackoverflow.com/q/27592837/559676> を確認してください).

Rnw 文書は LaTeX のフルパワーをあなたにもたらしめます. Markdown ではほんとうに解決の難しい組版の問題があるのなら, これは最終手段となるでしょう. ただし, Markdown をやめる前に, カスタム Pandoc LaTeX テンプレート (6.10 節参照) もまた役に立つかも

しれない, ということも覚えておいてほしいです.

第 7 章

HTML 出力

LaTeX と比べて HTML はおそらくページに分けた出力の組版が苦手です。しかし、特に CSS や JavaScript と連携すれば、結果を見せつける際にははるかに強力になります。例えば HTML にインタラクティブアプリケーションを埋め込んだり、動的に HTML ページの外観や、内容すら修正できます。HTML 出力における有用ながらもシンプルな CSS と JavaScript のトリックは LaTeX 出力で再現するのがとても難しいこともあります (しばしば不可能なこともあります)。

この章では、カスタム CSS の適用方法、カスタム HTML テンプレートの使い方、コードブロックのスタイル変更や折りたたみ、表の内容の並び替え、そして HTML ページへのファイル埋め込みといった、R Markdown の HTML 出力を向上するテクニックを紹介します。In this chapter, we introduce techniques to enhance your HTML output from R Markdown, including how to apply custom CSS rules, use custom HTML templates, style or fold code blocks, arrange content in tabs, and embed files on HTML pages.

7.1 カスタム CSS を適用する

HTML 文書の外観をカスタマイズしようと思うのなら、CSS と JavaScript を少しでも勉強することを強く勧めます。**blogdown** 本 (Xie Hill, and Thomas, 2017) の Appendix B^{*1} には HTML, CSS, JavaScript の簡単なチュートリアルがあります。

CSS のセレクタと優先度のルールを理解することは初心者にとっては極めて重要です。さもなければ自分のカスタム CSS が意図したように機能しないことに混乱することになるでしょう (おそらく優先度が十分でないから)。

^{*1} <https://bookdown.org/yihui/blogdown/website-basics.html>

Rmd 文書に 1 つかそれ以上のカスタムスタイルシートを読み込ませるには, `css` オプションを使うことができます. 例えばこのように.

```
output:
  html_document:
    css: "style.css"
```

複数のスタイルシートを読み込ませるには, このようにブラケットで囲んだリストを使うことになるでしょう.

```
output:
  html_document:
    css: ["style-1.css", "style-2.css"]
```

あるいは, Rmd 文書に 直接 CSS のルールを埋め込むのに, `css` コードチャンクを使うこともできます. 例えばこのように.

We embed a `'css'` code chunk here.

```
```${css, echo=FALSE}
p {
 font-size: 32px;
}
...`
```

チャンクオプション `echo = FALSE` は CSS コードを出力にそのまま表示させないことを意味しますが, CSS コードを含む `<style>` タグは HTML 出力ファイルにも生成されます.

## 7.2 セクションヘッダを中央揃えにする

7.1 節で言及した応用方法のように, CSS を見出しのアラインメント調整に使うことができます. 例えば以下のような CSS コードを使ってレベル 1 から 3 の見出しを中央揃えにしたいかもしれません.

```
h1, h2, h3 {
 text-align: center;
```

```
}
```

Rmd 文書に CSS を適用する方法は 7.1 節を見てください。

## 7.3 コードチャンクのスタイルを変更する

チャンクオプションの `class.source` と `class.output` を使い、それぞれコードチャンクおよびそのテキスト出力のスタイルをカスタマイズできます。これらのオプションはクラス名の文字列ベクトルを取ります (11.13 節参照)。例えば `class.source = "important"` は出力時にコードチャンクを含む HTML 要素に `important` というクラス名を持たせます。そこでこのクラスに CSS ルールを定義できます。<sup>\*2</sup> このルールは特定のコードチャンクやテキスト出力を強調したいときに役に立ちます。

デフォルトでは、R Markdown の HTML 出力は Bootstrap フレームワークを読み込みます。Bootstrap は `"bg-primary"`, `"bg-success"`, `"bg-info"`, `"bg-warning"`, `"bg-danger"` といったいくつかの背景に対する CSS クラス<sup>\*3</sup> が定義済みのため、コードと出力の外観の変更を容易にしてくれます。

以下はチャンクオプション `class.source = "bg-danger"` と `class.output = "bg-warning"` を使った例で、その出力は図 7.1 で見られます。

```

title: チャンクのスタイルを変更する
output: html_document

```

データフレームの一部を取り出すとき、必ずしもデータフレームが返されるとは限りません。例えば 2 つの列を取り出すなら、データフレームを得ますが、1 つの列を取り出すときは、ベクトルを得ます。

```
```{r class.source="bg-danger", class.output="bg-warning"}
mtcars[1:5, "mpg"]
```
```

<sup>\*2</sup> CSS ではクラスは先頭にピリオド (.) を付けるため、この場合はルールは `.important` から始まります。

<sup>\*3</sup> <https://getbootstrap.com/docs/3.4/css/#helper-classes>

常に確実にデータフレームを得るようにするには、`drop = FALSE` 引数を使わなければなりません。ここで、チャンクオプション `class.source = "bg-success"` を使います。

```
```{r df-drop-ok, class.source="bg-success"}
mtcars[1:5, "mpg", drop = FALSE]
```
```

データフレームの一部を取り出すとき、必ずしもデータフレームが返されるとは限りません。例えば2つの列を取り出すなら、データフレームを得ますが、1つの列を取り出そうとするときは、ベクトルを得ます。

```
mtcars[1:5, "mpg"]
```

```
[1] 21.0 21.0 22.8 21.4 18.7
```

常に確実にデータフレームを得るようにするには、`drop = FALSE` 引数を使わなければなりません。ここで、チャンクオプション `class.source = "bg-success"` を使います。

```
mtcars[1:5, "mpg", drop = FALSE]
```

```
mpg
Mazda RX4 21.0
Mazda RX4 Wag 21.0
Datsun 710 22.8
Hornet 4 Drive 21.4
Hornet Sportabout 18.7
```

図 7.1: Bootstrap で定義された背景色を使ったコードチャンクと出力ブロック

任意のクラスを使って対応する CSS ルールを定義することもできます。この場合、7.1 節で言及した方法を使ってカスタム CSS ルールを読み込ませなければなりません。以下はその例です。

```

title: チャンクにカスタムクラスを割り当てる
output: html_document

```



まず `'watch-out'` というクラスにいくつか CSS のルールを定義します。

```
```{css, echo=FALSE}
.watch-out {
  background-color: lightpink;
  border: 3px solid red;
  font-weight: bold;
}
```
```

それからチャンクオプション `'class.source'` で `'watch-out'` クラスをコードチャンクに割り当てます。

```
```{r class.source="watch-out"}
mtcars[1:5, "mpg"]
```
```

図 7.2 がスタイルの出力です。

まず `watch-out` というクラスにいくつか CSS のルールを定義します。

それからチャンクオプション `class.source` で `watch-out` クラスをコードチャンクに割り当てます。

```
mtcars[1:5, "mpg"]
```

```
[1] 21.0 21.0 22.8 21.4 18.7
```

図 7.2: 明桃色の背景, 赤い太枠線をもつコードチャンク

文書内の全てのコードブロックにカスタムスタイルを塩要したいなら, グローバルな **knitr** オプションで `class.source` を設定します. 例えばこのように.

```
01 knitr::opts_chunk$set(class.source = "watch-out")
```

複数のクラスをコードブロックに適用できます. 例えば `class.source = c("important", "warning")` でコードブロックに “important” と “warning” という 2 つのクラスを持たせられます.

コードブロック全体ではなく、内部の個別の要素を装飾したいならば、**flair** パッケージ (Bodwin and Glanz, 2020) の使用を検討してもよいかもしれません。このパッケージでコードの個別の部分 (特定の文字, 関数名, 引数など) をカスタムスタイル (例えば色, フォントサイズ, あるいはフォントのウェイト) で強調できます。

## 7.4 コードブロックをスクロール可能にする (\*)

大量のコードやテキスト出力を HTML ページに表示するとき、表示範囲の高さを制限したいかもしれません。そうしないとページはとてつもなく長くなり、それらを細かく読む気のない読者に読み飛ばしづらくなるかもしれません。この問題の解決法は複数あります。html\_document フォーマットの code\_folding オプションを使うというのがその 1 つです。このオプションは出力文書のコードブロックを折りたたみ、また読者はボタンを押して展開することができます (詳細は 7.5 節)。

他の可能性としてはコードブロックが長すぎるとき、高さを固定しスクロール可能にすることです。これは CSS プロパティの max-height と overflow-y で実現できます。以下はその使用例の全容で、出力は図 7.3 になります。

```

title: スクロール可能なコードブロック
output: html_document

```{css, echo=FALSE}
pre {
  max-height: 300px;
  overflow-y: auto;
}

pre[class] {
  max-height: 100px;
}
...

```

コードブロックの高さを制限する CSS ルールをいくつか定義しました。これらのルールがコードブロックとテキスト出力に対して機能するのかテストすることができます。

```

```{r}
このチャンクに多くのコードがあるように見せかける
if (1 + 1 == 2) {
 # もちろん真になる
 print(mtcars)
 # 単に長いデータを表示させるだけ
}
...

```

次に高さを 100px に制限するために `'scroll-100'` という新しいクラスにルールを追加  
 ↳ し、チャンクオプション `'class.output'` でこのクラスをコードチャンクの出力に  
 ↳ 追加します。

```

```{css, echo=FALSE}
.scroll-100 {
  max-height: 100px;
  overflow-y: auto;
  background-color: inherit;
}
...

```{r, class.output="scroll-100"}
print(mtcars)
...

```

上記の例では全てのコードブロックに大域的に 300px の高さ上限を定義しています。HTML 出力時にはコードブロックが `<pre>` タグで囲まれていることを思い出してください。それから class 属性に `<pre>` ブロックの高さを 100px に制限します。これは CSS セレクタ `pre[class]` が意味するところです。デフォルトではテキスト出力は `<pre>` `</pre>` に含まれ、R コードブロックは `<pre class="r">` `</pre>` に含まれます (ここで `<pre>` タグが class 属性を持っていることに注意してください)。

第 2 の R コードチャンクからのテキスト出力の高さも 100px です。これが出力にたいして、カスタムクラス名 `scroll-100` を割り当て、高さの上限を 100px に定義した理由です。

個別のコードブロックに対して異なる最大高さを指定したいならば、12.3 節の例を見ればよいでしょう。

コードブロックの高さを制限する CSS ルールをいくつか定義しました。これらのルールがコードブロックとテキスト出力に対して機能するのテストすることができます。

```
このチャンクに多くのコードがあるように見せかける
if (1 + 1 == 2) {
 # もちろん真になる
 print(mtcars)
 # 単に長いデータを表示させるだけ
```

```
mpg cyl disp hp drat wt qsec vs am gear carb
Mazda RX4 21.0 6 160.0 110 3.90 2.620 16.46 0 1 4 4
Mazda RX4 Wag 21.0 6 160.0 110 3.90 2.875 17.02 0 1 4 4
Datsun 710 22.8 4 108.0 93 3.85 2.320 18.61 1 1 4 1
Hornet 4 Drive 21.4 6 258.0 110 3.08 3.215 19.44 1 0 3 1
Hornet Sportabout 18.7 8 360.0 175 3.15 3.440 17.02 0 0 3 2
Valiant 18.1 6 225.0 105 2.76 3.460 20.22 1 0 3 1
Duster 360 14.3 8 360.0 245 3.21 3.570 15.84 0 0 3 4
Merc 240D 24.4 4 146.7 62 3.69 3.190 20.00 1 0 4 2
Merc 230 22.8 4 140.8 95 3.92 3.150 22.90 1 0 4 2
Merc 280 19.2 6 167.6 123 3.92 3.440 18.30 1 0 4 4
Merc 280C 17.8 6 167.6 123 3.92 3.440 18.90 1 0 4 4
Merc 450SE 16.4 8 275.8 180 3.07 4.070 17.40 0 0 3 3
Merc 450SL 17.3 8 275.8 180 3.07 3.730 17.60 0 0 3 3
Merc 450SLC 15.2 8 275.8 180 3.07 3.780 18.00 0 0 3 3
Cadillac Fleetwood 10.4 8 472.0 205 2.93 5.250 17.98 0 0 3 4
```

次に高さを100pxに制限するために `scroll-100` という新しいクラスにルールを追加し、チャンクオプション `class.output` でこのクラスをコードチャンクの出力に追加します。

```
print(mtcars)
```

```
mpg cyl disp hp drat wt qsec vs am gear carb
Mazda RX4 21.0 6 160.0 110 3.90 2.620 16.46 0 1 4 4
Mazda RX4 Wag 21.0 6 160.0 110 3.90 2.875 17.02 0 1 4 4
Datsun 710 22.8 4 108.0 93 3.85 2.320 18.61 1 1 4 1
Hornet 4 Drive 21.4 6 258.0 110 3.08 3.215 19.44 1 0 3 1
```

図 7.3: カスタム CSS を使用したスクロール可能なコードブロック

## 7.5 全コードブロックを折りたたみ、かついくつかは表示する

出力文書に書かれたコードブロックが読者に嫌がられるおそれがあるなら、はじめは折りたたんでおくという選択をするとよいかもしれません。読者はボタンを押して表示を選ぶことができます。

```
output:
 html_document:
 code_folding: hide
```

全てのコードブロックを最初から展開することもできます (よって読者は折りたたむことを選べます).

```
output:
 html_document:
 code_folding: show
```

最初から全てのコードブロックを折りたたんだなら, チャンクオプション `class.source = "fold-show"` を使い特定のブロックを展開だけを最初から展開させておくこともできます. このように.

```

title: Hide all code blocks and show some initially
output:
 html_document:
 code_folding: hide

```{r}
1 # code is hidden initially
...

```{r class.source = 'fold-show'}
2 # code is shown initially
...

```{r}
3 # also hidden
...

```

反対のこともできます. つまり, 最初から全てのコードブロックを表示するもののそれらの一部は表示させます. 例えばこのように.

```
---
output:
  html_document:
```

```

    code_folding: show
---

```{r}
1 # code is shown initially
...

```{r class.source = 'fold-hide'}
2 # code is hidden initially
...

```

7.6 内容をタブブラウジングさせる

HTML レポートの並列しているセクションをまとめる自然な方法の 1 つは, タブセットを使うことです. これは読者がページをスクロールして戻したり進めたりするかわりに, タブのタイトルをクリックすることで異なるセクションの内容を閲覧することを可能にします.

セクションをタブにするために, タブに変換する見出しより 1 レベル上の見出しにクラス属性 `.tabset` を追加できます. 例えばレベル 2 の見出しに `.tabset` を追加するとそれ以降のレベル 3 の見出しが全てタブに変換されます. 以下は用例の全容です.

```

---
title: 内容をタブにまとめる
output: html_document
---

'html_document' 出力で並列するセクションをタブにできます.

## 結果 {.tabset}

### グラフ

このセクションでは散布図を表示します.

```{r, fig.dim=c(5, 3)}

```

```
par(mar = c(4, 4, .5, .1))
plot(mpg ~ hp, data = mtcars, pch = 19)
...
```

```
表
```

このタブではデータを表示します。

```
``{r}
head(mtcars)
...
```

出力を図 7.4 に示します。実際には一度に 1 つのタブしか見られないことに注意してください。この図は両方のタブがみられるよう 2 つのスクリーンショットを連結したものです。

タブに “pill” 効果を付けるため、さらに別の属性 `.tabset-pills` を上位レベルの見出しに追加することができます。これでタブは暗青色の背景になります。

```
Results {.tabset .tabset-pills}
```

デフォルトでは最初のタブがアクティブ (つまり表示されている) です。他のタブを最初に表示させたいなら、そのセクションに `.active` 属性を追加するとよいでしょう。

タブセットを終わらせるには、上位レベルのセクション見出しを新しく開始する必要があります。新しいセクションの見出しは空にすることができます。例えばこのように。

```
Results {.tabset}
```

```
Tab One
```

```
Tab Two
```

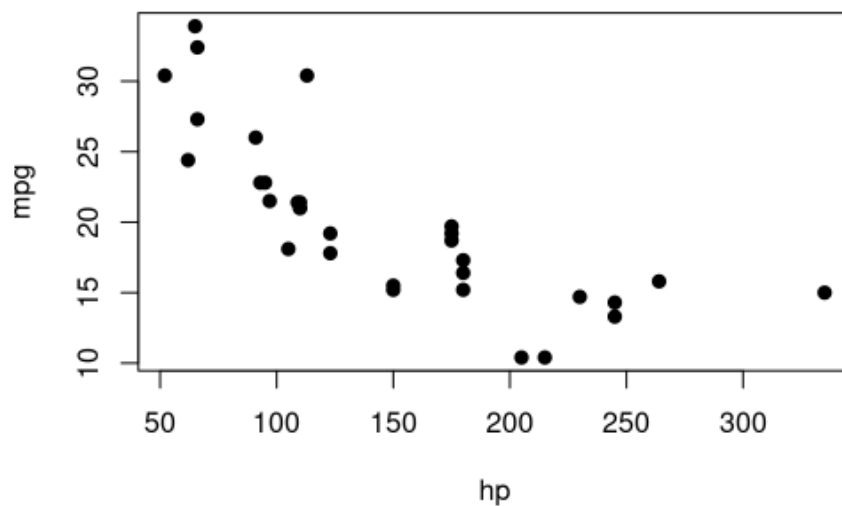
```
{-}
```

上記のように番号なし (`'{-}'`) で空のセクション見出しがあれば、タブセットを終了しさらなる段落を続けることができます。

グラフ 表

このセクションでは散布図を表示します。

```
par(mar = c(4, 4, .5, .1))
plot(mpg ~ hp, data = mtcars, pch = 19)
```



グラフ 表

このタブではデータを表示します。

```
head(mtcars)
```

```
mpg cyl disp hp drat wt qsec vs am gear carb
Mazda RX4 21.0 6 160 110 3.90 2.620 16.46 0 1 4 4
Mazda RX4 Wag 21.0 6 160 110 3.90 2.875 17.02 0 1 4 4
Datsun 710 22.8 4 108 93 3.85 2.320 18.61 1 1 4 1
Hornet 4 Drive 21.4 6 258 110 3.08 3.215 19.44 1 0 3 1
Hornet Sportabout 18.7 8 360 175 3.15 3.440 17.02 0 0 3 2
Valiant 18.1 6 225 105 2.76 3.460 20.22 1 0 3 1
```

図 7.4: 複数のセクションをタブに



## 7.7 Rmd ソースファイルを HTML に埋め込む

HTML 出力ページを共有するとき, Rmd ソースファイルもほしいかもしれません. 例えば Rmd ソースを変更し, 自分自身でレポートをコンパイルしたいかもしれません. Rmd ソースファイルのコピーを HTML に埋め込むにはオプション `code_download` を使うことができます.

```
output:
 html_document:
 code_download: true
```

オプションが有効になると, HTML 出力ページはダウンロードボタンを持ち, 読者はそのボタンを押してソースファイルのダウンロードができます.

## 7.8 HTML 出力に好きなファイルを埋め込む

7.7 節で言及したように, HTML 出力には Rmd ソース文書のコピーを埋め込めます. Rmd ファイル単体ではレポートを再現するのに不十分な場合もあるかもしれません. 例えばレポートに外部のデータファイルが必要かもしれません. HTML 出力ファイルに好きなファイルを埋め込んでくれる一連の関数が **xfun** パッケージ (Xie, 2021d) にあります. これらの関数を使うために, 以下の R パッケージを用意しておきます.

```
01 xfun::pkg_load2(c("htmltools", "mime"))
```

これで 1 つ以上のファイルやディレクトリを HTML 出力に埋め込むのに, コードチャンク内で `xfun::embed_file()`, `xfun::embed_files()`, `xfun::embed_dir()` を使えます. 例えばこのように.

```
```${r echo=FALSE}
# a single file
xfun::embed_file('source.Rmd')

# multiple files
xfun::embed_files(c('source.Rmd', 'data.csv'))
```

```
# a directory
xfun::embed_dir('data/', text = 'Download full data')
...
```

プログラミング的にファイルのリストを与えることもできます。例えばこのように。

```
01 # embed all Rmd and csv files
02 xfun::embed_files(list.files(".", "[.](Rmd|csv)$"))
```

複数のファイルに対し、これらの関数はまず zip ファイルに圧縮してから、この zip ファイルを埋め込みます。これらの関数はリンクを返し、読者は HTML ページのリンクをクリックして埋め込んだファイルをダウンロードすることができます。

ヘルプページ `?xfun::embed_file` またはブログ投稿 <https://yihui.org/en/2018/07/embed-file/> でこれらの関数のより詳細な技術的情報を学ぶことができます。同様のアイディアにより、**downloadthis** package (Mattioni Maturana, 2020) はダウンロードボタンを実装したことでユーザーはリンクではなくダウンロードボタンをクリックしてダウンロードできるようになります。ボタンを使うほうが好みなら、こちらを使うことも検討するとよいでしょう。

7.9 カスタム HTML テンプレートを使う (*)

既に 6.10 節では LaTeX テンプレートについて話しました。Pandoc が Markdown を HTML へ変換するに際しカスタム HTML テンプレート を指定することもできます。以下は簡単なテンプレートの例です。

```
<html>
  <head>
    <title>$title$</title>
    $for(css)$
      <link rel="stylesheet" href="$css$" type="text/css" />
    $endfor$
  </head>
  <body>
    $body$
  </body>
```

```
</html>
```

テンプレートに `$title$`, `$body$` といったいくつかの変数が含まれているのがわかるでしょう。Pandoc 変数の完全なリストとそれぞれの意味については <https://pandoc.org/MANUAL.html#templates> で検索することができます。

テンプレートによってあなたは HTML 出力をカスタマイズする究極の力を得ることになります。例えば好きな CSS スタイルシートや JavaScript コード, あるいはライブラリを `<head>` 内で読み込ませたりできます。あるいは文書が下書きか, 最終稿かを示すブーリアン変数 `draft` も使えます。

```
<head>
<style type="text/css">
.logo {
  float: right;
}
</style>
</head>

<body>
<div class="logo">
$if(draft)$
<!-- use draft.png to show that this is a draft -->

$else$
<!-- insert the formal logo if this is final -->

$endif$
</div>

$body$
</body>
```

すると Rmd 文書の YAML メタデータ内で `draft` 変数に `true` または `false` を設定できます。例えばこのように。

```
---  
title: "An Important Report"  
draft: true  
---
```

テンプレートを Rmd 文書に適用するのに、テンプレートをファイルに保存し、`html_document` の `template` オプションにファイルパスを与えることができます。例えばこのように。

```
output:  
  html_document:  
    template: my-template.html
```

rmarkdown パッケージは Pandoc のデフォルトテンプレートとは異なるカスタム HTML テンプレートをパッケージ内で読み込んで使用しています。Pandoc のデフォルトを使うには `template: null` で指定できます。

7.10 既存の HTML ファイルの内容を読み込む (*)

`html_document` フォーマット (あるいはこのオプションをサポートしている他のフォーマット) の `includes` オプションがあれば、既存の HTML ファイルの本文を HTML 出力文書の 3 箇所のどこかで読み込むことができます。それらは `<head>`、`<body>` の開始時点、そして `</body>` の末尾です。

```
output:  
  html_document:  
    includes:  
      in_header: header.html  
      before_body: before.html  
      after_body: after.html
```

HTML にあまり詳しくないなら、7.9 節がこのオプションをより理解するのに役に立つかもしれません。

`in_header` オプションを使うなら、CSS と JavaScript コードを `<head>` タグ内に挿入することができます。 `before_body` を使うなら、バナーやロゴを表示するヘッダを埋め込む

と良いでしょう。after_body を使うなら、フッタを読み込ませることができます。例えばこのように。

```
<div class="footer">Copyright &copy; John Doe 2020</div>
```

外部 HTML ファイルの内容を本文の好きな位置で読み込みたいときもあるかもしれません。これは `htmltools::includeHTML()` を使えば可能です。HTML ファイルパスをこの関数に与えます。関数はこのファイルを読み込み、出力文書にたいしてこのファイルの中身を書き込みます。9.5 節で使用したようなテクニックをを使っても良いかもしれません。例えばこのように。

```
````{=html}
````{r, echo=FALSE, results='asis'}
xfun::file_string('file.html')
````
````
```

HTML ファイル内読み込めるのは別の HTML 部分だけであり、完全な HTML ファイルを読み込んでではないことに注意してください。完全な HTML ファイルとは `<html>` タグを含むものであり、これは他の `<html>` タグ内に埋め込むことができません。以下は HTML 文書に別の完全な HTML 文書が埋め込まれた場合の無効な HTML 文書です。

```
<html>
  <head> </head>

  <body>
    親 HTML ファイル.

    <!-- 以下 htmltools::includeHTML() -->
    <html>
      <head> </head>
      <body>
        子 HTML ファイル.
      </body>
    </html>
    <!-- 読み込み終わり -->
```

```
</body>
</html>
```

HTML ファイルを別の HTML 出力文書に読み込む時に問題が発生したなら, HTML ファイルに `<html>` タグが含まれていないか確認するとよいかもしれません.

rmarkdown パッケージには `html_fragment` という出力フォーマットがあり, 完全な HTML 文書の代わりに HTML の一部を生成します. Rmd 文書内で別のコンパイルされた Rmd 文書の結果を読み込みたい場合, 後者の Rmd 文書は `html_document` フォーマットの代わりに `html_fragment` フォーマットを使うと良いでしょう.

HTML ファイルの代わりに Rmd または Markdown 文書を読み込ませたいなら, 16.4 節で紹介されている子文書を使うとよいでしょう.

7.11 ブラウザアイコンをカスタマイズする

7.10 節では `html_document` フォーマットの `includes` オプションで追加のコードを HTML のヘッダ, 本文, フッタに挿入できることを実演しました. このテクニックはファビコンというカスタムブラウザアイコンを HTML 出力に追加することに使えます.

ファビコンはブラウザのアドレスバー, タブタイトル, ブックマークに表示されるウェブサイトのロゴです. 例えば Google Chrome で CRAN のウェブサイト (<https://cran.r-project.org>) を開いてブラウザのタブを見ると, 小さな R ロゴがあります. 携帯端末ならばファビコンはウェブサイトをホームスクリーンに固定表示した際にアプリアイコンの代わりに使われます.

HTML 文書にファビコンを追加するには, 以下のコードをカスタムヘッダファイル (7.10 節で言及したように, `header.html` といった名前のファイル) を追加します.

```
<link rel="shortcut icon" href="{ファビコン画像ファイルへのパス}" />
```

YAML メタデータを使って, このファイルを文書の `<head>` 内に挿入できることを思い出してください.

```
output:
  html_document:
```

```
includes:
  in_header: header.html
```

<link> の href 属性に与えたパスは他のアセット (例えば画像やデータ・セット) を参照するときと同じように、相対パス構造を前提とすべきです。使用する画像は、最も小さい正方形の PNG ファイルがよく機能します。典型的なウェブブラウザは画像を 16 x 16 ピクセルの領域に表示するため、シンプルなデザインがより良いということに留意してください。

あなたの文書を表示するそれぞれのブラウザやプラットフォームは特定のレイアウトに対して最適な解像度のバージョンを使用します。ファビコンセットとより複雑な HTML ヘッダのコードを生成するのに、<https://realfavicongenerator.net> といったサービスを使うとよいかもしれません。このサービスは現在 **pkgdown** パッケージ (Wickham and Hesselberth, 2020) の `pkgdown::build_favicon()` 関数で R パッケージロゴのセットを作り出すのに使用されています。

7.12 折りたたみ要素 <details> を使う

7.4 節で言及したように、html_document フォーマットの `code_folding: hide` オプションでソースコードチャンクを折りたたむことができます。現在は出力ブロックを折りたたむことはできませんが、出力を折りたたみできるようにするのに JavaScript のトリックが使えます。これは出力が比較的長く、しかしさほど重要でないときに役に立つでしょう。初期状態で折りたたみ、読者が興味を持てば内容を見るために展開することができます。図 7.5 はその例です。「詳細」ボタンをクリックして出力を展開できるでしょう。

あなたをご覧になっているのが本書の HTML バージョンなら、以下のチャンクで実際に動くのを見ることができます。PDF または印刷版を読んでいるのなら、このような対話的機能 (「詳細」ボタンを押すこと) はおそらく不可能です。

01 1:100

```
## [1] 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
## [13] 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
## [25] 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36
## [37] 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48
## [49] 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60
## [61] 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72
```

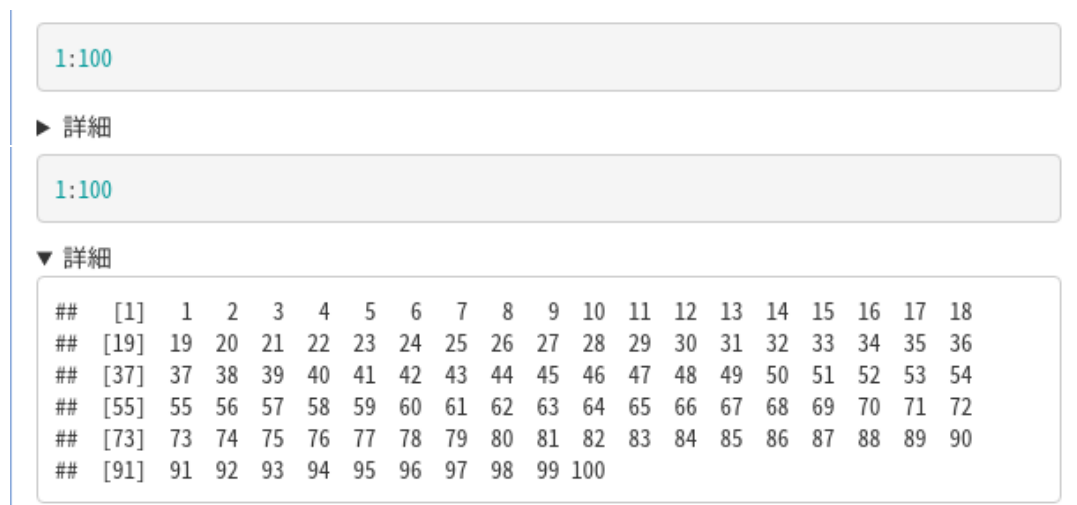


図 7.5: details 要素でテキスト出力を囲む

```
## [73] 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84
## [85] 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96
## [97] 97 98 99 100
```

以下は出力ブロックを検出し, それを `<details>` タグで囲む JavaScript コードを読み込ませた Rmd 文書の完全なソースです.

```
---
title: 折りたたみ要素 '<details>' を使う
output: html_document
---
```

この例ではテキスト出力を '`<details>`' タグ内に表示します.
 JavaScript でテキスト出力ブロックを '`<details></details>`' で囲みます.
 Javascript コードはこの文書の末尾で実行する必要があるため,
 最後に配置します. 以下はテスト用のコードチャンクです.

```
```{r}
1:100

```

実際の JavaScript コードは以下になります.

```
```{js, echo=FALSE}
```



```
(function() {  
  var codes = document.querySelectorAll('pre:not([class])');  
  var code, i, d, s, p;  
  for (i = 0; i < codes.length; i++) {  
    code = codes[i];  
    p = code.parentNode;  
    d = document.createElement('details');  
    s = document.createElement('summary');  
    s.innerText = '詳細';  
    // <details><summary>詳細</summary></details>  
    d.appendChild(s);  
    // コードを <details> 内に移動  
    p.replaceChild(d, code);  
    d.appendChild(code);  
  }  
})();  
...
```

上記の JavaScript コードを自分で適用すればよいでしょう。ポイントは要素を `<details>` で囲むということです。

```
document.querySelectorAll('pre:not([class])');
```

CSS セレクタの `pre:not([class])` は `class` 属性のない全ての `<pre>` 要素を意味します。他の要素のタイプを選択することもできます。CSS セレクタについてより知りたいなら、https://www.w3schools.com/css/css_selectors.asp を見てください。HTML タグ `<details>` と `<summary>` をより知りたいなら、https://www.w3schools.com/tags/tag_details.asp を見てください。

7.13 HTML 出力を Web で共有する

R Markdown を HTML ファイルにレンダリングするということの魅力的な側面の 1 つは、これらのファイルをととても簡単にインターネットでホストし他のウェブサイトと同様に共有できるということです。この節では貴方の作成した HTML 文書を共有するオプションを簡単に要約します。

7.13.1 R 特化のサービス

RStudio は R Markdown で作られた様々な種類のコンテンツをインターネットで公開するためのサービスをいくつか提案しています。これらのサービスは特に RStudio IDE または **rsconnect** パッケージ (JJ Allaire, 2019) を使って簡単に公開できます。

- **RPubs**^{*4} は静的な単一の R Markdown コンテンツの無料ホスティングを可能とします。RStudio IDE の Publish ボタンまたは `rsconnect::rpubsUpload()` 関数で簡単に公開できます。詳細は “Getting Started” のページ (<https://rpubs.com/about/getting-started>) をご覧ください。
- **ShinyApps.io**^{*5} は R を実行するサーバを要求するような動的コンテンツのホスティングを可能にします。例えば Shiny コンポーネントを含んでいる^{*6}インタラクティブな R Markdown 文書をホストできます。ShinyApp.io は Shiny アプリケーション用の RPubs の類似サービスです。アプリとインタラクティブな R Markdown 文書は RStudio IDE の push ボタンか `rsconnect::deployApp()` 関数を使って公開できます。詳細はユーザーガイド (<https://docs.rstudio.com/shinyapps.io/>) をご覧ください。
- **bookdown.org**^{*7} は **bookdown** パッケージで書かれた本の無料ホスティングを提案します。`bookdown::publish_book()` 関数であなたの書籍の静的な出力ファイルを簡単に公開できるでしょう。
- **RStudio Connect**^{*8} は組織団体が自前のサーバで動作させるような企業向け製品です。で作成された広範な種類のコンテンツ (R Markdown 文書, Shiny アプリケーション, API など) を文書レベルでのアクセス制御, 閲覧履歴などといった機能を使いセキュアな環境でホストできます。コンテンツは RStudio Connect に手動でアップロードするか, **rsconnect** パッケージか, または git ベースのデプロイによって公開できます。

^{*4} <https://rpubs.com>

^{*5} <https://www.shinyapps.io>

^{*6} R Markdown 文書に Shiny コンポーネントを含むには, YAML メタデータで `runtime: shiny` または `runtime: shiny_prerendered` オプションを設定するとよいでしょう。この文書を以前のように HTML 文書にレンダリングすることはできないでしょうが, 代わりに `rmarkdown::run()` で文書を実行することになります。詳しく知るには Xie JJ. Allaire, and Golemund (2018) (Chapter 19, <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown/shiny-documents.html>) をご覧ください。

^{*7} <https://bookdown.org/home/about/>

^{*8} <https://rstudio.com/products/connect/>

7.13.2 Static website services

端的に言うなら, 単純な静的ウェブサイトは数個の HTML ファイル (典型的にはホームページである `index.html`), JavaScript, CSS ファイル, そして画像などの追加のコンテンツで構成されます. 一連のファイルは web サーバにそのままホストし, web ブラウザに表示させることができます.

R Markdown が HTML 出力フォーマットでレンダリングされた場合, その結果は静的なウェブサイトとして扱われます. ウェブサイトは単一のスタンドアロンな HTML ファイル (デフォルトオプション `self_contained: true` を使った場合に得られます) から, ファイルのセット, **blogdown** パッケージ (静的なウェブサイトジェネレータに依存しています) に基づいたウェブサイトのような洗練されたプロジェクトまで複雑さの点で多岐に及びます. より詳しく知りたいなら, **blogdown** 本 (Xie Hill, and Thomas, 2017) の Section 2.1 on Static Sites^{*9} を見てください.

結論として, あなたは R 特化のサービスに加え, 多くの無料で使用可能な静的ウェブサイトホスティングサービスを使って HTML 文書をホストできるでしょう. R コミュニティでのよくある選択としては以下があります.

- **GitHub Pages**^{*10} は Github リポジトリから Markdown と HTML コンテンツをそのまま公開する場合は特に簡単です. `main` ブランチのルートの `doc` ディレクトリか, あるいは `gh-pages` ブランチからコンテンツをホストすることを指定することになるでしょう. 新しいコンテンツの公開は `git` でリポジトリに新しい HTML ファイルをプッシュするだけで可能です.
- **GitLab Pages**^{*11} は GitHub Pages と類似の機能を GitLab リポジトリに対して提案します. GitLab はリポジトリの `public` ディレクトリに保存されたコンテンツをデプロイします. コンテンツをビルドし公開するには, 指示のため `.gitlab-ci.yml` という YAML ファイルを与えなければなりませんが, GitLab は多くの便利なテンプレートを提供してくれます. レンダリングされた HTML コンテンツをホストする例として, <https://gitlab.com/pages/plain-html/-/tree/master> をご覧ください.
- **Netlify**^{*12} は静的な web コンテンツをビルドしデプロイするプラットフォームです. **blogdown** と **pkgdown** で作成された web コンテンツに対する選択とし

^{*9} <https://bookdown.org/yihui/blogdown/static-sites.html>

^{*10} <https://pages.github.com>

^{*11} <https://docs.gitlab.com/ce/user/project/pages/>

^{*12} <https://www.netlify.com>

てはよく知られていますが, これはあらゆる種類の HTML ファイルをホスティングできます. 公開方法として, ドラッグ・アンド・ドロップ, コマンドライン, あるいは GitHub および GitLab レポジトリから自動公開するといったいくつかの選択があります. 加えて, プルリクエストから web サイトをプレビューするといった多くの役立つ機能も提案されています. 詳細は Netlify のドキュメント (<https://docs.netlify.com>) や RStudio webinar “Sharing on Short Notice”^{*13} をご覧ください.

7.14 HTML ページのアクセシビリティを向上させる

HTML 出力文書に, 何らかの視覚的な障害を持つ読者に対するアクセシビリティをもたせることは重要です. こうした読者はしばしば, 文書を視覚的に読み上げる代わりにスクリーンリーダー (音声読み上げソフト) といった聞くための, 特殊なツールを使います. 大抵はスクリーンリーダーはテキストを読み上げることができただけで, (ラスタ) 画像を読み上げられません. つまりあなたはスクリーンリーダーに十分なヒントを与える必要があるということです. 良いニュースは, 少々 の 労力 であなたの文書のアクセシビリティをかなり向上できるということです. Jonathan Godfrey が R Markdown 文書のアクセシビリティのためのいくつかのヒントを <https://r-resources.massey.ac.nz/rmarkdown/> で記事にしています.^{*14} この記事に基づいて, 本書の読者にとっての利便性になるいくつかのヒントを以下に提示します.

- HTML 文書はしばしば PDF よりアクセシビリティが優れている.
- 可能ならば HTML 出力文書に Rmd ソース文書を同梱するようにする (例えば 7.7 節でその方法の 1 つを実演しています). HTML 文書にアクセシビリティがない場合, 視覚障害者は Rmd ソースから内容を理解できるかもしれませんが, ソースを修正することもできるかもしれません.
- テキスト情報をグラフに与える. 2014 年の useR!カンファレンスで, 私は Jonathan からこの問題を個人的に教えてもらいました. web ページ上の画像の alt 属性の重要性を私は初めて理解しました.

この問題を理解するために, まずは web ページの画像が HTML タグ `` によって生成されることを知らなければなりません. このタグは `src` 属性を持ち, 画像ファイルのソースの場所を指定しています. 例えば `<img`

^{*13} <https://rstudio.com/resources/webinars/sharing-on-short-notice-how-to-get-your-materials-online-with-r-markdown/>

^{*14} JooYoung Seo も, 視覚障害を持つ人の手助けになる R パッケージを <https://jooyoungseo.com/post/ds4blind/> で紹介しています. これは R Markdown と直接関係しませんが, 視覚障害者がどうグラフを読み取っているのかを学ぶのに役に立つでしょう.

`src="foo_figures/image.png" />` のように、視力のある読者はこの画像を見ることができますが、スクリーンリーダは画像を読むことが出来ないため、視覚障害者には描かれていることを知るのは難しいです、特にラスタ画像の場合は (SVG のようなベクタ画像は多少ましかもしれません)。この場合テキストでのヒントを与えると、スクリーンリーダは読み上げることができるので便利です。このテキストでのヒントは画像の代替 (alternate) テキストを意味する `alt` 属性で与えることができます。

R Markdown のコードチャンクから生成された画像の場合は、もしチャンクオプション `fig.cap` (つまり 画像のキャプション, figure caption) 設定されているなら `alt` 属性はここから生成されます。代わりに Markdown 構文 `` を使って画像を挿入することもできます。画像パスをパーレン () 内に入力し、`alt` テキストをブラケット [] 内に入力、例えば `![テキスト情報](パス /image.png)` のように。

`alt` テキストは視力のある読者にとっては HTML ページ上に表示されません。しかし画像にキャプションや代替テキストを与えた場合、`rmarkdown::html_document` フォーマットはデフォルトでキャプション要素を表示します。もし実際にキャプションを表示させたくないなら、このように `fig_caption` をオフにすることができます。

```
output:
  html_document:
    fig_caption: false
```

このケースでは `alt` 属性はまだ生成されますが、表示されることはありません。

- 画像の代わりに LaTeX 構文を使って数学的なコンテンツを書く (例: $\$ \$$, あるいは $\$ \$ \$ \$$)。デフォルトでは、R Markdown は数学的なコンテンツのレンダリングに MathJax ライブラリを使い、結果としてスクリーンリーダが読み上げられるものになります。
- チャンクオプション `comment = ""` を設定してコードチャンクのテキスト出力の行頭の `##` を除く (11.12 節参照)。

我々はアクセシビリティの専門家ではありませんので、詳細は元の記事を読むことをお勧めします。

7.15 ハードコア HTML ユーザー向けの話 (*)

6.12 節では、あなたが Markdown のシンプルさのためにその制約が強すぎると感じているなら、Markdown の代わりに純粋な LaTeX 文書にコードチャンクを埋め込むことができる、という話をしました。同様にあなたが直接 HTML コードを書くことに慣れていて快適さを感じるなら、HTML にコードチャンクを混ぜ合わせることもまた可能です。そのような文書は慣習的に `.Rhtml` というファイル拡張子を持ちます。

Rhtml 文書では、コードチャンクは `<!--begin.rcode` と `end.rcode-->` の間に埋め込まれ、インライン R コードは `<!--rinline -->` 内に埋め込まれます。以下は Rhtml 全体の例です。これを `test.Rhtml` というファイル名で保存し、コンパイルには `knitr::knit("test.Rhtml")` を使うことができます。出力は 1 つの HTML (`.html`) ファイルになります。RStudio では、ツールバーの Knit ボタンを押すことでもコンパイルできます。

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
  <title>HTML の最低限の knitr 使用例</title>
</head>
<body>
<!--begin.rcode
  knitr::opts_chunk$set(fig.width=5, fig.height=5)
end.rcode-->

<p>これは <strong>knitr</strong> が純粋な HTML ページでどのように動作するか
  ↳ の最低限の例です.</p>

<p>お決まりの退屈な使用例.</p>

<!--begin.rcode
  # 単純な計算
  1 + 1

  # 退屈な乱数生成
  set.seed(123)
  rnorm(5)
```

```
end.rcode-->
```

<p>図を生成することもできます (<code>fig.align='center'</code>オプションで中央揃えしています).</p>

```
<!--begin.rcode cars-scatter, fig.align='center'
  plot(mpg ~ hp, data = mtcars)
end.rcode-->
```

<p>エラー, メッセージ, 警告文はそれぞれ異なる<code>class</code>を持つ
↳ <code>div</code> 内に配置されます.</p>

```
<!--begin.rcode
  sqrt(-1) # 警告
  message('knitr says hello to HTML!')
  1 + 'a' # ミッションインポッシブル
end.rcode-->
```

<p>さて全てうまくいっているようです. R に π の値を聞いてみましょう. もちろん答えは <!--rinline pi --> です.</p>

```
</body>
```

```
</html>
```


第 8 章

Word

R Markdown から Word 文書を生成するには, 出力フォーマット `word_document` が使えます. 文書に相互参照を含めたいなら, 4.7 節でも言及された `bookdown::word_document2` を検討するとよいでしょう.

```
---  
output:  
  word_document: default  
  bookdown::word_document2: default # 相互参照のため  
---
```

われわれの経験上, Word 出力に関する最もよくある質問は以下のようなものです.

1. 文書へのカスタム Word テンプレートはどうすれば適用できるのか?
2. Word 側で元の R Markdown 文書を適切に変更にはどうすればいいのか?
3. 個別の文書の要素のスタイルの設定はどうすればいいのか?

この章ではこれらの質問にこたえていきます.

8.1 カスタム Word テンプレート

Word テンプレート文書で定義されたスタイルを R Markdown で新たに生成された Word 文書に適用することができます. テンプレート文書は「スタイル参照文書」“style reference document”とも呼ばれています. ポイントは, 最初はこのテンプレート文書 Pandoc から作成し, それからスタイル定義を変更しなければならないということです. そ

れからこのテンプレートファイルのパスを `word_document` の `reference_docx` オプションに与えてください。例えばこのように。

```
---
output:
  word_document:
    reference_docx: "template.docx"
---
```

たった今言及したように、`template.docx` は Pandoc から生成されたものでなければなりません。このテンプレートは `word_document` 出力フォーマットを使った R Markdown 文書 からなら何でも (この文書の実際の内容はなんでも問題ありませんが、スタイルを適用したい種類の要素を含んでいるべきです) 作ることができます。それから `.docx` ファイルを開き、スタイルを編集します。

図 8.1 は Word の「ホーム」タブから “Styles” ウィンドウを開くと見つけれられます。カーソルを文書の特定の要素上に動かすと、スタイルリストの項目が強調されます。あるタイプの要素のスタイルを変更したいならば、強調された項目上でドロップダウンメニューをクリックして図 8.2 のようなダイアログボックスを見ることができます。

TODO: Word 日本語版での名称確認

スタイルの編集を終わったら、文書を保存し (誤って上書きしないようなファイル名にしてください)、今後の Word 文書のテンプレートとして使用することができます。Pandoc が参照文書テンプレートを与えられて新しい Word 文書をレンダリングするとき、テンプレートのスタイルが読み出されそれが新しい文書に適用されます。

カスタムスタイル付きの Word テンプレートを作成する方法の詳細は <https://vimeo.com/110804387> で短い動画を見るか、https://rmarkdown.rstudio.com/articles_docx.html の記事を読むとよいでしょう。

要素に対するスタイル名がすぐには見つからないこともあるかもしれません。複数のスタイルが同じ要素に適用され、それらのうち 1 つだけが強調されてみえることもあるかもしれません。修正したいスタイルが実際になのであるかは、当て推量やネット検索で解決することが求められることもあるかもしれません。例えば “Manage Styles” ボタン (図 8.1 のスタイルリストの下部にある、左から 3 番目のボタン) をクリックし、“Tabke” スタイル (図 8.3 参照) を見つけるまでに多数のスタイル名をスクロールして飛ばさなければなりません。これであなたは、例えば枠線のなどの表のスタイルを修正できます。

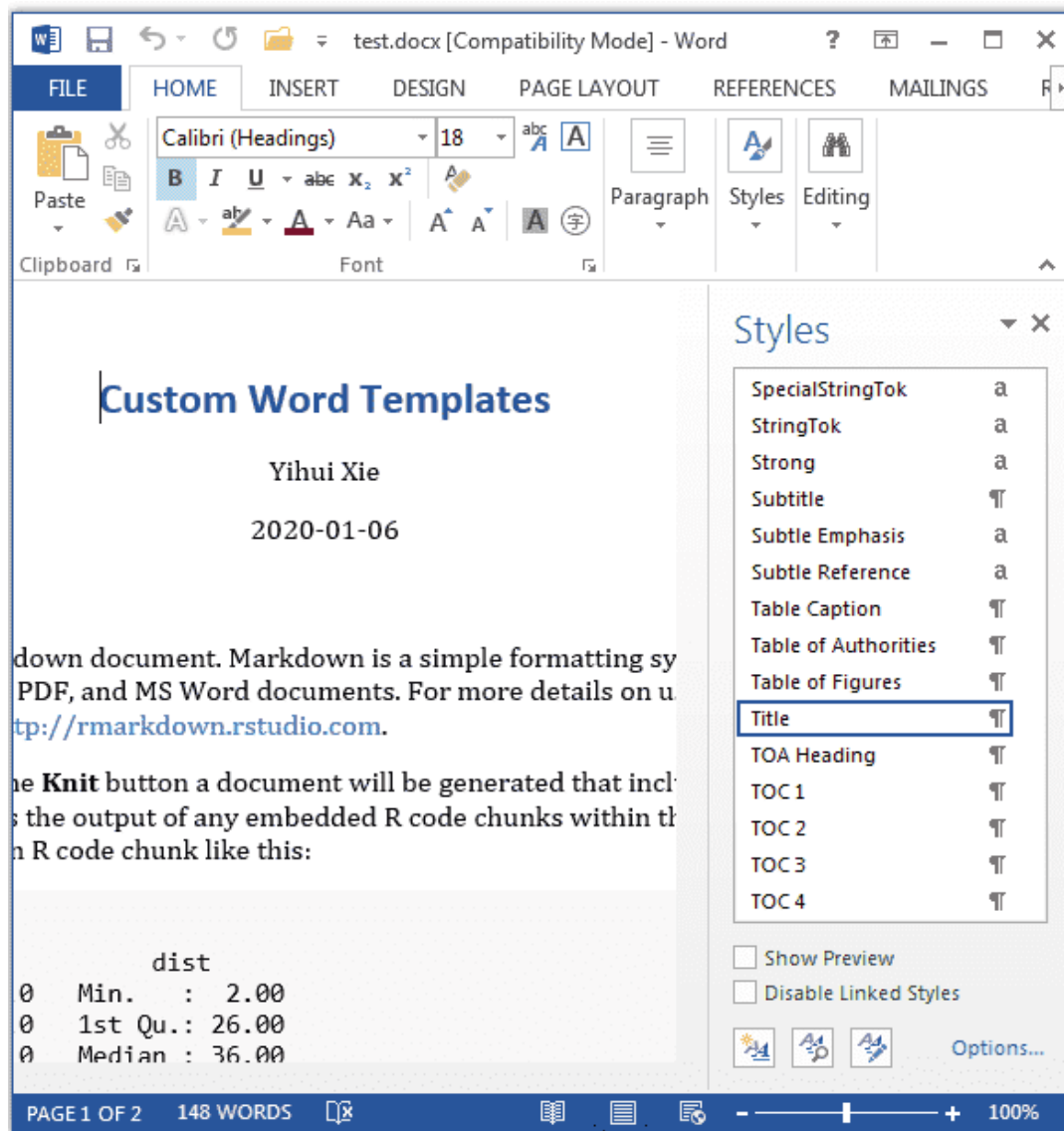


図 8.1: 特定の文書要素のスタイルを見つける

8.2 R Markdown と Word 間の双方向ワークフロー

R Markdown から Word 文書を生成するのは簡単ですが、一方で Word 文書を編集して手動の変更を元の R Markdown 文書に反映しなければならないとき、特に苦痛となるかもしれません。幸いにも Noam Ross がこの問題に対して有望な解決策を提示しています。**redoc** パッケージ (<https://github.com/noamross/redoc>) は Word 文書を生成し、文書を校正してから R Markdown に再度変換することを可能にします。この原稿を書いている現時点 (2020 年 6 月) では **redoc** パッケージはまだ試験的であり、さらに不運なことに、彼は開発を中止しています。どちらにせよこれを試して見たいなら、GitHub からイン

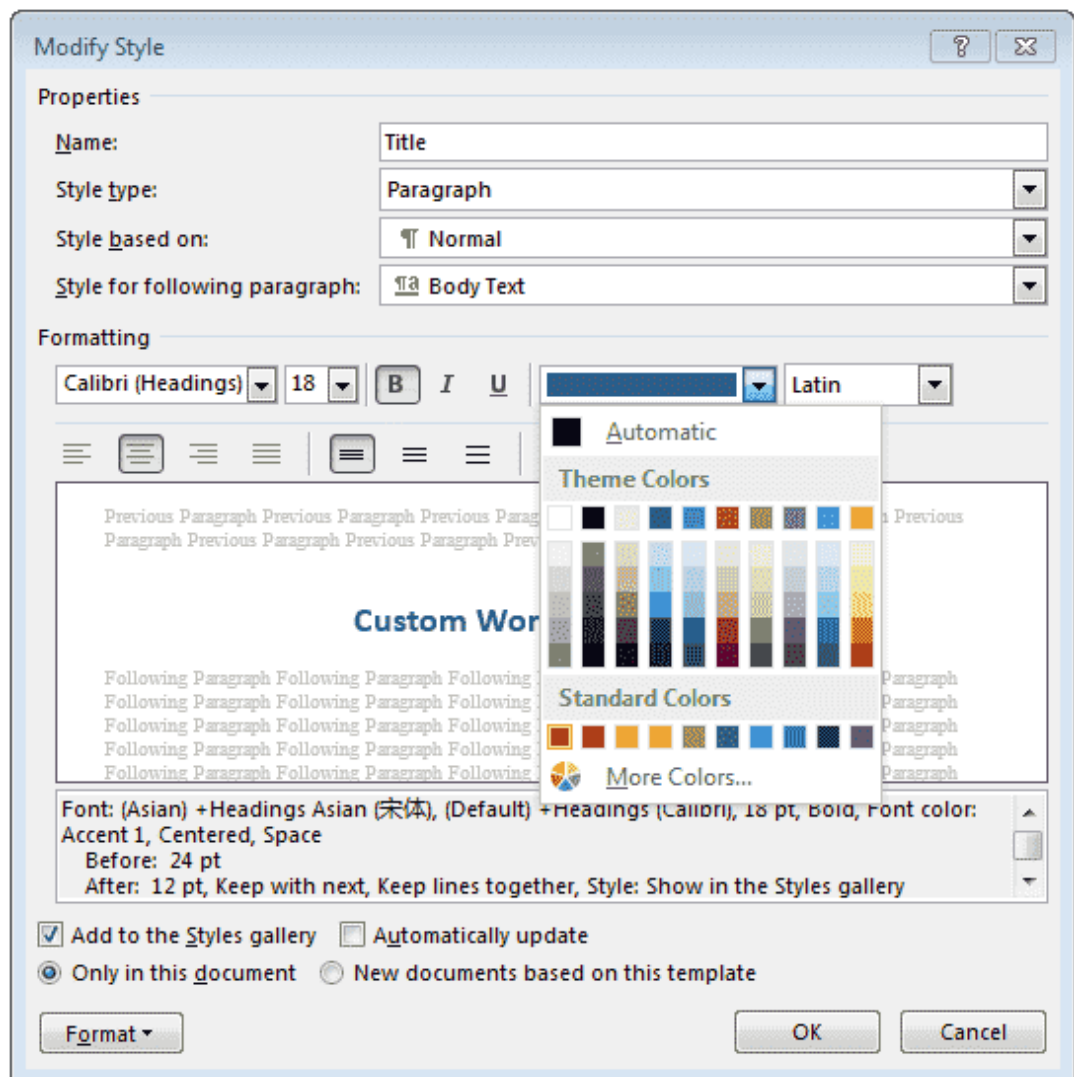


図 8.2: Word 文書の要素のスタイルを変更する

ストールすることができます。

```
remotes::install_github("noamross/redoc")
```

パッケージがインストールされたら, 出力フォーマット `redoc::redoc` を使うと良いでしょう。

```
---
output: redoc::redoc
---
```

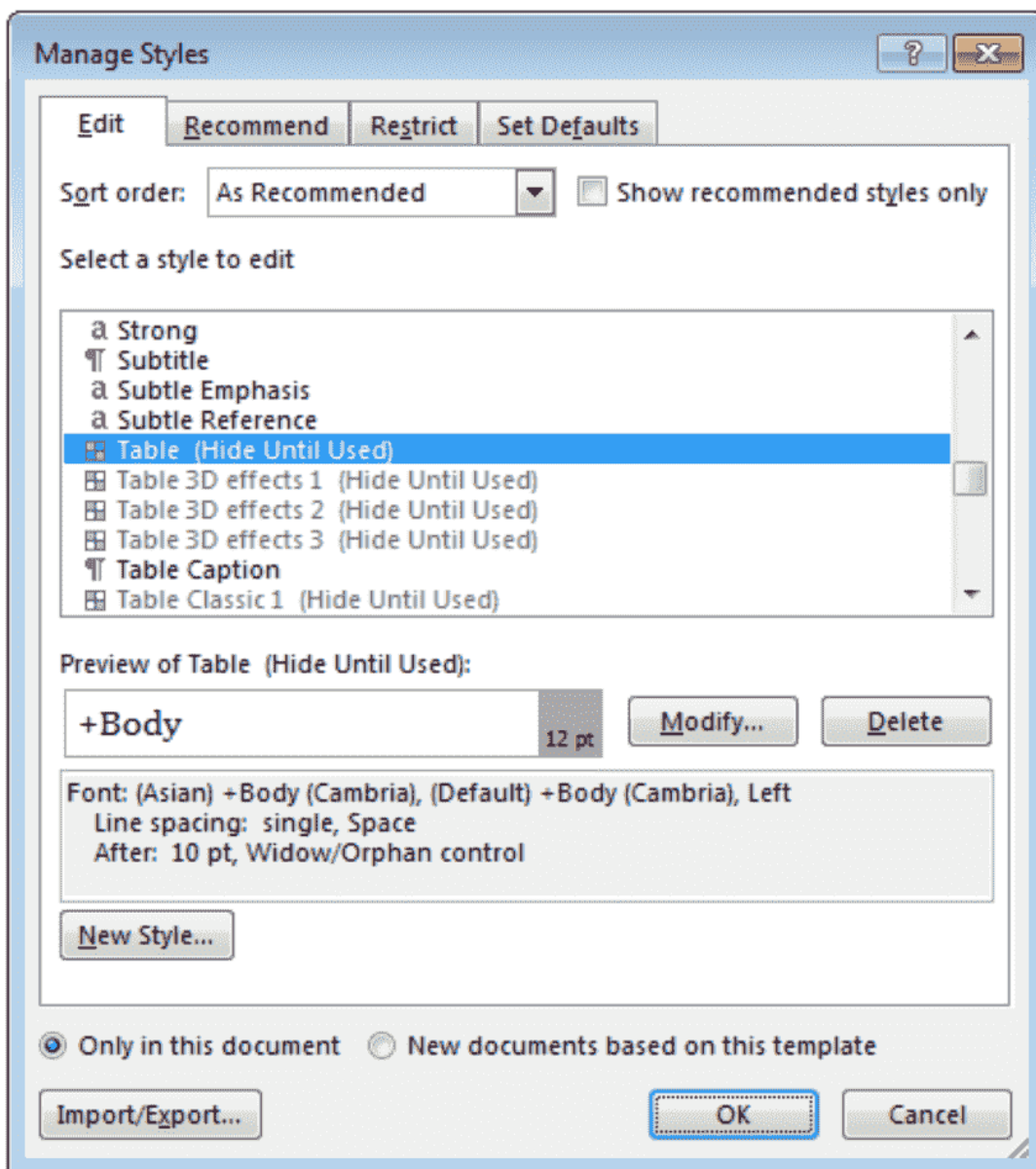


図 8.3: Modify the styles of tables in a Word document.

この出力フォーマットは実質的に元の Rmd 文書を保存している Word 文書を生成するので、Word 文書を Rmd に変換して戻すこともできます。Word 上で追跡された変更箇所は CriticMarkup 構文 (<http://criticmarkup.com>) で書かれたテキストへ変換されます。例えば `{++ 重要 ++}` はテキストに「重要」という単語が挿入されたことを表現しています。

`redoc::dedoc()` 関数で `redoc::redoc` で生成された Word 文書を Rmd に変換できます。例えば `redoc::dedoc("file.docx")` は `file.Rmd` を生成します。この処理では Word 上で追跡された変更箇所を `track_changes` 引数でどう対処するか決めることができます。例えば変更を受け入れるか破棄するか、追跡された変更箇所を CriticMarkup に変換する

かなどです。追跡された変更箇所が完全に失われてしまわないように, `track_changes = 'criticmarkup'` を使うことを推奨します。

Word 文書を編集する時, R Markdown のコードチャンクや行内 R コードで自動生成されていない箇所を編集すると想定されています。例えばコードチャンク内で `knitr::kable()` を使って自動生成された表は編集してはなりません。そのような変更は `dedoc()` で Word から Rmd に変換する際に失われます。コードチャンクで自動生成された出力を誤って編集することを避けるために, `redoc::redoc` フォーマットの `highlight_outputs` オプションを `true` に設定してください。これは自動出力を Word 上で強調表示することを意味します (背景色で強調表示します)。あなたの共同編集者には Word 文書上の強調表示された箇所に触れないよう伝えるべきでしょう。

繰り返しになりますが, **redoc** パッケージは未だ試験的であり現時点ではその機能ははっきりしないため, ここでの導入はあえて簡潔なものとしています。信用できない場合, GitHub 上のパッケージのドキュメントを読むことをお勧めします。

TODO: 動作確認

8.3 個別の要素にスタイルを設定する

Markdown のシンプルさにより, Word 文書に対してグローバルなスタイル設定を適用することができます (8.1 節参照) が, ある単語の色やある段落の中央揃えなど, 個別の要素に直接スタイルを設定することはできません。

R 上で Office 文書で作業するのをより簡単にするという努力を続けた結果, David Gohel は 2018 年に **officedown** パッケージ (Gohel and Ross, 2021) の開発を始めました。これは **officer** (Gohel, 2021b) パッケージの機能のいくつかを R Markdown に持ち込むのが目的です。本書の執筆時点ではこのパッケージの初期のバージョンが CRAN で公開されていますが, まだ実験的です。CRAN あるいは GitHub どちらからインストールしてもよいでしょう。

```
# CRAN からインストール
install.packages("officedown")

# GitHub からインストール
remotes::install_github("davidgohel/officedown")
```

パッケージがインストールされたら, R Markdown 文書内で読み込む必要があります。例えばこのように。

```
``{r, setup, include=FALSE}
library(officedown)
---
```

officedown パッケージには `rdocx_document` 出力フォーマットがあります。これはデフォルトでは `rmarkdown::word_document` を元にしており、スタイル付きの表やグラフといった機能が追加されています。

officedown パッケージは **officer** パッケージを介して特定の Word 要素にスタイルを適用することを可能にします。例えば `officer::fp_text()` 関数でスタイルを作成し、行内 R コードの `ftext()` でテキストの一部にそのスタイルを適用できます。

```
---
title: officedown でテキストにスタイルを適用する
output:
```

```
  officedown::rdocx_document: default
---
```

```
``{r}
library(officedown)
library(officer)
ft <- fp_text(color = 'red', bold = TRUE)
---
```

```
# テスト
```

```
**officedown** パッケージは `r fttext('すごい', ft)`!
```

officer の関数とは別に、**officedown** パッケージは **officer** のタスクを実現するための 特殊な HTML コメントを使うことを可能にしてくれます。例えば `officer::block_pour_docx()` は外部の Word 文書を現在の文書にインポートするのに使えますし、代わりに R Markdown 上で HTML コメントを使うこともできます。

```
<!---BLOCK_POUR_DOCX{file: 'my-file.docx'}-->
```

これはインライン R コードで以下のように書くのと等価です。

```
`r block_pour_docx(file = 'my-file.docx')`
```

officedown と **officer** パッケージですとよいこととして, 他には以下のようなものがあります.

- 改ページの挿入
- 多段組みレイアウトの配置
- 段落設定の変更
- 目次の挿入
- あるセクションのページの向きを変える (縦向きか横向きか)

officedown についてより学ぶには, 公式ドキュメント <https://davidgohel.github.io/officedown/> を確認してください.

第 9 章

複数の出力フォーマット

R Markdown の主な利点は 1 つのソースから複数種類の出力フォーマットを作成できることです。これは 1 つ以上の Rmd ファイルでも可能です。例えば本書は R Markdown で書かれ、2 種類のフォーマットでコンパイルされています。印刷用の PDF と、オンライン版の HTML です。

コードチャンクの出力を全ての出力フォーマットに対応させるのは時には難題になることがあります。例えばたった 1 つの CSS ルール (`img { border-radius: 50%; }`) で HTML 出力に対して円の画像を作成するのは非常に単純ですが、LaTeX 出力ではこれとそのまま同じようにはいきません。典型的には Tikz グラフィックスに関する問題になります。

単に出力要素が出力フォーマットの全てに対して動作しないこともあります。例えば **gifski** パッケージ (Ooms, 2018) (4.14 節参照) で GIF アニメを簡単に作ることができ、これは HTML 出力では完璧に動作しますが、LaTeX 出力に埋め込んだものは追加の GIF ファイルの処理と LaTeX パッケージなしでは不可能です。

この章では複数のフォーマットで動作する例を少しだけ提示します。ある機能が特定の出力フォーマットでのみ有効なら、その出力形式に基づいて条件付きで有効・無効にする方法を提示します。

9.1 LaTeX か HTML か

LaTeX と HTML はどちらもよく使われるフォーマットです。 `knitr::is_latex_output()` 関数は出力フォーマットが LaTeX かどうか (Pandoc 出力フォーマットの `latex` および `beamer`) を教えてくれます。同様に `knitr::is_html_output` 関数は出力フォーマットが HTML かどうか教えてくれます。デフォルトでは Pandoc 出力フォーマットのうち `markdown`, `epub`, `html`, `html4`, `html5`, `revealjs`, `s5`, `slideous`, そして `slidy` が HTML 出

力とみなされます。です。ある Pandoc 出力が HTML であると思えないなら、そのフォーマットを除外するために、例えばこのように `excludes` 引数を使えます。

```
01 # markdown を HTML として扱わない
02 knitr::is_html_output(excludes = "markdown")
03 ## [1] FALSE
```

特定の出力要素を LaTeX または HTML でのみ生成することができるのなら、これらの関数は条件つきで生成するのに使うことができます。例えば、PDF のページには大きすぎる表はフォントサイズを小さくした環境内に表を入れるといいでしょうが、そういった LaTeX 環境はおそらく HTML 出力では機能しませんので、HTML 出力に含めるべきではありません (HTML 出力でフォントサイズを調整したいなら、CSS を使うと良いでしょう)。以下はその例です。

```
---
title: tiny 環境内で表をレンダリングする
output:
  pdf_document:
    latex_engine: lualatex
  html_document: default
documentclass: ltjsarticle
---

``{r, setup, include=FALSE}
knitr::opts_chunk$set(echo = FALSE)
options(knitr.table.format = function() {
  if (knitr::is_latex_output()) 'latex' else 'pandoc'
})
...

LaTeX 環境の 'tiny' は LaTeX 出力でのみ生成されます。

``{r, include=knitr::is_latex_output()}
knitr::asis_output('\n\n\\begin{tiny}')
...

``{r}
```

```
knitr::kable(mtcars)
...

```{r, include=knitr::is_latex_output()}
knitr::asis_output('\end{tiny}\n\n')
...

```

比較のため、以下に通常のフォントサイズの表を配置します。

```
```{r}
knitr::kable(mtcars)
...

```

上記の例でのポイントはチャンクオプション `include = knitr::is_latex_output()` です。 `\begin{tiny}` `\end{tiny}` 環境は出力フォーマットが LaTeX の場合のみ含まれます。この例の 2 つの表は出力が LaTeX でない場合は同じ見た目になるでしょう。

5.1 節では HTML と LaTeX 出力のテキストの色を変更する関数を使用しました。4.14 節では、アニメーションの例を提示しました。これにも今回のトリックを使うことができます。HTML 出力に対してアニメーションを生成し、LaTeX 出力に対しては静止画を生成するコードチャンクはこのようになります。

```
```{r animation.hook=if (knitr::is_html_output()) 'gifski'}
for (i in 1:2) {
 pie(c(i %% 2, 6), col = c('red', 'yellow'), labels = NA)
}
...

```

これらの条件付き関数はどこでも使えます。他のチャンクオプションにも使えます (例えばチャンクの評価に条件を付けるため `eval` に使うなど) し、あるいはこの例のように R コード内にも使えます。

TODO: conditional functions をなんと呼ぶのが良いか

```
```{r, eval=knitr::is_html_output(), echo=FALSE}
cat('これは HTML 出力でのみ見えます')
...

```

```
```${r}
if (knitr::is_latex_output()) {
 knitr::asis_output('\n\n\\begin{tiny}')
}
...

```

## 9.2 HTML ウィジェットを表示する

HTML ウィジェット (<https://htmlwidgets.org>) は典型例で言えばインタラクティブな JavaScript アプリケーションで、HTML 出力でのみ動作します。HTML ウィジェットを含んだ Rmd 文書を、PDF や Word など HTML でないフォーマットへと knit するなら、このようなエラーメッセージが返ってくるかもしれません。

*Error: Functions that produce HTML output found in document targeting X output. Please change the output type of this document to HTML. Alternatively, you can allow HTML output in non-HTML formats by adding this option to the YAML front-matter of your rmarkdown file:*

```
always_allow_html: yes
```

Note however that the HTML output will not be visible in non-HTML formats.

上記のエラーメッセージの方法よりも良い解決法が存在しますが、追加のパッケージが絡んできます。R に **webshot** パッケージ (Chang, 2019) をインストールし、さらに PhantomJS をインストールしてください。

```
01 install.packages("webshot")
02 webshot::install_phantomjs()
```

それから HTML ウィジェット付きの Rmd 文書を非 HTML フォーマットで knit すれば、HTML ウィジェットは静的なスクリーンショットとして表示されます。スクリーンショッ

トは **knitr** によって自動的に作られます. **bookdown** 本の Section 2.10<sup>\*1</sup> に, スクリーンショットの詳しい操作方法が書かれています.

## 9.3 Web ページの埋め込み

**webshot** パッケージ (Chang, 2019) と PhantomJS をインストール (9.2 説参照) していれば, `knitr::include_url()` でどんな web ページも出力文書に埋め込むことができます. コードチャンク内でこの関数に URL を与えれば, 出力フォーマットが HTML ならば `<iframe>` (インラインフレーム) が生成され, 他のパッケージならばスクリーンショットが埋め込まれます. 例えば図 9.1 は, 本書のオンライン版を読んでいるなら私の個人サイトが, それ以外なら代わりに静的なスクリーンショットが現れているはずです.

```
01 knitr::include_url("https://yihui.org")
```

`out.width` や `fig.cap` といった図に関連するほとんどのチャンクオプションが `knitr::include_url()` でも機能します.

サーバ上で Shiny アプリを公開しているなら, これを文書に含めるために `knitr::include_app()` を使うことができます. これは `include_url()` と同じように動作します. **bookdown** 本 (Xie, 2016) の Section 2.11<sup>\*2</sup> には `include_app()` と `include_url()` に関する詳細な話が書かれています.

## 9.4 複数の図を横並びに

`fig.show="hold"` と `out.width` option オプションを併用して複数の図を並べることができます. 以下の例では `out.width="48%"` を設定し, 出力は図 9.2 になります.

```
``{r, figures-side, fig.show="hold", out.width="48%"}
par(mar = c(4, 4, .1, .1))
plot(cars)
plot(mpg ~ hp, data = mtcars, pch = 19)
...`
```

この単純なアプローチは PDF でも HTML 出力でも動作します.

<sup>\*1</sup> <https://bookdown.org/yihui/bookdown/html-widgets.html>

<sup>\*2</sup> <https://bookdown.org/yihui/bookdown/web-pages-and-shiny-apps.html>



About

Blog

关于

日志

I'm a software engineer working at RStudio, PBC. I earned my PhD from the Department of Statistics, Iowa State University. My thesis was *Dynamic Graphics and Reporting for Statistics*, advised by Di Cook and Heike Hofmann. I have developed a few R packages either seriously or for fun (or both), such as knitr, animation, bookdown, blogdown, pagedown, xaringan, and tinytex. I founded a Chinese website called "Capital of Statistics" in 2006, which has grown into a large online community on statistics. I initiated the Chinese R conference in 2008. I'm a big fan of GitHub, LyX and Pandoc. I hate IE. I fall asleep when I see beamer slides, and I yell at people who use `\textbf{ }` to write `\title{ }`. I know I cannot eat code, so I cook almost every day to stay away from my computer for two hours.

这是谢益辉的个人主页。2013 年底我从 Ames 村办大学 统计系毕业，终于解决了人生前 30 年被问最多的问题：“你怎么还没毕业？”目前就职于 RStudio。我支持开源，喜欢折腾网站和代码，是一个高度自我驱动的人。打羽毛球爱勾对角，打乒乓球像太极，网球满场子捡球，篮球容易被撞飞，攀岩一次，腿软。宅，口重，嗜辣，屡教不改。智商中等偏下，对麻将和三国杀有不可逾越的认知障碍，实变函数课上曾被老师叫醒。略好读书，偶尔也在网上乱翻帖子，对诗词楹联比较感兴趣，目前比较中意的一联是：千秋邈矣独留我；百战归来再读书。最喜欢的一首词是：

深情似海，问相逢初度，是何年纪？依约而今还记取，不是前生凤世。放学花前，题诗石上，春水园亭里。逢君一笑，人间无此欢喜。无奈苍狗看云，红羊数劫，惘惘休提起。客气渐多真气少，汨没心灵何已。千古声名，百年担负，事事违初意。心头阁住，儿时那种情味。

© Yihui Xie 2005 - 2020

图 9.1: iframe または screenshot による Yihui's のホームページ

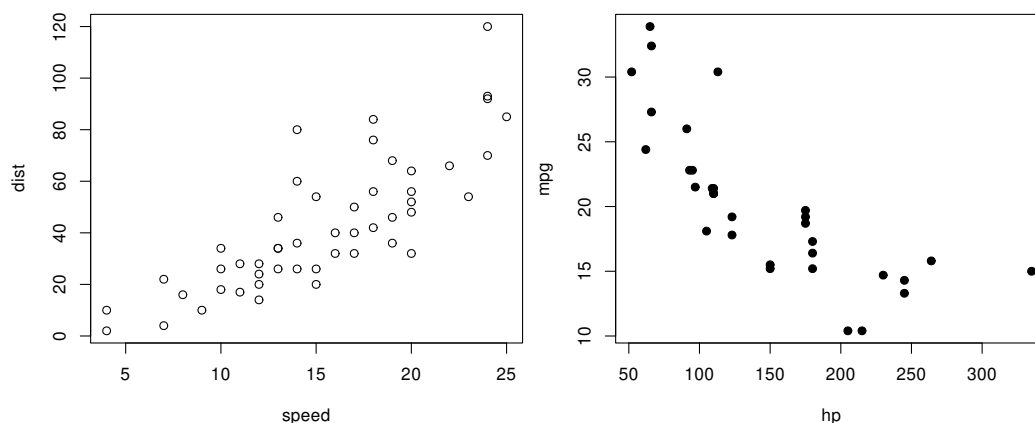


図 9.2: 横に並べた図

**訳注:** この方法は, PDF では必ず横並びになるとは限りません. 余白にはみ出す大きさならば, 自動で折り返されます. これは LaTeX 側の文書スタイルの設定にも依存し, 多くの場合は欧文と和文でよく使われるレイアウトが異なることが原因です. よって, ここでは原著とは異なり画像サイズを 48% と少し小さくしています.

図の内部に複数のプロットがあり, サブフィギュアを使いたいなら, 6.6 説を見るとよいでしょう. しかしサブフィギュアは LaTeX に対してのみのサポートです.

## 9.5 生のコードを書く (\*)

6.11 節で紹介したテクニックは実に汎用的なものです. たどんな複雑な生のコードであっても Markdown 内で「生の」コンテンツとして指定すれば保護されます. 例えば HTML を直接書いたなら, `=html` 属性を使用することができます.

```
```=html`
<p>どんな<strong>生の</strong> HTML コンテンツでもここでは動作します.
例えば, ここにユーチューブのビデオがあります.</p>

<iframe width="100%" height="400"
  src="https://www.youtube.com/embed/s3JldKoA0zw?rel=0"
  frameborder="0" allow="autoplay; encrypted-media"
  allowfullscreen></iframe>
...`
```

属性名は Pandoc 出力の名前です. 出力フォーマット名を知りたいなら, Rmd 内で以下のコードチャンクの出力を確認すればよいでしょう.

```
```${r}
knitr::pandoc_to()
```
```

生のコンテンツは特定の出力フォーマットでのみ表示されることに注意してください。例えば生の LaTeX コンテンツは出力フォーマットが HTML の場合は無視されます。

9.6 カスタムブロック (*)

bookdown 本の 2.7 節^{*3} では、どうすれば R Markdown でブロックの見た目をカスタマイズできるかを話しました。これはレポートや本の中で、読者があなたの著作の中の要点を確実に取りせるようにコンテンツを目立たせるための、便利な方法になりうるでしょう。これらのブロックをどう使うかの例として、次のようなものがあります。

- あなたの分析コードを実行する前に、ユーザが最新のパッケージを使用しているか確認するための警告メッセージを表示する。
- ソースコードのある GitHub リポジトリへのリンクを文書の冒頭に追加する。
- あなたの分析から得られた要点や知見を強調する。

この節では PDF と HTML の両方でカスタムブロックを作成する方法を説明します。どちらのフォーマットでも R Markdown 上で同じ整形の構文を使用できますが、要求される設定は異なります。

9.6.1 構文

カスタムブロックの構文は Pandoc の fenced Div blocks^{*4} に基づいています。Div ブロックはとても強力ですが 1 つだけ問題があります。これはおもに HTML 出力に対して動作し、LaTeX 出力に対しては動作しないことです。

バージョン 1.16 以降の **rmarkdown** パッケージは Div ブロックを HTML と LaTeX どちらに対しても変換するようになりました。HTML 出力に対してはブロックの全ての属性が `<div>` タグの属性になります。例えば Div は ID (# の後のに続くもの)、1 つまたは複数のクラス (クラス名は . の後に書かれるものです)、そしてそれ以外の属性を持ちます。以下の Div ブロック、

^{*3} <https://bookdown.org/yihui/bookdown/custom-blocks.html>

^{*4} <https://pandoc.org/MANUAL.html#divs-and-spans>


```

::: {#hello .greeting .message width="40%"}
Hello world!
:::

```

は以下の HTML コードに変換されます.

```

<div id="hello" class="greeting message" width="40%">
  Hello <strong>world</strong>!
</div>

```

LaTeX 出力に対しては, 最初のクラス名が LaTeX 環境名として使われます. また, `data-latex` と名付けた属性を Div ブロックに与えるべきです. これは環境に対する引数になります. 環境が引数を必要としないなら, この属性は空白にすることができます. 2 つの単純な例を以下にお見せします. 1 つ目の例は LaTeX で `verbatim` 環境を使用します. これは引数を必要としません.

```

::: {.verbatim data-latex="" }
ここに _verbatim_ テキストを表示.
:::

```

LaTeX 出力はこうなります.

```

\begin{verbatim}
ここに \emph{verbatim} テキストを表示.
\end{verbatim}

```

ブロックが HTML へと変換される場合は, HTML コードはこのようなになります.

```

<div class="verbatim">
ここに <em>verbatim</em> テキストを表示.
</div>

```

2 つ目の例は `center` と `minipage` 環境を使い, ページ幅の半分の大きさの中央揃えしたボックス内にテキストを表示しています.

```

:::: {.center data-latex="" }

::: {.minipage data-latex="{.5\linewidth}" }
この段落は中央揃えされ，親要素の半分の幅で表示されます．
:::

::::

```

center ブロックの中に minipage ブロックをネストしていることに注意してください．親ブロックに子ブロックを入れるには，さらに 1 つ余分にコロンが必要です．上記の例では center ブロックに 4 つのコロンを使用していますが，5 個以上書くことも可能です．2 つのブロックは以下の LaTeX コードに変換されます．

```

\begin{center}
\begin{minipage}{.5\linewidth}
この段落は中央揃えされ，親要素の半分の幅で表示されます．
\end{minipage}
\end{center}

```

HTML 出力では，ユーザーの好みで CSS によって <div> ブロックの外見を定義することもできます．LaTeX 出力の場合は，環境が未定義ならば \newenvironment を，既存の環境を再定義するならば \renewenvironment コマンドを LaTeX 上で使うと良いでしょう．LaTeX 上での定義で PDF 上でのブロックの見た目を決定できます．これらのカスタマイズは通常は style.css や preamble.tex といったファイルを内に記述子，YAML オプションで読み込みます．

```

---
output:
  html_document:
    css: style.css
  pdf_document:
    includes:
      in_header: preamble.tex
---

```

次に，CSS ルールや LaTeX 環境を使用したいいくつか発展的なカスタムブロックの実例を

お見せします。5.8 節にさらなる使用例として、多段組みレイアウト内で複数ブロックを並べるものがあります。

9.6.2 影付きブロックを追加する

まず、影付きボックスの内部にコンテンツを入れる方法を紹介します。ボックスは黒の背景色とオレンジ色の枠があり、角は丸めます。ボックス内のテキストは白色です。

HTML 出力に対しては、CSS ファイル内でそのルールを定義します。CSS にあまり詳しくないなくても、無料で見られるオンラインチュートリアルが豊富にあります。例えば <https://www.w3schools.com/css/> とか。TODO: 日本語の代替サイト

```
01 .blackbox {
02   padding: 1em;
03   background: black;
04   color: white;
05   border: 2px solid orange;
06   border-radius: 10px;
07 }
08 .center {
09   text-align: center;
10 }
```

LaTeX 出力に対しては、LaTeX パッケージの **framed** を基にして blackbox という名前で黒い背景色と白い文字色の新しい環境を作成します。

```
01 \usepackage{color}
02 \usepackage{framed}
03 \setlength{\fboxsep}{.8em}
04
05 \newenvironment{blackbox}{
06   \definecolor{shadecolor}{rgb}{0, 0, 0} % black
07   \color{white}
08   \begin{shaded}}
09 {\end{shaded}}
```

本書で **framed** パッケージを使うのはこれがかなり軽量だからですが、このパッケージ

は角の丸い枠を描画することができません。それを実現するには、影付きボックスを作るためのとても柔軟な一連のオプションを持つ、より洗練された LaTeX パッケージである **tcolorbox** (<https://ctan.org/pkg/tcolorbox>) が必要になります。パッケージのドキュメントからは多くの使用例を見ることができます。以下の LaTeX 環境は上記の CSS の例と似た影付きボックスを作成できます。

```
\usepackage{tcolorbox}

\newtcolorbox{blackbox}{
  colback=black,
  colframe=orange,
  coltext=white,
  boxsep=5pt,
  arc=4pt}
```

これで PDF と HTML 出力の両方のフォーマットでカスタムボックスを使用できるようになりました。ボックスのソースコードはこのようになります。

```
::: { .blackbox data-latex="" }
::: { .center data-latex="" }
**注意!**
:::
```

この****新しい注意書き****を見てくれてありがとう！あなたがこれを見ていることは監視
 ⇨ されており、当局に報告される！
 ::::

出力は:

注意!

この**新しい注意書き**を見てくれてありがとう！あなたがこれを見ていることは監視されており、当局に報告される！

9.6.3 アイコンを加える

カスタムボックス内に画像を含めることで、より注意を引く見た目に作ることができます。画像はブロックの内容をより効果的に伝える方法にもなりえます。次の例は、このようなディレクトリ構造で動作させるという前提です。これは本書を作成するために使ったものを簡略化したものです。

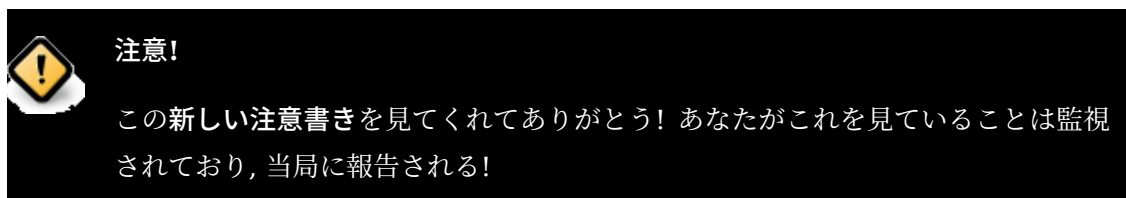
```
directory/
├── your-report.Rmd
├── style.css
├── preamble.tex
└── images/
    ├── important.png
    │   ├── note.png
    │   └── caution.png
```

どのように動作するか説明する前に、この例のソースコードと出力を示します。

```
::: {.infobox .caution data-latex="{caution}"}
**注意!**
```

```
この**新しい注意書き**を見てくれてありがとう！あなたがこれを見ていることは監視
↪   されており、当局に報告される！
:::
```

出力はこうなります。



HTML 出力では、CSS の `background-image` プロパティ内にボックスの画像を追加することができます。背景に画像を挿入し、左側に十分な幅のパディングを追加することでテキストと画像の重なりを避けます。ローカルの画像ファイルを使用するなら、ファイルパスは CSS との相対パスで与えます。これが例です。

```
.infobox {
  padding: 1em 1em 1em 4em;
  margin-bottom: 10px;
  border: 2px solid orange;
  border-radius: 10px;
  background: #f5f5f5 5px center/3em no-repeat;
}

.caution {
  background-image: url("images/caution.png");
}
```

ブロックに `.infobox` と `.caution` という2つのクラス名を使用していることに注意してください。 `infobox` クラスは色付きの外枠のある影付きボックスを定義するのに使用し、 `caution` クラスは画像を入れるために使用されています。2つのクラスを使用する利点は影付きボックスの設定を繰り返すことなく、いろいろなアイコンの付いたブロックを定義できるということです。 `warning` のボックスが必要ならば、 `.infobox` のルールを繰り返し書くことなく、以下のように定義するだけで十分です。

```
.warning {
  background-image: url("images/warning.png");
}
```

すると以下の Markdown ソースコードで `warning` ボックスを作成できます。

```
::: { .infobox .warning data-latex="warning" }
```

実際のコンテンツをここに表示

```
:::
```

PDF 出力に対しては、以前の例で定義した `blackbox` 環境を基に `infobox` 環境を作成し、ボックスの左側に画像を追加できます。LaTeX 環境に画像を追加する方法はいくつもあります。これはそのうちの1つにすぎません。なお、これは上記の CSS で定義したスタイルを正確に再現するものではありません。

```

01 \newenvironment{infobox}[1]
02 {
03   \begin{itemize}
04     \renewcommand{\labelitemi}{
05       \raisebox{-.7\height}[0pt][0pt]{
06         {\setkeys{Gin}{width=3em,keepaspectratio}
07           \includegraphics{images/#1}}
08       }
09     }
10     \setlength{\fboxsep}{1em}
11     \begin{blackbox}
12       \item
13     }
14   {
15     \end{blackbox}
16   \end{itemize}
17 }

```

以下に, 異なるアイコンでブロックを示します. Below we show more example blocks with different icons:



注意!

この新しい注意書きを見てくれてありがとう! あなたがこれを見ていることは監視されており, 当局に報告される!



注意!

この新しい注意書きを見てくれてありがとう! あなたがこれを見ていることは監視されており, 当局に報告される!



注意!

この新しい注意書きを見てくれてありがとう! あなたがこれを見ていることは監視されており, 当局に報告される!

**注意!**

この新しい注意書きを見てくれてありがとう! あなたがこれを見ていることは監視されており, 当局に報告される!

代替案として, LaTeX パッケージの **awesomebox**^{*5} を使って PDF にアイコン付きのボックスを生成しても良いでしょう. このパッケージがあれば非常に多くのアイコンを選ぶことができます. 以下に簡単な例をお見せします. 使用可能な LaTeX 環境と引数についてはパッケージのドキュメントを参照してください.

```
---
title: Awesome Boxes
output:
  pdf_document:
    latex_engine: lualatex
    extra_dependencies: awesomebox
documentclass: ltjsarticle
mainfont: Noto Serif CJK JP
sansfont: Noto Sans CJK JP
---
```

"note" 型のボックス:

```
::: {.noteblock data-latex=""}
```

この**新しい注意書き**を見てくれてありがとう! あなたがこれを見ていることは監視
 ↳ されており, あなたがこれを見ていることは監視されており, 当局に報告される!

```
:::
```

このボックスの引数を生成するための R 関数 `'box_args()'` を定義しました.

```
```{r}
box_args <- function(
 vrulecolor = 'white',
 hrule = c('\abLongLine', '\abShortLine', ''),
 title = '', vrulewidth = '0pt',
```

<sup>\*5</sup> <https://ctan.org/pkg/awesomebox>



```

 icon = 'Bomb', iconcolor = 'black'
) {
 hrule <- match.arg(hrule)
 sprintf(
 ' [%s] [%s] [\textbf{%s}] [%s] {\fa%s} [%s]',
 vrulecolor, hrule, title, vrulewidth, icon, iconcolor
)
 }
 ...

```

インライン R コード内で `'awesomeblock'` 環境に引数を与えます.

```
::: {awesomeblock data-latex="`r box_args(title = '注意!')`"}
この**新しい注意書き**を見てくれてありがとう!
```

あなたがこれを見ていることは監視されており, \_当局に報告される\_!

```
:::
```

**訳注:** 翻訳者の開発した **rmdja** パッケージでは, デフォルトでこの節で紹介されているようなカスタムブロックが定義されており, より簡単にアイコン付きブロックを記述できます. 詳細はこのパッケージのドキュメントをご覧ください.



## 第 10 章

# 表

表は、レポート上で結果を伝えることができる主要な手段です。表をあなたの独自の要件に合った外見に調整したいと思うことはしばしばあるでしょう。この章では表のカスタマイズに使えるテクニックを紹介します。この章のねらいは以下のとおりです。

- 表生成関数 `knitr::kable()` の全ての特徴を紹介する
- **kableExtra** パッケージ (Zhu, 2020) を使用したより発展的な表のカスタマイズに焦点を当てる
- 表を生成してくれる他のパッケージの一覧を提示する

### 10.1 knitr::kable() 関数

**knitr** パッケージの `kable()` 関数はとてもシンプルな表生成用の関数で、表のデザインもシンプルです。行列やデータフレーム厳密に矩形状のデータに対してのみ表を生成します。表のセルを細かく整形したりセルを結合したりはできません。しかしこの関数は表の外見をカスタマイズする多くの引数を持っています。

```
01 kable(x, format, digits = getOption("digits"), row.names = NA,
02 col.names = NA, align, caption = NULL, label = NULL,
03 format.args = list(), escape = TRUE, ...)
```

#### 10.1.1 サポートする表形式

データオブジェクト `x` を単純な表で表すことだけが必要ならば、ほとんどの場合、`knitr::kable(x)` で十分でしょう。 `format` 引数は **knitr** のソース文書フォーマットに従って自動的に設定されます。使用可能な値は列をパイプで区切った `pipe`, `Pandoc` 式

の単純な表である `simple`, LaTeX の表 `latex`, HTML の表 `html`, `reStructuredText` (`rst`) 形式の `rst` です. R Markdown 文書に対して `kable()` はデフォルトで `pipe` フォーマットを使用し, このような外見になります.

```
01 knitr::kable(head(mtcars[, 1:4]), "pipe")
```

|                   | mpg  | cyl | disp | hp  |
|-------------------|------|-----|------|-----|
| Mazda RX4         | 21.0 | 6   | 160  | 110 |
| Mazda RX4 Wag     | 21.0 | 6   | 160  | 110 |
| Datsun 710        | 22.8 | 4   | 108  | 93  |
| Hornet 4 Drive    | 21.4 | 6   | 258  | 110 |
| Hornet Sportabout | 18.7 | 8   | 360  | 175 |
| Valiant           | 18.1 | 6   | 225  | 105 |

単純な表, そして HTML, LaTeX, `reStructuredText` での表を生成できます. You can also generate simple tables, or tables in HTML, LaTeX, and `reStructuredText`:

```
01 knitr::kable(head(mtcars[, 1:4]), "simple")
```

|                   | <i>mpg</i> | <i>cyl</i> | <i>disp</i> | <i>hp</i> |
|-------------------|------------|------------|-------------|-----------|
| Mazda RX4         | 21.0       | 6          | 160         | 110       |
| Mazda RX4 Wag     | 21.0       | 6          | 160         | 110       |
| Datsun 710        | 22.8       | 4          | 108         | 93        |
| Hornet 4 Drive    | 21.4       | 6          | 258         | 110       |
| Hornet Sportabout | 18.7       | 8          | 360         | 175       |
| Valiant           | 18.1       | 6          | 225         | 105       |

```
01 knitr::kable(mtcars[1:2, 1:2], "html")
```

```
<table>
 <thead>
```

```

<tr>
 <th style="text-align:left;"> </th>
 <th style="text-align:right;"> mpg </th>
 <th style="text-align:right;"> cyl </th>
</tr>
</thead>
<tbody>
 <tr>
 <td style="text-align:left;"> Mazda RX4 </td>
 <td style="text-align:right;"> 21 </td>
 <td style="text-align:right;"> 6 </td>
 </tr>
 <tr>
 <td style="text-align:left;"> Mazda RX4 Wag </td>
 <td style="text-align:right;"> 21 </td>
 <td style="text-align:right;"> 6 </td>
 </tr>
</tbody>
</table>

```

```
01 knitr::kable(head(mtcars[, 1:4]), "latex")
```

```

\begin{tabular}{l|r|r|r|r}
\hline
 & mpg & cyl & disp & hp\\
\hline
Mazda RX4 & 21.0 & 6 & 160 & 110\\
\hline
Mazda RX4 Wag & 21.0 & 6 & 160 & 110\\
\hline
Datsun 710 & 22.8 & 4 & 108 & 93\\
\hline
Hornet 4 Drive & 21.4 & 6 & 258 & 110\\
\hline
Hornet Sportabout & 18.7 & 8 & 360 & 175\\

```

```
\hline
Valiant & 18.1 & 6 & 225 & 105\\
\hline
\end{tabular}
```

```
01 knitr::kable(head(mtcars[, 1:4]), "rst")
```

```
===== ===== === ===== ===
\ mpg cyl disp hp
===== ===== === ===== ===
Mazda RX4 21.0 6 160 110
Mazda RX4 Wag 21.0 6 160 110
Datsun 710 22.8 4 108 93
Hornet 4 Drive 21.4 6 258 110
Hornet Sportabout 18.7 8 360 175
Valiant 18.1 6 225 105
===== ===== === ===== ===
```

pipe と simple のフォーマットのみが移植可能だと覚えておいてください。つまり、これらだけがいずれの出力文書フォーマットでも動作します。それ以外の表形式は特定のフォーマットに対してのみ、例えば `format = 'latex'` は LaTeX 出力に対してのみの動作です。移植性を犠牲にする代わりに、特定の表形式を使うことでより細かい操作ができます。

特定の 1 つの表形式だけが必要で、それが文書のデフォルト形式でないなら、`knitr.table.format` という R のグローバルオプションで一括設定できます。例えばこのように。

```
01 options(knitr.table.format = "latex")
```

このオプションには、表形式を表す文字列か NULL を返す関数を与えることもできます。NULL の場合は **knitr** は適切な表形式を自動的に決定しようとします。例えば出力フォーマットが LaTeX の場合のみ `latex` を使用できます。

```

01 options(knitr.table.format = function() {
02 if (knitr::is_latex_output())
03 "latex" else "pipe"
04 })

```

### 10.1.2 列名を変更する

データフレームの列の名前と読者に見せたいものは一致しないかもしれません。R ではデータの列名で、しばしば単語を区切るのにスペースを使わずドットやアンダースコアで代用することがあります。これはこれは表を読む上で不自然に感じるでしょう。col.names 引数で列名を新しい名前の列に置き換えることができます。例えば iris データの列名のドットをスペースに置換します。

```

01 iris2 <- head(iris)
02 knitr::kable(iris2, col.names = gsub("[.]", " ", names(iris)))

```

| Sepal Length | Sepal Width | Petal Length | Petal Width | Species |
|--------------|-------------|--------------|-------------|---------|
| 5.1          | 3.5         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 4.9          | 3.0         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 4.7          | 3.2         | 1.3          | 0.2         | setosa  |
| 4.6          | 3.1         | 1.5          | 0.2         | setosa  |
| 5.0          | 3.6         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 5.4          | 3.9         | 1.7          | 0.4         | setosa  |

col.names 引数には必ずしも gsub() ような関数で列を与える必要はなく、元のデータオブジェクトの列数と同じ長さであれば、好きな文字列ベクトルを与えることができます。例えば以下のように。

```

01 knitr::kable(
02 iris,
03 col.names = c('ここ', 'には', '5つの', '名前が', '必要')
04)

```

表 10.1: 表のキャプションの例

| Sepal.Length | Sepal.Width | Petal.Length | Petal.Width | Species |
|--------------|-------------|--------------|-------------|---------|
| 5.1          | 3.5         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 4.9          | 3.0         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 4.7          | 3.2         | 1.3          | 0.2         | setosa  |
| 4.6          | 3.1         | 1.5          | 0.2         | setosa  |
| 5.0          | 3.6         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 5.4          | 3.9         | 1.7          | 0.4         | setosa  |

### 10.1.3 列のアラインメントを指定する

表の各列のアラインメントを変更するには、左揃え l, 中央揃え c, 右揃え r のどれかと一致する 1 文字のベクトルまたは、1 つの文字列で指定できます。よって `kable(..., align = c('c', 'l'))` は `kable(..., align = 'cl')` に省略できます。デフォルトでは、数値列は右揃えで、それ以外は左揃えになります。これが使用例です。

```
01 # 左, 中央, 中央, 中央, 右, 右揃え
02 knitr::kable(iris2, align = "lccrr")
```

| Sepal.Length | Sepal.Width | Petal.Length | Petal.Width | Species |
|--------------|-------------|--------------|-------------|---------|
| 5.1          | 3.5         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 4.9          | 3.0         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 4.7          | 3.2         | 1.3          | 0.2         | setosa  |
| 4.6          | 3.1         | 1.5          | 0.2         | setosa  |
| 5.0          | 3.6         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 5.4          | 3.9         | 1.7          | 0.4         | setosa  |

### 10.1.4 表にキャプションを追加する

`caption` 引数で表にキャプションを追加できます。以下が例です (表 10.1 参照)。

```
01 knitr::kable(iris2, caption = "表のキャプションの例")
```

4.7 節で言及したように、出力フォーマットが **bookdown** パッケージ由来のものであれば、キャプションのある表を相互参照することができます。



### 10.1.5 数値列を整形する

小数点以下の最大表示桁数を `digits` 引数で指定できます。値は `round()` 関数に与えられるものと同じです。それ以外の整形用の引数は base R の `format()` 関数に与えられるものを `format.args` に与えられます。まず `round()` や `format()` を使ったいくつかの簡単な例をお見せすれば、この後の `kable()` 引数がどう動作するか理解できることでしょう。

```
01 round(1.234567, 0)
02 ## [1] 1
03 round(1.234567, digits = 1)
04 ## [1] 1.2
05 round(1.234567, digits = 3)
06 ## [1] 1.235
07 format(1000, scientific = TRUE)
08 ## [1] "1e+03"
09 format(10000.123, big.mark = ",")
10 ## [1] "10,000"
```

それでは表の数値を丸め整形します。

```
01 d <- cbind(X1 = runif(3), X2 = 10^c(3, 5, 7), X3 = rnorm(3,
02 0, 1000))
03 # 最大で 4 桁表示
04 knitr::kable(d, digits = 4)
```

| X1     | X2    | X3         |
|--------|-------|------------|
| 0.1259 | 1e+03 | 472.4048   |
| 0.8449 | 1e+05 | -300.5133  |
| 0.2253 | 1e+07 | -1608.1977 |

```
01 # 列ごとにそれぞれ丸める
02 knitr::kable(d, digits = c(5, 0, 2))
```

| X1      | X2    | X3       |
|---------|-------|----------|
| 0.12588 | 1e+03 | 472.40   |
| 0.84494 | 1e+05 | -300.51  |
| 0.22533 | 1e+07 | -1608.20 |

```
01 # 指数表記を使わせない
02 knitr::kable(d, digits = 3, format.args = list(scientific = FALSE))
```

| X1    | X2       | X3        |
|-------|----------|-----------|
| 0.126 | 1000     | 472.405   |
| 0.845 | 100000   | -300.513  |
| 0.225 | 10000000 | -1608.198 |

```
01 # 大きな数に対してカンマ区切りする
02 knitr::kable(d, digits = 3, format.args = list(big.mark = ",",
03 scientific = FALSE))
```

| X1    | X2         | X3         |
|-------|------------|------------|
| 0.126 | 1,000      | 472.405    |
| 0.845 | 100,000    | -300.513   |
| 0.225 | 10,000,000 | -1,608.198 |

### 10.1.6 欠損値を表示する

デフォルトでは欠損値 (NA) は表の上で NA という文字で表示されます。これを R のグローバルオプション `knitr.kable.NA` で他の値に置き換えたり何も表示させない、つまり NA を空白にする、といったことができます。例えば以下の2つ目の表では NA を空白に置き換え、3つ目の表で \*\* で表示しています。

```
01 d[rbind(c(1, 1), c(2, 3), c(3, 2))] <- NA
02 knitr::kable(d) # デフォルトでは NA は表示される
```

| X1     | X2    | X3      |
|--------|-------|---------|
| NA     | 1e+03 | 472.4   |
| 0.8449 | 1e+05 | NA      |
| 0.2253 | NA    | -1608.2 |

```
01 # NA を空白に置き換え
02 opts <- options(knitr.kable.NA = "")
03 knitr::kable(d)
```

| X1     | X2    | X3      |
|--------|-------|---------|
|        | 1e+03 | 472.4   |
| 0.8449 | 1e+05 |         |
| 0.2253 |       | -1608.2 |

```
01 options(knitr.kable.NA = "**")
02 knitr::kable(d)
```

| X1     | X2    | X3      |
|--------|-------|---------|
| **     | 1e+03 | 472.4   |
| 0.8449 | 1e+05 | **      |
| 0.2253 | **    | -1608.2 |

```
01 options(opts) # グローバルオプションを元に戻す
```

### 10.1.7 特殊文字をエスケープする

あなたがもし HTML や LaTeX に詳しいなら、これらの言語にいくつかの特殊文字があることを知っているでしょう。安全に出力するために、`kable()` はデフォルトでは `escape = TRUE` 引数によって特殊文字をエスケープし、これは全ての文字がそのまま表示され、特殊文字はその特別な意味を失います。例えば `>` は HTML の表に対しては `&gt;` に置き換えられ、LaTeX の表に対しては `_` は `\_` としてエスケープされます。あなたが専門家で、特殊文字を適切に扱う方法を知っているなら、`escape = FALSE` 引数によってこれを無効化すると良いでしょう。以下の 2 つ目の表では、特殊文字である `$`, `\`, `_` を含む LaTeX の数式表現を与えています。

```
01 m <- lm(dist ~ speed, data = cars)
02 d <- coef(summary(m))
03 knitr::kable(d)
```

|             | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t ) |
|-------------|----------|------------|---------|----------|
| (Intercept) | -17.579  | 6.7584     | -2.601  | 0.0123   |
| speed       | 3.932    | 0.4155     | 9.464   | 0.0000   |

```

01 # 行と列の名前に数式表現を与える
02 rownames(d) <- c("$\\beta_0$", "$\\beta_1$")
03 colnames(d)[4] <- "$P(T > |t|)$"
04 knitr::kable(d, escape = FALSE)

```

|           | Estimate | Std. Error | t value | $P(T >  t )$ |
|-----------|----------|------------|---------|--------------|
| $\beta_0$ | -17.579  | 6.7584     | -2.601  | 0.0123       |
| $\beta_1$ | 3.932    | 0.4155     | 9.464   | 0.0000       |

escape = FALSE なしでは特殊文字はエスケープされるか置き換えられます。例えば \$ は \\$ に, \_ は \\_ に, \ は \textbackslash{} にエスケープされます。

```

01 knitr::kable(d, format = "latex", escape = TRUE)

```

```

\begin{tabular}{l|r|r|r|r}
\hline
& Estimate & Std. Error & t value & \math{P}(T > |t|)\$\\
\hline
\\textbackslash{}beta_0\$ & -17.579 & 6.7584 & -2.601 & 0.0123\\
\hline
\\textbackslash{}beta_1\$ & 3.932 & 0.4155 & 9.464 & 0.0000\\
\hline
\end{tabular}

```

LaTeX で他によく知られた特殊文字として, #, %, &, {, } があります。HTML のよく知られた特殊文字は &, <, > そして " です。escape = FALSE で表を生成する際には注意深くなり, 正しい方法で特殊文字を使うよう確認する必要があります。とてもよくある失敗として, LaTeX で escape = FALSE を使いつつ, % や \_ が特殊文字であると気づかずに表の列名やキャプションに含んでしまうというものがあります。

特殊文字のエスケープの方法を正しく知っている自信がないなら **knitr** には2つのヘルパー内部関数があります。以下はその例です。

表 10.2: 横に並べられた 2 つの表

| speed | dist |                   | mpg  | cyl | disp |
|-------|------|-------------------|------|-----|------|
| 4     | 2    | Mazda RX4         | 21.0 | 6   | 160  |
| 4     | 10   | Mazda RX4 Wag     | 21.0 | 6   | 160  |
| 7     | 4    | Datsun 710        | 22.8 | 4   | 108  |
|       |      | Hornet 4 Drive    | 21.4 | 6   | 258  |
|       |      | Hornet Sportabout | 18.7 | 8   | 360  |

```
01 knitr:::escape_latex(c("100%", "# コメント", "列名"))
```

```
[1] "100\\%" "\\# コメント" "列名"
```

```
01 knitr:::escape_html(c("<アドレス>", "x = \"文字列\"",
02 "a & b"))
```

```
[1] "<アドレス>" "x = " 文字列""
[3] "a & b"
```

### 10.1.8 複数の表を横に並べる

複数の表を並べて生成するために、データフレームや行列のリストを `kable()` に与えることができます。例えば表 10.2 は以下のコードから生成された 2 つの表を含んでいます。

```
01 d1 <- head(cars, 3)
02 d2 <- head(mtcars[, 1:3], 5)
03 knitr::kable(
04 list(d1, d2),
05 caption = '横に並べられた 2 つの表',
06 booktabs = TRUE, valign = 't'
07)
```

この機能は HTML と PDF 出力でのみ機能することに注意してください。

表を横に並べて個別の表をカスタマイズできるようになりたいと考えているなら、`kables()` 関数 (つまり、`kable()` の複数形を意味しています) を使い、`kable()` オブジェクト

表 10.3: knitr::kables() によって作成された 2 つの表.

| 速さ | 距離 |                   | mpg | cyl | disp |
|----|----|-------------------|-----|-----|------|
| 4  | 2  | Mazda RX4         | 21  | 6   | 160  |
| 4  | 10 | Mazda RX4 Wag     | 21  | 6   | 160  |
| 7  | 4  | Datsun 710        | 23  | 4   | 108  |
|    |    | Hornet 4 Drive    | 21  | 6   | 258  |
|    |    | Hornet Sportabout | 19  | 8   | 360  |

トのリストを与えると良いでしょう. 例えば, 表 10.3 の左の表の列名を変更し, かつ右の表の表示桁数をゼロに変更します.

```

01 # データオブジェクト d1, d2 は以前のコードチャンクのもの
02 knitr::kables(
03 list(
04 # 第1の kable() は列名を変更する
05 knitr::kable(
06 d1, col.names = c('速さ', '距離'), valign = 't'
07),
08 # 第2の kable() は表示桁数を設定する
09 knitr::kable(d2, digits = 0, valign = 't')
10),
11 caption = 'knitr::kables() によって作成された 2 つの表.'
12)

```

### 10.1.9 for ループから複数の表を作成する (\*)

kable() に関してよく混乱することの 1 つは, for ループ内では動作しないということです. この問題は kable() に限らず他のパッケージにも存在します. 原因は少々複雑です. 技術的な話に関心があるなら, “The Ghost Printer behind Top-level R Expressions.”<sup>\*1</sup> というブログ記事で解説されています.

以下のコードチャンクは 3 つの表を生成する, とあなたは予想するかもしれませんが, そうはなりません.

<sup>\*1</sup> <https://yihui.org/en/2017/06/top-level-r-expressions/>

```
``{r}
for (i in 1:3) {
 knitr::kable(head(iris))
}
...

```

明示的に kable() の結果をプリントし, チャンクオプション results = 'asis' を適用しなければなりません. 例えばこのように.

```
``{r, results='asis'}
for (i in 1:3) {
 print(knitr::kable(head(iris)))
}
...

```

一般に, for ループ内で出力を生成するときは, 出力する要素をそれぞれ区別するためにそれぞれの直後に改行コード (\n) または HTML のコメント行 (<!-- -->) を加えることをおすすめします. これが例です.

```
``{r, results='asis'}
for (i in 1:3) {
 print(knitr::kable(head(iris), caption = 'A caption.'))
 cat('\n\n<!-- -->\n\n')
}
...

```

セパレータがないと Pandoc は個別の要素を検出するのに失敗します. 例えばグラフのすぐ後に表を続けて書いたとき, 表が認識されなくなります.

```

```

|               | mpg  | cyl | disp | hp  |
|---------------|------|-----|------|-----|
| Mazda RX4     | 21.0 | 6   | 160  | 110 |
| Mazda RX4 Wag | 21.0 | 6   | 160  | 110 |

しかし明示的に分離した場合はこうなります. 以下では画像の直後に空白行を挟んでい

ます。



|               | <i>mpg</i> | <i>cyl</i> | <i>disp</i> | <i>hp</i> |
|---------------|------------|------------|-------------|-----------|
| -----         | ----       | ----       | ----        | ----      |
| Mazda RX4     | 21.0       | 6          | 160         | 110       |
| Mazda RX4 Wag | 21.0       | 6          | 160         | 110       |

あるいはこのように。



<!-- -->

|               | <i>mpg</i> | <i>cyl</i> | <i>disp</i> | <i>hp</i> |
|---------------|------------|------------|-------------|-----------|
| -----         | ----       | ----       | ----        | ----      |
| Mazda RX4     | 21.0       | 6          | 160         | 110       |
| Mazda RX4 Wag | 21.0       | 6          | 160         | 110       |

#### 10.1.10 LaTeX の表をカスタマイズする (\*)

必要なのが LaTeX の出力のみなら、さらにいくつか `kable()` のオプションがあります。これらは HTML 等、他の種類のフォーマットでは無視されることに注意してください。表のフォーマットオプションをグローバルに設定 (10.1.1 節参照) していない限り、この節の例では `kable()` の `format` 引数を明示的に使わなければなりません。

```
01 knitr::kable(iris2, format = "latex", booktabs = TRUE)
```

表のキャプションを設定 (10.1.4 節参照) している場合、`kable()` は表を `table` 環境で囲みます。つまりこうなります。

```
\begin{table}
% the table body (usually the tabular environment)
\end{table}
```



You can change this environment via the `table.envir` argument, e.g.,

```
01 knitr::kable(cars[1:2,], format = "latex", table.envir = "figure")
```

```
\begin{figure}
\begin{tabular}{r|r}
\hline
speed & dist\\
\hline
4 & 2\\
\hline
4 & 10\\
\hline
\end{tabular}
\end{figure}
```

表のフロート位置は `position` 引数によって制御されます。例えば `position = "!b"` によって表のフロートをページ下部に置くことを強制できます。

```
01 knitr::kable(cars[1:2,], format = "latex", table.envir = "table",
02 position = "!b")
```

```
\begin{table}[!b]
\begin{tabular}{r|r}
\hline
speed & dist\\
\hline
4 & 2\\
\hline
4 & 10\\
\hline
\end{tabular}
\end{table}
```

表にキャプションがある場合, `caption.short` 引数でこの例のようにキャプションの短縮

形を与えることもできます。

```
01 knitr::kable(iris2, caption = "長い長いキャプション",
02 caption.short = "短いキャプション")
```

キャプションの短縮形は LaTeX 上では `\caption[]{} コマンド` のブラケット (`[]`) 内に与えられ、ほとんどの場合は出力された PDF の表一覧で使用されます。短縮形がない場合は、キャプション全文が表示されます。

出版物レベルのクオリティの作表のための LaTeX パッケージの **booktabs**<sup>\*2</sup> に詳しいなら、この例のように `booktabs = TRUE` を設定できます。

```
01 iris3 <- head(iris, 10)
02 knitr::kable(iris3, format = "latex", booktabs = TRUE)
```

| Sepal.Length | Sepal.Width | Petal.Length | Petal.Width | Species |
|--------------|-------------|--------------|-------------|---------|
| 5.1          | 3.5         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 4.9          | 3.0         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 4.7          | 3.2         | 1.3          | 0.2         | setosa  |
| 4.6          | 3.1         | 1.5          | 0.2         | setosa  |
| 5.0          | 3.6         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 5.4          | 3.9         | 1.7          | 0.4         | setosa  |
| 4.6          | 3.4         | 1.4          | 0.3         | setosa  |
| 5.0          | 3.4         | 1.5          | 0.2         | setosa  |
| 4.4          | 2.9         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 4.9          | 3.1         | 1.5          | 0.1         | setosa  |

R Markdown で **booktabs** のような LaTeX パッケージが追加が必要なら、YAML で宣言しなければならないことを忘れないでください (やり方は 6.4 節参照)。

引数 `booktabs` が `TRUE` か `FALSE` (デフォルト) であるかに依存して表の外見は変わります。  
`booktabs = FALSE` なら

- 表の列が垂直線で区切られます。 `vline` 引数を使って垂直線を削除することができます。例えば `knitr::kable(iris, vline = "")` というふうにします。デフォルトは `vline = "|"` です。このオプションをグローバルに設定することもでき、表ご

<sup>\*2</sup> <https://ctan.org/pkg/booktabs>

とに指定する必要はありません。例えば `options(knitr.table.vline = "")` とします。

- 水平線を `toprule`, `midrule`, `linesep`, `bottomrule` 引数で定義できます。これらのデフォルト値は `\hline` です。

`booktabs = TRUE` の場合は

- 表に垂線はありませんが, `vline` 引数で追加することができます。
- テーブルのヘッダと末尾にのみ水平線が描かれます。デフォルトの引数の値は `toprule = "\\toprule"`, `midrule = "\\midrule"`, `bottomrule = "\\bottomrule"` です。デフォルトでは 1 行分の空きが 5 行ごとに挿入されます。これは `linesep` 引数で制御でき, このデフォルトは `c("", "", "", "", "\\addlinespace")` となっています。3 行ごとに空白を与えたいなら, このようにできます。

```
01 knitr::kable(iris3, format = "latex", linesep = c("", "",
02 "\\addlinespace"), booktabs = TRUE)
```

| Sepal.Length | Sepal.Width | Petal.Length | Petal.Width | Species |
|--------------|-------------|--------------|-------------|---------|
| 5.1          | 3.5         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 4.9          | 3.0         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 4.7          | 3.2         | 1.3          | 0.2         | setosa  |
| 4.6          | 3.1         | 1.5          | 0.2         | setosa  |
| 5.0          | 3.6         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 5.4          | 3.9         | 1.7          | 0.4         | setosa  |
| 4.6          | 3.4         | 1.4          | 0.3         | setosa  |
| 5.0          | 3.4         | 1.5          | 0.2         | setosa  |
| 4.4          | 2.9         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 4.9          | 3.1         | 1.5          | 0.1         | setosa  |

行空けを完全に削除したいなら, `linesep = ''` とするとよいでしょう。

表がページよりも長くなってしまいうちもあるでしょう。そのような場合は `longtable = TRUE` を使用できます。このオプションは LaTeX パッケージ **longtable**<sup>\*3</sup> を使い表を複数ページに分割します。

<sup>\*3</sup> <https://ctan.org/pkg/longtable>

table 環境に含まれた場合, つまり表にキャプションを設定した場合は表はデフォルトで中央揃えになります. 表を中央揃えにしたいくないなら, `centering = FALSE` 引数を使用してください.

### 10.1.11 HTML の表をカスタマイズする (\*)

`knitr::kable(format = "html")` で生成した表をカスタマイズしたいなら, 前節で紹介した共通の引数の他, 1 つだけ `table.attr` という引数があります. この引数で任意の属性を `<table>` タグに追加することができます. 例えばこのように.

```
01 knitr::kable(mtcars[1:2, 1:2], table.attr = "class=\"striped\"",
02 format = "html")
```

```
<table class="striped">
 <thead>
 <tr>
 <th style="text-align:left;"> </th>
 <th style="text-align:right;"> mpg </th>
 <th style="text-align:right;"> cyl </th>
 </tr>
 </thead>
 <tbody>
 <tr>
 <td style="text-align:left;"> Mazda RX4 </td>
 <td style="text-align:right;"> 21 </td>
 <td style="text-align:right;"> 6 </td>
 </tr>
 <tr>
 <td style="text-align:left;"> Mazda RX4 Wag </td>
 <td style="text-align:right;"> 21 </td>
 <td style="text-align:right;"> 6 </td>
 </tr>
 </tbody>
</table>
```

表に `striped` クラスを追加しています. しかしクラス名だけでは表の外見を変更するのに

不十分です。クラスに対して CSS ルールを定義しなければなりません。例えば偶数列と奇数列で色の異なるストライプ背景の表を作るには、明灰色の背景を偶数または奇数列に追加できます。

```
.striped tr:nth-child(even) { background: #eee; }
```

上記の CSS ルールは、striped クラスを持つ要素の子要素の全ての偶数行 (:nth-child(even)) 全て、つまり <tr> タグ に対して、偶数行が背景色 #eee になることを意味します。

少しの CSS の記述だけでプレーンの HTML の表の見栄えをよくできます。図 10.1 は、以下の CSS ルールを適用した HTML 表のスクリーンショットです A little bit of CSS can make a plain HTML table look decent. Figure 10.1 is a screenshot of an HTML table to which the following CSS rules are applied:

```
table {
 margin: auto;
 border-top: 1px solid #666;
 border-bottom: 1px solid #666;
}
table thead th { border-bottom: 1px solid #ddd; }
th, td { padding: 5px; }
thead, tfoot, tr:nth-child(even) { background: #eee; }
```

| Sepal.Length | Sepal.Width | Petal.Length | Petal.Width | Species |
|--------------|-------------|--------------|-------------|---------|
| 5.1          | 3.5         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 4.9          | 3.0         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 4.7          | 3.2         | 1.3          | 0.2         | setosa  |
| 4.6          | 3.1         | 1.5          | 0.2         | setosa  |
| 5.0          | 3.6         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 5.4          | 3.9         | 1.7          | 0.4         | setosa  |

図 10.1: HTML と CSS で作成したストライプ背景の表

## 10.2 kableExtra パッケージ

**kableExtra** package (Zhu, 2020) は `knitr::kable()` (10.1 節参照) を使用して作成した表の基本機能を拡張するために設計されました. `knitr::kable()` はシンプルな設計なので (これは Yihui が怠け者であるという意味として読み流してください), 他のパッケージで見られるような機能の多くが決定的に失われてしまっています. そして **kableExtra** はこのギャップを完全に埋めてくれます. **kableExtra** について最も驚異することは, 表のほとんどの機能, 例えば, 図 10.1 のようなストライプ背景の表をつくるなどが HTML でも PDF でも動作することです.

このパッケージはいつものように CRAN からインストールできますし, GitHub (<https://github.com/haozhu233/kableExtra>) から開発版をインストールしてもよいでしょう.

```
01 # install from CRAN
02 install.packages("kableExtra")
03
04 # install the development version
05 remotes::install_github("haozhu233/kableExtra")
```

発展的なドキュメントが <https://haozhu233.github.io/kableExtra/> にあり, `kable()` の出力を HTML や LaTeX 出力でどうカスタマイズするかについて多くの使用例が掲載されています. 我々としてはご自分でドキュメントを読むことをおすすめし, ここでは一部の例だけを提示します.

**kableExtra** パッケージはパイプ演算子 `%>%` を前面に出しています. `kable()` の出力に **kableExtra** のスタイル関数を接続することができます. 例えばこのように.

```
01 library(knitr)
02 library(kableExtra)
03 kable(iris) %>%
04 kable_styling(latex_options = "striped")
```

### 10.2.1 フォントサイズを設定する

**kableExtra** パッケージの `kable_styling()` 関数によってテーブル全体のスタイルを設定できます. 例えばページ上での表のアラインメント, 幅, フォントサイズなどです. 以下

は小さいフォントサイズを使う例です.

```
01 kable(head(iris, 5), booktabs = TRUE) %>%
02 kable_styling(font_size = 8)
```

| Sepal.Length | Sepal.Width | Petal.Length | Petal.Width | Species |
|--------------|-------------|--------------|-------------|---------|
| 5.1          | 3.5         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 4.9          | 3.0         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 4.7          | 3.2         | 1.3          | 0.2         | setosa  |
| 4.6          | 3.1         | 1.5          | 0.2         | setosa  |
| 5.0          | 3.6         | 1.4          | 0.2         | setosa  |

### 10.2.2 特定の行・列のスタイルを設定する

関数 `row_spec()` と `column_spec()` はそれぞれ個別の行と列のスタイル設定に使うことができます. 以下の例では第 1 行をボールドイタリックにし, 第 2, 第 3 行を黒色背景と白色文字にし, 第 4 行にアンダーラインを引きタイプフェイスを変更し, 第 5 行を回転させ, そして第 5 列に打ち消し線を引きます.

```
01 kable(head(iris, 5), align = 'c', booktabs = TRUE) %>%
02 row_spec(1, bold = TRUE, italic = TRUE) %>%
03 row_spec(2:3, color = 'white', background = 'black') %>%
04 row_spec(4, underline = TRUE, monospace = TRUE) %>%
05 row_spec(5, angle = 45) %>%
06 column_spec(5, strikeout = TRUE)
```

| Sepal.Length      | Sepal.Width       | Petal.Length      | Petal.Width       | Species              |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| <b><i>5.1</i></b> | <b><i>3.5</i></b> | <b><i>1.4</i></b> | <b><i>0.2</i></b> | <b><i>setosa</i></b> |
| 4.9               | 3.0               | 1.4               | 0.2               | setosa               |
| 4.7               | 3.2               | 1.3               | 0.2               | setosa               |
| <u>4.6</u>        | <u>3.1</u>        | <u>1.5</u>        | <u>0.2</u>        | <u>setosa</u>        |
| 5.0               | 3.6               | 1.4               | 0.2               | <u>setosa</u>        |

同様に, `cell_spec()` 関数で個別のセルにスタイル設定できます.

### 10.2.3 行・列をグループ化する

行や列をそれぞれ, `pack_rows()` と `add_header_above()` 関数でまとめることができます. `collapse_rows()` 関数で行を崩し, セルを複数行にまたがらせることができます. 以下は行をグループ化したカスタムテーブルヘッダの例です.

```
01 iris2 <- iris[1:5, c(1, 3, 2, 4, 5)]
02 names(iris2) <- gsub('[.].+', '', names(iris2))
03 kable(iris2, booktabs = TRUE) %>%
04 add_header_above(c("長さ" = 2, "幅" = 2, " " = 1)) %>%
05 add_header_above(c("Measurements" = 4, "More attributes" = 1))
```

| Measurements |       |       |       | More attributes |
|--------------|-------|-------|-------|-----------------|
| 長さ           |       | 幅     |       |                 |
| Sepal        | Petal | Sepal | Petal | Species         |
| 5.1          | 1.4   | 3.5   | 0.2   | setosa          |
| 4.9          | 1.4   | 3.0   | 0.2   | setosa          |
| 4.7          | 1.3   | 3.2   | 0.2   | setosa          |
| 4.6          | 1.5   | 3.1   | 0.2   | setosa          |
| 5.0          | 1.4   | 3.6   | 0.2   | setosa          |

`add_header_above()` 内の名前付きベクトルに対して, 名前がテーブルヘッダにテキストとして表示され, 整数値のベクトルが対応する名前の列の長さを表します. 例えば `"Length" = 2` が `Length` が 2 列にまたがることを意味します.

以下は `pack_rows()` の例です. `index` 引数の意味は既に説明した `add_header_above()` の引数と似ています.

```
01 iris3 <- iris[c(1:2, 51:54, 101:103),]
02 kable(iris3[, 1:4], booktabs = TRUE) %>% pack_rows(
03 index = c("setosa" = 2, "versicolor" = 4, "virginica" = 3)
04)
```



|                   | Sepal.Length | Sepal.Width | Petal.Length | Petal.Width |
|-------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| <b>setosa</b>     |              |             |              |             |
| 1                 | 5.1          | 3.5         | 1.4          | 0.2         |
| 2                 | 4.9          | 3.0         | 1.4          | 0.2         |
| <b>versicolor</b> |              |             |              |             |
| 51                | 7.0          | 3.2         | 4.7          | 1.4         |
| 52                | 6.4          | 3.2         | 4.5          | 1.5         |
| 53                | 6.9          | 3.1         | 4.9          | 1.5         |
| 54                | 5.5          | 2.3         | 4.0          | 1.3         |
| <b>virginica</b>  |              |             |              |             |
| 101               | 6.3          | 3.3         | 6.0          | 2.5         |
| 102               | 5.8          | 2.7         | 5.1          | 1.9         |
| 103               | 7.1          | 3.0         | 5.9          | 2.1         |

### 10.2.4 LaTeX で表を縮小する

HTML や LaTeX 出力特有の機能もいくつかあります. 例えば横向きページは LaTeX でのみ意味をなすので, **kableExtra** の `landscape()` 関数は LaTeX でのみ機能します. 以下はページに合わせて表を縮小する例です. 縮小しなければ横に長すぎる表になります.

```
01 tab <- kable(tail(mtcars, 5), booktabs = TRUE)
02 tab # 長すぎる元の表
```

|                | mpg  | cyl | disp  | hp  | drat | wt    | qsec | vs | am | gear | carb |
|----------------|------|-----|-------|-----|------|-------|------|----|----|------|------|
| Lotus Europa   | 30.4 | 4   | 95.1  | 113 | 3.77 | 1.513 | 16.9 | 1  | 1  | 5    | 2    |
| Ford Pantera L | 15.8 | 8   | 351.0 | 264 | 4.22 | 3.170 | 14.5 | 0  | 1  | 5    | 4    |
| Ferrari Dino   | 19.7 | 6   | 145.0 | 175 | 3.62 | 2.770 | 15.5 | 0  | 1  | 5    | 6    |
| Maserati Bora  | 15.0 | 8   | 301.0 | 335 | 3.54 | 3.570 | 14.6 | 0  | 1  | 5    | 8    |
| Volvo 142E     | 21.4 | 4   | 121.0 | 109 | 4.11 | 2.780 | 18.6 | 1  | 1  | 4    | 2    |

```
01 tab %>%
02 kable_styling(latex_options = "scale_down")
```

|                | mpg  | cyl | disp  | hp  | drat | wt    | qsec | vs | am | gear | carb |
|----------------|------|-----|-------|-----|------|-------|------|----|----|------|------|
| Lotus Europa   | 30.4 | 4   | 95.1  | 113 | 3.77 | 1.513 | 16.9 | 1  | 1  | 5    | 2    |
| Ford Pantera L | 15.8 | 8   | 351.0 | 264 | 4.22 | 3.170 | 14.5 | 0  | 1  | 5    | 4    |
| Ferrari Dino   | 19.7 | 6   | 145.0 | 175 | 3.62 | 2.770 | 15.5 | 0  | 1  | 5    | 6    |
| Maserati Bora  | 15.0 | 8   | 301.0 | 335 | 3.54 | 3.570 | 14.6 | 0  | 1  | 5    | 8    |
| Volvo 142E     | 21.4 | 4   | 121.0 | 109 | 4.11 | 2.780 | 18.6 | 1  | 1  | 4    | 2    |

HTML 版をご覧なら、上の 2 つの表に違いが見られないでしょう。

### 10.3 その他の表作成パッケージ

多くの作表用 R パッケージがあります。kable() (10.1 節) と **kableExtra** (10.2 節) を紹介した) 主な理由は他のパッケージより良いからではなく、私がこれらにのみ詳しくあったからです。<sup>\*4</sup> 存在は知っていますがあまり詳しくないパッケージを次に列挙します。<sup>\*5</sup> ご自分で確認し、目的に最も合っているものを決めることができます。

- **flextable** (Gohel, 2021a) と **huxtable** (Hugh-Jones, 2020): 幅広い種類の出力フォーマットをサポートするパッケージを探しているなら、**flextable** と **huxtable** が最善の 2 つの選択です。HTML, LaTeX. そして Office フォーマットを全てサポートし、よく使われる表の機能 (例えば条件付き書式とか) のほとんどをサポートしています。**flextable** の詳細は <https://davidgohel.github.io/flextable/> で、**huxtable** のドキュメントは <https://hughjonesd.github.io/huxtable/> で見られます。
- **gt** (Richard Iannone Cheng, and Schloerke, 2020): 表のヘッダ、(題名・副題)、列のラベル、表の本体、行グループのラベル、表のフッタといった異なる表のパーツをまとめて表を構成することができます。数字のフォーマットを指定したり、セルの背景色に影をつけたりもできます。現在は **gt** は主に HTML 出力をサポートしています。<sup>\*6</sup> 詳細は <https://gt.rstudio.com> で見られます。
- **formattable** (Ren and Russell, 2021): percent(), accounting() といった数値を整形するものや、テキストの書式、背景色やカラーバー、アイコンの追加などで数値を強調するなど、表の列のスタイルを設定する関数を提供してくれます。**gt** のよ

<sup>\*4</sup> 平たく言うと、自分では表を全く使いませんから、洗練された表を作る方法を学ぶ強いモチベーションがありませんでした。

<sup>\*5</sup> 訳注: これらの差異について、翻訳者も自信の作成したドキュメントでいくらか言及しています <https://gedevan-aleksizde.github.io/rmdja/advanced-tabulate.html>

<sup>\*6</sup> LaTeX や Word といった他の出力フォーマットへのサポートが必要ならば、**gtsummary** パッケージ (Sjoberg Curry, et al., 2021) はとても有望な **gt** を下地に拡張しています。 <https://github.com/ddsjoberg/gtsummary>

うに、このパッケージも主に HTML フォーマットをサポートしています。詳細は GitHub プロジェクトの <https://github.com/renkun-ken/formattable> で見ることができます。

- **DT** (Xie Cheng, and Tan, 2021): 作者なのでこのパッケージには精通していると思いますが、HTML フォーマットのみサポートしているため、独立した節を設けて紹介したりはしません。DT は JavaScript ライブラリの **DataTables** を下地に構築されたもので、HTML ページ上で静的な表をインタラクティブな表に変えることができます。表をソートしたり、検索したり、ページ移動したりできるでしょう。DT はセルの整形もサポートしており、インタラクティブなアプリケーションの構築のため Shiny と連携して動作し、多くの **DaataTables** の拡張を導入します。例えばエクセルへのエクスポート、列の並び替えなどです。詳細はパッケージのリポジトリ <https://github.com/rstudio/DT> をご覧ください。
- **reactable** (Lin, 2020): DT と同様にこのパッケージは JavaScript ライブラリを元にしてインタラクティブな表を作成します。平たく言うと、私が見る限り、行のグループ化や HTML ウィジェットの埋め込み機能などいくつかの観点で DT より優れているようです。もし **reactable** が 2015 年時点で存在していれば、私は DT を開発していなかったと思います。よってあなたはこのパッケージのドキュメントを読み、どちらが目的に合ったものかを知るとよいでしょう。<https://glin.github.io/reactable/>
- **rhandsontable** (Owen, 2018): これも DT と似ており、そして表上でデータを直接編集できるなど Excel っぽさがあります。詳しく学ぶには <https://jrowen.github.io/rhandsontable/> をご覧ください。
- **pixiedust** (Nutter, 2021): **broom** パッケージ (Robinson Hayes, and Couch, 2021) を介して統計モデル (線形モデルとか) 向けの表を作るのが特徴です。Markdown, HTML, LaTeX 出力フォーマットをサポートしています。リポジトリは <https://github.com/nutterb/pixiedust> です。
- **stargazer** (Hlavac, 2018): 回帰モデルと要約統計量の表を整形するのが特徴です。このパッケージは CRAN の <https://cran.r-project.org/package=stargazer> にあります。
- **xtable** (Dahl Scott, et al., 2019): おそらく最古の作表パッケージです。最初のリリースは 2000 年になります。LaTeX と HTML フォーマットの両方をサポートしています。パッケージは CRAN の <https://cran.r-project.org/package=xtable> にあります。

その他のパッケージは紹介しませんが、名前だけ挙げておきます。 **tables** (Murdoch,

2020), **pander** (Daróczy and Tsegelskyi, 2018), **tangram** (Garbett, 2020), **ztable** (Moon, 2020), **condformat** (Oller Moreno, 2020) があります.

## 第 11 章

# チャンクオプション

図 2.1 が表すように, **knitr** パッケージは R Markdown においてきわめて重要な役割を持ちます. この章と次の 3 つの章では **knitr** に関連するレシピをお見せします.

R のチャンクを処理する際には, **knitr** の挙動を微調整するのに 50 のチャンクオプションが使われる可能性があります. 完全なリストは <https://yihui.org/knitr/options/> のオンラインドキュメントをご覧ください.<sup>\*1</sup> 利便性のため, 本書の 付録 A としてこのドキュメントのコピーを掲載しました.

続く各節では, チャンクオプションを個別のコードチャンクに適用する例のみを示します. ただし, どのチャンクオプションもグローバル設定で文書全体に適用できるので, コードチャンク 1 つ 1 つに繰り返しオプションを書かなくても良いという事実を覚えてください. グローバルにチャンクオプションを設定するには, いずれかのコードチャンクで `knitr::opts_chunk$set()` を呼び出してください. たいていは文書の中で最初のチャンクオプションです. 例えばこのように.

```
``{r, include=FALSE}
knitr::opts_chunk$set(
 comment = "#>", echo = FALSE, fig.width = 6
)
...`
```

---

<sup>\*1</sup> 訳注: 翻訳者に寄る日本語訳はこちら: <https://gedevan-aleksizde.github.io/knitr-doc-ja/options.html>

## 11.1 チャンクオプションに変数を使う

大抵の場合, 例えば `fig.width = 6` のようにチャンクオプションは定数をとりますが, 簡単であるか複雑であるかに関わらず, 任意の R コードを与えることもできます. 単純なケースはチャンクオプションに通せる変数です. 変数もまた R コードであることに注意してください. 例えば文書の冒頭で変数として図の幅を定義して, その後の他のコードチャンクで使うことができるので, それ以降の幅を簡単に変更できます.

```
```{r}
my_width <- 7
...

```{r, fig.width=my_width}
plot(cars)
...

```

以下はチャンクオプションで if-else 文を使う例です.

```
```{r}
fig_small <- FALSE # 大きい図に対しては TRUE に変更
width_small <- 4
width_large <- 8
...

```{r, fig.width=if (fig_small) width_small else width_large}
plot(cars)
...

```

さらに以下にもう 1 つの例として, 必要なパッケージが使用可能な場合のみコードチャンクを評価する (つまり実行する) ものを示します.

```
```{r, eval=require('leaflet')}
library(leaflet)
leaflet() %>% addTiles()
...

```

意図が分からない方のために説明しますと, `require('package')` はパッケージが使用可能なら `TRUE` を返し, そうでないなら `FALSE` を返します.

11.2 エラーが起こっても中止しない

時として, 例えば R のチュートリアルのために, わざとエラーを見せたいこともあるかもしれません. デフォルトでは, Rmd 文書のコードチャンクでのエラーは R の処理を停止させます. R の処理を停めることなくエラーを見せたいなら, 例えばこのように `error = TRUE` チャンクオプションを使うと良いでしょう.

```
```${r, error=TRUE}
1 + "a"
```
```

Rmd 文書をコンパイルすると, 出力文書上でのエラーメッセージはこのような見た目になります.

Error in 1 + "a": 二項演算子の引数が数値ではありません

R Markdown では `error = FALSE` がデフォルトであり, これはコードチャンクの実行時のエラーは処理を停止させます.

11.3 同じグラフを複数の出力フォーマットに

ほとんどの場合, 1 つの図に対して `png` や `pdf` といった 1 つの画像フォーマットにしたいでしょう. 画像フォーマットはチャンクオプション `dev` で操作できます. つまり, グラフをレンダリングするグラフィックデバイスを意味します. このオプションはデバイス名のベクトルをとることができます. これが例です.

```
```${r, dev=c('png', 'pdf', 'svg', 'tiff')}}
plot(cars)
```
```

出力文書には最初のフォーマットのみが使われますが, 残りのフォーマットに対応する画像も生成されます. 例えば, レポートでは `png` 画像を掲載するが, 同じ画像の `tiff` 形式が求められるというように, 追加で異なるフォーマットの図の提出が要求されるような場合に便利です.

デフォルトでは、典型として画像ファイルは出力文書がレンダリングされた後に削除されます。ファイルを保持する方法は 16.5 節を参照してください。

11.4 時間のかかるチャンクをキャッシュする

コードチャンクの実行に時間がかかる場合、チャンクオプション `cache = TRUE` で結果をキャッシュすることを検討すると良いでしょう。キャッシュが有効な場合、このコードが以前にも実行され、その後コードに変更がないならば、**knitr** はこの実行を飛ばします。コードチャンクを変更し、つまりコードまたはチャンクオプションを修正したなら、過去のキャッシュは自動的に無効になり **knitr** はもう一度チャンクをキャッシュします。

キャッシュされたコードチャンクに関しては、チャンクが再度実行されたかのように、過去の実行結果から出力とオブジェクトが自動的に読み込まれます。キャッシュを取るとは結果を計算するより読み込んだほうがはるかに速いという場合に役に立ちます。しかしながら、うまい話というのは世に存在しません。あなたの使う場面にもよりますが、キャッシュがどのように動作するかをより学びぶ必要があるかもしれません、特に `cache invalidation`^{*2} を。これにより、**knitr** がしょっちゅうキャッシュを無効化したり、あるいは時に無効化が十分できていない理由に混乱することなく、あなたはキャッシュの利点を最大限活かすことができます。

最も適切なキャッシュの使用例は、コードチャンク内での計算に非常に時間がかかるり、そして `options()` を使って R のグローバルオプションを変更するといった副産物（このような変更はキャッシュされません）の一切ない R オブジェクトの保存と再読込に使うことです。コードチャンクに副産物があるなら、キャッシュを使わないことをお勧めします。

最初のほうで簡単に書いたように、キャッシュはチャンクオプションに依存します。もし `include` 以外のチャンクオプションを変更したら、キャッシュは無効化されます。この性質はよくある問題を解決するのに使うことができます。それは外部データファイルを読み込むときに、ファイルが更新されていたならキャッシュを無効化したい、というような場合です。単純に `cache = TRUE` を使うだけでは不十分です。

```
``{r import-data, cache=TRUE}
d <- read.csv('my-precious.csv')
...
```

knitr にデータファイルが変更されたかどうかを教えなければなりません。1 つの方法として別のチャンクオプション `cache.extra = file.mtime('my-precious.csv')` を、あ

^{*2} <https://yihui.org/en/2018/06/cache-invalidation/>

あるいはより厳密に `cache.extra = tools::md5sum('my-precious.csv')` を追加することがあります。前者はファイルの更新時刻が変更されたらキャッシュを無効化する、という意味です。後者はファイルの中身が変更されたらキャッシュを更新するということです。`cache.extra` は **knitr** の組み込みのチャンクオプションではないということに注意してください。他の組み込みのオプション名と競合しない限り、この用途のオプションには好きな名前を使うことができます。

同様に、他の情報をキャッシュと関連付けることができます。例えば R のバージョンなら `cache.extra = getRversion()`、日付なら `cache.extra = Sys.Date()`、オペレーティングシステムなら `cache.extra = Sys.info()[['sysname']]` というようにすると、これらの条件が変更されたときにキャッシュは正しく無効化されます。

文書全体で `cache = TRUE` を設定することはお薦めしません。キャッシュはかなり扱いにくいものです。そうではなく、実行に時間がかかり副産物のないとはっきりしているコードチャンクに対してのみ個別にキャッシュを有効化することをお薦めします。

knitr のキャッシュの設計に不満があるなら、自分でオブジェクトのキャッシュを取することもできます。以下はごく簡単な例です。

```
01 if (file.exists("results.rds")) {  
02   res <- readRDS("results.rds")  
03 } else {  
04   res <- compute_it() # a time-consuming function  
05   saveRDS(res, "results.rds")  
06 }
```

この例では、キャッシュを無効化する唯一の、そして簡単な方法は `results.rds` ファイルを削除することです。この簡単なキャッシュのしくみが気に入ったなら、`\@ref(cache-rds)` 節で紹介する `xfun::cache_rds()` を使うと良いでしょう。

11.5 複数の出力フォーマットに対してチャンクをキャッシュする

`cache = TRUE` でキャッシュが有効化されたとき、**knitr** は R コードチャンクで生成された R オブジェクトをキャッシュデータベースに書き込みます。これで次回から再読込ができます。キャッシュデータベースのパスはチャンクオプション `cache.path` によって決まります。デフォルトでは R Markdown は出力フォーマットごとに異なるキャッシュのパスを使用するので、時間のかかるコードチャンクは出力フォーマットごとに丸ごと実行さ

れることになります。これは不便かもしれませんが、これがデフォルトの挙動であることには理由があります。コードチャンクの出力は、出力フォーマットに依存します。例えばグラフを生成した時、出力フォーマットが `word_document` なら `![text](path/to/image.png)` のような Markdown 構文で図を掲載できますし、出力フォーマットが `html_document` なら `` が使えます。

コードチャンクにグラフなど副作用が一切ないとき、全ての出力フォーマットで同じキャッシュデータベースを使っても安全であり、時間を節約できます。例えば大きなデータオブジェクトを読み込むか時間のかかるモデルを実行するかというときは、結果は出力フォーマットに依存しませんので、同じキャッシュデータベースを使うことができます。コードチャンクに `cache.path` を指定することでデータベースのパスを指定できます。これが例です。

```
```${r important-computing, cache=TRUE, cache.path="cache/"}
...
```
```

R Markdown ではデフォルトでは `cache.path = "INPUT_cache/FORMAT/"` で、INPUT には入力ファイル名が、FORMAT には `html`, `latex`, `docx` といった出力フォーマット名が入ります。

11.6 巨大オブジェクトをキャッシュする

チャンクオプション `cache = TRUE` を使うと、キャッシュされたオブジェクトは R セッション内で遅延読み込みされます。これはオブジェクトが実際にコード内で使用されるまでキャッシュデータベースから読み込まれないことを意味します。以降の文書内で全てのオブジェクトが使われるわけではない場合にメモリを多少節約することができます。例えば大きなデータオブジェクトを読み込んだが、以降の分析ではその一部しか使わないなら、元のデータオブジェクトはキャッシュデータベースから読み込まれません。

```
```${r, read-data, cache=TRUE}
full <- read.csv("HUGE.csv")
rows <- subset(full, price > 100)
next we only use `rows`
...

```${r}
plot(rows)
```

```
...
```

しかし, オブジェクトが大きすぎるときは, このようなエラーに遭遇するかもしれません.

```
Error in lazyLoadDBinsertVariable(vars[i], ...  
  long vectors not supported yet: ...  
Execution halted
```

この問題が発生したら, チャンクオプション `cache.lazy = FALSE` で遅延読み込みを無効にできます. チャンク内の全てのオブジェクトが即座にメモリに読み込まれます.

11.7 コード, テキスト出力, メッセージ, グラフを隠す

デフォルトでは, **knitr** はコードチャンクから, ソースコード・テキスト出力・メッセージ・警告・エラー・グラフといった可能な全ての出力を表示します. これらに対応するコードチャンクを使い, 個別に隠すことができます.

ソースコードを隠す.

```
```${r, echo=FALSE}  
1 + 1
...`
```

テキスト出力を隠す. ``results = FALSE`` を使うのも可.

```
```${r, results='hide'}  
print("テキスト出力はあなたには見えない.")  
...`
```

メッセージを隠す.

```
```${r, message=FALSE}  
message("このメッセージはあなたには見えない.")
...`
```

警告メッセージを隠す.

```
```{r, warning=FALSE}
# 警告を発生させるが抑制される
1:2 + 1:3
```
```

グラフを隠す.

```
```{r, fig.show='hide'}
plot(cars)
```
```

上記のチャンクではグラフが生成されることに注意してください. 出力に表示しなくする  
⇨ だけです.

**knitr** に関するよくある質問の 1 つは, パッケージ読み込み時のメッセージを隠す方法です. 例えば `library(tidyverse)` や `library(ggplot2)` を使ったとき, いくつかの読み込みメッセージが現れます. このようなメッセージはチャンクオプション `message = FALSE` で抑制することもできます.

インデックスによってこれらの要素を表示したり隠したり選択することも出来ます. 以下の例では, ソースコードの 4 つ目と 5 つ目の式を表示し, 最初の 2 つのメッセージと 2 つ目と 3 つ目の警告を隠しています. コメントも式 1 つとして数えられることに注意してください.

```
```{r, echo=c(4, 5), message=c(1, 2), warning=2:3}
# 乱数  $N(0, 1)$  を生成する方法の 1 つ
x <- qnorm(runif(10))
# だが rnorm() を使うほうが実用的
x <- rnorm(10)
x

for (i in 1:5) message('ここにメッセージ ', i)

for (i in 1:5) warning('ここにメッセージ ', i)
```

```
...
```

負のインデックスを使用することもできます。例えば `echo = -2` は出力部のソースコードの 2 つ目の式を排除します。

同様に, `fig.keep` オプションに対してインデックスを使うことでどのグラフを表示あるいは隠すかを選ぶこともできます。例えば `fig.keep = 1:2` は最初の 2 つのグラフを残すことを意味します。このオプションにはいくつかのショートカットがあります。`fig.keep = "first"` は最初のグラフのみを残し, `fig.keep = "last"` は最後のグラフのみを残し, `fig.keep = "none"` は全てのグラフを破棄します。2 つのオプション `fig.keep = "none"` と `fig.show = "hide"` は異なることに注意してください。前者はそもそも画像ファイルを生成しませんが, 後者はグラフを生成し隠すだけです。

`html_document` 出力のソースコードブロックに対して, `echo = FALSE` で完全に省略したくないというならば, ページ上でブロックを折りたたみ, ユーザーが展開ボタンを押して展開させるようにできる方法を書いた [7.5 節](#)を見ると良いかもしれません。

11.8 チャンクの出力を全て隠す

ときには出力を全く表示させずにコードチャンクを実行したいかもしれません。11.7 節で言及したような方法で個別にオプションを使うのではなく, ただ 1 つ `include = FALSE` を使うことで出力全体を抑制できます。これが例です。

```
```${r, include=FALSE}
ここに何らかの R コード
...`
```

`include=FALSE` オプションがあると, `eval = FALSE` の指定がない限りコードチャンクは評価されますが, 出力は完全に抑制されます。コードも, テキスト出力も, メッセージもグラフも見えなくなります。

## 11.9 テキスト出力をソースコードとまとめる

テキスト出力ブロックとソースコードブロックの間隔が空きすぎていると感じたら, チャンクオプション `collapse = TRUE` でテキスト出力をソースブロックと連結することを検討するとよいでしょう。`collapse = TRUE` としたとき, 出力はこのようになります。

```
01 1 + 1
02 ## [1] 2
03 1:10
04 ## [1] 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
```

以下は同じチャンクですが `collapse = TRUE` オプションがありません。デフォルトは `FALSE` です。

```
01 1 + 1
```

```
[1] 2
```

```
01 1:10
```

```
[1] 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
```

## 11.10 R のソースコードを整形する

チャンクオプション `tidy = TRUE` を設定すると、**formatR** パッケージ (Xie, 2019a) の `tidy_source()` 関数によって R のソースコードが整形されます。 `tidy_source()` 関数は、ほとんどの演算子の前後にスペースを追加する、適切なインデントをする、代入演算子 `=` を `<-` に置き換えるなど、いくつかの観点でソースコードを整形します。チャンクオプション `tidy.opts` には `formatR::tidy_source()` に与えられる引数のリストが使えます。これが例です。

```
``{r, tidy=TRUE, tidy.opts=list(arrow=TRUE, indent=2)}
乱雑な R コード...
1+ 1
x=1:10# 代入演算子として '<-' を好むユーザーがいる
if(TRUE){
 print('Hello world!') # スペース 2 個でインデントする
}
...`
```

整形後の出力はこうなります。

```
01 # 乱雑な R コード...
02 1 + 1
03 x <- 1:10 # 代入演算子として '<-' を好むユーザーがいる
04 if (TRUE) {
05 print("Hello world!") # スペース 2 個でインデントする
06 }
```

**5.3** 節ではテキストの幅を制御する方法について言及しました。ソースコードの幅を制御したいなら、`tidy = TRUE` としたときに `width.cutoff` 引数を試してみると良いでしょう。これが例です。

[illegible]

出力はこうなります。

# 長い式

1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 +

1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 +

1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 +

1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 +

使用可能な引数を知るにはヘルプページ `?formatR::tidy_source` を読んでください. そして <https://yihui.org/formatR/> で使用例とこの関数の限界を理解してください.

tidy = styler を設定したら、コード整形には代わりに **styler** パッケージ (Müller and Walthert, 2020) が使われるでしょう。R コードは `styler::style_text()` 関数で整形されます。 **styler** パッケージは **formatR** よりも豊富な機能を持ちます。例えば、引数のアラインメントができたりパイプ演算子 `%>%` のあるコードも対処できたりします。チャンクオプション `tidy.opts` には `styler::style_text()` への引数を使うこともできます。これが例です。

```
``{r, tidy='styler', tidy.opts=list(strict=FALSE)}
代入演算子のアラインメント
a <- 1#one variable
abc <- 2#another variable
...

```

デフォルトでは `tidy = FALSE` であり、あなたのコードは整形されません。

### 11.11 テキストを生 Markdown として出力する (\*)

デフォルトではコードチャンクからのテキスト出力は冒頭に 2 つハッシュを置いて、テキストをそのまま書き出します (11.12 節参照)。**knitr** は出力をコードブロックで囲むため、テキストはそのまま表示されます。例えば `1:5` というコードの生の出力はこうなります。

```
...
[1] 1 2 3 4 5
...

```

時には生のテキストをそのまま出力するのではなく、Markdown 構文として扱いたいこともあるでしょう。例えば `cat('# これは見出しです')` でセクション見出しを書きたい時があるかもしれませんが、生の出力はこうなります。

```
...
これは見出しです
...

```

テキストをコードブロックで囲んでほしくない、あるいは冒頭ハッシュもいらない。つまり、生の出力が `cat()` に与えた文字列そのままになるようにしたい、というわけです。

```
This is a header

```

これを解決するのはチャンクオプション `results = 'asis'` です。このオプションはテキスト出力をコードブロックで囲むのではなく、“as is” (そのまま) 扱うよう **knitr** に指示します。R コードから動的にコンテンツを生成したい時に、このオプションは特に有用でしょう。例えば以下のコードチャンクと `results = 'asis'` オプションで、`iris` データか



ら列名のリストを生成します。

```
01 cat(paste0("-", `", names(iris), "`"), sep = "\n")
```

- Sepal.Length
- Sepal.Width
- Petal.Length
- Petal.Width
- Species

ハイフン (-) は番号のない箇条書き意味する Markdown 構文です。バッククォートはオプションです。results = 'asis' オプションなしで上記のコードチャンクがそのまま出力されるのを見ることができます。

```
01 cat(paste0("-", `", names(iris), "`"), sep = "\n")
```

- `Sepal.Length`
- `Sepal.Width`
- `Petal.Length`
- `Petal.Width`
- `Species`

以下は、セクション見出し、パラグラフ、mtcars データの全ての列に対して for ループ内で作成したグラフを表示する例の全貌です

```

title: プログラミングでコンテンツを生成する

```

チャンクオプション **results = 'asis'** で生の Markdown コンテンツを書き出すことができます。これはプロットを含めることもできます。

```
``{r, mtcars-plots, results='asis'}
for (i in names(mtcars)) {
 cat('\n\n# 変数 `', i, '` の要約.\n\n')
 x <- mtcars[, i]
 if (length(unique(x)) <= 6) {
```

```

 cat('', i, ' はカテゴリカル変数である.\n\n')
 plot(table(x), xlab = i, ylab = '度数', lwd = 10)
 } else {
 cat('連続変数 ', i, ' のヒストグラム.\n\n')
 hist(x, xlab = i, main = '')
 }
}
...

```

改行 (\n) を過剰に追加していることに注意してください。これは Markdown コンテンツ上でそれぞれの要素を明確に分離したいからです。要素間の改行は多すぎても無害ですが、改行が不十分だと問題が起こりえます。例えば以下の Markdown テキストには大いに曖昧さがあります。

```

これは見出し?
これは段落?ヘッダの一部?

この行はどうなる?

```

cat('\n') で生成できていたように空白行を追加すると、この曖昧さは消えます。

```

そうこれは見出し!

そしてこれは明らかに段落.

完全なる別の見出し

```

cat() だけがテキスト出力のできる関数ではありません。他のよく使われる関数には print() があります。print() はしばしばオブジェクトの表示のために暗黙に呼び出されることに注意してください。これが R コンソールでオブジェクトや値をタイプした直後に出力が表示される理由です。例えば R コンソールで 1:5 とタイプし Enter キーを押した時、R が実際には print(1:5) を暗黙に呼び出していることで出力が見えます。R コンソール上で入力していれば正常に表示されていたはずのオブジェクトや値が for ループなどのコード内では出力の生成に失敗するというのはとても混乱をもたらします。この話

はかなり技術的に高度なので、私はブログに “The Ghost Printer behind Top-level R Expressions”<sup>\*3</sup> という説明の記事を投稿しました。技術的な詳細に関心があるなら、このルールだけは覚えてください。「for ループ内の出力が表示されなかったら、おそらく print() 関数で明示的に表示させるべきです」

## 11.12 テキストの先頭のハッシュ記号を消す

デフォルトでは R コードのテキスト出力の先頭には 2 つのハッシュ記号 ## が付きます。この挙動はチャンクオプション comment で変更することができます。このオプションのデフォルトは "###" という文字列です。ハッシュを消したいなら、空の文字列を使うことができます。これが例です。

```
``{r, comment=""}
1:100
...
```

もちろん、comment = "#>" などと他の文字列はなんでも使うことができます。なぜ comment オプションのデフォルトはハッシュ記号なのか？ その理由は # が R ではコメントを意味するからです。テキスト出力がコメントアウトされていれば、レポートに掲載されたコードチャンクを全部まとめてコピーして自分で実行するのが簡単になり、テキスト出力が R コードとして扱われないということに悩むことはありません。例えば以下のコードチャンクの 4 つの行のテキスト全てをコピーして、R コードとして安全に実行することができます。

```
01 1 + 1
02 ## [1] 2
03 2 + 2
04 ## [1] 4
```

comment = "" でハッシュ記号を消したなら、2 目と 2 目のコードを手動で消さなければならぬため、全てのコードをコピーして簡単に実行するということができなくなります。

---

<sup>\*3</sup> <https://yihui.org/en/2017/06/top-level-r-expressions/>

```

01 1 + 1
02 [1] 2
03 2 + 2
04 [1] 4

```

`comment = ""` が好ましいという主張の 1 つには, テキスト出力が R コンソールのユーザーにとって見慣れたものになるというものがあります. R コンソールではテキスト出力の行の先頭にはハッシュ記号が現れません. 本当に R コンソールの挙動を模倣したいのであれば, `comment = ""` を `prompt = TRUE` と組み合わせて使うことができます. これが例です.

```

```{r, comment="", prompt=TRUE}
1 + 1
if (TRUE) {
  2 + 2
}
...

```

ソースコードにプロンプト記号 `>` と継続を表す記号 `+` が含まれているので, 出力は R コードをタイプして実行するときのものにかなり近づいているはずです.

```

01 > 1 + 1
02 [1] 2
03 > if (TRUE) {
04 +   2 + 2
05 + }
06 [1] 4

```

11.13 テキスト出力ブロックに属性を与える (*)

7.3 節では, `class.source` と `class.output` を使い, ソース・テキスト出力のブロックにスタイルを定義する例をいくつかお見せしました. 実際には **knitr** には同様の様々なオプションがあります. それらは `class.message`, `class.warning`, `class.error` といったものです. これらのオプションはクラス名を対応するテキスト出力ブロックに追加するために使うことができます. 例えば `class.error` はチャンクオプション `error = TRUE` (11.2 節

参照) が設定されているとき, エラーメッセージに大してクラスを追加します. これらのオプションのもっともよくある応用は, クラス名に応じて定義された CSS ルールでスタイルを適用することでしょう. この例の実演は 7.3 節でなされています.

典型的には, テキスト出力ブロックは最低限コードブロックに囲まれており, Markdown のソースはこのようになります.

```
```${className}
出力された行
...`
```

出力フォーマットが HTML ならば, たいていの場合で<sup>\*4</sup>このように変換されます.

```
<pre class="className">
<code>出力された行</code>
</pre>
```

class.\* オプションは <pre> 要素の class 属性を制御します. この要素は先述のテキスト出力ブロックを入れたコンテナです.

実際には, クラスは HTML の <pre> 要素の属性に使用可能なものの 1 つにすぎません. HTML 要素は幅や高さやスタイルなどと, 他にも多くの属性を持ちます. attr.source, attr.output, attr.message, attr.warning, attr.error を含む一連のチャンクオプション attr.\* によって, 任意の属性をテキスト出力ブロックに追加することができます. 例えば attr.source = 'style="background: pink;'" を使えばソースブロックの背景をピンク色にできます. 対応するコードブロックはこのようになります.

```
```${style="background: pink;"}
...
...`
```

そして HTML 出力はこのようになります.

^{*4} <div class="className"></div> に変換される場合もあります. 万全を期すには HTML 出力された文書を確認するとよいでしょう.

```
<pre style="background: pink;">
...
</pre>
```

5.7, 12.3 節でさらなる例を見ることができます。

技術的なことをいいますと, チャンクオプション `class.*` は `attr.*` の特殊形です. 例えば `class.source = 'numberLines'` は `attr.source = '.numberLines'` と同じです (後者は先頭にドットがあることに注意). しかし `attr.source` は任意の属性をとることができます, 例えば `attr.source = c('.numberLines', 'startFrom="11"')` も可能です.

これらのオプションはほとんどの HTML 出力で有効です. 属性が他の出力フォーマットでも有効な場合もありますが, そのような場合になるのは比較的珍しいです. 属性は Pandoc か, 何らかのサードパーティ製パッケージでもサポートされている必要があります. `.numberLines` 属性は Pandoc によって HTML と LaTeX の両方で動作し, サードパーティ製パッケージというのは大抵は 4.20 節で紹介したような Lua フィルターを使っただけになります.

11.14 グラフに後処理をかける (*)

コードチャンクでグラフが生成された後, チャンクオプション `fig.process` によってグラフに後処理をかけることが出来ます. これはファイルパスを引数にとり, 生成された画像ファイルのパスを返す関数であるべきです. この関数はオプションで第 2 引数 `option` を取ることができ, これには現在のチャンクのオプションのリストが与えられます.

R のロゴをグラフに埋め込むために, とても強力な **magick** パッケージ (Ooms, 2021) を使用する例を以下にお見せします. このパッケージに詳しくないなら, オンラインドキュメントか, 豊富な使用例を含むパッケージのヴィネットを読むことをお勧めします. 初めに, 関数 `add_logo()` を定義します. `add_logo()`:

```
01 add_logo <- function(path, options) {
02   # コードチャンクで作成された画像
03   img <- magick::image_read(path)
04   # R のロゴ
05   logo <- file.path(R.home("doc"), "html", "logo.jpg")
06   logo <- magick::image_read(logo)
07   # デフォルトの重心は `northwest` (左上) で,
```

```

08 # ユーザーはチャンクオプション `magick.gravity`
09 # で変更できる
10 if (is.null(g <- options$magick.gravity))
11   g <- "northwest"
12 # ロゴを画像に追加する
13 img <- magick::image_composite(img, logo, gravity = g)
14 # 新しい画像を書き出す
15 magick::image_write(img, path)
16 path
17 }

```

基本的にこの関数は R のグラフのパスをとり、R のロゴを追加し、元画像のパスに新しい画像を保存します。デフォルトでは、ロゴはグラフの左上 (northwest) の隅に追加されますが、ユーザーはカスタムチャンクオプション `magick.gravity` で位置をカスタマイズできます。このオプション名は任意に決められます。

では上記の処理関数を `fig.process = add_logo` と `magick.gravity = "northwest"` オプションで以下のコードチャンクに適用します。よってロゴは右上の隅に追加されます。実際の出力は図 11.1 になります。

```

01 par(mar = c(4, 4, 0.1, 0.1))
02 hist(faithful$eruptions, breaks = 30, main = "", col = "gray",
03     border = "white")

```

あなたが **magick** パッケージにより詳しくなったら、R のグラフに後処理をするための、より創造的で有用なアイデアを思いつくことでしょう。

最後に、`fig.process` オプションのもう 1 つの応用例をお見せします。以下の `pdf2png()` 関数は PDF 画像を PNG に変換します。11.15 節ではグラフの生成のために `tikz` グラフィックデバイスを使用する例を見せました。この方法の問題は、デバイスが PDF を生成することで、LaTeX でない出力の文書に対しては機能しないということです。チャンクオプション `dev = "tikz"` と `fig.process = pdf2png` で、グラフの PNG 版を図 11.2 に示すことができます。

```

01 pdf2png <- function(path) {
02   # LaTeX でない出力に対してのみ変換する
03   if (knitr::is_latex_output())

```

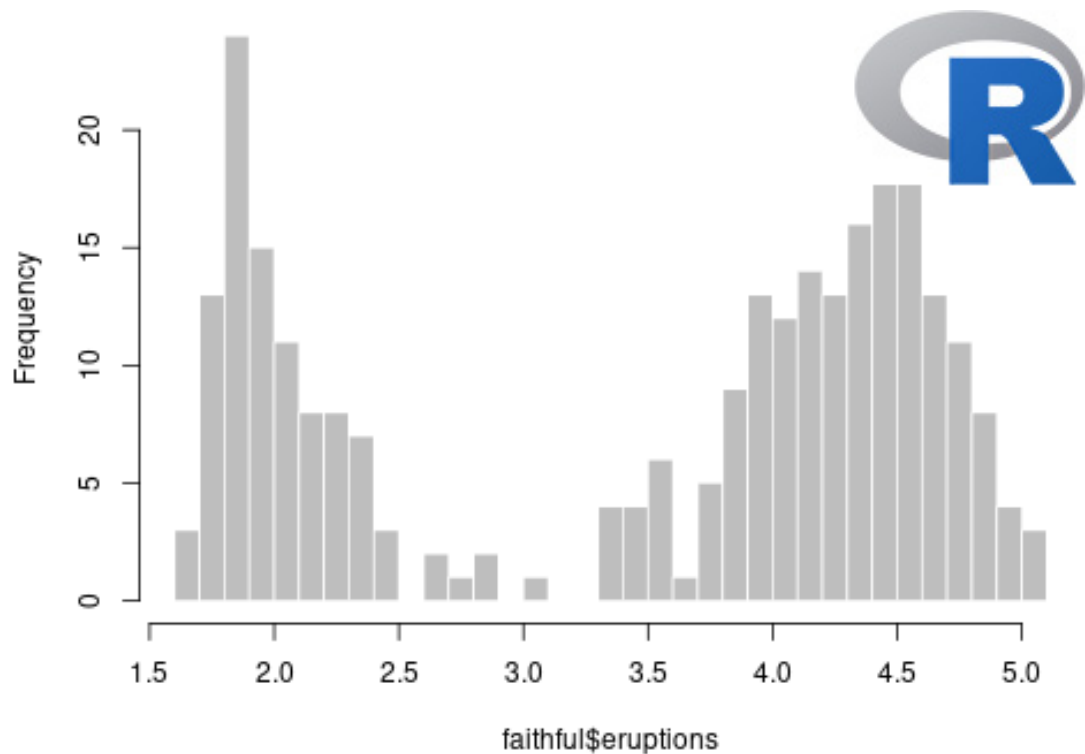


図 11.1: チャンクオプション `fig.process` でグラフに R のロゴを追加する

```

04     return(path)
05     path2 <- xfun::with_ext(path, "png")
06     img <- magick::image_read_pdf(path)
07     magick::image_write(img, path2, format = "png")
08     path2
09 }

```

11.15 高品質なグラフィック (*)

rmarkdown パッケージはそれぞれの出力フォーマットに対して妥当なデフォルトのグラフィックデバイスを設定しています。例えば HTML 出力に対しては `png()` を使うので、**knitr** は PNG 画像ファイルを生成し、PDF 出力に対しては `pdf()` デバイスを使う、などです。あなたがデフォルトのグラフィックデバイスの品質に不満なら、チャンクオプション `dev` によって変更することができます。**knitr** によってサポートされているグラフィックデバイスの一覧は次のようになります。"bmp", "postscript", "pdf", "png", "svg", "jpeg", "pictex", "tiff", "win.metafile", "cairo_pdf", "cairo_ps", "quartz_pdf", "quartz_png", "quartz_jpeg", "quartz_tiff", "quartz_gif",

"quartz_psd", "quartz_bmp", "CairoJPEG", "CairoPNG", "CairoPS", "CairoPDF", "CairoSVG", "CairoTIFF", "Cairo_pdf", "Cairo_png", "Cairo_ps", "Cairo_svg", "svglite", "ragg_png", and "tikz"

大抵の場合、グラフィックデバイスの名前は関数名でもあります。デバイスについてもっと詳しく知りたいなら、あなたは R のヘルプページを読むことができます。例えば svg デバイスの詳細を知るのに、R コンソールで `?svg` と打つことができます。このデバイスは base R に含まれています。さらに quartz_XXX デバイスは `quartz()` 関数を元にしたもので、macOS でのみ有効です。CairoXXX デバイスは **Cairo** (Urbanek and Horner, 2020) パッケージによるアドオンで、Cairo_XXX デバイスは **cairoDevice** package (Lawrence, 2020) から^{*5}、svglite デバイスは **svglite** パッケージ (Wickham Henry, et al., 2020) から、tikz は **tikzDevice** パッケージ (Sharpsteen and Bracken, 2020) からのデバイスです。アドオンパッケージ由来のデバイスを使いたいなら、そのパッケージをまずインストールしなければなりません。

大抵はベクタ画像はラスタ画像よりも高品質であり、ベクタ画像は品質を損なうことなく縮尺を変更できます。HTML 出力では、SVG のグラフのために `dev = "svg"` または `dev = "svglite"` を使うことを検討してください。SVG はベクタ画像形式で、デフォルトの png デバイスはラスタ画像形式であることに注意してください。

あなたが PDF 出力時のグラフ内の書体に対してこだわりが強い人なら、`dev = "tikz"` を使うと良いでしょう。これは LaTeX がネイティブでサポートしているからです。つまり、テキストや記号を含むグラフの全ての要素が LaTeX を介して高品質にレンダリングされるということです。図 11.2 に、`dev = "tikz"` で R のグラフ内で LaTeX 数式表現を書く例を示します。

```
01 par(mar = c(4, 4, 2, .1))
02 curve(dnorm, -3, 3, xlab = '$x$', ylab = '$\\phi(x)$',
03       main = 'The density function of $N(0, 1)$')
04 text(-1, .2, cex = 3, col = 'blue',
05       '$\\phi(x)=\\frac{1}{\\sqrt{2\\pi}}e^{\\frac{-x^2}{2}}$')
```

base R は実は数式表現をサポートしていますが、LaTeX を介してレンダリングされていないことに注意してください (詳細は `?plotmath` を見てください)。tikz デバイスの細かい組版を調整するいくつかの発展的なオプションがあります。`?tikzDevice::tikz` で、できることを確認するとよいでしょう。例えばグラフにマルチバイト文字が含まれているなら、このオプションを設定すると良いでしょう。

^{*5} 訳注: これらと異なり、`cairo_pdf` は base R に含まれています。

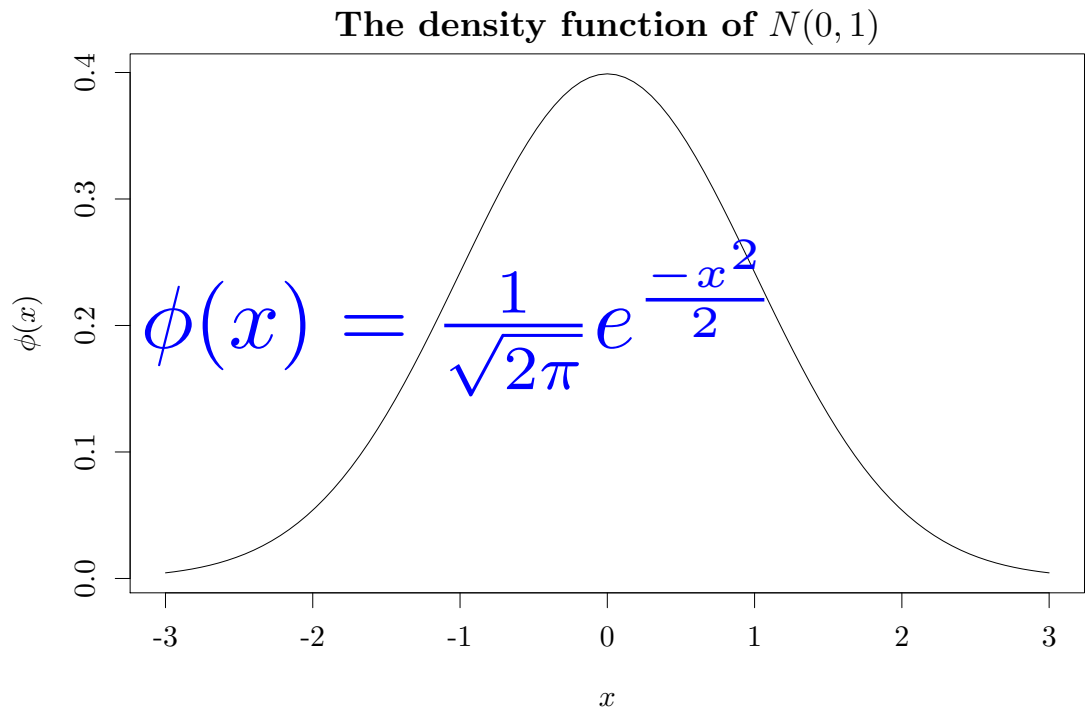


図 11.2: tikz デバイスでレンダリングされたグラフ

```
01 options(tikzDefaultEngine = "xetex")
```

これは, LaTeX 文書でマルチバイト文字を処理する観点で, xetex の方が大抵の場合はデフォルトのエンジン pdftex より優れているからです.

tikz の主な欠点が 2 つあります. 1 つ目は LaTeX のインストールが必要ということですが, これはそこまで深刻ではありません (1.2 節参照). 他にもいくつかの LaTeX パッケージが必要になりますが, TinyTeX を使用しているなら簡単にインストールできます.

```
01 tinytex::tlmgr_install(c("pgf", "preview", "xcolor"))
```

2 つ目の欠点は, デバイスが LaTeX ファイルを生成してから PDF にコンパイルするため, グラフのレンダリングが顕著に遅くなるということです. コードチャンクに時間がかかると感じるなら, `cache = TRUE` でチャンクオプションを有効にするとよいでしょう (11.4 節参照).

図 11.2 には, チャンクオプション `fig.process = pdf2png` が使われています. `pdf2png` は 11.14 節で定義された, 出力フォーマットが LaTeX でない時に PDF 画像を PNG に変換するものです. 変換しない場合, 本書のオンライン版をウェブブラウザで閲覧しても

PDF グラフは見られないでしょう。

11.16 低水準作図関数で1つずつグラフを作る (*)

R グラフィックスには2種類の作図関数があります。高水準作図関数は新たなグラフを作成し、低水準作図関数は既存のグラフに要素を追加します。詳細は R マニュアルの 12 章 *An Introduction to R*^{*6} を確認するとよいでしょう。

デフォルトでは **knitr** は低水準作図関数による中間グラフはそれより前のグラフを修正するのに使います。全ての低水準作図による変更が反映された最後のグラフのみが表示されます。By default, **knitr** does not show the intermediate plots when a series of low-level plotting functions are used to modify a previous plot. Only the last plot on which all low-level plotting changes have been made is shown.

特に教育目的では、中間グラフを表示することが有用になりえます。低水準作図による変更を保存するために、チャンクオプション `fig.keep = 'low'` を設定することができます。例えば図 11.3, 11.4 は `fig.keep = 'low'` のオプションを設定した同一のコードチャンク由来ですが、2つのコードチャンクから生成されたように見えます。さらに異なる図のキャプションを、チャンクオプション `fig.cap = c('... の散布図', '... に回帰直線を追加')` で割り当てています。

```
01 par(mar = c(4, 4, 0.1, 0.1))
02 plot(cars)
```

```
01 fit <- lm(dist ~ speed, data = cars)
02 abline(fit)
```

異なるコードチャンク間でグラフの変更を維持したいなら、14.5 節を参照してください。

11.17 チャンク内のオブジェクト表示をカスタマイズする (*)

デフォルトではコードチャンク内のオブジェクトは `knitr::knit_print()` 関数を通して表示され、これは概ね base R の `print()` と同じです。 `knit_print()` 関数は S3 ジェネリック関数であり、あなたが自分で S3 メソッドを登録することで機能を拡張できること

^{*6} <https://cran.r-project.org/doc/manuals/r-release/R-intro.html>

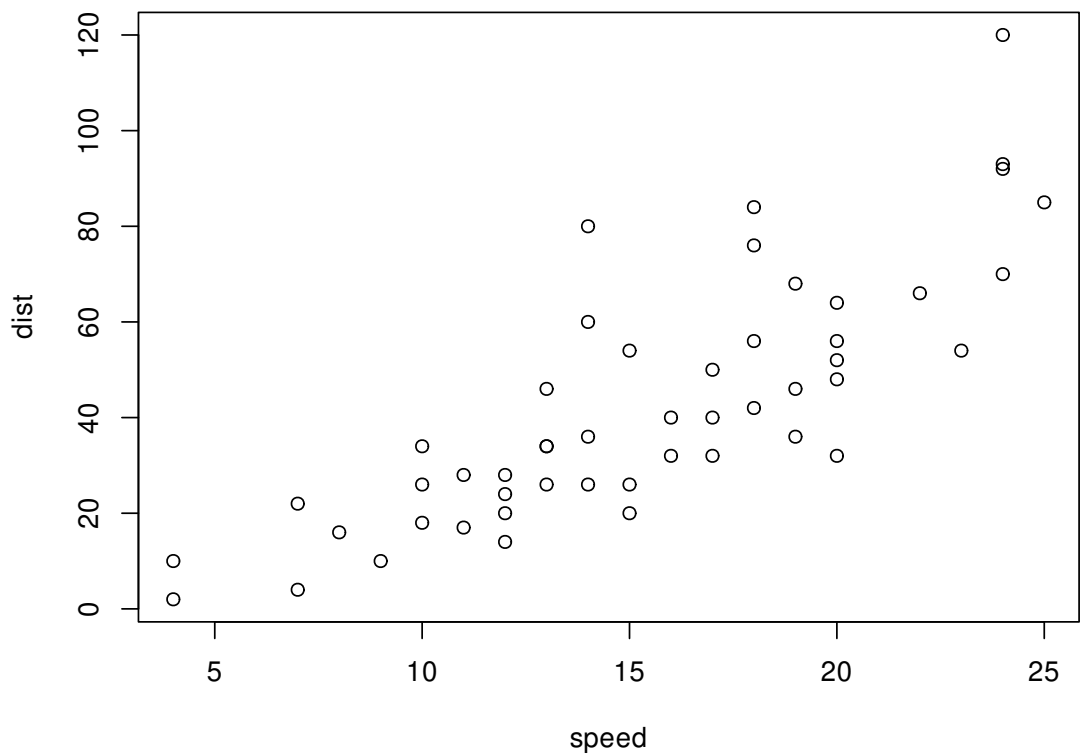


図 11.3: cars データの散布図.

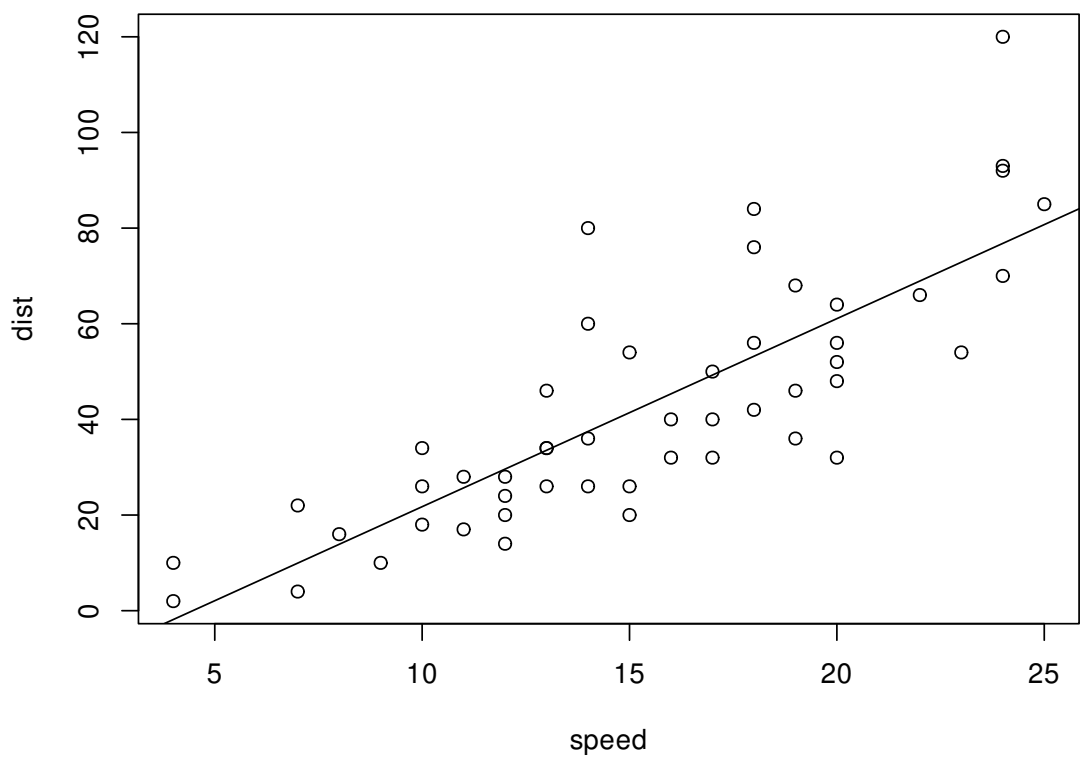


図 11.4: 既にある散布図に回帰曲線を追加

を意味します。以下は `knitr::kable()` でデータフレームを表として自動的に表示する方法の例を示しています。

```
---
title: データフレームの表示にカスタム `knit_print` メソッドを使う
---
```

初めに `'knit_print'` メソッドを定義して登録します。

```
```{r}
knit_print.data.frame = function(x, ...) {
 res = paste(c("", "", knitr::kable(x)), collapse = "\n")
 knitr::asis_output(res)
}

registerS3method(
 "knit_print", "data.frame", knit_print.data.frame,
 envir = asNamespace("knitr")
)
...
```
```

これでデータフレームに対するカスタム表示メソッドをテストできます。もはや

⇨ `'knitr::kable()'` を明示的に呼ぶ必要がないことに注意してください。

```
```{r}
head(iris)
...

```{r}
head(mtcars)
...
```
```

`knit_print()` 関数の詳細は **knitr** パッケージのビネットから学ぶことができます。

```
01 vignette("knit_print", package = "knitr")
```

**printr** パッケージ (Xie, 2021b) はいくつかの R オブジェクトを可能な範囲で自動的に表

として表示する S3 メソッドをいくつか提供します。コードチャンクで `library(printr)` を実行するだけで十分で、全てのメソッドが自動的に登録されます。

このテクニックがとても上級者向けだと感じたなら、`html_document` や `pdf_document` のような R Markdown の出力フォーマットに `df_print` オプションを与えてください。これでデータフレームの表示に関する挙動をカスタマイズできます。例えばデータフレームを `knitr::kable()` で表示したいなら、このようにオプションを設定するとよいでしょう。

```

output:
 html_document:
 df_print: kable

```

出力フォーマットが `df_print` をサポートするかどうか、そしてもしそうなら使用可能な値が何であるかの判断は、出力フォーマット関数のヘルプページを見てください。

実際には、`render` チャンクオプションで `knit_print()` 関数を完全に置き換えることができます。このオプションはオブジェクトを表示する任意の関数を取ることができます。例えば **pander** パッケージを使用するオブジェクトを表示したいなら、チャンクオプション `render` に `pander::pander()` を設定するとよいでしょう。

```
```${r, render=pander::pander}  
iris  
```
```

`render` オプションによって、あなたは R オブジェクトの表示方法に対する完全なる自由を手に入れるでしょう。

## 11.18 オプションフック (\*)

あるチャンクオプションを、他のチャンクオプションの値に応じて動的に変えたいことがあるかもしれません。これを実施するには**オプションフック**を設定するために、`opts_hooks` オブジェクトを使用するとよいでしょう。オプションフックはオプションと関連付けられた関数で、対応するチャンクオプションが `NULL` でないときに実行されます。この関数は現在のチャンクのオプションのリストを引数として受け取り、そのリストを（おそらく変更して）返すものであるべきです。例えば `fig.width` オプションを常に `fig.height` より小さくならないように調整することができます。

```

01 knitr::opts_hooks$set(fig.width = function(options) {
02 if (options$fig.width < options$fig.height) {
03 options$fig.width <- options$fig.height
04 }
05 options
06 })

```

fig.width が NULL になることはないので、このフック関数は常に、コードチャンクの直前にチャンクオプションの更新のために実行されます。以下のコードチャンクは、上記のオプションフックが設定されていれば、fig.width が初期値の 5 の代わりに実際には 6 になります。

```

```{r fig.width = 5, fig.height = 6}
plot(1:10)
...

```

別の例として、11.12 説の最後の例を書き換えます。単一のチャンクオプション console = TRUE が、comment = "" と prompt = TRUE を意味するようにできます。console は **knitr** の固有のチャンクオプションでなく、任意の名前のカスタムオプションであることに注意してください。デフォルト値は NULL です。以下はその完全な例です。

```

```{r, include=FALSE}
knitr::opts_hooks$set(console = function(options) {
 if (isTRUE(options$console)) {
 options$comment <- ''; options$prompt <- TRUE
 }
 options
})
...

```

デフォルトの出力。

```

```{r}
1 + 1
if (TRUE) {
  2 + 2
}

```

```

}
...

`console = TRUE` で出力.

```{r, console=TRUE}
1 + 1
if (TRUE) {
 2 + 2
}
...

```

3 つ目の例はどうやって自動的にソースコード・テキスト出力・メッセージ・警告・エラーの出力ブロックに行番号を追加するかに関するものです。行番号を追加するために `attr.source`, `attr.output` といったチャンクオプションを使用する方法は 5.7 節で紹介しています。ここでは単一のチャンクオプション (この例では `numberLines`) で行番号を追加するかどうかを制御したいと思います。

```

01 knitr::opts_hooks$set(
02 numberLines = function(options) {
03 attrs <- paste0("attr.", options$numberLines)
04 options[attrs] <- lapply(options[attrs], c, ".numberLines")
05 options
06 }
07)
08
09 knitr::opts_chunk$set(
10 numberLines = c(
11 "source", "output", "message", "warning", "error"
12)
13)

```

基本的に、オプションフック `numberLines` は `.numberLines` 属性を出力ブロックに追加し、チャンクオプション `opts_chunk$set()` によって設定された `numberLines` はオプションフックによって実行されたことが確認されます。

上記の設定では、チャンクオプション `numberLines` をコードチャンクで使用して、その



チャンクの出力ブロックのどの部分に行番号を付けるかを決めることができます。例えば `numberLines = c('source', 'output')` のように `numberLines = NULL` は行番号を完全に削除します。

このアプローチがチャンクオプションを直接設定するのと何が違うのかと思うかもしれませんが、例えば 5.7 節でしたように、単に `knitr::opts_chunk$set(attr.source = '.numberLines')` とする場合と、ここでオプションフックを使う利点は `.numberLines` 属性をチャンクオプションに追加するという点のみです。これはチャンクオプションの既に存在する値を上書きすることを意味しません。例えば以下のチャンクのソースコードブロックは (既に設定したため) 行番号が付いており、そして番号を 2 行目から始めます。

```
``{r, attr.source='startFrom="2"'}
このコメント行には番号がつかない
1 + 1
...`
```

これは以下と同等です。

```
``{r, attr.source=c('startFrom="2"', '.numberLines')}
このコメント行には番号がつかない
1 + 1
...`
```



## 第 12 章

# 出力フック (\*)

**knitr** パッケージによって、あなたはコードチャンクから出力されるものを各パーツ、ソースコード・テキスト出力・メッセージ・グラフといったものごとに制御しています。この制御は「出力フック」(output hook(s)) によって実現されています。出力フックは出力の各パーツを入力 (典型的には文字列ベクトルとして扱います) として、出力文書に書き出すための文字列を返す一連の関数です。現時点ではこのしくみを理解するのは簡単ではないでしょうが、これから説明する簡単な例を見ればこのアイディアがはっきりと理解できるものと思います。この例ではコードチャンクの出力がどのようにして **knitr** の出力フックを介してレンダリングされるかを表しています。

このような 1 行だけのコードチャンクについて考えてみてください。

```
```${r}
1 + 1
```
```

**knitr** がコードチャンクを評価した後、2 つの出力要素を得て、2 つとも文字列ベクトルとして保持されます。ソースコードの "1 + 1" と、テキスト出力の "[1] 2" です。これらの文字列は求められている出力フォーマットに応じて、チャンクフックによってさらなる処理がなされます。たとえば Markdown 文書では **knitr** はソースコードを言語名を付けてコードブロックで囲みます。これは source フックを介して行われ、だいたいこのような関数となります。

```
01 # 上記のケースでは、`x` は文字列 `1 + 1` に相当
02 function(x, options) {
03 # この小文字 `r` は言語名を表す
```

```

04 paste(c("`r", x, "`"), collapse = "\n")
05 }

```

同様に、テキスト出力はこのような output フック関数によって処理されます。

```

01 function(x, options) {
02 paste(c("`", x, "`"), collapse = "\n")
03 }

```

よって上記のコードチャンクの最終的な出力はこのようなになります。

```

`r
1 + 1
`

[1] 2
`

```

実際のフックは上記のような 2 つの関数よりも複雑ですが、発想は同じです。knitr\_hooks オブジェクトから get() メソッドで実際のフック関数を取得できます。これが例です。

```

01 # 意味のある出力のため、以下のコードは knitr
02 # 文書のコードチャンクの *内部で* 実行されるべき
03 knitr::knit_hooks$get("source")
04 knitr::knit_hooks$get("output")
05 # または knitr::knit_hooks$get(c('source', 'output'))

```

あなたが **knitr** パッケージの開発に貢献することに本当に興味があるのでない限り、組み込みのフック関数のソースコードを読むことをお勧めしません。興味があるのなら、このコードは <https://github.com/yihui/knitr/tree/master/R> で hooks-\*.R という形式で命名されたスクリプトファイルにて見ることができます。例えば hooks-md.R には R Markdown 文書に対するフックが含まれています。たいていの **knitr** ユーザーにとっては、組み込みのフックよりも便利なカスタム出力フックの作り方を知っていれば十分です。この章のこれ以降では、あなたはいくつかの例で出力フックに関するこのようなことを学びます。さらに、我々は以下のような基本的アイディアを示します。

カスタム出力フックは `knit_hooks()` の `set()` メソッドによって登録されます。このメソッドは既存のデフォルトのフックを上書きするので、既存のフックのコピーを保存し、出力要素にあなた独自の処理してから、その結果をこのデフォルトのフックに与えるようにしておくことをお勧めします。構文はたいていこのようになります。

```
01 # ここで local() を使うかは任意（ここでは単に 'hook_old'
02 # のような不要なグローバル変数を作ることを避ける目的）
03 local({
04 hook_old <- knitr::knit_hooks$get("NAME") # 古いフックを保存する
05 knitr::knit_hooks$set(NAME = function(x, options) {
06 # ここで、x をどうしたいかにかかわらず、新しい x を
07 # さらに古いフックに与える
08 hook_old(x, options)
09 })
10 })
```

ここで、NAME は以下のいずれかのフックの名前を意味します。

- source: ソースコードを処理するフック。
- output: テキスト出力を処理するフック。
- warning: 警告 (たいていは `warning()` で発生するもの) を処理するフック。
- message: メッセージ (たいていは `message()` で発生するもの) を処理するフック。
- error: エラーメッセージ (たいていは `stop()` で発生するもの) を処理するフック。
- plot: グラフのファイルパスを処理するフック。
- inline: インライン R コードからの出力を処理するフック。
- chunk: チャンク全体の出力を処理するフック。
- document: 文書全体を処理するフック。

フック関数の引数 `x` の意味は上記のリストで説明されています。 `options` 引数は現在のコードチャンクのオプションのリストを意味します。例えば `foo = TRUE` と設定したなら、フック関数内では `options$foo` でこの値を得ることができます。 `options` 引数は `inline` および `document` フックでは利用できません。

出力フックによって、チャンクと文書の出力の部品 1 つ 1 つに対して究極のコントロールを得られます。あらかじめ定義された目的を持つチャンクオプションと比較すると、出力

フックはユーザー定義関数なのではるかに強力であり、関数内ではあなたが望むことはなんでもできます。

## 12.1 ソースコードを検閲する

ときにはレポートにソースコードの全文を掲載したくないこともあるでしょう。例えばコードのある行にパスワードが書かれているかもしれません。11.7 節ではチャンクオプション `echo` で R コードの文ごとに表示の有無を表せることを言及しました。例えば `echo = 2` で 2 つ目の文を表示します。この節では、コードのインデックスを指定する必要のない、より柔軟な方法を提供します。

基本的なアイディアはコードに特殊なコメント、例えば `# 秘密!!` のようなものを追加することです。このコメントがコードのある行から検出されると、行を省略します。以下は `source` フックを使用した完全な例です。

```

title: "`source` フックを使用してコードのある行を隠す"

```

初めに、末尾に `'# 秘密!!'` という文字列を含むコードの行を排除する `'source'` フックを用意します。

```
```{r, include=FALSE}
local({
  hook_source <- knitr::knit_hooks$get('source')
  knitr::knit_hooks$set(source = function(x, options) {
    x <- x[!grepl('# 秘密!!$', x)]
    hook_source(x, options)
  })
})
---
```

これで新しいフックをテストできます。この文書を `knit` すると、特殊なコメント `'# 秘密!!'` のある行が見えなくなります。

```
```{r}
1 + 1 # 表示されるべき通常のコード
```

```
実際のユーザー名とパスワードを使ってみてください
auth <- http::authenticate("user", "passwd")
auth <- http::authenticate("yihui", "horsebattery") # 秘密!!
http::GET("http://httpbin.org/basic-auth/user/passwd", auth)
...
```

上記の source フックの重要な部分はこの行です。これはソースコードのベクトル `x` から `grepl()` で末尾の `# 秘密!!` とマッチングしたものを排除しています。

```
01 x <- x[!grepl("# SECRET!!$", x)]
```

正確に言うなら、上記のフックは末尾に `# 秘密!!` というコメントのある行ではなく、**評価式 (expressions)** を全て排除します。`x` は実際には R 評価式のベクトルだからです。例えば以下のコードチャンクを考えます。

```
01 1 + 1
02 if (TRUE) {
03 # SECRET!!
04 1:10
05 }
```

source フック内の `x` の値はこうなります。

```
01 c("1 + 1", "if (TRUE) { # SECRET!!\n 1:10\n}")
```

R 評価式ではなく行を隠したいなら、`x` を行ごとに分割しなければなりません。`xfun::split_lines()` の使用を検討するとよいでしょう。フック関数の本体はこうなります。

```
01 x <- xfun::split_lines(x) # 個別の行に分割する
02 x <- x[!grepl("# SECRET!!$", x)]
03 x <- paste(x, collapse = "\n") # 結合して1つの行にする
04 hook_source(x, options)
```

この例はソースコードの文字列を操作する方法を, そして `grep1()` はおそらく文字列操作の唯一の方法ではないだろう, ということを示しています. 12.2 節では他の例もお見せしています.

## 12.2 ソースコード内に行番号を追加する

この節では, ソースコードに行番号をコメントとして追加する `source` フックの定義の例を示します. 例えば, このコードチャンクに対するものを考えます.

```
```{r}
if (TRUE) {
  x <- 1:10
  x + 1
}
...

```

このような出力を求めているものとします.

```
01 if (TRUE) {      # 1
02   x <- 1:10      # 2
03   x + 1          # 3
04 }               # 4

```

完全な例は以下になります.

```
---
title: ソースコードに行番号を追加する
---

```

行番号をソースコードに追加する `'source'` フックを用意します.
番号は各行の末尾のコメントに現れます.

```
```{r, include=FALSE}
local({
 hook_source <- knitr::knit_hooks$get('source')
 knitr::knit_hooks$set(source = function(x, options) {

```



```

 x <- xfun::split_lines(x)
 n <- nchar(x, 'width')
 i <- seq_along(x) # 行番号
 n <- n + nchar(i)
 s <- knitr::v_spaces(max(n) - n)
 x <- paste(x, s, ' # ', i, sep = '', collapse = '\n')
 hook_source(x, options)
 })
})
...

```

ここで新しいフックのテストができます。この文書を knit するとき、末尾のコメントに行番号が見られます。

```

```${r}
if (TRUE) {
  x <- 1:10
  x + 1
}
...

```

上記の例での主要なトリックは各行のコメントの前必要なスペースの数を決めることです。これによってコメントが右揃えになっています。この数は各行のコードに依存しています。このフック関数の意味を咀嚼することは読者に任せます。内部で使われている関数 `knitr::v_spaces()` は特定の長さのスペースを生成することに使われている点に注意してください。これが例です。

```
01 knitr::v_spaces(c(1, 3, 6, 0))
```

```
## [1] " "      "      "      "      "      ""
```

5.7 節で紹介した方法が、ソースコードに行番号を追加する方法としてあなたが本当に求めているものかもしれません。そちらの構文はより簡潔で、ソースコードでもテキスト出力ブロックでも動作します。上記の `source` フックのトリックは主に、カスタム関数でソースコードを操作する可能性の 1 つを示唆するのが狙いです。

12.3 スクロール可能なテキスト出力

7.4 節ではコードブロックとテキスト出力ブロックの高さを CSS で制限する方法を紹介しました. 実際には, チャンクオプション `attr.source` と `attr.output` で `style` 属性を Markdown のコードブロックに追加するというより簡単な方法があります (これらのオプションの説明は 11.13 節参照). 例えば, このようなコードに対してチャンクオプション `attr.output` を使います.

```
```{r, attr.output='style="max-height: 100px;"}'
1:300
```
```

Markdown 出力はこうなります.

```
```r
1:300
```

```{style="max-height: 100px;"}
[1] 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
[11] 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
... ...
```
```

そして, テキスト出力ブロックは Pandoc によって HTML へと変換されます.

```
<pre style="max-height: 100px;">
<code>## [1] 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
## [11] 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
## ... ...</code>
</pre>
```

Pandoc の fenced code blocks についてより詳しく学ぶには, <https://pandoc.org/MANUAL.html#fenced-code-blocks> のマニュアルを読んでください.

`attr.source` と `attr.output` オプションによって個別のコードチャンクに対して最大の

高さを指定することができます。しかしこの構文は少しばかり野暮ったく、CSS と Pandoc の Markdown 構文をより理解する必要があります。以下にカスタムチャンクオプション `max.height` と連動するカスタム output フックの例を示します。よって `attr.output = 'style="max-height: 100px;'"` の代わりに `max.height = "100px"` のようなオプションを設定する必要があります。この例では `x` 引数には手を付けず、`options` 引数のみを操作しています。

```
---
title: スクロール可能なコードブロック
```

```
output:
```

```
  html_document:
    highlight: tango
```

```
---
```

チャンクオプション '`max.height`' が設定されている時、テキスト出力に '`style`' 属性
⇨ を追加するような '`output`' フックを設定します。

```
```${r, include=FALSE}
options(width = 60)
local({
 hook_output <- knitr::knit_hooks$get('output')
 knitr::knit_hooks$set(output = function(x, options) {
 if (!is.null(options$max.height)) options$attr.output <- c(
 options$attr.output,
 sprintf('style="max-height: %s;"', options$max.height)
)
 hook_output(x, options)
 })
})
...`
```

'`max.height`' がない場合、出力の全体が表示されます。例えば...

```
```${r}
1:100
...`
```

ここで `'max.height'` に `'100px'` を設定します。この高さは 100px を超えているので、テキスト出力にスクロールバーが現れます。

```
```{r, max.height='100px'}
1:100
...`
```

原則として `'max.height'` オプションは `'attr.output'` オプションに変換されます。

- `'attr.output'` が既に設定されていたとしても動作します。つまり `'attr.output'` オプションは上書きされません。例えば `'.numberLines'` 属性を付けてテキスト出力の端に行番号を表示させてみます。

```
```{r, max.height='100px', attr.output='.numberLines'}
1:100
...`
```

図 12.1 がその出力です。チャンクオプション `attr.output` のある最後のコードチャンクでは、`max.height` によって生成された `style` 属性を既存の属性に結合することで、既存の属性を尊重しているので、`max.height` は上書きされないことに注意してください。

```
01 options$attr.output <- c(
02   options$attr.output,
03   sprintf('style="max-height: %s;"', options$max.height)
04 )
```

source フックでもソースコードブロックの高さを制限する同様のトリックが使えます。

12.4 テキスト出力を中断する

コードチャンクから出力されたテキストが長い時、最初の数行だけを表示させたいかもしれません。例えば数千行のデータフレームを表示する時、データ全体を表示するのは不便で、最初の数行だけで十分かもしれません。以下では `output` フックを再定義してカスタムチャンクオプション `out.lines` によって最大行数を制御できるようにしています。

`max.height` がない場合, 出力の全体が表示されます。例えば...

1:100

```
## [1] 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
## [14] 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26
## [27] 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39
## [40] 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52
## [53] 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65
## [66] 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78
## [79] 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91
## [92] 92 93 94 95 96 97 98 99 100
```

ここで `max.height` に `100px` を設定します。この高さは `100px` を超えているので, テキスト出力にスクロールバーが現れます。

1:100

```
## [1] 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
## [14] 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26
## [27] 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39
## [40] 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52
## [53] 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65
```

原則として `max.height` オプションは `attr.output` オプションに変換されます。 `attr.output` が既に設定されていたとしても動作します。つまり `attr.output` オプションは上書きされません。例えば `.numberLines` 属性を付けてテキスト出力の端に行番号を表示させてみます。

1:100

```
1 ## [1] 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
2 ## [14] 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26
3 ## [27] 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39
4 ## [40] 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52
5 ## [53] 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65
```

図 12.1: チャンクオプション `max.height` を指定した, スクロール可能なテキスト出力の例

```
01 # 組み込みの出力フックを保存
02 hook_output <- knitr::knit_hooks$get("output")
03
04 # テキスト出力を打ち切る出力フックを新規に作成
05 knitr::knit_hooks$set(output = function(x, options) {
06   if (!is.null(n <- options$out.lines)) {
07     x <- xfun::split_lines(x)
08     if (length(x) > n) {
09       # 出力を切断
10       x <- c(head(x, n), "....\n")
11     }
12     x <- paste(x, collapse = "\n")
13   }
14   hook_output(x, options)
15 })
```

上記のフック関数の基本的なアイディアはテキスト出力の行数が, チャンクオプション `out.lines` で指定したしきい値 (関数本体では変数 `n` として保存されています) を上回ったら最初の `n` 行だけを保持し, 出力が打ち切られたことを表す省略記号 (`....`) を末尾に加えます.

以下のチャンクでチャンクオプション `out.lines = 4` を設定し, この新たな `output` フックをテストできます.

```
01 print(cars)
```

```
##      speed dist
## 1         4     2
## 2         4    10
## 3         7     4
....
```

そして期待通りに 4 行の出力が現れました. 本来の `output` フックを `hook_output` 保存しているので, 再度 `set()` メソッドを呼び出して復旧することができます.

```
01 knitr::knit_hooks$set(output = hook_output)
```

読者への練習問題として, 異なる方法で出力を打ち切ること挑戦するとよいかもしれません. 最大行を決定するチャンクオプション `out.lines` を所与として, あなたは末尾ではなく中間を打ち切ることができますか? 例えば `out.lines = 10` なら, このように最初と最後の 5 行を残し, 中間に `....` を追加します.

```
##      speed dist
## 1         4     2
## 2         4    10
## 3         7     4
## 4         7    22
....
## 46        24    70
## 47        24    92
## 48        24    93
## 49        24   120
## 50        25    85
```

出力の最終行, つまりフック関数の引数 `x` が空白行ならば, `c(head(x, n/2), '....',`

`tail(x, n/2 + 1)` のような処理が必要であることを注意してください. `+1` は最後の空白行を考慮するためです.

12.5 HTML5 フォーマットで図を出力する

デフォルトでは R Markdown のグラフは HTML 上で `<p>` または `<div>` タグ内の `` で読み込まれます. 以下の例は HTML5 の `<figure>` タグでグラフを表示する方法です.

```
---
title: "`<figure>' タグで図を出力する"
output: html_document
---
```

ファイルパス `'x'` とチャンクオプション `'options$fig.cap'` の図のキャプションが与えられた状態で、このようなフォーム内に HTML5 タグ内にグラフを描きたいとします.

```
```html
<figure>

 <figcaption>キャプション</figcaption>
</figure>
...

```

ここで出力フォーマットが HTML であるときのみ `'plot'` フックを再定義します.

```
```{r}
if (knitr::is_html_output()) knitr::knit_hooks$set(
  plot = function(x, options) {
    cap <- options$fig.cap # 図のキャプション
    tags <- htmltools::tags
    as.character(tags$figure(
      tags$img(src = x, alt = cap),
      tags$figcaption(cap)
    ))
  })
}
```

```
)
...
```

以下のコードチャンクから生成されたプロットは '`<figure>`' タグ内に配置されます。

```
```{r, fig.cap='cars データの散布図'}
par(mar = c(4.5, 4.5, .2, .2))
plot(cars, pch = 19, col = 'red')
...`
```

'`<figure>`' と '`<figcaption>`' タグの見栄えのために CSS スタイルを追加します。

⇨ '`figure`' には破線の枠を、キャプションには明桃色の背景を設定します。

```
```{css, echo=FALSE}
figure {
  border: 2px dashed red;
  margin: 1em 0;
}
figcaption {
  padding: .5em;
  background: lightpink;
  font-size: 1.3em;
  font-variant: small-caps;
}
...`
```

図 12.2 がその出力です。この例では実際には plot フックを上書きしましたが、この章の他のほとんどの例ではデフォルトのフックの上にカスタムフックを構築していることに注意してください。デフォルトのフックを完全に上書きするのは、必ず組み込まれている機能を見捨てたい時にだけにすべきです。例えばこの場合の plot フックは `out.width = '100%'` や `fig.show = 'animate'` といったチャンクオプションの可能性を考慮していません。

この例はファイルパス `x` と plot フックの活用の可能性を示すものです。図のスタイルのカスタマイズが必要なだけなら、HTML5 タグを使わなくてもよいです。たいていの場合、デフォルトの plot フックはこのような HTML コードに画像を出力します。

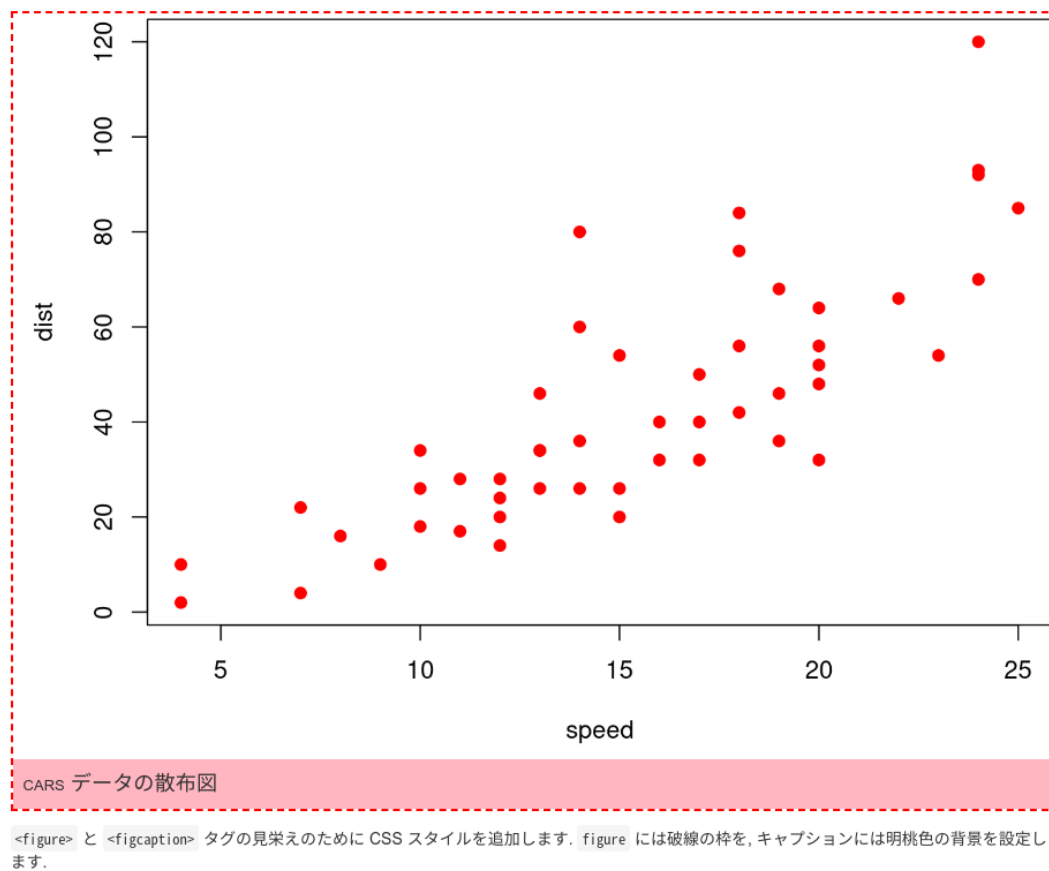


図 12.2: HTML5 figure タグ内の図

```
<div class="figure">
  
  <p class="caption">キャプション</p>
</div>
```

よって `div.figure` と `p.caption` に対して CSS ルールを定義するだけで可能となります。

第 13 章

チャンクフック (*)

チャンクフックはあるチャンクオプションの値が `NULL` ではないことが引き金となる関数です。チャンクフックはチャンク内でのコードの実行の範囲を越えて追加のタスクを実行する方法を提供します。例えばグラフに後処理をしたいときがあるかもしれません (例えば [13.1](#), [13.2](#) 節) し、コードチャンクの実行時間を記録したいかもしれません。このようなタスクはレポート内の計算や分析に必須ではないかもしれませんが、例えばグラフを改良したり最も時間のかかっているチャンクを特定したりといった、他の目的に対しては有用になりえます。

You can use chunk hooks purely for their side effects (e.g., only printing out certain information to the console), or for their returned values, which will be written to the output document if the value is a character value.

Like output hooks (see [Chapter 12](#)), chunk hooks are also registered via the object `knitr::knit_hooks`. Please note that the names of output hooks are reserved by **knitr**, so you must not use these names for your custom chunk hooks:

```
01 names(knitr:::default.hooks)
```

```
## [1] "source"      "output"
## [3] "warning"     "message"
## [5] "error"       "plot"
## [7] "inline"      "chunk"
## [9] "text"        "evaluate.inline"
## [11] "evaluate"    "document"
```

A chunk hook is associated with a chunk option of the same name. For example,

you can register a chunk hook with the name greet:

```
01 knitr::knit_hooks$set(greet = function(before) {
02   if (before)
03     "Hello!" else "Bye!"
04 })
```

We will explain the arguments of the hook function in a moment. Now we set the chunk option `greet = TRUE` for the chunk below:

```
```${r, greet=TRUE}
1 + 1
```
```

And you will see that “Hello!” appears before the chunk, and “Bye!” appears after the chunk in the output below (which is because they are character values):

```

Hello!
01 1 + 1
## [1] 2
Bye!
```

A chunk hook function can possibly take four arguments: `before`, `options`, `envir`, and `name`. In other words, it can be of this form:

```
function(before, options, envir, name) {

}
```

All four arguments are optional. You can have four, three, two, one, or even no arguments. In the above example, we used one argument (i.e., `before`). The meanings of these arguments are:

- `before`: Whether the chunk hook is currently being executed before or after the code chunk itself is executed. Note that a chunk hook is executed twice

for every code chunk (once before with `hook(before = TRUE)` and once after with `hook(before = FALSE)`).

- `options`: The list of chunk options for the current code chunk, e.g., `list(fig.width = 5, echo = FALSE, ...)`.
- `envir`: The environment in which the chunk hook is evaluated.
- `name`: The name of the chunk option that triggered the chunk hook.

As we mentioned in the beginning of this chapter, non-character values returned by chunk hooks are silently ignored, and character values are written to the output document.

13.1 Crop plots

The chunk hook `knitr::hook_pdfcrop()` can be used to crop PDF and other types of plot files, i.e., remove the extra margins in plots. To enable it, set this hook via `knit_hooks$set()` in a code chunk, and turn on the corresponding chunk option, e.g.,

```
01 knitr::knit_hooks$set(crop = knitr::hook_pdfcrop)
```

Then you can use the chunk option `crop = TRUE` to crop plots in a code chunk.

The hook `hook_pdfcrop()` calls the external program `pdfcrop` to crop PDF files. This program often comes with a LaTeX distribution (e.g., TeX Live or MiKTeX). You can check if it is available in your system via:

```
01 # if the returned value is not empty, it is available
02 Sys.which("pdfcrop")
```

```
##                pdfcrop
## "/usr/local/bin/pdfcrop"
```

If you are using the LaTeX distribution TinyTeX (see Section 1.2), and `pdfcrop` is not available in your system, you may install it via `tinytex::tlmgr_install('pdfcrop')`.

For non-PDF plot files such as PNG or JPEG files, this hook function calls the R package **magick** (Ooms, 2021) for cropping. You need to make sure this R package

has been installed. Figure 13.1 shows a plot that is not cropped, and Figure 13.2 shows the same plot but has been cropped.

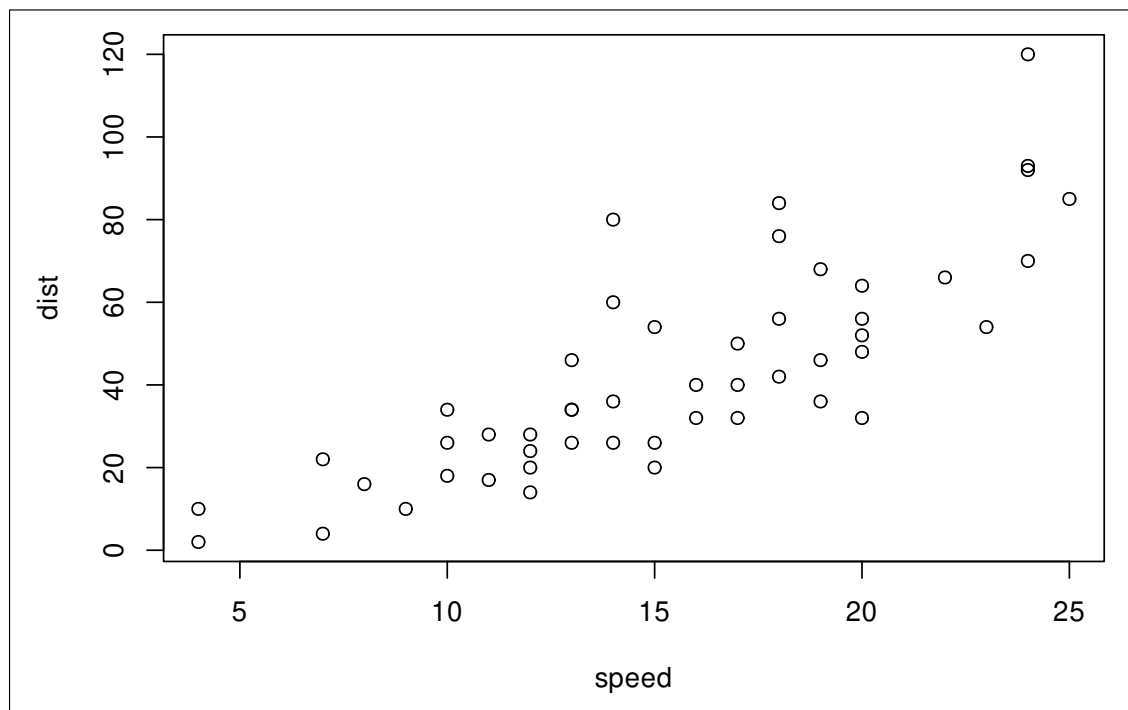


図 13.1: A plot that is not cropped.

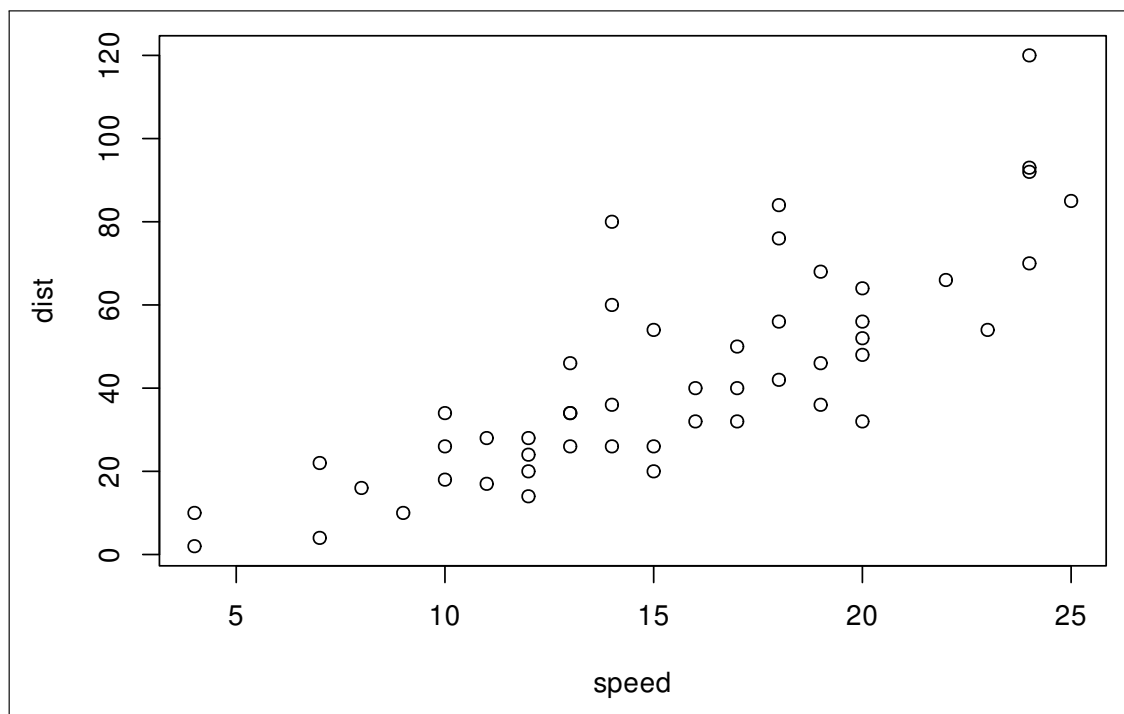
13.2 Optimize PNG plots

If you have installed the program OptiPNG (<http://optipng.sourceforge.net>), you may use the hook `knitr::hook_optipng()` to optimize PNG plot files to a smaller size without losing the image quality.

```
01 knitr::knit_hooks$set(optipng = knitr::hook_optipng)
```

After you set up this hook, you can use the chunk option `optipng` to pass command-line arguments to OptiPNG, e.g., `optipng = '-o7'`. These command-line arguments are optional, which means you can just use `optipng = ''` to enable the hook for a code chunk. Please see the user manual on the website of OptiPNG to know the possible arguments.

Note that macOS users can easily install OptiPNG with Homebrew (<https://brew.sh>): `brew install optipng`.



☒ **13.2:** A plot that is cropped.

13.3 Report how much time each chunk takes to run

By default, **knitr** provides a text-based progress bar to show you the knitting progress. If you want more precise timing information about the chunks, you may register a custom chunk hook to record the time for each chunk. Here is an example hook:

```
01 knitr::knit_hooks$set(time_it = local({
02   now <- NULL
03   function(before, options) {
04     if (before) {
05       # record the current time before each chunk
06       now <- Sys.time()
07     } else {
08       # calculate the time difference after a chunk
09       res <- difftime(Sys.time(), now)
10       # return a character string to show the time
11       paste("Time for this code chunk to run:", res)
```

```

12     }
13   }
14 })))

```

Then you can time a chunk with the chunk option `time_it`, e.g.,

```

```{r, time_it = TRUE}
Sys.sleep(2)
```

```

If you want to time all code chunks, you can certainly set the option globally: `knitr::opts_chunk$set(time_it = TRUE)`.

In the above hook function, you can also output more information from the chunk options (i.e., the options argument of the function). For example, you may print out the chunk label in the returned value:

```

01 paste("Time for the chunk", options$label, "to run:", res)

```

Or you may record the time without printing it out in the hook:

```

01 all_times <- list() # store the time for each chunk
02 knitr::knit_hooks$set(time_it = local({
03   now <- NULL
04   function(before, options) {
05     if (before) {
06       now <- Sys.time()
07     } else {
08       res <- difftime(Sys.time(), now)
09       all_times[[options$label]] <- res
10     }
11   }
12 })))

```

Then you can access all the time information in the object `all_times`. This object is a named list with the names being chunk labels, and element values being the execution time for each chunk.

Lastly, as a technical note, we want to explain the use of the `local()` function in the previous hooks because some readers may not be familiar with it. This function allows you to run code in a “local” environment. The main benefit is that variables created in the code are local to that environment, so they will not pollute the outer environment (usually the global environment). For example, we created a variable `now` in `local()`, and used it in the `time_it` hook function. In the hook function, we update the value of `now` via the double arrow `<<-` instead of the normal assignment operator `<-`. This is because `<<-` assigns a value to a variable in the parent environment (which is the environment in `local()` in this case), and `<-` can only assign values to variables in the current environment. Before each code chunk is evaluated, the local variable `now` records the current time. After each code chunk is evaluated, we calculate the time difference between the current time and `now`. Note that `local()` returns the last value in the expression passed to it, which is a (hook) function in this case. In short, `local()` can make your workspace cleaner by not exposing variables that are only used locally but unused in the global environment. If you do not mind creating a variable `now` in the global environment, you can choose not to use `local()`.

13.4 Show the chunk header in the output

Sometimes you may want to show the original code chunk header to your readers. For example, when you write an R Markdown tutorial, you may want to show both the chunk output and the chunk options that you used to generate the output, so your readers can learn how to do it by themselves.

The original chunk options are actually stored as a character string in the chunk option `params.src`. After you know this, you may write a chunk hook to add `params.src` to the output. Below is a full example:

```
---  
title: Show chunk headers in the output  
---  
  
Set up a chunk hook named 'wrapper' to wrap the chunk  
output inside the original chunk header and footer.  
  
``{r, setup, include=FALSE}
```

```
knitr::knit_hooks$set(wrapper = function(before, options) {
  # the original chunk might be indented
  if (is.null(indent <- options$indent)) indent <- ''

  # hide the wrapper=TRUE option
  opts <- gsub(',', wrapper=TRUE', '', options$params.src)

  if (before) {
    # add the header
    sprintf('\n\n%s```\n```${r,%s}\n```\n', indent, opts)
  } else {
    # add the footer
    sprintf('\n\n%s```\n```\n```\n', indent)
  }
})
...
```

Now we apply the hook via the chunk option `'wrapper=TRUE'`. Remember to put `'wrapper=TRUE'` at the end of the header, and it has to be `'wrapper=TRUE'` precisely (e.g., not `'wrapper=T'`), following a comma and a space, unless you adjust the `'gsub()'` call in the above hook.

```
```${r, test-label, collapse=TRUE, wrapper=TRUE}
1 + 1
plot(cars)
...
```

You should see the original chunk header appear in the output. The hook should also work when the chunk is indented, e.g.,

- One bullet.

```
```${r, eval=TRUE, wrapper=TRUE}
2 + 2
```

```

...

- Another bullet.

```

Basically, we restored the chunk header from `options$params.src` by putting this string inside ```{r, }`. Then we wrapped this line in a pair of four backticks, so it can be displayed verbatim in the output. Note that the original code chunk might be indented (e.g., when it is nested in a list item), so we also need to add the proper indentation, which is stored in the chunk option `options$indent`.

The output of the bullet list at the end of the above example will be like this:

```

• One bullet.

  ``{r, eval=TRUE}

  2 + 2

  ## [1] 4
  ...

• Another bullet.

```

You can see that the code chunk was evaluated, and the chunk header was also added.

13.5 Embed an interactive 3D plot with rgl

The **rgl** package (Adler and Murdoch, 2021) can be used to generate interactive 3D plots. These plots can still be interactive if they are saved to the WebGL format, which can be done through a hook function `rgl::hook_webgl()`. Below is an example that shows you how to set up **rgl** and **knitr** so 3D plots can be saved while preserving the interactivity:

```

---
title: Embed 3D plots with rgl
output: html_document

```

```
---
```

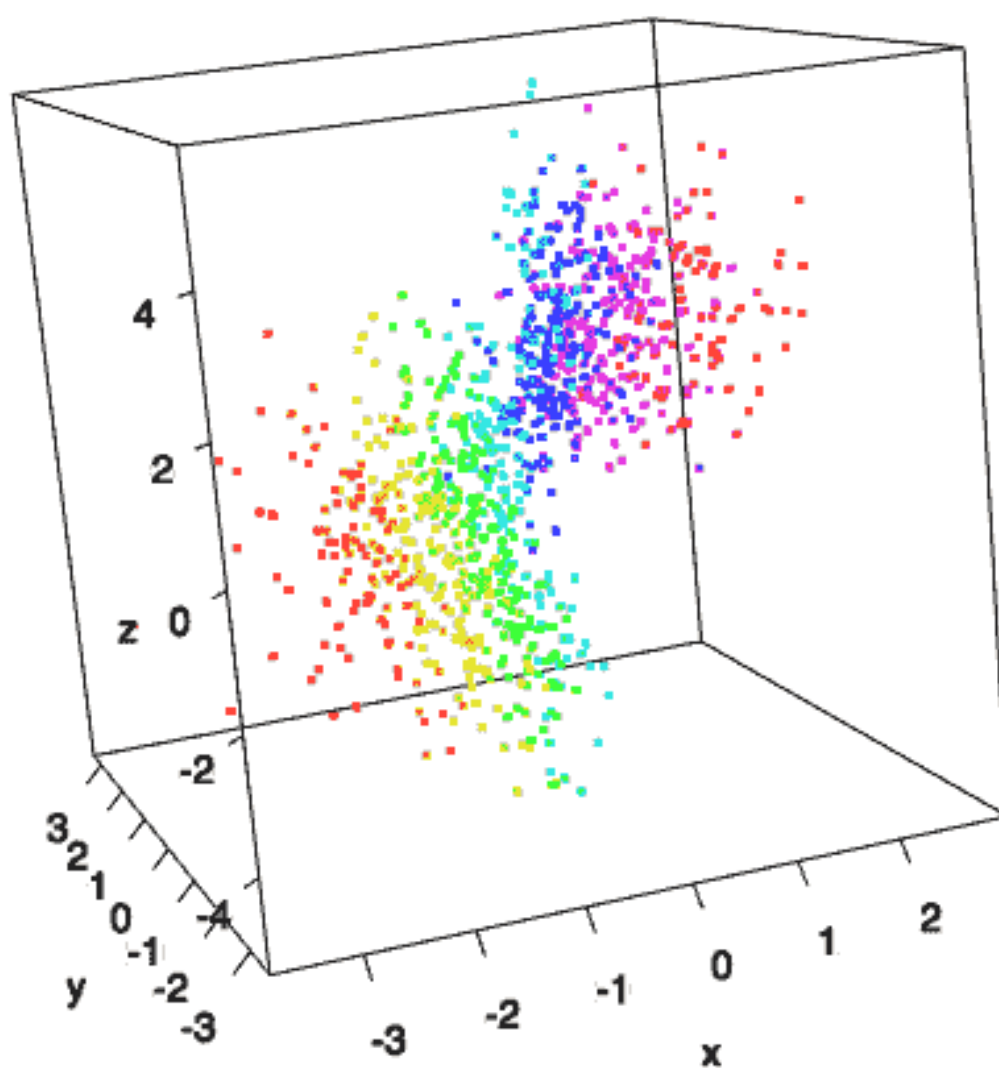
Set up a hook to save **rgl** plots:

```
``{r, setup}
library(rgl)
knitr::knit_hooks$set(webgl = hook_webgl)
...`
```

See if it works for this 3D plot after we enable the hook via the chunk option `webgl = TRUE`:

```
``{r, test-rgl, webgl=TRUE}
x <- sort(rnorm(1000))
y <- rnorm(1000)
z <- rnorm(1000) + atan2(x,y)
plot3d(x, y, z, col = rainbow(1000))
...`
```

You should get an interactive 3D scatterplot like Figure 13.3 after you compile this example. Note that the interactive plots only work when the output format is HTML.



☒ **13.3:** A 3D scatterplot generated from the rgl package.

第 14 章

Miscellaneous knitr Tricks

Besides chunk options (Chapter 11), output hooks (Chapter 12), and chunk hooks (Chapter 13), there are other useful functions and tricks in **knitr**. We introduce these tricks in this chapter, such as how to reuse code chunks, exit knitting early, display a plot in a custom place, and so on.

14.1 Reuse code chunks

You can freely reuse code chunks anywhere in your source document without cut-and-paste. The key is to label your code chunks, so you can refer to them with labels in other places. There are three ways to reuse code chunks.

14.1.1 Embed one chunk in another chunk (*)

You can embed one code chunk in another code chunk by enclosing its label in `<<>>`. Then **knitr** will automatically expand the string `<<label>>` to the actual code. For example, you can create an R function in this way:

We define a function to convert Fahrenheit to Celsius.

```
```{r, f2c}  
F2C <- function(x) {
 <<check-arg>>
 <<convert>>
}
```

```
...
```

First, we check if the input value is numeric:

```
```{r, check-arg, eval=FALSE}
  if (!is.numeric(x)) stop("The input must be numeric!")
...`
```

Then we do the actual conversion:

```
```{r, convert, eval=FALSE}
 (x - 32) * 5/ 9
...`
```

This is based on one of the main ideas of Literate Programming,<sup>\*1</sup> which was proposed by Donald Knuth. The advantage of this technique is that you can split (complex) code into smaller parts, write each part in a separate code chunk, and explain them with narratives. All parts can be composed into the main code chunk to be executed.

For the above example, the first code chunk (with the label f2c) will become:

```
```{r, f2c}
F2C <- function(x) {
  if (!is.numeric(x)) stop("The input must be numeric!")
  (x - 32) * 5/ 9
}
...`
```

You can embed an arbitrary number of other code chunks in one code chunk. The embedding can also be recursive. For example, you may embed chunk A in chunk B, and chunk B in chunk C. Then chunk C will include code from chunk A via chunk B.

The marker `<<label>>` does not have to be on a separate line. It can be embedded anywhere in a code chunk.

*1 https://en.wikipedia.org/wiki/Literate_programming

14.1.2 Use the same chunk label in another chunk

If you want to use exactly the same code chunk two or more times, you may define the chunk with a label, and create more code chunks with the same label but leave the chunk content empty, e.g.,

Here is a code chunk that is not evaluated:

```
```{r, chunk-one, eval=FALSE}
1 + 1
2 + 2
...`
```

Now we actually evaluate it:

```
```{r, chunk-one, eval=TRUE}
...`
```

We used the chunk label “chunk-one” twice in the above example, and the second chunk just reuses code from the first chunk.

We recommend that you do not use this method to run a code chunk more than once to generate plots (or other files), because plot files created from a later chunk may overwrite files from a previous chunk. It is okay if only one of such chunks uses the chunk option `eval = TRUE`, and all other chunks use `eval = FALSE`.

14.1.3 Use reference labels (*)

The chunk option `ref.label` takes a vector of chunk labels to retrieve the content of these chunks. For example, the code chunk with the label `chunk-a` is the combination of `chunk-c` and `chunk-b` below:

```
```{r chunk-a, ref.label=c('chunk-c', 'chunk-b')}
...`
```

```
```{r chunk-b}
```

```
# this is the chunk b
1 + 1
...

``{r chunk-c}
# this is the chunk c
2 + 2
...
```

In other words, chunk-a is essentially this:

```
``{r chunk-a}
# this is the chunk c
2 + 2
# this is the chunk b
1 + 1
...
```

The chunk option `ref.label` has provided a very flexible way of reorganizing code chunks in a document without resorting to cut-and-paste. It does not matter if the code chunks referenced are before or after the code chunk that uses `ref.label`. An early code chunk can reference a later chunk.

There is an application of this chunk option in Section [4.19](#).

14.2 Use an object before it is created (*)

All code in a **knitr** document, including the code in code chunks and inline R expressions, is executed in linear order from beginning to end. In theory, you cannot use a variable before it is assigned a value. However, in certain cases, we may want to mention the value of a variable earlier in the document. For example, it is common to present a result in the abstract of an article, but the result is actually computed later in the document. Below is an example that illustrates the idea but will not compile:

```

---
title: An important report
abstract: >
  In this analysis, the average value of
  'x' is 'r mx'.
---

```

We create the object `'mx'` in the following chunk:

```

```{r}
x <- 1:100
mx <- mean(x)
```

```

To solve this problem, the value of the object has to be saved somewhere and loaded the next time when the document is compiled. Please note that this means the document has to be compiled at least twice. Below is one possible solution using the `saveRDS()` function:

```

```{r, include=FALSE}
mx <- if (file.exists('mean.rds')) {
 readRDS('mean.rds')
} else {
 "The value of 'mx' is not available yet"
}
```

```

```

---
title: An important report
abstract: >
  In this analysis, the average value of
  'x' is 'r mx'.
---

```

We create the object `'mx'` in the following chunk:

```

```{r}
x <- 1:100
mx <- mean(x)
saveRDS(mx, 'mean.rds')
```

```

The first time you compile this document, you will see the phrase “The value of `mx` is not available yet” in the abstract. Later, when you compile it again, you will see the actual value of `mx`.

The function `knitr::load_cache()` is an alternative solution, which allows you to load the value of an object from a specific code chunk after the chunk has been cached. The idea is similar to the above example, but it will save you the effort of manually saving and loading an object, because the object is automatically saved to the cache database, and you only need to load it via `load_cache()`. Below is the simplified example:

```

---
title: An important report
abstract: >
  In this analysis, the average value of
  'x' is `r knitr::load_cache('mean-x', 'mx')`.
---

```

We create the object `mx` in the following chunk:

```

```{r mean-x, cache=TRUE}
x <- 1:100
mx <- mean(x)
```

```

In this example, we added a chunk label `mean-x` to the R code chunk (which is passed to the `load_cache()` function), and cached it using the chunk option `cache = TRUE`. All objects in this code chunk will be saved to the cache database. Again, you will have to compile this document at least twice, so the object `mx` can be correctly loaded from the cache database. If the value of `mx` is not going to be changed in the future, you do not need to compile the document one more time.

If you do not specify the object name in the second argument to `load_cache()`, the whole cache database will be loaded into the current environment. You can then use any objects that were in the cache database before these objects are created later in the document, e.g.,

```
01 knitr::load_cache("mean-x")
02 x  # the object `x`
03 mx # the object `mx`
```

14.3 Exit knitting early

Sometimes we may want to exit knitting early and not at the end of the document. For example, we may be working on some analysis and only wish to share the first half of the results, or we may still be working on code at the bottom that is not yet complete. In these situations, we could consider using the `knit_exit()` function in a code chunk, which will end the knitting process after that chunk.

Below is a simple example, where we have a very simple chunk followed by a more time-consuming one:

```
```${r}
1 + 1
knitr::knit_exit()
```
```

You will only see the above content in the output.

```
```${r}
Sys.sleep(100)
```
```

Normally you have to wait for 100 seconds, but since we have called `knit_exit()`, the rest of the document will be ignored.

14.4 Generate a plot and display it elsewhere

Normally plots generated in a code chunk are displayed beneath the code chunk, but you can choose to show them elsewhere and (optionally) hide them in the code chunk. Below is an example:

We generate a plot in this code chunk but do not show it:

```
```${r cars-plot, dev='png', fig.show='hide'}  
plot(cars)
```
```

After another paragraph, we introduce the plot:

```
![A nice plot.](`r knitr::fig_chunk('cars-plot', 'png')`)
```

In the code chunk, we used the chunk option `fig.show='hide'` to hide the plot temporarily. Then in another paragraph, we called the function `knitr::fig_chunk()` to retrieve the path of the plot file, which is usually like `test_files/figure-html/cars-plot-1.png`. You need to pass the chunk label and the graphical device name to `fig_chunk()` for it to calculate the plot file path.

You may see <https://stackoverflow.com/a/46305297/559676> for an application of `fig_chunk()` to **blogdown** websites. This function works for any R Markdown output formats. It can be particularly helpful for presenting plots on slides, because the screen space is often limited on slide pages. You may present code on a slide, and reveal the plot on a different slide.

14.5 Modify a plot in a previous code chunk

By default, **knitr** opens a new graphical device to record plots for each new code chunk. This brings a problem: you cannot easily modify a plot from a previous code chunk, because the previous graphical device has been closed. This is usually problematic for base R graphics (not so for grid graphics such as those created from **ggplot2** (Wickham Chang, et al., 2020) because plots can be saved to R objects). For example, if we draw a plot in one code chunk, and add a line to the

plot in a later chunk, R will signal an error saying that a high-level plot has not been created, so it could not add the line.

If you want the graphical device to remain open for all code chunks, you may set a **knitr** package option in the beginning of your document device:

```
01 knitr::opts_knit$set(global.device = TRUE)
```

Please note that it is `opts_knit` instead of the more frequently used `opts_chunk`. You may see the Stack Overflow post <https://stackoverflow.com/q/17502050> for an example.

When you no longer need this global graphical device, you can set the option to `FALSE`. Here is a full example:

```
---  
title: "Using a global graphical device to record plots"  
---
```

First, turn on a global graphical device:

```
```${r, include=FALSE}  
knitr::opts_knit$set(global.device = TRUE)
```
```

Draw a plot:

```
```${r}  
par(mar = c(4, 4, 0.1, 0.1))
plot(cars)
```
```

Add a line to the plot in the previous code chunk:

```
```${r}  
fit <- lm(dist ~ speed, data = cars)
abline(fit)
```
```

No longer use the global device:

```
```{r, include=FALSE}
knitr::opts_knit$set(global.device = FALSE)
```
```

Draw another plot:

```
```{r}
plot(pressure, type = 'b')
```
```

14.6 Save a group of chunk options and reuse them (*)

If you frequently use some chunk options, you may save them as a group and reuse them later only using the group name. This can be done with `knitr::opts_template$set(name = list(options))`. Then you can use the chunk option `opts.label` to refer to the group name. For example:

```
```{r, setup, include=FALSE}
knitr::opts_template$set(fullwidth = list(
 fig.width = 10, fig.height = 6,
 fig.retina = 2, out.width = '100%'
))
```

```{r, opts.label='fullwidth'}
plot(cars)
```
```

With `opts.label = 'fullwidth'`, **knitr** will read chunk options from `knitr::opts_template`, and apply them to the current chunk. This can save you some typing effort. If a chunk option is to be used globally in a document, you should consider setting it globally (see Chapter 11).

You can override options read from `opts.label`, e.g., if you set `fig.height = 7` in the chunk below, the actual `fig.height` will be 7 instead of 6.

```
```{r, opts.label='fullwidth', fig.height=7}
plot(cars)
```
```

You can save an arbitrary number of grouped options, e.g., `knitr::opts_template$set(group1 = list(...), group2 = list(...))`.

14.7 Use knitr::knit_expand() to generate Rmd source

The function `knitr::knit_expand()` “expands” an expression in `{{ }}` (by default) to its value, e.g.,

```
01 knitr::knit_expand(text = "The value of `pi` is {{pi}}.")
02 ## [1] "The value of `pi` is 3.14159265358979."
03 knitr::knit_expand(
04   text = "The value of `a` is {{a}}, so `a + 1` is {{a+1}}.",
05   a = round(rnorm(1), 4)
06 )
07 ## [1] "The value of `a` is -1.322, so `a + 1` is -0.322."
```

This means that if you have an Rmd document that contains some dynamic parts in `{{ }}`, you may apply `knit_expand()` on the document, and then call `knit()` to compile it. For example, here is a template document named `template.Rmd`:

```
# Regression on {{i}}

```{r lm-{{i}}
lm(mpg ~ {{i}}, data = mtcars)
```
```

We can build linear regression models using `mpg` against all other variables one by one in the `mtcars` dataset:

```

```{r, echo=FALSE, results='asis'}
src = lapply(setdiff(names(mtcars), 'mpg'), function(i) {
 knitr::knit_expand('template.Rmd')
})
res = knitr::knit_child(text = unlist(src), quiet = TRUE)
cat(res, sep = '\n')
...

```

If you find it difficult to understand this example, please see Section 11.11 for the meaning of the chunk option `results = 'asis'`, and Section 16.4 for the usage of `knitr::knit_child()`.

## 14.8 Allow duplicate labels in code chunks (\*)

By default, **knitr** does not allow duplicate code chunk labels in the document. Duplicate labels will result in an error when the document is knitted. This occurs most frequently when a code chunk is copied and pasted within a document. You may have seen an error message like this:

```

processing file: myfile.Rmd
Error in parse_block(g[-1], g[1], params.src, markdown_mode) :
 Duplicate chunk label 'cars'
Calls: <Anonymous> ... process_file -> split_file -> lapply ->
 FUN -> parse_block
Execution halted

```

However, there are scenarios where we may wish to allow duplicate labels. For example, if we have one parent document `parent.Rmd` in which we knit the child document multiple times, it will fail:

```

01 # settings
02 settings <- list(...)
03
04 # run once
05 knit_child("useful_analysis.Rmd")
06
07 # new settings

```

```
08 settings <- list(...)
09
10 # run again
11 knit_child("useful_analysis.Rmd")
```

In this scenario, we can allow duplicate labels by setting this global option in R *before* the child document is knitted:

```
01 options(knitr.duplicate.label = "allow")
```

If you want to allow duplicate labels in the main document instead of the child document, you have to set this option *before* `knitr::knit()` is called. One possible way to achieve that is to set the option in your `~/.Rprofile` file (see the help page `?Rprofile` for more information).

You should set this option with caution. As with most error messages, they are there for a reason. Allowing duplicate chunks can create silent problems with figures and cross references. For example, in theory, if two code chunks have the same label and both chunks generate plots, their plot files will overwrite each other (without error or warning messages), because the filenames of plots are determined by the chunk labels. With the option `knitr.duplicate.label = "allow"`, **knitr** will silently change the duplicate labels by adding numeric suffixes. For example, for the two code chunks:

```
``{r, test}
plot(1:10)
...

``{r, test}
plot(10:1)
...
```

The second label will be silently changed to `test-1`. This may avoid overwriting the plot from the chunk with the label `test`, but it also makes the chunk label unpredictable, so you may have difficulties in cross-referencing figures (see Section 4.7), because the cross references are also based on chunk labels.

## 14.9 A more transparent caching mechanism

If you feel the caching mechanism of **knitr** introduced in Section 11.4 is too complicated (it is!), you may consider a simpler caching mechanism based on the function `xfun::cache_rds()`, e.g.,

```
01 xfun::cache_rds({
02 # write your time-consuming code in this expression
03 })
```

The tricky thing about **knitr**'s caching is how it decides when to invalidate the cache. For `xfun::cache_rds()`, it is much clearer: the first time you pass an R expression to this function, it evaluates the expression and saves the result to a `.rds` file; the next time you run `cache_rds()` again, it reads the `.rds` file and returns the result immediately without evaluating the expression again. The most obvious way to invalidate the cache is to delete the `.rds` file. If you do not want to manually delete it, you may call `xfun::cache_rds()` with the argument `rerun = TRUE`.

When `xfun::cache_rds()` is called inside a code chunk in a **knitr** source document, the path of the `.rds` file is determined by the chunk option `cache.path` and the chunk label. For example, for a code chunk with the chunk label `foo` in the Rmd document `input.Rmd`:

```
```${r, foo}  
res <- xfun::cache_rds({  
  Sys.sleep(3)  
  1:10  
})  
...`
```

The path of the `.rds` file will be of the form `input_cache/FORMAT/foo_HASH.rds`, where `FORMAT` is the Pandoc output format name (e.g., `html` or `latex`), and `HASH` is an MD5 hash that contains 32 hexadecimal digits (consisting a-z and 0-9), e.g., `input_cache/html/foo_7a3f22c4309d400eff95de0e8bddac71.rds`.

As documented on the help page `?xfun::cache_rds`, there are two common cases in which you may want to invalidate the cache: 1) the code in the expression to

be evaluated has changed; 2) the code uses an external variable, and the value of that variable has changed. Next we will explain how these two ways of cache invalidation work, as well as how to keep multiple copies of the cache corresponding to different versions of the code.

14.9.1 Invalidate the cache by changing code in the expression

When you change the code in `cache_rds()` (e.g., from `cache_rds({x + 1})` to `cache_rds({x + 2})`), the cache will be automatically invalidated and the expression will be re-evaluated. However, please note that changes in white spaces or comments do not matter. Or generally speaking, as long as the change does not affect the parsed expression, the cache will not be invalidated. For example, the two expressions passed to `cache_rds()` below are essentially identical:

```
res <- xfun::cache_rds({
  Sys.sleep(3 );
  x<-1:10;  # semi-colons won't matter
  x+1;
})

res <- xfun::cache_rds({
  Sys.sleep(3)
  x <- 1:10  # a comment
  x +
    1  # feel free to make any changes in white spaces
})
```

Hence if you have executed `cache_rds()` on the first expression, the second expression will be able to take advantage of the cache. This feature is helpful because it allows you make cosmetic changes in your code without invalidating the cache.

If you are not sure if two versions of code are equivalent, you may try the `parse_code()` below:

```
01 parse_code <- function(expr) {
02   deparse(substitute(expr))
03 }
```

```
04 # white spaces and semi-colons do not matter
05 parse_code({x+1})
```

```
## [1] "{"      "      x + 1" "}"
```

```
01 parse_code({ x   +   1; })
```

```
## [1] "{"      "      x + 1" "}"
```

```
01 # left arrow and right arrow are equivalent
02 identical(parse_code({x <- 1}), parse_code({1 -> x}))
```

```
## [1] TRUE
```

14.9.2 Invalidate the cache by changes in global variables

There are two types of variables in an expression: global variables and local variables. Global variables are those created outside the expression, and local variables are those created inside the expression. If the value of a global variable in the expression has changed, your cached result will no longer reflect the result that you would obtain by running the expression again. For example, in the expression below, if `y` has changed, you are most likely to want to invalidate the cache and rerun the expression, otherwise you still get the result from the old value of `y`:

```
y <- 2

res <- xfun::cache_rds({
  x <- 1:10
  x + y
})
```

To invalidate the cache when `y` has changed, you may let `cache_rds()` know through the `hash` argument that `y` needs to be considered when deciding if the cache should be invalidated:

```
res <- xfun::cache_rds({  
  x <- 1:10  
  x + y  
}, hash = list(y))
```

When the value of the hash argument is changed, the 32-digit hash in the cache filename (as mentioned earlier) will change accordingly, therefore the cache will be invalidated. This provides a way to specify the cache's dependency on other R objects. For example, if you want the cache to be dependent on the version of R, you may specify the dependency like this:

```
res <- xfun::cache_rds({  
  x <- 1:10  
  x + y  
}, hash = list(y, getRversion()))
```

Or if you want the cache to depend on when a data file was last modified:

```
res <- xfun::cache_rds({  
  x <- read.csv("data.csv")  
  x[[1]] + y  
}, hash = list(y, file.mtime("data.csv")))
```

If you do not want to provide this list of global variables to the hash argument, you may try `hash = "auto"` instead, which tells `cache_rds()` to try to figure out all global variables automatically and use a list of their values as the value for the hash argument, e.g.,

```
res <- xfun::cache_rds({  
  x <- 1:10  
  x + y + z # y and z are global variables  
}, hash = "auto")
```

This is equivalent to:

```
res <- xfun::cache_rds({  
  x <- 1:10  
  x + y + z # y and z are global variables  
}, hash = list(y = y, z = z))
```

The global variables are identified by `codetools::findGlobals()` when `hash = "auto"`, which may not be completely reliable. You know your own code the best, so we recommend that you specify the list of values explicitly in the `hash` argument if you want to be completely sure which variables can invalidate the cache.

14.9.3 Keep multiple copies of the cache

Since the cache is typically used for time-consuming code, perhaps you should invalidate it conservatively. You might regret invalidating the cache too soon or aggressively, because if you should need an older version of the cache again, you would have to wait for a long time for the computing to be redone.

The `clean` argument of `cache_rds()` allows you to keep older copies of the cache if you set it to `FALSE`. You can also set the global R option `options(xfun.cache_rds.clean = FALSE)` if you want this to be the default behavior throughout the entire R session. By default, `clean = TRUE` and `cache_rds()` will try to delete the older cache every time. Setting `clean = FALSE` can be useful if you are still experimenting with the code. For example, you can cache two versions of a linear model:

```
01 model <- xfun::cache_rds({  
02   lm(dist ~ speed, data = cars)  
03 }, clean = FALSE)  
04  
05 model <- xfun::cache_rds({  
06   lm(dist ~ speed + I(speed^2), data = cars)  
07 }, clean = FALSE)
```

After you decide which model to use, you can set `clean = TRUE` again, or delete this argument (so the default `TRUE` is used).

14.9.4 Comparison with **knitr**'s caching

You may wonder when to use **knitr**'s caching (i.e., set the chunk option `cache = TRUE`), and when to use `xfun::cache_rds()` in a **knitr** source document. The biggest disadvantage of `xfun::cache_rds()` is that it does not cache side effects (but only the value of the expression), whereas **knitr** does. Some side effects may be useful, such as printed output or plots. For example, in the code below, the text output and the plot will be lost when `cache_rds()` loads the cache the next time, and only the value `1:10` will be returned:

```
01 xfun::cache_rds({  
02   print("Hello world!")  
03   plot(cars)  
04   1:10  
05 })
```

By comparison, for a code chunk with the option `cache = TRUE`, everything will be cached:

```
``{r, cache=TRUE}  
print("Hello world!")  
plot(cars)  
1:10  
...`
```

The biggest disadvantage of **knitr**'s caching (and also what users complain most frequently about) is that your cache might be inadvertently invalidated, because the cache is determined by too many factors. For example, any changes in chunk options can invalidate the cache,^{*2} but some chunk options may not be relevant to the computing. In the code chunk below, changing the chunk option `fig.width = 6` to `fig.width = 10` should not invalidate the cache, but it will:

^{*2} This is the default behavior, and you can change it. See <https://yihui.org/knitr/demo/cache/> for how you can make the cache more granular, so not all chunk options affect the cache.

```
``{r, cache=TRUE, fig.width=6}  
# there are no plots in this chunk  
x <- rnorm(1000)  
mean(x)  
``
```

Actually, **knitr** caching is quite powerful and flexible, and its behavior can be tweaked in many ways. As its author, I often doubt if it is worth introducing these lesser-known features, because you may end up spending much more time on learning and understanding how the cache works than the time the actual computing takes.

In case it is not clear, `xfun::cache_rds()` is a general way for caching the computing, and it works anywhere, whereas **knitr**'s caching only works in **knitr** documents.

第 15 章

Other Languages

Besides the R language, many other languages are supported in R Markdown through the **knitr** package. The language name is indicated by the first word in the curly braces after the three opening backticks. For example, the little `r` in ````{r}` indicates that the code chunk contains R code, and ````{python}` is a Python code chunk. In this chapter, we show a few languages that you may not be familiar with.

In **knitr**, each language is supported through a language engine. Language engines are essentially functions that take the source code and options of a chunk as the input, and return a character string as the output. They are managed through the object `knitr::knit_engines`. You may check the existing engines via:

```
01 names(knitr::knit_engines$get())
```

```
## [1] "awk"      "bash"      "coffee"    "gawk"
## [5] "groovy"    "haskell"   "lein"       "mysql"
## [9] "node"      "octave"    "perl"       "psql"
## [13] "Rscript"   "ruby"      "sas"        "scala"
## [17] "sed"       "sh"        "stata"      "zsh"
## [21] "highlight" "Rcpp"      "tikz"       "dot"
## [25] "c"         "cc"        "fortran"    "fortran95"
## [29] "asy"       "cat"       "asis"       "stan"
## [33] "block"     "block2"    "js"         "css"
## [37] "sql"       "go"        "python"     "julia"
## [41] "sass"     "scss"
```

At the moment, most code chunks of non-R languages are executed independently. For example, all bash code chunks in the same document are executed separately in their own sessions, so a later bash code chunk cannot use variables created in a previous bash chunk, and the changed working directory (via `cd`) will not be persistent across different bash chunks. Only R, Python, and Julia code chunks are executed in the same session. Please note that all R code chunks are executed in the same R session, and all Python code chunks are executed in the same Python session, etc. The R session and the Python session are two different sessions, but it is possible to access or manipulate objects of one session from another session (see Section 15.2).

Section 2.7^{*1} of the *R Markdown Definitive Guide* (Xie J.J. Allaire, and Golemund, 2018) shows examples of using Python, Shell, SQL, Rcpp, Stan, JavaScript, CSS, Julia, C, and Fortran code in R Markdown. In this chapter, we will show more language engines, and you may find more examples in the repository at <https://github.com/yihui/knitr-examples> (look for filenames that contain the word “engine”).

First, let’s reveal how a language engine works by registering a custom language engine.

15.1 Register a custom language engine (*)

You can register a custom language engine via the method `knitr::knit_engines$set()`. It accepts a function as its input, e.g.,

```
01 knitr::knit_engines$set(foo = function(options) {  
02   # the source code is in options$code; just do whatever  
03   # you want with it  
04 })
```

This registers the foo engine, and you will be able to use a code chunk that starts with ```{foo}`.

The engine function has one argument, `options`, which is a list of chunk options of the code chunk. You can access the source code of the chunk as a character vector in `options$code`. For example, for the code chunk:

^{*1} <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown/language-engines.html>

```

```{foo}
1 + 1
2 + 2
```

```

The code element of options would be a character vector `c('1 + 1', '2 + 2')`.

Language engines do not really have to deal with computer languages, but can process any text in a code chunk. First, we show a simple example of an engine that converts the content of a code chunk to uppercase:

```

01 knitr::knit_engines$set(upper = function(options) {
02   code <- paste(options$code, collapse = "\n")
03   if (options$eval)
04     toupper(code) else code
05 })

```

The key is that we apply the function `toupper` to the “code,” and return the result as a single character string (by concatenating all lines of code by `\n`). Note that `toupper()` is applied only when the chunk option `eval = TRUE`, otherwise the original string is returned. This shows you how to make use of chunk options like `eval` inside the engine function. Similarly, you may consider adding `if (options$results == 'hide') return()` to the function body to hide the output when the chunk option `results = 'hide'`. Below is an example chunk that uses the `upper` engine, with its output:

```

```{upper}
Hello, **knitr** engines!
```

```

HELLO, **KNITR** ENGINES!

Next we show an example of an alternative Python engine^{*2} named `py`. This engine is implemented by simply calling the `python` command via the R function `system2()`:

^{*2} In practice, you should use the built-in python engine instead, which is based on the **reticulate** package and supports Python code chunks much better (see Section 15.2).

```
01 knitr::knit_engines$set(py = function(options) {  
02   code <- paste(options$code, collapse = '\n')  
03   out  <- system2(  
04     'python', c('-c', shQuote(code)), stdout = TRUE  
05   )  
06   knitr::engine_output(options, code, out)  
07 })
```

To fully understand the above engine function, you need to know the following:

1. Given Python code as a character string (code in the above function), we can execute the code via a command-line call `python -c 'code'`. That is what `system2()` does. We collect the (text) output by specifying `stdout = TRUE` in `system2()`.
2. You can pass the chunk options, source code, and text output to the function `knitr::engine_output()` to generate the final output. This function deals with common chunk options like `echo = FALSE` and `results = 'hide'`, so you do not need to take care of these cases.

A lot of language engines in **knitr** are defined in this way (i.e., using `system2()` to execute commands corresponding to languages). If you are curious about the technical details, you may check out the source code of most language engines in the R source code here: <https://github.com/yihui/knitr/blob/master/R/engine.R>.

Now we can use the new engine `py`, e.g.,

```
```${py}  
print(1 + 1)
```
```

```
## 2
```

You can even override existing language engines in **knitr** via `knitr::knit_engines$set()`, if you are sure that your versions are necessary or better than the existing ones. Usually we do not recommend that you do this because it may surprise users who are familiar with existing engines, but we want to make you aware of this possibility anyway.

15.2 Run Python code and interact with Python

We know you love Python, so let's make it super clear: R Markdown and **knitr** do support Python.

To add a Python code chunk to an R Markdown document, you can use the chunk header ````{python}`, e.g.,

```
```{python}
print("Hello Python!")
```
```

You can add chunk options to the chunk header as usual, such as `echo = FALSE` or `eval = FALSE`. Plots drawn with the **matplotlib** package in Python are also supported.

The Python support in R Markdown and **knitr** is based on the **reticulate** package (Ushey JJ Allaire, and Tang, 2020), and one important feature of this package is that it allows two-way communication between Python and R. For example, you may access or create Python variables from the R session via the object `py` in **reticulate**:

```
```{r, setup}
library(reticulate)
```
```

Create a variable `'x'` in the Python session:

```
```{python}
x = [1, 2, 3]
```
```

Access the Python variable `'x'` in an R code chunk:

```
```{r}
py$x
```

```
...
```

Create a new variable `'y'` in the Python session using R,  
and pass a data frame to `'y'`:

```
```{r}
py$y <- head(cars)
...

```

Print the variable `'y'` in Python:

```
```{python}
print(y)
...

```

For more information about the **reticulate** package, you may see its documentation at <https://rstudio.github.io/reticulate/>.

### 15.3 Execute content conditionally via the asis engine

As its name indicates, the asis engine writes out the chunk content as is. The advantage of using this engine is that you can include some content conditionally—the display of the chunk content is decided by the chunk option `echo`. When `echo = FALSE`, the chunk will be hidden. Below is a simple example:

```
```{r}
getRandomNumber <- function() {
  sample(1:6, 1)
}
...

```{asis, echo = getRandomNumber() == 4}
According to https://xkcd.com/221/, we just generated
a true random number!
...

```



The text in the asis chunk will be displayed only if the condition `getRandomNumber() == 4` is (randomly) true.

## 15.4 Execute Shell scripts

You can run Shell scripts via the bash or sh or zsh engine, depending on which shell you prefer. Below is a bash example, with the chunk header ````{bash}`:

```
01 ls *.Rmd | head -n 5
```

```
00-authors.Rmd
01-installation.Rmd
02-overview.Rmd
03-basics.Rmd
04-content.Rmd
```

Please note that bash is invoked with the R function `system2()`. It will ignore profile files like `~/.bash_profile` and `~/.bash_login`, in which you may have defined command aliases or modified environment variables like the `PATH` variable. If you want these profile files to be executed just like when you use the terminal, you may pass the argument `-l` to bash via `engine.opts`, e.g.,

```
```{bash, engine.opts='-l'}
echo $PATH
...`
```

If you want to enable the `-l` argument globally for all bash chunks, you may set it in the global chunk option in the beginning of your document:

```
01 knitr::opts_chunk$set(engine.opts = list(bash = "-l"))
```

You can also pass other arguments to bash by providing them as a character vector to the chunk option `engine.opts`.

15.5 Visualization with D3

The R package **r2d3** (Strayer Luraschi, and JJ Allaire, 2020) is an interface to D3 visualizations. This package can be used in R Markdown documents as well as other applications (e.g., Shiny). To use it in R Markdown, you can either call its function `r2d3()` in a code chunk, or use its `d3` engine. The latter requires you to understand the D3 library and JavaScript, which are beyond the scope of this book, and we will leave it to readers to learn them. Below is an example of using the `d3` engine to draw a bar chart:

```
---  
title: Generate a chart with D3  
output: html_document  
---
```

First, load the package `r2d3` to set up the `'d3'` engine for `knitr` automatically:

```
```${r_setup}  
library(r2d3)

```

Now we can generate data in R, pass it to D3, and draw the chart:

```
```${d3, data=runif(30), options=list(color='steelblue')}  
svg.selectAll('rect')  
  .data(data)  
  .enter()  
  .append('rect')  
    .attr('width', function(d) { return d * 672; })  
    .attr('height', '10px')  
    .attr('y', function(d, i) { return i * 16; })  
    .attr('fill', options.color);  
---
```

15.6 Write the chunk content to a file via the cat engine

Sometimes it could be useful to write the content of a code chunk to an external file, and use this file later in other code chunks. Of course, you may do this via the R functions like `writelines()`, but the problem is that when the content is relatively long, or contains special characters, the character string that you would pass to `writelines()` may look awkward. Below is an example of writing a long character string to a file `my-file.txt`:

```
01 writelines("This is a long character string.  
02 It has multiple lines. Remember to escape  
03 double quotes \"\", but 'single quotes' are OK.  
04 I hope you not to lose your sanity when thinking  
05 about how many backslashes you need, e.g., is it  
06 '\t' or '\\t' or '\\\\t'?",  
07 con = "my-file.txt")
```

This problem has been greatly alleviated since R 4.0.0, because R started to support raw strings in `r"()"` (see the help page `?Quotes`), and you do not need to remember all the rules about special characters. Even with raw strings, it can still be a little distracting for readers to see a long string written to a file explicitly in a code chunk.

The cat engine in **knitr** has provided a way for you to present text content in a code chunk and/or write it to an external file, without thinking about all the rules about R's character strings (e.g., you need double backslashes when you need a literal backslash).

To write the chunk content to a file, specify the file path in the chunk option `engine.opts`, e.g., `engine.opts = list(file = 'path/to/file')`. Under the hood, the list of values specified in `engine.opts` will be passed to the function `base::cat()`, and `file` is one of the arguments of `base::cat()`.

Next we will present three examples to illustrate the use of the cat engine.

15.6.1 Write to a CSS file

As shown in Section 7.3, you can embed a `css` code chunk in an Rmd document to style elements with CSS. An alternative way is to provide a custom CSS file to Pandoc via the `css` option of some R Markdown output formats such as `html_document`. The `cat` engine can be used to write this CSS file from Rmd.

This example below shows how to generate a file `custom.css` from a chunk in the document, and pass the file path to the `css` option of the `html_document` format:

```
---  
title: "Create a CSS file from a code chunk"  
output:  
  html_document:  
    css: custom.css  
---
```

The chunk below will be written to `'custom.css'`, which will be used during the Pandoc conversion.

```
```${cat, engine.opts = list(file = "my_custom.css")}  
h2 {
 color: blue;
}
...

And this title will blue
```

The only difference between the `css` code chunk approach and this approach is that the former approach writes the CSS code in place (i.e., in the place of the code chunk), which is inside the `<body>` tag of the output document, and the latter approach writes CSS to the `<head>` area of the output document. There will not be any practical visual differences in the output document.

### 15.6.2 Include LaTeX code in the preamble

In Section 6.1, we introduced how to add LaTeX code to the preamble, which requires an external .tex file. This file can also be generated from Rmd, and here is an example:

```

title: "Create a .tex file from a chunk"
author: "Jane Doe"
classoption: twoside
output:
 pdf_document:
 includes:
 in_header: preamble.tex

How it works

Write a code chunk to a file 'preamble.tex' to define
the header and footer of the PDF output document:

```${cat, engine.opts=list(file = 'preamble.tex')}  
\usepackage{fancyhdr}  
\usepackage{lipsum}  
\pagestyle{fancy}  
\fancyhead[CO,CE]{This is fancy header}  
\fancyfoot[CO,CE]{And this is a fancy footer}  
\fancyfoot[LE,RO]{\thepage}  
\fancypagestyle{plain}{\pagestyle{fancy}}  
...  
  
\lipsum[1-15]  
  
# More random content  
  
\lipsum[16-30]
```

In the LaTeX code in the cat code chunk above, we have defined the header and footer of the PDF document. If we also want to show the author name in the footer, we can append the author information to `preamble.tex` in another cat code chunk with options `engine.opts = list(file = 'preamble.tex', append = TRUE)` and `code = sprintf('\\fancyfoot[LO,RE]{%s}', rmarkdown::metadata$author)`. To understand how this works, recall that we mentioned earlier in this section that `engine.opts` is passed to `base::cat()` (so `append = TRUE` is passed to `cat()`), and you may understand the chunk option code by reading Section 16.2.

15.6.3 Write YAML data to a file and also display it

By default, the content of the cat code chunk will not be displayed in the output document. If you also want to display it after writing it out, set the chunk option `class.source` to a language name. The language name is used for syntax highlighting. In the example below, we specify the language to be `yaml`:

```
```{cat, engine.opts=list(file='demo.yml'), class.source='yaml'}
a:
 aa: "something"
 bb: 1
b:
 aa: "something else"
 bb: 2
...`
```

Its output is displayed below, and it also generated a file `demo.yml`.

```
01 a:
02 aa: "something"
03 bb: 1
04 b:
05 aa: "something else"
06 bb: 2
```

To show the file `demo.yml` is really generated, we can try to read it into R with the **yaml** package (J. Stephens Simonov, et al., 2020):

```
01 xfun::tree(yaml::read_yaml("demo.yaml"))
```

```
List of 2
|-a:List of 2
| |-aa: chr "something"
| |-bb: int 1
|-b:List of 2
|-aa: chr "something else"
|-bb: int 2
```

## 15.7 Run SAS code

You may run SAS (<https://www.sas.com>) code using the sas engine. You need to either make sure the SAS executable is in your environment variable PATH, or (if you do not know what PATH means) provide the full path to the SAS executable via the chunk option `engine.path`, e.g., `engine.path = "C:\\Program Files\\SASHome\\x86\\SASFoundation\\9.3\\sas.exe"`. Below is an example to print out “Hello World”:

```
```{sas}
data _null_;
put 'Hello, world!';
run;
```
```

## 15.8 Run Stata code

You can run Stata (<https://www.stata.com>) code with the stata engine if you have installed Stata. Unless the stata executable can be found via the environment variable PATH, you need to specify the full path to the executable via the chunk option `engine.path`, e.g., `engine.path = "C:/Program Files (x86)/Stata15/StataSE-64.exe"`. The following is a quick example:

```
```{stata}
sysuse auto
```

```
summarize
...
```

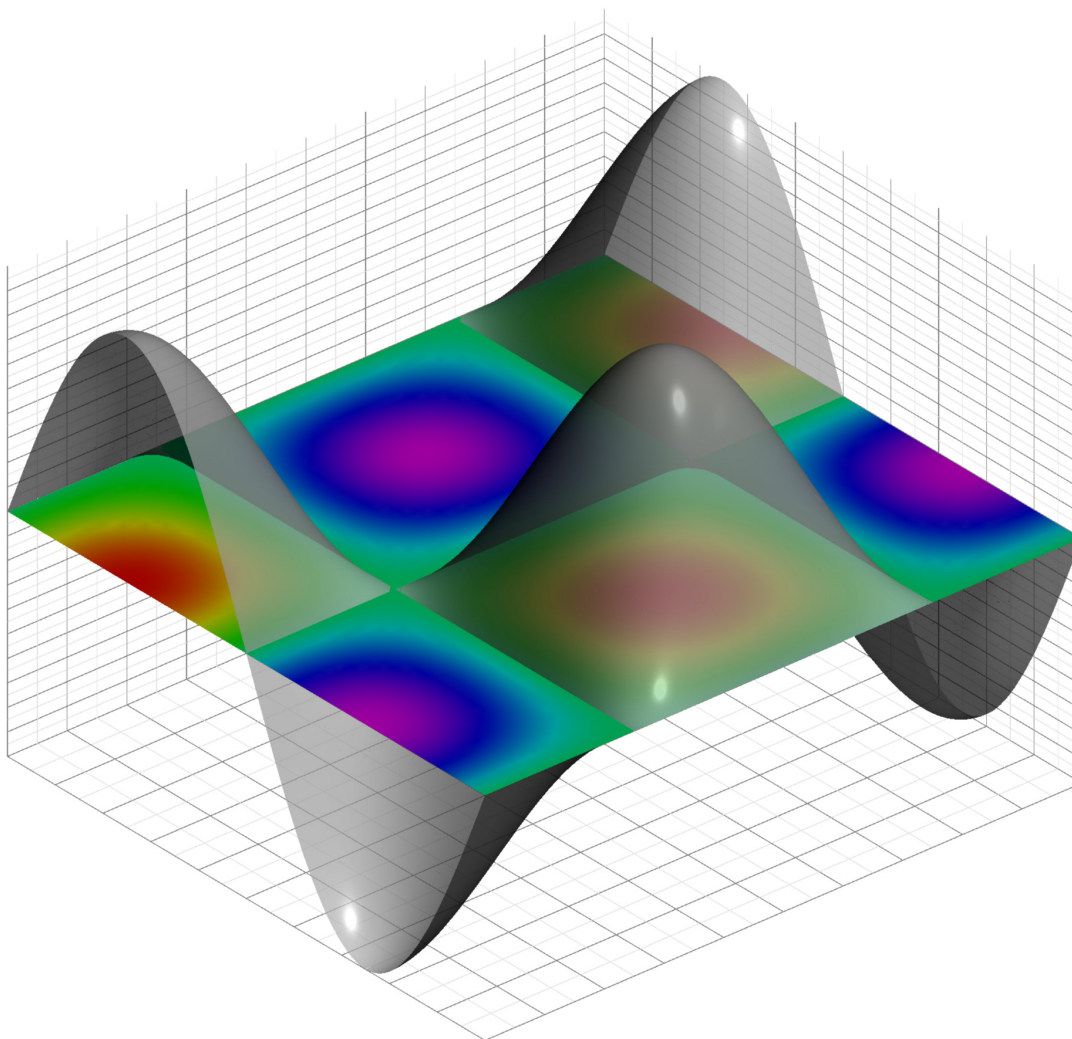
The stata engine in **knitr** is quite limited. Doug Hemken has substantially extended it in the **Statamarkdown** package, which is available on GitHub at <https://github.com/Hemken/Statamarkdown>. You may find tutorials about this package by searching online for “Stata R Markdown.”

15.9 Create graphics with Asymptote

Asymptote (<https://asymptote.sourceforge.io>) is a powerful language for vector graphics. You may write and run Asymptote code in R Markdown with the asy engine if you have installed Asymptote (see its website for instructions on the installation). Below is an example copied from the repository <https://github.com/vectorgraphics/asymptote>, and its output is shown in Figure 15.1:

```
01 import graph3;
02 import grid3;
03 import palette;
04 settings.prc = false;
05
06 currentprojection=orthographic(0.8,1,2);
07 size(500,400,IgnoreAspect);
08
09 real f(pair z) {return cos(2*pi*z.x)*sin(2*pi*z.y);}
10
11 surface s=surface(f,(-1/2,-1/2),(1/2,1/2),50,Spline);
12
13 surface S=planeproject(unitsquare3)*s;
14 S.colors(palette(s.map(zpart),Rainbow()));
15 draw(S,nolight);
16 draw(s,lightgray+opacity(0.7));
17
18 grid3(XYZgrid);
```

Note that for PDF output, you may need some additional LaTeX packages, otherwise



✎ **15.1:** A 3D graph made with Asymptote.

you may get an error that looks like this:

```
! LaTeX Error: File `ocgbase.sty' not found.
```

If such an error occurs, please see Section 1.3 for how to install the missing LaTeX packages.

In the `asy` chunk above, we used the setting `settings.prc = false`. Without this setting, Asymptote generates an interactive 3D graph when the output format is PDF. However, the interactive graph can only be viewed in Acrobat Reader. If you use Acrobat Reader, you can interact with the graph. For example, you can rotate the 3D surface in Figure 15.1 with your mouse.

15.9.1 Generate data in R and read it in Asymptote

Now we show an example in which we first save data generated in R to a CSV file (below is an R code chunk):

```
01 x <- seq(0, 5, l = 100)
02 y <- sin(x)
03 writeLines(paste(x, y, sep = ","), "sine.csv")
```

Then read it in Asymptote, and draw a graph based on the data as shown in Figure 15.2 (below is an asy code chunk):

```
01 import graph;
02 size(400,300,IgnoreAspect);
03 settings.prc = false;
04
05 // import data from csv file
06 file in=input("sine.csv").line().csv();
07 real[][] a=in.dimension(0,0);
08 a=transpose(a);
09
10 // generate a path
11 path rpath = graph(a[0],a[1]);
12 path lpath = (1,0)--(5,1);
13
14 // find intersection
15 pair pA=intersectionpoint(rpath,lpath);
16
17 // draw all
18 draw(rpath,red);
19 draw(lpath,dashed + blue);
20 dot("$\delta$",pA,NE);
21 xaxis("$x$",BottomTop,LeftTicks);
22 yaxis("$y$",LeftRight,RightTicks);
```

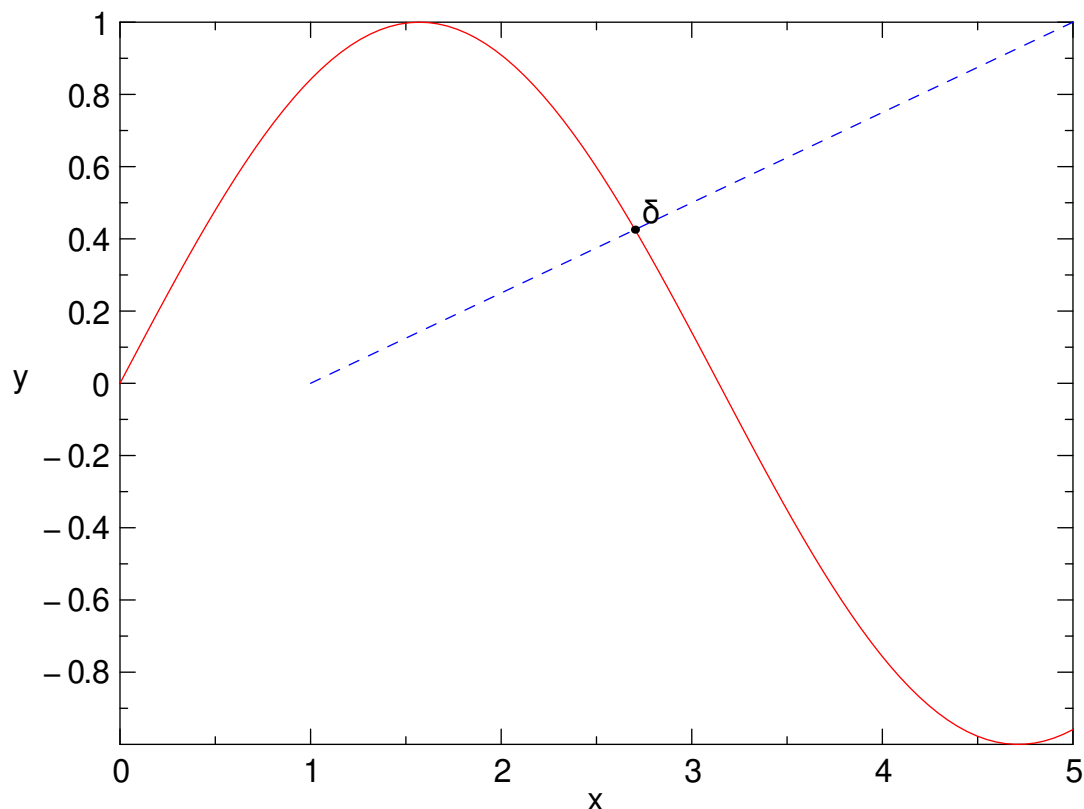


Figure 15.2: Pass data from R to Asymptote to draw a graph.

15.10 Style HTML pages with Sass/SCSS

Sass (<https://sass-lang.com>) is a CSS extension language that allows you to create CSS rules in much more flexible ways than you'd do with plain CSS. Please see its official documentation if you are interested in learning it.

The R package **sass** (Cheng Mastny, et al., 2021) can be used to compile Sass to CSS. Based on the **sass** package, **knitr** includes two language engines: `sass` and `scss` (corresponding to the Sass and SCSS syntax, respectively) to compile code chunks to CSS. Below is a `scss` code chunk, with the chunk header ````{scss}`:

```
01 $font-stack: "Comic Sans MS", cursive, sans-serif;
02 $primary-color: #00FF00;
03
04 .book.font-family-1 {
05   font: 100% $font-stack;
```

```
06   color: $primary-color;
07 }
```

You can also use the sass engine, and the Sass syntax is slightly different with the SCSS syntax, e.g.,

```
```${sass}
$font-stack: "Comic Sans MS", cursive, sans-serif
$primary-color: #00FF00

.book.font-family-1
 font: 100% $font-stack
 color: $primary-color
```
```

If you are reading the HTML version of this section,^{*3} you will notice that the font for this page has been changed to Comic Sans, which might be surprising, but please do not panic—you are not having a stroke.^{*4}

The sass/scss code chunks are compiled through the `sass::sass()` function. Currently you can customize the output style for the CSS code via the chunk option `engine.opts`, e.g., `engine.opts = list(style = "expanded")`. The default style is “compressed.” If you are not sure what this means, please refer to the help page `?sass::sass_options` and look for the `output_style` argument.

^{*3} <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown-cookbook/eng-sass.html>

^{*4} <https://twitter.com/andrewheiss/status/1250438044542361600>

第 16 章

Managing Projects

When you work on larger projects or reports, you may not want to put all text and code in a single R Markdown document, but organize them in smaller units instead. In this chapter, we introduce tips on how to organize multiple files related to R Markdown.

16.1 Source external R scripts

If your R Markdown document has a large amount of code, you may consider putting some code in external R scripts, and run these scripts via `source()` or `sys.source()`, e.g.,

```
```${r, include=FALSE}
source("your-script.R", local = knitr::knit_global())
or sys.source("your-script.R", envir = knitr::knit_global())
...`
```

We recommend that you use the argument `local` in `source()` or `envir` in `sys.source()` explicitly to make sure the code is evaluated in the correct environment, i.e., `knitr::knit_global()`. The default values for them may not be the appropriate environment: you may end up creating variables in the wrong environment, and being surprised that certain objects are not found in later code chunks.

Next in the R Markdown document, you can use objects created in these scripts (e.g., data objects or functions). This way will not only make your R Markdown

document cleaner, but also make it more convenient for you to develop R code (e.g., debugging R code is often easier with pure R scripts than R Markdown).

Note that we used `include = FALSE` in the above example because we only want to execute the script without showing any output. If you do want output, you may remove this chunk option, or use the options in Section 11.7 to selectively hide or show different types of output.

## 16.2 Read external scripts into a chunk

There is a disadvantage of the `source()` method in Section 16.1. That is, you will not be able to see the source code by default. You can use `source(..., echo = TRUE)`, but the source code will not be properly syntax highlighted. Besides, you need to be careful about the `local` argument of `source()`, as mentioned in Section 16.1. In this section, we introduce an alternative method that does not have these problems.

Basically, when you have one or more external scripts, you may read them and pass the content to the `code` option of a chunk. The `code` option can take a character vector and treat it as the content of the code chunk. Below we show a few examples.

- The `code` option can take a character vector of source code. For example:

```
```{r, code=c('1 + 1', 'if (TRUE) plot(cars)')}  
...`
```

- You can also read an external file:

```
```{r, code=xfun::read_utf8('your-script.R')}  
...`
```

- You can read as many scripts as you want:

```
```{r, include=FALSE}  
read_files <- function(files) {  
  unlist(lapply(files, xfun::read_utf8))  
}  
...`
```

```
```{r, code=read_files(c('one.R', 'two.R'))}
```
```

You can read scripts of other languages, too. See Chapter 15 for how to use other languages in R Markdown. Here are a few more examples on non-R code.

- Read a Python script:

```
```{python, code=xfun::read_utf8('script.py')}
```
```

- Read a C++ file:

```
```{Rcpp, code=xfun::read_utf8('file.cpp')}
```
```

With the code option, you can develop complicated code in your favorite editor, and read it into a code chunk of an R Markdown document.

16.3 Read multiple code chunks from an external script (*)

In Section 16.2, we introduced a way to read code into a single code chunk. In this section, we introduce one method to read multiple code chunks from an external script. The key is that you need to label the code in the script, and you can use the same labels in the code chunks in your R Markdown document, so the code in the external script can be mapped to the code chunks via the function `knitr::read_chunk()`. To label a block of code in a script, you write the label after `## ----` (optionally, you can add a series of dashes to the end of this line). One script can contain multiple labeled code blocks, e.g.,

```
## ---- test-a -----
1 + 1
```

```
## ---- test-b -----  
if (TRUE) {  
  plot(cars)  
}
```

We assume that the filename of the above script is `test.R`. In the R Markdown document, we can read it via `knitr::read_chunk()`, and use the code in code chunks with the labels, e.g.,

Read an external script:

```
```${r, include=FALSE, cache=FALSE}  
knitr::read_chunk('test.R')
```
```

Now we can use the code, e.g.,

```
```${r, test-a, echo=FALSE}  
...

```${r, test-b, fig.height=4}  
...`
```

Note that we use `knitr::read_chunk()` mainly for its side effect, so please make sure the code chunk in which you call this function is not cached (see Section 11.4 for the explanation).

Like methods introduced in Section 16.1 and Section 16.2, this method also gives you the flexibility of developing code in a separate environment.

16.4 Child documents (*)

When you feel an R Markdown document is too long, you may consider splitting it into shorter documents, and include them as child documents of the main document via the chunk option `child`. The `child` option takes a character vector of paths to the child documents, e.g.,


```
```{r, child=c('one.Rmd', 'two.Rmd')}
...

```

Since **knitr** chunk options can take values from arbitrary R expressions, one application of the `child` option is the conditional inclusion of a document. For example, if your report has an appendix containing technical details that your boss may not be interested in, you may use a variable to control whether this appendix is included in the report:

Change `'BOSS_MODE'` to `'TRUE'` if this report is to be read by the boss:

```
```{r, include=FALSE}
BOSS_MODE <- FALSE
...

```

Conditionally include the appendix:

```
```{r, child=if (!BOSS_MODE) 'appendix.Rmd'}
...

```

Or if you are writing a news report on a football game that has not taken place yet, you may include different child documents depending on the outcome, e.g., `child = if (winner == 'brazil') 'brazil.Rmd' else 'germany.Rmd'`. Then as soon as the game (between Germany and Brazil) is finished, you can publish your report.

Another way to compile child documents is the function `knitr::knit_child()`. You can call this function in an R code chunk or an inline R expression, e.g.,

```
```{r, echo=FALSE, results='asis'}
res <- knitr::knit_child('child.Rmd', quiet = TRUE)
cat(res, sep = '\n')
...

```

The function `knit_child()` returns a character vector of the knitted output, which we can write back to the main document with `cat()` and the chunk option `results`

```
= 'asis'.
```

You can even use a child document as a template, and call `knit_child()` on it repeatedly with different parameters. In the example below, we run a regression using `mpg` as the response variable and each of the rest of variables in the `mtcars` data as the explanatory variable.

```
```{r, echo=FALSE, results='asis'}
res <- lapply(setdiff(names(mtcars), 'mpg'), function(x) {
 knitr::knit_child(text = c(
 '## Regression on "`r x`"',
 '',
 '```{r}',
 'lm(mpg ~ ., data = mtcars[, c("mpg", x)])',
 '```',
 ''
), envir = environment(), quiet = TRUE)
})
cat(unlist(res), sep = '\n')
```
```

To make the above example self-contained, we used the `text` argument of `knit_child()` instead of a file input to pass the R Markdown content to be knitted. You can certainly write the content to a file, and pass a path to `knit_child()` instead. For example, you can save the content below to a file named `template.Rmd`:

```
## Regression on "`r x`"

```{r}
lm(mpg ~ ., data = mtcars[, c("mpg", x)])
```
```

And knit the file instead:

```
01 res <- lapply(setdiff(names(mtcars), 'mpg'), function(x) {
02   knitr::knit_child(
03     'template.Rmd', envir = environment(), quiet = TRUE
```

```
04   )  
05  })  
06  cat(unlist(res), sep = '\n')
```

16.5 Keep the plot files

Most R Markdown output formats use the option `self_contained = TRUE` by default. This causes R plots to be embedded in the output documents, so we do not need the intermediate plot files when viewing the output documents. As a consequence, the plot folder (which typically has a suffix `_files`) will be deleted after the Rmd document is rendered.

Sometimes you may want to keep the plot files. For example, some academic journals require authors to submit figures files separately. For R Markdown, there are three ways to avoid the automatic deletion of these files:

1. Use the option `self_contained = FALSE` if the output format supports this option, e.g.,

```
output:  
  html_document:  
    self_contained: false
```

However, this means the plot files will not be embedded in the output document. If this is not what you want, you may consider the next two methods.

2. Enable caching for at least one code chunk (see Section 11.4). When caching is enabled, R Markdown will not delete the plot folder.
3. Use the option `keep_md = TRUE` if the output format supports this option, e.g.,

```
output:  
  word_document:  
    keep_md: true
```

When you ask R Markdown to preserve the intermediate Markdown output file, it will also preserve the plot folder.

16.6 The working directory for R code chunks

By default, the working directory for R code chunks is the directory that contains the Rmd document. For example, if the path of an Rmd file is `~/Downloads/foo.Rmd`, the working directory under which R code chunks are evaluated is `~/Downloads/`. This means when you refer to external files with relative paths in code chunks, you need to know that these paths are relative to the directory of the Rmd file. With the aforementioned Rmd example file, `read.csv("data/iris.csv")` in a code chunk means reading the CSV file `~/Downloads/data/iris.csv`.

When in doubt, you can add `getwd()` to a code chunk, compile the document, and check the output from `getwd()`.

Sometimes you may want to use another directory as the working directory. The usual way to change the working directory is `setwd()`, but please note that `setwd()` is not persistent in R Markdown (or other types of **knitr** source documents), which means `setwd()` only works for the current code chunk, and the working directory will be restored after this code chunk has been evaluated.

If you want to change the working directory for all code chunks, you may set it via a setup code chunk in the beginning of your document:

```
```${r, setup, include=FALSE}
knitr::opts_knit$set(root.dir = '/tmp')
```
```

This will change the working directory of all subsequent code chunks.

If you use RStudio, you can also choose the working directory from the menu Tools -> Global Options -> R Markdown (see Figure 16.1). The default working directory is the directory of the Rmd file, and there are two other possible choices: you may use the current working directory of your R console (the option “Current”), or the root directory of the project that contains this Rmd file as the working directory (the option “Project”).

In RStudio, you may also knit an individual Rmd document with a specific working directory, as shown in Figure 16.2. After you change the “Knit Directory” and click the “Knit” button, **knitr** will use the new working directory to evaluate your code

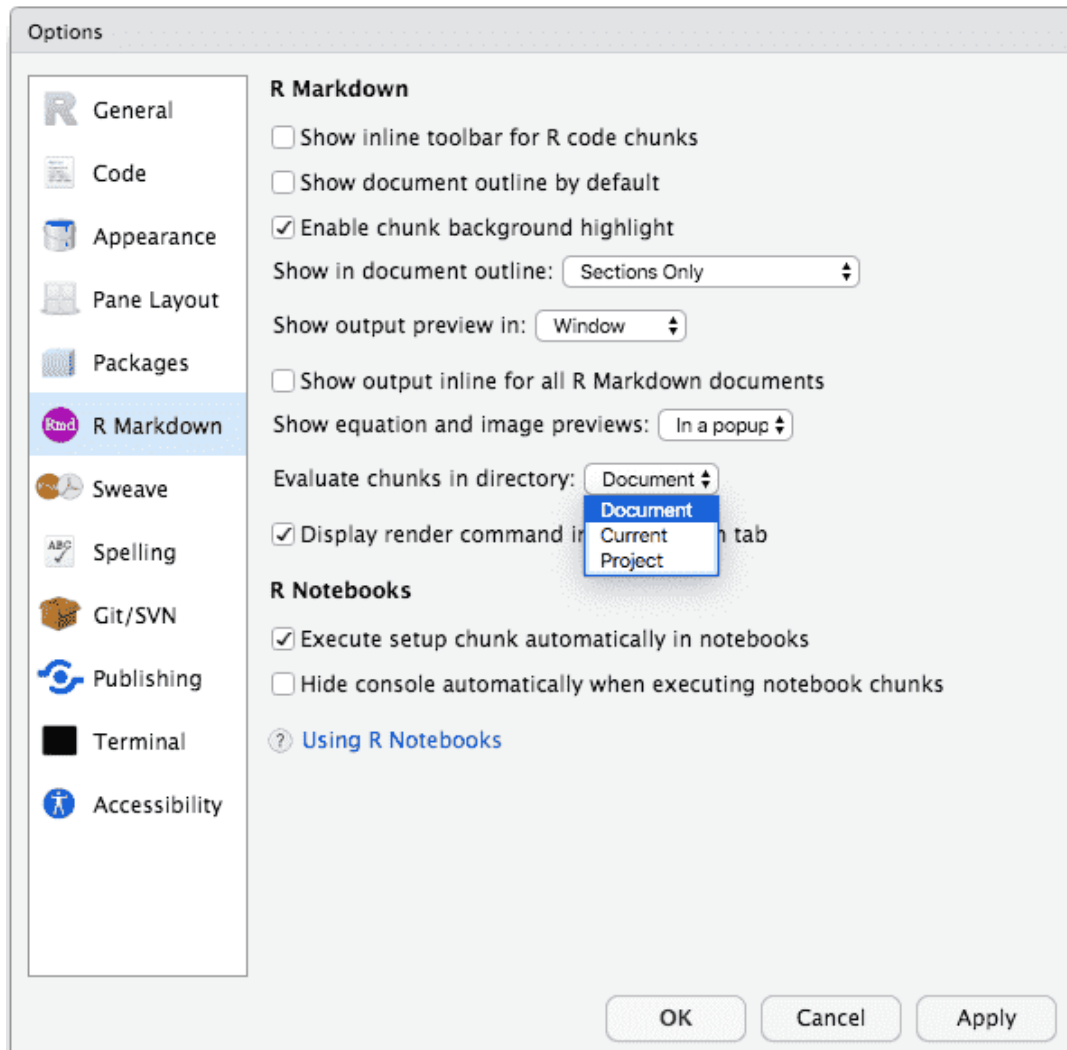


FIG 16.1: Change the default working directory for all R Markdown documents in RStudio.

chunks. All these settings boil down to `knitr::opts_knit$set(root.dir = ...)` as we mentioned earlier, so if you are not satisfied by any of these choices, you can specify a directory by yourself with `knitr::opts_knit$set()`.

There is no absolutely correct choice for the working directory. Each choice has its own pros and cons:

- If you use the Rmd document directory as the working directory for code chunks (**knitr**'s default), you assume that file paths are relative to the Rmd document. This is similar to how web browsers handle relative paths, e.g., for an image `` on an HTML page `https://www.example.org/path/to/page.html`, your web browser will try to

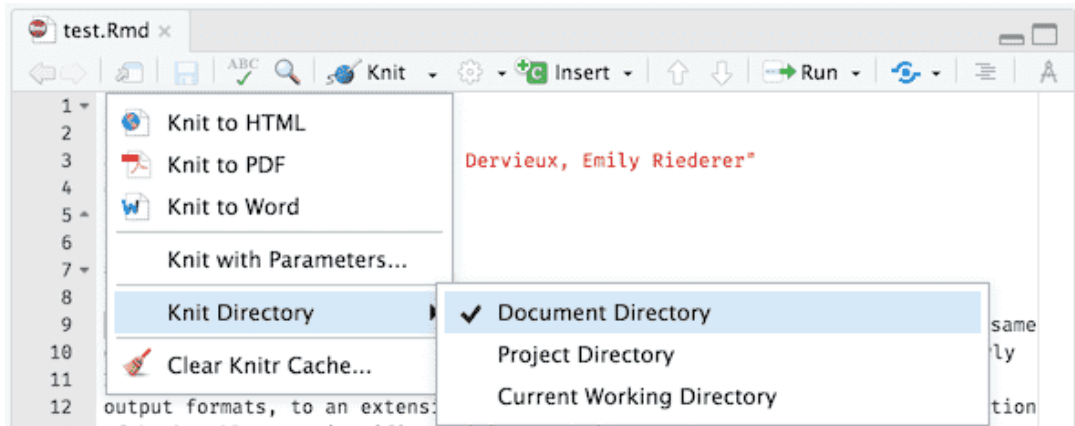


图 16.2: Knit an Rmd document with other possible working directories in RStudio.

fetch the image from `https://www.example.org/path/to/foo/bar.png`. In other words, the relative path `foo/bar.png` is relative to the directory of the HTML file, which is `https://www.example.org/path/to/`.

The advantage of this approach is that you can freely move the Rmd file *together with* its referenced files anywhere, as long as their relative locations remain the same. For the HTML page and image example above, the files `page.html` and `foo/bar.png` could be moved together to a different directory, such as `https://www.example.org/another/path/`, and you will not need to update the relative path in the `src` attribute of ``.

Some users like to think of relative paths in Rmd documents as “relative to the working directory of the R console,” as opposed to “relative to the Rmd file.” Therefore **knitr**’s default working directory feels confusing. The reason that I did not use the working directory of the R console as the default when I designed **knitr** was that users could use `setwd()` to change the working directory at any time. This working directory is not guaranteed to be stable. Each time a user calls `setwd()` in the console, there is a risk that the file paths in the Rmd document may become invalid. It could be surprising that the file paths depend on an external factor (`setwd()`), which is out of the control of the Rmd file. If you treat the Rmd file as “the center of the universe” when thinking of relative paths, the paths inside the Rmd file may be stabler.

Furthermore, if you do not want to think too hard on relative paths, you may enter a path in RStudio using its autocomplete, as shown in Figure 16.3. RStudio will try to autocomplete a path relative to the Rmd file.

- Using the working directory of the R console can be a good choice for knitting documents programmatically or interactively. For example, you may knit a document multiple times in a loop, and use a different working directory each time to read a different data file (with the same filename) in that directory. This type of working directory is advocated by the **ezknitr** package (Attali, 2016), which essentially uses `knitr::opts_knit$set(root.dir)` to change the working directory for code chunks in **knitr**.
- Using the project directory as the working directory requires an obvious assumption: you have to use a project (e.g., an RStudio project or a version control project) in the first place, which could be a disadvantage of this approach. The advantage of this type of working directory is that all relative paths in any Rmd document are relative to the project root directory, so you do not need to think where your Rmd file is located in the project or adjust the relative paths of other files accordingly. This type of working directory is advocated by the **here** package (Müller, 2020), which provides the function `here::here()` to return an absolute path by resolving a relative path passed to it (remember that the relative path is relative to the project root). The disadvantage is that when you move the referenced file together with the Rmd file to another location in the project, you need to update the referenced path in the Rmd document. When you share the Rmd file with other people, you also have to share the whole project.

These types of paths are similar to absolute paths without the protocol or domain in HTML. For example, an image `` on the page `https://www.example.org/path/to/page.html` refers to the image under the root directory of the website, i.e., `https://www.example.org/foo/bar.png`. The leading `/` in the `src` attribute of the image indicates the root directory of the website. If you want to learn more (or further confuse yourself) about absolute and relative paths in HTML, please see Appendix B.1 of the **blogdown** book^{*1} (Xie Hill, and Thomas, 2017).

The working directory pain mainly arises from this question when dealing with relative paths: *relative to what?* As we mentioned earlier, different people have different preferences, and there is not an absolutely right answer.

^{*1} <https://bookdown.org/yihui/blogdown/html.html>

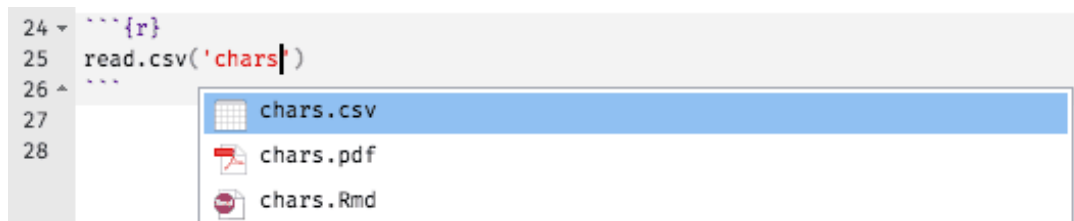


图 16.3: Autocomplete file paths in an Rmd document in RStudio.

16.7 R package vignettes

If you have experience in developing R packages, or your project requires clear documentation and rigorous tests for custom functions written in the project, you may consider organizing the project as an R package. If you do not know how to create an R package, you can easily get started in the RStudio IDE by clicking the menu `File -> New Project`, and selecting the project type to be an R package.

There are a lot of benefits of using an R package to manage a project. For example, you can place datasets in the `data/` folder, write R code under `R/`, generate documentation (e.g., using the **roxygen2** package (Wickham Danenberg, et al., 2020)) to `man/`, and add unit tests to `test/`. When it comes to the R Markdown reports, you can write them as package vignettes under `vignettes/`. In the vignettes, you can load datasets and call functions in the package. When you build the package (via the command `R CMD build` or RStudio), vignettes will be automatically compiled.

To create a package vignette in R Markdown, the easiest way is through the RStudio menu `File -> New File -> R Markdown -> From Template` (see Figure 16.4). Then you select “Package Vignette” from the **rmarkdown** package, and you will get a vignette template. After changing the title, author, and other metadata of the template, you can start writing the content of your report.

Alternatively, you can install the package **usethis** (Wickham and Bryan, 2020) and use its function `usethis::use_vignette()` to create a vignette skeleton. Below is what the YAML frontmatter of a package vignette typically looks like:

```
---
title: "Vignette Title"
author: "Vignette Author"
output: rmarkdown::html_vignette
```

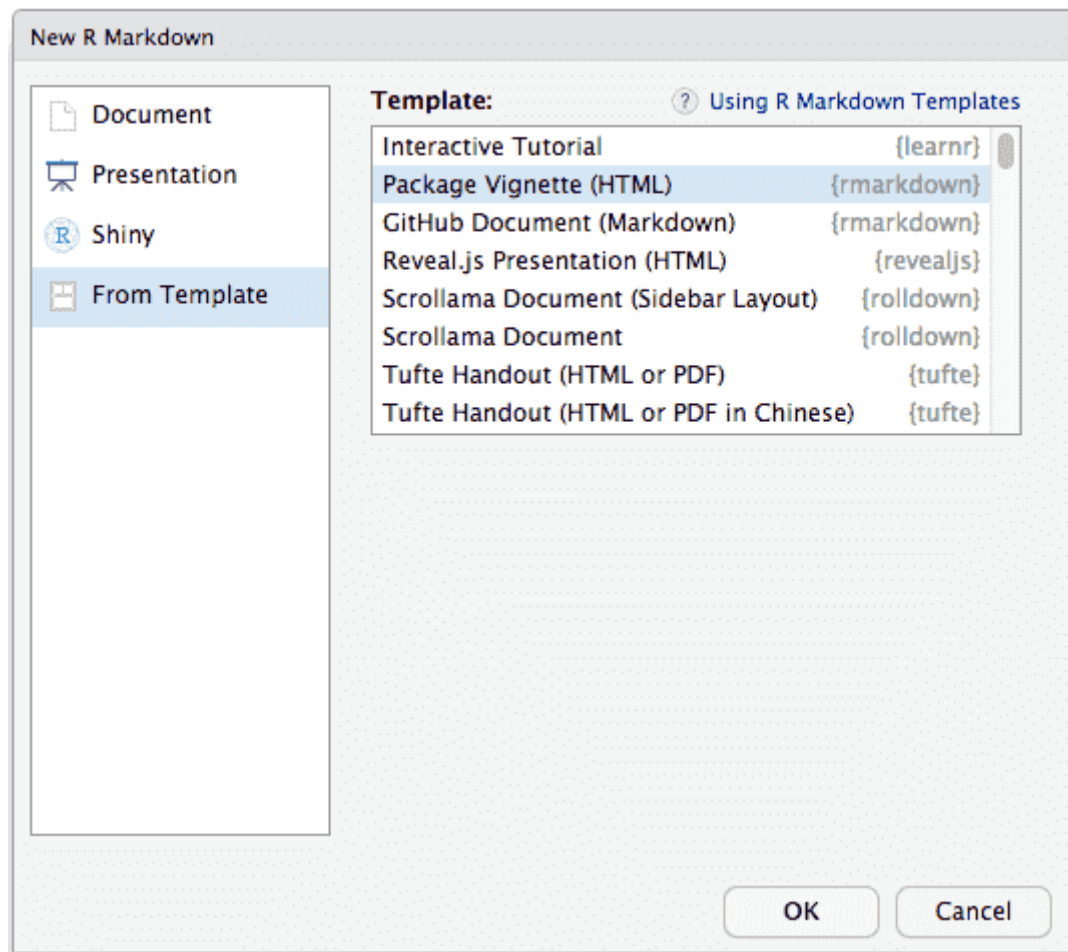



FIG 16.4: Create a package vignette in RStudio.

```
vignette: >
  %\VignetteIndexEntry{Vignette Title}
  %\VignetteEngine{knitr::rmarkdown}
  %\VignetteEncoding{UTF-8}
---
```

Note that you need to change the vignette title in both the title field and the `\VignetteIndexEntry{}` command. Besides the above information in the vignette, you also need to do two more things in your package DESCRIPTION file:

1. Specify `VignetteBuilder: knitr` in the DESCRIPTION file.
2. Add `Suggests: knitr, rmarkdown` in DESCRIPTION.

The vignette output format does not have to be HTML. It can also be PDF, so you

can use `output: pdf_document`, too. Any other output formats that create HTML or PDF are also okay, such as `beamer_presentation` and `tufte::tufte_html`. However, currently, R only recognizes HTML and PDF vignettes.

16.8 R Markdown templates in R packages

Figure 16.4 of Section 16.7 illustrates the process of retrieving the editable Package Vignette (HTML) template from the **rmarkdown** package. This R Markdown file is pre-populated with the appropriate metadata for an R package vignette.

Similarly, any package may include R Markdown templates that package users can access through the RStudio IDE (as shown in the figure) or across any platform with the `rmarkdown::draft()` function.

16.8.1 Template use-cases

Templates are a useful way to share custom structure, style, and content. There are many excellent examples of this “in the wild.”

Many templates add structure and style by pre-populating the YAML metadata. We already saw an example of this with the **rmarkdown** package’s Package Vignette (HTML) template. Similarly, the **rmdformats** package (Barnier, 2021) provides a number of templates that pass different custom styling functions to the output option.

Other templates demonstrate document structures that the packages require. For example, the **pagedown** package (Xie Lesur, et al., 2020) includes numerous templates for posters, resumes, and other page layouts. Similarly, the **xaringan** package’s Ninja Presentation template (Xie, 2020b) demonstrates the syntax for many different slide formatting options.

Templates may also demonstrate package features and syntax. For example, both the **flexdashboard** package (Richard Iannone JJ Allaire, and Borges, 2020) and the **learnr** package (Schloerke JJ Allaire, and Borges, 2020) include templates with code chunks that call functions from the packages to create a sample dashboard or tutorial, respectively.

Similarly, templates may also include boilerplate content. For example, the **rticles** package (JJ Allaire Xie R Foundation, et al., 2021) provides many such templates to align R Markdown output to the required style and content guidelines of different

academic journals. Boilerplate content is also useful in organizational settings, such as a team generating quarterly reports.

16.8.2 Template setup

The **usethis** package (Wickham and Bryan, 2020) has a helpful function for creating templates. Running `usethis::use_rmarkdown_template("Template Name")` will automatically create the required directory structure and files (you should provide your own Template Name).

If you wish to set up your template manually instead, create a subdirectory of the `inst/rmarkdown/templates` directory. Within this directory, you need to save at least two files:

1. A file named `template.yaml`, which gives the RStudio IDE basic metadata such as a human-readable name for the template. At a minimum, this file should have the name and description fields, e.g.,

```
name: Example Template
description: What this template does
```

You may include `create_dir: true` if you want a new directory to be created when the template is selected. This is useful if your template relies upon additional resources. For example, the **learnr** package template^{*2} sets `create_dir: true`, whereas the **flexdashboard** package template^{*3} uses the default `create_dir: false`. You may attempt to open both of these templates in RStudio to notice the different user prompts.

2. An R Markdown document saved under `skeleton/skeleton.Rmd`. This may contain anything you wish to put in an R Markdown document.

Optionally, the `skeleton` folder may also include additional resources like style sheets or images used by your template. These files will be loaded to the user's computer along with the template.

For more details on building custom R Markdown templates, please refer to the

^{*2} <https://github.com/rstudio/learnr/blob/master/inst/rmarkdown/templates/tutorial/template.yaml>

^{*3} https://github.com/rstudio/flexdashboard/blob/master/inst/rmarkdown/templates/flex_dashboard/template.yaml

RStudio Extensions^{*4} website and the Document Templates chapter^{*5} of the *R Markdown Definitive Guide* (Xie J.J. Allaire, and Golemund, 2018).

16.9 Write books and long-form reports with **bookdown**

The **bookdown** package (Xie, 2020a) is designed for creating long-form documents that are composed of multiple R Markdown documents. For example, if you want to write a book, you can write each chapter in its own Rmd file, and use **bookdown** to compile these Rmd files into a book.

For RStudio users, the easiest way to get started is to create a **bookdown** project with the IDE by selecting File -> New Project -> New Directory -> Book Project using bookdown, as you can see from Figure 16.5.

If you do not use RStudio or if you prefer to work from the console, you may produce the same result by calling the function `bookdown::bookdown_skeleton('your-book-dir')`.

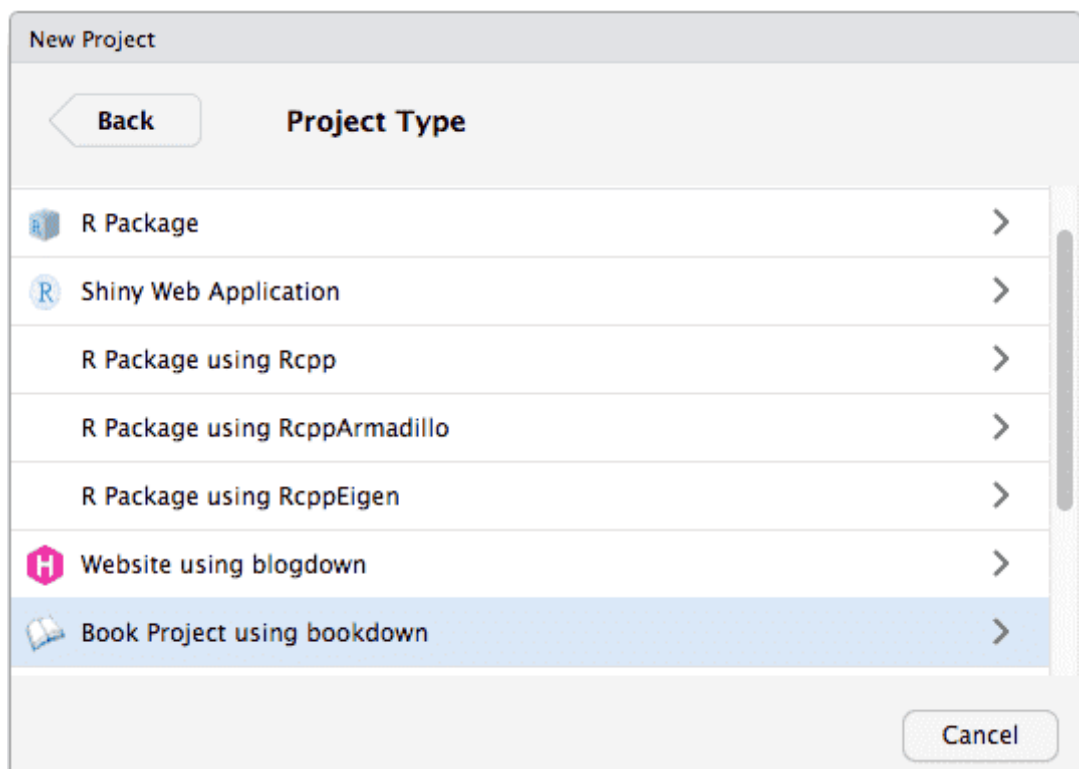


图 16.5: Create a bookdown project in RStudio.

^{*4} https://rstudio.github.io/rstudio-extensions/rmarkdown_templates.html

^{*5} <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown/document-templates.html>

To demonstrate the usage, we provide a minimal example consisting of three files within the same directory:

```
directory
| - index.Rmd
| - 01-intro.Rmd
| - 02-analysis.Rmd
```

Below we show the content of each file and explain their roles.

- **index.Rmd:**

```
---
title: "A Minimal bookdown Project"
site: bookdown::bookdown_site
output: bookdown::gitbook
---

# Preface {-}

Some content
```

The first file is typically called `index.Rmd`. It should be the only Rmd file in which you provide the YAML frontmatter. It should also include a special YAML field `site: bookdown::bookdown_site`, so that **rmarkdown** knows to use **bookdown** to build all Rmd files, instead of rendering a single Rmd file. You can use any **bookdown** output formats, such as `bookdown::gitbook`, `bookdown::pdf_book`, `bookdown::word_document2`, and `bookdown::epub_book`.

The next two Rmd files are two chapters:

- **01-intro.Rmd:**

```
# Chapter 1

This is chapter 1.
```

- **02-analysis.Rmd:**

```
# Chapter 2

This is chapter 2.
```

To render these Rmd files, you should call `bookdown::render_book('index.Rmd')` instead of `rmarkdown::render()`. Under the hood, **bookdown** merges all Rmd files into a single Rmd by default and compiles it. Files are merged in alphabetical order. That is why we added numeric prefixes to filenames in the above example.

There are a lot of settings that you can customize for a **bookdown** project. For a more comprehensive overview of **bookdown**, you may see Chapter 18 the **rmarkdown** book (Xie J.J. Allaire, and Golemund, 2018). For the full documentation, see the **bookdown** book (Xie, 2016).

16.10 Build websites with **blogdown**

If you want build a website based on R Markdown, you may consider using the **blogdown** package (Xie Dervieux, and Presmanes Hill, 2021). The easiest way to get started is to use the RStudio menu File -> New Project -> New Directory -> Website using blogdown, as you can see from Figure 16.5. If you have never used **blogdown** before, you may use the default settings in the dialog box, otherwise you can customize things like the website theme. If you do not use RStudio, you may call the function `blogdown::new_site()` under an empty directory to create a new website.

A website project may contain any number of Rmd documents. They could either be normal pages or blog posts. R Markdown makes it easier for you to maintain your website because the results on your website are automatically and dynamically generated.

We recommend that you read Chapter 1^{*6} of the **blogdown** book (Xie Hill, and Thomas, 2017) for an overview of this package as well as the basic workflow of maintaining a website.

^{*6} <https://bookdown.org/yihui/blogdown/get-started.html>

第 17 章

Workflow

In this chapter, we introduce some tips on working with individual R Markdown documents as well as running your R Markdown projects. You may also check out Chapter 30^{*1} of the book *R for Data Science* (Wickham and Grolemund, 2016a), which briefly introduces some tips on using analysis notebooks (including R Markdown documents). Nicholas Tierney also discusses the workflow in the book *R Markdown for Scientists*.^{*2}

17.1 Use RStudio keyboard shortcuts

The R Markdown format can be used with any editor of your choice, as long as R, the **rmarkdown** package, and Pandoc are installed. However, RStudio is deeply integrated with R Markdown, so you can work with R Markdown smoothly.

Like any IDE (Integrated Development Environment), RStudio has keyboard shortcuts. A full list can be found under the menu Tools -> Keyboard Shortcuts Help. Some of the most useful shortcuts related to R Markdown are summarized in Table 17.1.

Additionally, you can press F7 to spell-check your document. You can also restart the R session by Ctrl + Alt + F10 (or Command + Option + F10 on macOS). Restarting regularly is helpful for reproducibility, because results are more likely to be reproducible if they are computed from a new R session. This can also be done through the drop-down menu Restart R and Run All Chunks behind the Run button on the toolbar.

^{*1} <https://r4ds.had.co.nz/r-markdown-workflow.html>

^{*2} <https://rmd4sci.njtierney.com/workflow.html>

表 17.1: RStudio keyboard shortcuts related to R Markdown.

| Task | Windows & Linux | macOS |
|----------------------------|------------------|---------------------|
| Insert R chunk | Ctrl+Alt+I | Command+Option+I |
| Preview HTML | Ctrl+Shift+K | Command+Shift+K |
| Knitr document (knitr) | Ctrl+Shift+K | Command+Shift+K |
| Compile Notebook | Ctrl+Shift+K | Command+Shift+K |
| Compile PDF | Ctrl+Shift+K | Command+Shift+K |
| Run all chunks above | Ctrl+Alt+P | Command+Option+P |
| Run current chunk | Ctrl+Alt+C | Command+Option+C |
| Run current chunk | Ctrl+Shift+Enter | Command+Shift+Enter |
| Run next chunk | Ctrl+Alt+N | Command+Option+N |
| Run all chunks | Ctrl+Alt+R | Command+Option+R |
| Go to next chunk/title | Ctrl+PgDown | Command+PgDown |
| Go to previous chunk/title | Ctrl+PgUp | Command+PgUp |
| Show/hide document outline | Ctrl+Shift+O | Command+Shift+O |
| Build book, website, ... | Ctrl+Shift+B | Command+Shift+B |

17.2 Spell-check R Markdown

If you use the RStudio IDE, you can press the F7 key or click the menu Edit -> Check Spelling to spell-check an Rmd document. Real-time spell checking has become available in RStudio v1.3, so you no longer need to manually trigger spell checking with this version or a later version of RStudio.

If you do not use RStudio, the **spelling** package (Ooms and Hester, 2020) has a function `spell_check_files()`, which can check the spelling of common document formats, including R Markdown. When spell checking Rmd documents, it will skip code chunks and only check ordinary text.

17.3 Render R Markdown with `rmarkdown::render()`

If you do not use RStudio or any other IDE, you need to know this fact: R Markdown documents are rendered through the function `rmarkdown::render()`. This means you can programmatically render an R Markdown document in any R script. For

example, you could render a series of reports in a for-loop for each state of a country:

```
01 for (state in state.name) {  
02   rmarkdown::render(  
03     'input.Rmd', output_file = paste0(state, '.html')  
04   )  
05 }
```

The output filename will be different for each state. You can also make use of the state variable in the document `input.Rmd`, e.g.,

```
---  
title: "A report for `r state`"  
output: html_document  
---  
  
The area of `r state` is `r state.area[state.name == state]`  
square miles.
```

You may read the help page `?rmarkdown::render` to know other possible arguments. Here we just want to mention two of them, i.e., the `clean` and `envir` arguments.

The former (`clean`) is particularly helpful for debugging when anything goes wrong with the Pandoc conversion. If you call `rmarkdown::render(..., clean = FALSE)`, all intermediate files will be preserved, including the intermediate `.md` file knitted from the `.Rmd` file. If Pandoc signals an error, you may start debugging from this `.md` file.

The latter (`envir`) offers a way to render a document with the guarantee of an empty new environment when you call `rmarkdown::render(..., envir = new.env())`, so objects created in your code chunks will stay inside this environment, without polluting your current global environment. On the other hand, if you prefer rendering the Rmd document in a new R session so that objects in your current R session will not pollute your Rmd document, you may call `rmarkdown::render` in `xfun::Rscript_call()`, e.g.,

```
01 xfun::Rscript_call(  
02   rmarkdown::render,  
03   list(input = 'my-file.Rmd', output_format = 'pdf_document')  
04 )
```

This method is similar to clicking the Knit button in RStudio, which also renders the Rmd document in a new R session. In case you need to render an Rmd document inside another Rmd document, we strongly recommend that you use this method instead of directly calling `rmarkdown::render()` in a code chunk, because `rmarkdown::render()` creates and relies on a lot of side effects internally, which may affect rendering other Rmd documents in the same R session.

The second argument of `xfun::Rscript_call()` takes a list of arguments to be passed to `rmarkdown::render()`. In fact, `xfun::Rscript_call` is a general-purpose function to call any R function (with arguments optionally) in a new R session. Please see its help page if you are interested.

17.4 Parameterized reports

In Section 17.3, we mentioned one way to render a series of reports in a for-loop. In fact, `rmarkdown::render()` has an argument named `params` specifically designed for this task. You can parameterize your report through this argument. When you specify parameters for a report, you can use the variable `params` in your report. For example, if you call:

```
01 for (state in state.name) {  
02   rmarkdown::render('input.Rmd', params = list(state = state))  
03 }
```

then in `input.Rmd`, the object `params` will be a list that contains the state variable:

```
---  
title: "A report for `r params$state`"  
output: html_document  
---
```

The area of `'r params$state'` is
`'r state.area[state.name == params$state]'`
square miles.

Another way to specify parameters for a report is to use the YAML field `params`, e.g.,

```
---  
title: Parameterized reports  
output: html_document  
params:  
  state: Nebraska  
  year: 2019  
  midwest: true  
---
```

Note that you can include as many parameters in the `params` YAML field or the `params` argument of `rmarkdown::render()`. If both the YAML field and the argument are present, the parameter values in the argument will override the corresponding parameters in YAML. For example, when we call `rmarkdown::render(..., params = list(state = 'Iowa', year = 2018))` on the previous example that has the `params` field, `params$state` will become `Iowa` (instead of `Nebraska`) and `params$year` will become `2018` (instead of `2019`) in the R Markdown document.

When rendering the same R Markdown document to a series of reports, you need to adjust the `output_file` argument of `rmarkdown::render()`, to make sure each report has its unique filename. Otherwise, you will accidentally override certain report files. For example, you can write a function to generate a report for each state and each year:

```
01 render_one <- function(state, year) {  
02   # assuming the output format of input.Rmd is PDF  
03   rmarkdown::render(  
04     'input.Rmd',  
05     output_file = paste0(state, '-', year, '.pdf'),  
06     params = list(state = state, year = year),
```

```
07   envir = parent.frame()
08   )
09 }
```

Then you can use nested for-loops to generate all reports:

```
01 for (state in state.name) {
02   for (year in 2000:2020) {
03     render_one(state, year)
04   }
05 }
```

At the end, you will get a series of report files like `Alabama-2000.pdf`, `Alabama-2001.pdf`, ..., `Wyoming-2019.pdf`, and `Wyoming-2020.pdf`.

For parameterized reports, you can also input parameters interactively through a graphical user interface (GUI) created from Shiny. This requires you to provide a `params` field in YAML, and **rmarkdown** will automatically create the GUI using the appropriate input widgets for each parameter (e.g., a checkbox will be provided for a Boolean parameter).

To start the GUI, you can call `rmarkdown::render()` with `params = 'ask'` if you do not use RStudio:

```
01 rmarkdown::render("input.Rmd", params = "ask")
```

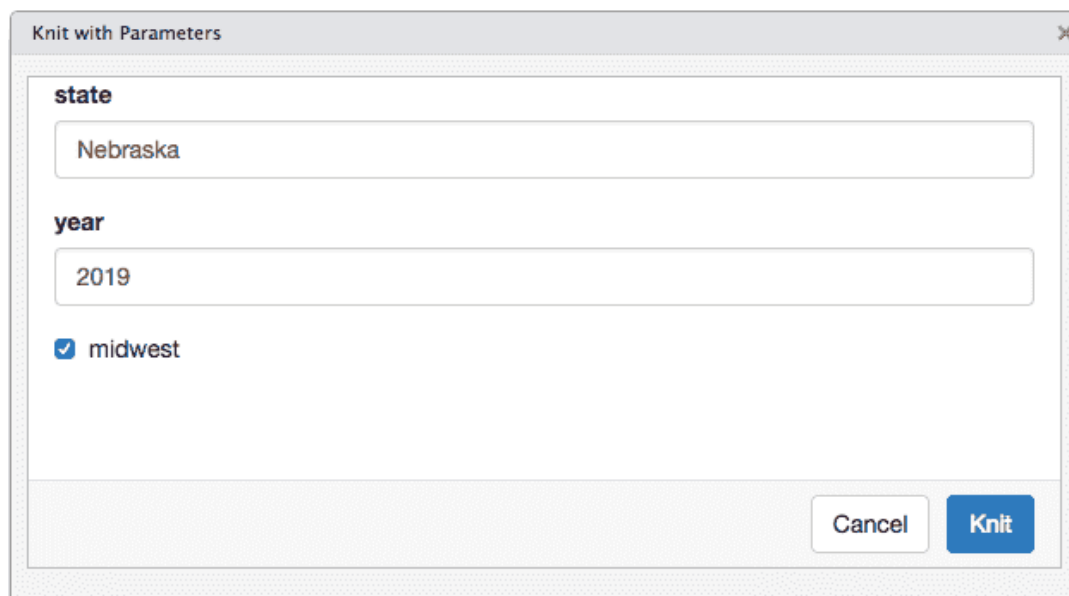
If you use RStudio, you can click the menu `Knit with Parameters` behind the `Knit` button. Figure 17.1 shows an example GUI for parameters.

For more information on parameterized reports, you may read Chapter 15^{*3} of the *R Markdown Definitive Guide* (Xie J.J. Allaire, and Grolemund, 2018).

17.5 Customize the Knit button (*)

When you click the `Knit` button in RStudio, it will call the `rmarkdown::render()` function in a new R session and output a file of the same base name as the input file

^{*3} <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown/parameterized-reports.html>



✎ **17.1:** Knit an R Markdown document with parameters that you can input from a GUI.

in the same directory. For example, knitting `example.Rmd` with the output format `html_document` will create an output file `example.html`.

There may be situations in which we want to customize how the document is rendered. For example, perhaps we would like the rendered document to contain the current date, or would like to output the compiled report into a different directory. Although we can achieve these goals by calling `rmarkdown::render()` (see Section 17.3) with the appropriate `output_file` argument, it can be inconvenient to have to rely on a custom call to `rmarkdown::render()` to compile your report.

It is possible to control the behavior of the Knit button by providing the `knit` field within the YAML frontmatter of your document. The field takes a function with the main argument `input` (the path to the input Rmd document) and other arguments that are currently ignored. You can either write the source code of the function directly in the `knit` field, or put the function elsewhere (e.g., in an R package) and call the function in the `knit` field. If you routinely need the custom knit function, we would recommend that you put it in a package, instead of repeating its source code in every single R Markdown document.

If you store the code directly within YAML, you must wrap the entire function in parentheses. If the source code has multiple lines, you have to indent all lines (except the first line) by at least two spaces. For example, if we want the output

filename to include the date on which it is rendered, we could use the following YAML code:

```
---
knit: (function(input, ...) {
  rmarkdown::render(
    input,
    output_file = paste0(
      xfun::sans_ext(input), '-', Sys.Date(), '.html'
    ),
    envir = globalenv()
  )
})
---
```

For example, if we knit `example.Rmd` on 2019-07-29, the output filename will be `example-2019-07-29.html`.

While the above approach looks simple and straightforward enough, embedding a function directly in your YAML may make it difficult for you to maintain it, unless the function is only to be used once with a single R Markdown document. In general, we would recommend using an R package to maintain such a function, e.g., you may create a function `knit_with_date()` in a package:

```
01 #' Custom Knit function for RStudio
02 #'
03 #' @export
04 knit_with_date <- function(input, ...) {
05   rmarkdown::render(
06     input,
07     output_file = paste0(
08       xfun::sans_ext(input), '-', Sys.Date(), '.',
09       xfun::file_ext(input)
10     ),
11     envir = globalenv()
12   )
13 }
```

If you add the above code to a package named **myPackage**, you will be able to refer to your custom knit function using the following YAML setting:

```
---  
knit: myPackage::knit_with_date  
---
```

You may refer to the help page `?rmarkdown::render` to find out more ideas on how you could customize your knit function behind the Knit button in RStudio.

17.6 Collaborate on Rmd documents through Google Drive

Based on the **googledrive** package (D’Agostino McGowan and Bryan, 2020), Emily Kothe provided a few wrapper functions in the **rmdrive** package, which is currently available only on GitHub at <https://github.com/ekothe/rmdrive>. At the time of writing, it still lacks rich documentation, so I recommend that you try Janosch Linkersdörfer’s fork instead: <https://github.com/januz/rmdrive> (which is based on Ben Marwick’s fork—if you still have not learned GIT, you may be motivated by these examples of freely forking and improving other people’s GIT repositories).

The workflow with **rmdrive** is outlined below:

1. We assume there is a main author or contributor of the project, who is capable of using version control tools like GIT. The main author writes the initial version of the Rmd document, and uploads it to Google Drive via the `upload_rmd()` function.
2. The Rmd document in Google Drive is shared with other collaborators, who can make or suggest changes in Google Document.
3. The main author can accept suggested changes, and download/preview the Rmd document locally via `render_rmd()`. Other collaborators can also do this by themselves if they have modified code chunks and want to see the new results.
4. If satisfied, the main author can commit changes to the GIT repository.

The collaborative editing can be either synchronous or asynchronous in Google Drive. Multiple people can edit the same document at the same time, or wait for

other people to finish their editing first.

There is also a function `update_rmd()` in the package, which allows you to edit the Rmd document locally, and upload the local Rmd document to Google Drive. You probably should never want to run this function, because it will completely overwrite the document in Google Drive. The main author may want to warn collaborators about this in advance. Ideally, all collaborators should only edit the document in Google Drive and not locally. It is okay to preview the edited document locally via `render_rmd()`, though (note that `render_rmd()` automatically downloads the document before rendering it).

17.7 Organize an R Markdown project into a research website with **workflowr**

The **workflowr** package (J. Blischak Carbonetto, and M. Stephens, 2020; J. D. Blischak Carbonetto, and M. Stephens, 2019) can help you organize a (data analysis) project with a project template and the version control tool GIT. Every time you make a change to the project, you can log the change, and **workflowr** can build a website corresponding to that particular version of your project. This means that you will be able to view the full history of your analysis results. Although this package uses GIT as the backend for version control, you do not really have to be familiar with GIT. The package provides R functions that do the GIT operations under the hood, and you only need to call these R functions. Furthermore, **workflowr** automates best practices for reproducible code. Each time an R Markdown document is rendered, **workflowr** automatically sets a seed with `set.seed()`, records the session information with `sessionInfo()`, and scans for absolute file paths, etc. Please see the package documentation^{*4} for how to get started and more information.

The main author of **workflowr**, John Blischak, has also put together a non-exhaustive list of R packages and guides related to the workflow of R projects, which can be found in this GitHub repo: <https://github.com/jdblischak/r-project-workflows>.

^{*4} <https://jdblischak.github.io/workflowr/>

17.8 Send emails based on R Markdown

With the **blastula** package (Richard Iannone and Cheng, 2020), you can render an Rmd document to the email body and send the email. To render an Rmd document to an email, the document needs to use the output format `blastula::blastula_email`, e.g.,

```
---  
title: Weekly Report  
output: blastula::blastula_email  
---  
  
Dear Boss,  
  
Below is an analysis of the 'iris' data:  
  
``{r}  
summary(iris)  
plot(iris[, -5])  
...  
  
Please let me know if it is not boring enough.  
  
Sincerely,  
John
```

This Rmd document should be rendered via the function `blastula::render_email()`, and the output can be passed to `blastula::smtp_send()`, which will send out the email. Note that `smtp_send()` needs an email server as well as your credentials.

If you use RStudio Connect, you can find more examples at <https://solutions.rstudio.com/examples/blastula-overview/>, including automated, conditional, and parameterized emails.

付録 A

knitr's Chunk and Package Options

The **knitr** package provides a lot of chunk options for customizing nearly all components of code chunks, such as the source code, text output, plots, and the language of the chunk. It also offers some options at the package level to customize the knitting process. This appendix describes all chunk options and package options available in **knitr**. The default values of these options are in parentheses in the list items.

A.1 Chunk options

Chunk options are written in chunk headers. The syntax for chunk headers depends on the document format, e.g., for `.Rnw` documents (R + LaTeX), chunk headers are written with `<< >>=`, and for `.Rmd` documents, chunk headers are written with ```{r}`. The examples below are primarily for `.Rmd` documents (R Markdown), but in most cases, the chunk options can be used with any document format.

Chunk options are written in the form `tag=value` like this:

```
``{r, my-chunk, echo=FALSE, fig.height=4, dev='jpeg'}  
...`
```

A special chunk option is the chunk label (e.g., `my-chunk` in the above example). Only the chunk label does not need a tag (i.e., you only provide the value). If you prefer the form `tag=value`, you could also use the chunk option `label` explicitly,

e.g.,

```
``{r, label='my-chunk'}``  
...`
```

The chunk label for each chunk is assumed to be unique within the document. This is especially important for cache and plot filenames, because these filenames are based on chunk labels. Chunks without labels will be assigned labels like unnamed-chunk-i, where i is an incremental number.

You may use `knitr::opts_chunk$set()` to change the default values of chunk options in a document. For example, you may put this in the first code chunk of your document:

```
``{r, setup, include=FALSE}  
knitr::opts_chunk$set(  
  comment = '', fig.width = 6, fig.height = 6  
)  
...`
```

Below are a few more tips about chunk options:

1. The chunk header must be written on one line. You must not break the line.
2. Try to avoid spaces, periods (.), and underscores (_) in chunk labels and paths. If you need separators, you are recommended to use hyphens (-) instead. For example, setup-options is a good label, whereas setup.options and chunk 1 are bad; fig.path = 'figures/mcmc-' is a good path for figure output, and fig.path = 'markov chain/monte carlo' is bad.
3. All option values must be *valid R expressions*. You may think of them as values to be passed to function arguments.
 - For example, options that take *character* values must be quoted, e.g., results = 'asis' and out.width = '\\textwidth' (remember that a literal backslash needs double backslashes).
 - In theory, the chunk label should be quoted, too. However, for the sake of convenience, it will be automatically quoted if you did not (e.g., ``{r, 2a} will be parsed as ``{r, '2a'}).

- You can write arbitrarily complicated expressions as long as they are valid R code.

Below is a list of chunk options in **knitr** documented in the format “option: (default value; type of value)”.

A.1.1 Code evaluation

- `eval`: (TRUE; logical or numeric) Whether to evaluate the code chunk. It can also be a numeric vector to choose which R expression(s) to evaluate, e.g., `eval = c(1, 3, 4)` will evaluate the first, third, and fourth expressions, and `eval = -(4:5)` will evaluate all expressions except the fourth and fifth.

A.1.2 Text output

- `echo`: (TRUE; logical or numeric) Whether to display the source code in the output document. Besides TRUE/FALSE, which shows/hides the source code, we can also use a numeric vector to choose which R expression(s) to echo in a chunk, e.g., `echo = 2:3` means to echo only the 2nd and 3rd expressions, and `echo = -4` means to exclude the 4th expression.
- `results`: ('markup'; character) Controls how to display the text results. Note that this option only applies to normal text output (not warnings, messages, or errors). The possible values are as follows:
 - `markup`: Mark up text output with the appropriate environments depending on the output format. For example, for R Markdown, if the text output is a character string "[1] 1 2 3", the actual output that **knitr** produces will be:

```
...  
[1] 1 2 3  
...
```

In this case, `results='markup'` means to put the text output in fenced code blocks (````).

- `asis`: Write text output as-is, i.e., write the raw text results directly into the output document without any markups.

```
```{r, results='asis'}
cat("I'm raw Markdown content.\n")
```
```

- hold: Hold all pieces of text output in a chunk and flush them to the end of the chunk.
- hide (or FALSE): Hide text output.
- collapse: (FALSE; logical) Whether to, if possible, collapse all the source and output blocks from one code chunk into a single block (by default, they are written to separate blocks). This option only applies to Markdown documents.
- warning: (TRUE; logical) Whether to preserve warnings (produced by `warning()`) in the output. If FALSE, all warnings will be printed in the console instead of the output document. It can also take numeric values as indices to select a subset of warnings to include in the output. Note that these values reference the indices of the warnings themselves (e.g., 3 means “the third warning thrown from this chunk”) and not the indices of which expressions are allowed to emit warnings.
- error: (TRUE; logical) Whether to preserve errors (from `stop()`). By default, the code evaluation will not stop even in case of errors! If we want to stop on errors, we need to set this option to FALSE. Note that R Markdown has changed this default value to FALSE. When the chunk option `include = FALSE`, **knitr** will stop on error, because it is easy to overlook potential errors in this case.
- message: (TRUE; logical) Whether to preserve messages emitted by `message()` (similar to the option `warning`).
- include: (TRUE; logical) Whether to include the chunk output in the output document. If FALSE, nothing will be written into the output document, but the code is still evaluated and plot files are generated if there are any plots in the chunk, so you can manually insert figures later.
- strip.white: (TRUE; logical) Whether to remove blank lines in the beginning or end of a source code block in the output.

- `class.output`: (NULL; character) A vector of class names to be added to the text output blocks. This option only works for HTML output formats in R Markdown. For example, with `class.output = c('foo', 'bar')`, the text output will be placed in `<pre class="foo bar"></pre>`.
- `class.message/class.warning/class.error`: (NULL; character) Similar to `class.output`, but applied to messages, warnings, and errors in R Markdown output. Please see Section A.1.3 for `class.source`, which applies similarly to source code blocks.
- `attr.output/attr.message/attr.warning/attr.error`: (NULL; character) Similar to the `class.*` options above, but for specifying arbitrary fenced code block attributes for Pandoc; `class.*` is a special application of `attr.*`, e.g., `class.source = 'numberLines'` is equivalent to `attr.source = '.numberLines'`, but `attr.source` can take arbitrary attribute values, e.g., `attr.source = c('.numberLines', 'startFrom="11"')`.
- `render`: (`knitr::knit_print`; `function(x, options, ...)`) A function to print the visible values in a chunk. The value passed to the first argument of this function (i.e., `x`) is the value evaluated from each expression in the chunk. The list of current chunk options is passed to the argument `options`. This function is expected to return a character string. For more information, check out the package vignette about custom chunk rendering: `vignette('knit_print', package = 'knitr')`.
- `split`: (FALSE; logical) Whether to split the output into separate files and include them in LaTeX by `\input{}` or HTML by `<iframe></iframe>`. This option only works for `.Rnw`, `.Rtex`, and `.Rhtml` documents.

A.1.3 Code decoration

- `tidy`: (FALSE) Whether to reformat the R code. Other possible values are as follows:
 - TRUE (equivalent to `tidy = 'formatR'`): Call the function `formatR::tidy_source()` to reformat the code.
 - 'styler': Use `styler::style_text()` to reformat the code.
 - A custom function of the form `function(code, ...) {}` to return the reformatted code.
 - If reformatting fails, the original R code will not be changed (with a

warning).

- `tidy.opts`: (NULL; list) A list of options to be passed to the function determined by the `tidy` option, e.g., `tidy.opts = list(blank = FALSE, width.cutoff = 60)` for `tidy = 'formatR'` to remove blank lines and try to cut the code lines at 60 characters.
- `prompt`: (FALSE; logical) Whether to add the prompt characters in the R code. See `prompt` and `continue` on the help page `?base::options`. Note that adding prompts can make it difficult for readers to copy R code from the output, so `prompt = FALSE` may be a better choice. This option may not work well when the chunk option engine is not R (#1274^{*1}).
- `comment`: ('##'; character) The prefix to be added before each line of the text output. By default, the text output is commented out by `##`, so if readers want to copy and run the source code from the output document, they can select and copy everything from the chunk, since the text output is masked in comments (and will be ignored when running the copied text). Set `comment = ''` remove the default `##`.
- `highlight`: (TRUE; logical) Whether to syntax highlight the source code.
- `class.source`: (NULL; character) Class names for source code blocks in the output document. Similar to the `class.*` options for output such as `class.output`.
- `attr.source`: (NULL; character) Attributes for source code blocks. Similar to the `attr.*` options for output such as `attr.output`.
- `size`: ('normalsize'; character) Font size of the chunk output from `.Rnw` documents. See this page^{*2} for possible sizes.
- `background`: ('#F7F7F7'; character) Background color of the chunk output of `.Rnw` documents.
- `indent`: (character) A string to be added to each line of the chunk output. Typically it consists of white spaces. This option is assumed to be read-only, and **knitr** sets its value while parsing the document. For example, for the chunk below, `indent` is a character string of two spaces:

^{*1} <https://github.com/yihui/knitr/issues/1274>

^{*2} https://www.overleaf.com/learn/latex/Font_sizes,_families,_and_styles


```
```{r}  
rnorm(10)
```
```

A.1.4 Cache

- `cache`: (FALSE; logical) Whether to cache a code chunk. When evaluating code chunks for the second time, the cached chunks are skipped (unless they have been modified), but the objects created in these chunks are loaded from previously saved databases (`.rdb` and `.rdx` files), and these files are saved when a chunk is evaluated for the first time, or when cached files are not found (e.g., you may have removed them by hand). Note that the filename consists of the chunk label with an MD5 digest of the R code and chunk options of the code chunk, which means any changes in the chunk will produce a different MD5 digest, and hence invalidate the cache. See more information on this page.^{*3}
- `cache.path`: ('cache/'; character) A prefix to be used to generate the paths of cache files. For R Markdown, the default value is based on the input filename, e.g., the cache paths for the chunk with the label F00 in the file INPUT.Rmd will be of the form INPUT_cache/F00_*. *.
- `cache.vars`: (NULL; character) A vector of variable names to be saved in the cache database. By default, all variables created in the current chunks are identified and saved, but you may want to manually specify the variables to be saved, because the automatic detection of variables may not be robust, or you may want to save only a subset of variables.
- `cache.globals`: (NULL; character) A vector of the names of variables that are not created from the current chunk. This option is mainly for `autodep = TRUE` to work more precisely—a chunk B depends on chunk A when any of B's global variables are A's local variables. In case the automatic detection of global variables in a chunk fails, you may manually specify the names of global variables via this option (see #1403^{*4} for an example).
- `cache.lazy`: (TRUE; logical) Whether to `lazyLoad()` or directly `load()` objects.

^{*3} <https://yihui.org/knitr/demo/cache/>

^{*4} <https://github.com/yihui/knitr/issues/1403>

For very large objects, lazyloading may not work, so `cache.lazy = FALSE` may be desirable (see #572^{*5}).

- `cache.comments`: (NULL; logical) If FALSE, changing comments in R code chunks will not invalidate the cache database.
- `cache.rebuild`: (FALSE; logical) If TRUE, reevaluate the chunk even if the cache does not need to be invalidated. This can be useful when you want to conditionally invalidate the cache, e.g., `cache.rebuild = !file.exists("some-file")` can rebuild the chunk when `some-file` does not exist (see #238^{*6}).
- `dependson`: (NULL; character or numeric) A character vector of chunk labels to specify which other chunks this chunk depends on. This option applies to cached chunks only—sometimes the objects in a cached chunk may depend on other cached chunks, so when other chunks are changed, this chunk must be updated accordingly.
 - If `dependson` is a numeric vector, it means the indices of chunk labels, e.g., `dependson = 1` means this chunk depends on the first chunk in the document, and `dependson = c(-1, -2)` means it depends on the previous two chunks (negative indices stand for numbers of chunks before this chunk, and note they are always relative to the current chunk).
 - Please note this option does not work when set as a global chunk option via `opts_chunk$set()`; it must be set as a local chunk option.
- `autodep`: (FALSE; logical) Whether to analyze dependencies among chunks automatically by detecting global variables in the code (may not be reliable), so `dependson` does not need to be set explicitly.

A.1.5 Plots

- `fig.path`: ('figure/'; character) A prefix to be used to generate figure file paths. `fig.path` and chunk labels are concatenated to generate the full paths. It may contain a directory like `figure/prefix-`; the directory will be created if it does not exist.
- `fig.keep`: ('high'; character) How plots in chunks should be kept. Possible values are as follows:

^{*5} <https://github.com/yihui/knitr/issues/572>

^{*6} <https://github.com/yihui/knitr/issues/238>

- high: Only keep high-level plots (merge low-level changes into high-level plots).
- none: Discard all plots.
- all: Keep all plots (low-level plot changes may produce new plots).
- first: Only keep the first plot.
- last: Only keep the last plot.
- If set to a numeric vector, the values are indices of (low-level) plots to keep.

Low-level plotting commands include `lines()` and `points()`, etc. To better understand `fig.keep`, consider the following chunk:

```
``{r, test-plot}  
plot(1)          # high-level plot  
abline(0, 1)     # low-level change  
plot(rnorm(10)) # high-level plot  
# many low-level changes in a loop (a single R expression)  
for(i in 1:10) {  
  abline(v = i, lty = 2)  
}  
...`
```

Normally this produces 2 plots in the output (because `fig.keep = 'high'`). For `fig.keep = 'none'`, no plots will be saved. For `fig.keep = 'all'`, 4 plots are saved. For `fig.keep = 'first'`, the plot produced by `plot(1)` is saved. For `fig.keep = 'last'`, the last plot with 10 vertical lines is saved.

- `fig.show`: ('asis'; character) How to show/arrange the plots. Possible values are as follows:
 - asis: Show plots exactly in places where they were generated (as if the code were run in an R terminal).
 - hold: Hold all plots and output them at the end of a code chunk.
 - animate: Concatenate all plots into an animation if there are multiple plots in a chunk.
 - hide: Generate plot files but hide them in the output document.
- `dev`: ('pdf' for LaTeX output and 'png' for HTML/Markdown; character) The graphical device to generate plot files. All graphics devices in base R and

those in **Cairo**, **cairoDevice**, **svglite**, **ragg**, and **tikzDevice** are supported, e.g., pdf, png, svg, jpeg, tiff, cairo_pdf, CairoJPEG, CairoPNG, Cairo_pdf, Cairo_png, svglite, ragg_png, tikz, and so on. See `names(knitr:::auto_exts)` for the full list. Besides these devices, you can also provide a character string that is the name of a function of the form `function(filename, width, height)`. The units for the image size are *always* inches (even for bitmap devices, in which DPI is used to convert between pixels and inches).

The chunk options `dev`, `fig.ext`, `fig.width`, `fig.height`, and `dpi` can be vectors (shorter ones will be recycled), e.g., `dev = c('pdf', 'png')` creates a PDF and a PNG file for the same plot.

- `dev.args`: (NULL; list) More arguments to be passed to the device, e.g., `dev.args = list(bg = 'yellow', pointsize = 10)` for `dev = 'png'`. This option depends on the specific device (see the device documentation). When `dev` contains multiple devices, `dev.args` can be a list of lists of arguments, and each list of arguments is passed to each individual device, e.g., `dev = c('pdf', 'tiff')`, `dev.args = list(pdf = list(colormodel = 'cmyk', useDingats = TRUE), tiff = list(compression = 'lzw'))`.
- `fig.ext`: (NULL; character) File extension of the figure output. If NULL, it will be derived from the graphical device; see `knitr:::auto_exts` for details.
- `dpi`: (72; numeric) The DPI (dots per inch) for bitmap devices (`dpi * inches = pixels`).
- `fig.width`, `fig.height`: (both are 7; numeric) Width and height of the plot (in inches), to be used in the graphics device.
- `fig.asp`: (NULL; numeric) The aspect ratio of the plot, i.e., the ratio of height/width. When `fig.asp` is specified, the height of a plot (the chunk option `fig.height`) is calculated from `fig.width * fig.asp`.
- `fig.dim`: (NULL; numeric) A numeric vector of length 2 to provide `fig.width` and `fig.height`, e.g., `fig.dim = c(5, 7)` is a shorthand of `fig.width = 5`, `fig.height = 7`. If both `fig.asp` and `fig.dim` are provided, `fig.asp` will be ignored (with a warning).
- `out.width`, `out.height`: (NULL; character) Width and height of the plot in the output document, which can be different with its physical `fig.width` and `fig.height`, i.e., plots can be scaled in the output document. Depending on the output format, these two options can take special values. For example,

for LaTeX output, they can be `.8\linewidth`, `3in`, or `8cm`; for HTML, they may be `300px`. For `.Rnw` documents, the default value for `out.width` will be changed to `\maxwidth`, which is defined on this page.^{*7} It can also be a percentage, e.g., `'40%'` will be translated to `0.4\linewidth` when the output format is LaTeX.

- `out.extra`: (NULL; character) Extra options for figures. It can be an arbitrary string, to be inserted in `\includegraphics[]` in LaTeX output (e.g., `out.extra = 'angle=90'` to rotate the figure by 90 degrees), or `` in HTML output (e.g., `out.extra = 'style="border:5px solid orange;"`).
- `fig.retina`: (1; numeric) This option only applies to HTML output. For Retina displays,^{*8} setting this option to a ratio (usually 2) will change the chunk option `dpi` to `dpi * fig.retina`, and `out.width` to `fig.width * dpi / fig.retina` internally. For example, the physical size of an image is doubled, and its display size is halved when `fig.retina = 2`.
- `resize.width`, `resize.height`: (NULL; character) The width and height to be used in `\resizebox{}{} in LaTeX output. These two options are not needed unless you want to resize TikZ graphics, because there is no natural way to do it. However, according to the tikzDevice authors, TikZ graphics are not meant to be resized, to maintain consistency in style with other text in LaTeX. If only one of them is NULL, ! will be used (read the documentation of graphicx if you do not understand this).`
- `fig.align`: ('default'; character) Alignment of figures in the output document. Possible values are `default`, `left`, `right`, and `center`. The default is not to make any alignment adjustments.
- `fig.link`: (NULL; character) A link to be added onto the figure.
- `fig.env`: ('figure'; character) The LaTeX environment for figures, e.g., you may set `fig.env = 'marginfigure'` to get `\begin{marginfigure}`. This option requires `fig.cap` be specified.
- `fig.cap`: (NULL; character) A figure caption.
- `fig.alt`: (NULL; character) The alternative text to be used in the `alt` attribute of the `` tags of figures in HTML output. By default, the chunk option

^{*7} <https://yihui.org/knitr/demo/framed/>

^{*8} http://en.wikipedia.org/wiki/Retina_Display

`fig.cap` will be used as the alternative text if provided.

- `fig.scap`: (NULL; character) A short caption. This option is only meaningful to LaTeX output. A short caption is inserted in `\caption[]`, and usually displayed in the “List of Figures” of a PDF document.
- `fig.lp`: ('fig: '; character) A label prefix for the figure label to be inserted in `\label{}`. The actual label is made by concatenating this prefix and the chunk label, e.g., the figure label for ````{r, foo-plot}` will be `fig:foo-plot` by default.
- `fig.pos`: (' '; character) A character string for the figure position arrangement to be used in `\begin{figure}[]`.
- `fig.subcap`: (NULL) Captions for subfigures. When there are multiple plots in a chunk, and neither `fig.subcap` nor `fig.cap` is NULL, `\subfloat{}` will be used for individual plots (you need to add `\usepackage{subfig}` in the preamble). See 067-graphics-options.Rnw^{*9} for an example.
- `fig.ncol`: (NULL; integer) The number of columns of subfigures; see this issue^{*10} for examples (note that `fig.ncol` and `fig.sep` only work for LaTeX output).
- `fig.sep`: (NULL; character) A character vector of separators to be inserted among subfigures. When `fig.ncol` is specified, `fig.sep` defaults to a character vector of which every N-th element is `\newline` (where N is the number of columns), e.g., `fig.ncol = 2` means `fig.sep = c(' ', '\newline', ' ', '\newline', ' ', ...)`.
- `fig.process`: (NULL; function) A function to post-process figure files. It should take the path of a figure file, and return the (new) path of the figure to be inserted in the output. If the function contains the options argument, the list of chunk options will be passed to this argument.
- `fig.showtext`: (NULL; logical) If TRUE, call `showtext::showtext_begin()` before drawing plots. See the documentation of the **showtext**^{*11} package for details.
- `external`: (TRUE; logical) Whether to externalize tikz graphics (pre-compile

^{*9} <https://github.com/yihui/knitr-examples/blob/master/067-graphics-options.Rnw>

^{*10} <https://github.com/yihui/knitr/issues/1327#issuecomment-346242532>

^{*11} <http://cran.rstudio.com/package=showtext>

tikz graphics to PDF). It is only used for the `tikz()` device in the **tikzDevice** package (i.e., when `dev='tikz'`), and it can save time for LaTeX compilation.

- `sanitize`: (FALSE; character) Whether to sanitize tikz graphics (escape special LaTeX characters). See the documentation of the **tikzDevice** package.

There are two hidden options that are not designed to be set by users: `fig.cur` (the current figure number or index when there are multiple figures), and `fig.num` (the total number of figures in a chunk). The purpose of these two options is to help **knitr** deal with the filenames of multiple figures as well as animations. In some cases, we can make use of them to write animations into the output using plot files that are saved manually (see the graphics manual^{*12} for examples).

A.1.6 Animation

- `interval`: (1; numeric) Time interval (number of seconds) between animation frames.
- `animation.hook`: (`knitr::hook_ffmpeg_html`; function or character) A hook function to create animations in HTML output; the default hook uses FFmpeg to convert images to a WebM video.
 - Another hook function is `knitr::hook_gifski` based on the **gifski**^{*13} package to create GIF animations.
 - This option can also take a character string `'ffmpeg'` or `'gifski'` as a shorthand of the corresponding hook function, e.g., `animation.hook = 'gifski'` means `animation.hook = knitr::hook_gifski`.
 - `aniopts`: (`'controls,loop'`; character) Extra options for animations; see the documentation of the LaTeX **animate** package.^{*14}
- `ffmpeg.bitrate` (1M; character) To be passed to the `-b:v` argument of FFmpeg to control the quality of WebM videos.
- `ffmpeg.format` (webm; character) The video format of FFmpeg, i.e., the file-name extension of the video.

^{*12} <https://github.com/yihui/knitr/releases/download/doc/knitr-graphics.pdf>

^{*13} <https://cran.r-project.org/package=gifski>

^{*14} <http://ctan.org/pkg/animate>

A.1.7 Code chunk

- `code`: (NULL; character) If provided, it will override the code in the current chunk. This allows us to programmatically insert code into the current chunk. For example, `code = readLines('test.R')` will use the content of the file `test.R` as the code for the current chunk.
- `ref.label`: (NULL; character) A character vector of labels of the chunks from which the code of the current chunk is inherited (see the demo for chunk references^{*15}).

A.1.8 Child documents

- `child`: (NULL; character) A character vector of paths of child documents to be knitted and input into the main document.

A.1.9 Language engines

- `engine`: ('R'; character) The language name of the code chunk. Possible values can be found in `names(knitr::knit_engines$get())`, e.g., `python`, `sql`, `julia`, `bash`, and `c`, etc. The object `knitr::knit_engines` can be used to set up engines for other languages.
- `engine.path`: (NULL; character) The path to the executable of the engine. This option makes it possible to use alternative executables in your system, e.g., the default `python` may be at `/usr/bin/python`, and you may set `engine.path = '~/anaconda/bin/python'` to use a different version of `Python`.

`engine.path` can also be a list of paths, which makes it possible to set different engine paths for different engines, e.g.,

```
knitr::opts_chunk$set(engine.path = list(  
  python = '~/anaconda/bin/python',  
  ruby = '/usr/local/bin/ruby'  
))
```

^{*15} <https://yihui.org/knitr/demo/reference/>

The names of the list correspond to the names of the engines.

A.1.10 Option templates

- `opts.label`: (NULL; character) The label of options set in `knitr::opts_template` (see `?knitr::opts_template`). This option can save some typing effort for sets of frequently used chunk options.

A.1.11 Extracting source code

- `purl`: (TRUE; logical) When running `knitr::purl()` to extract source code from a source document, whether to include or exclude a certain code chunk.

A.1.12 Other chunk options

- `R.options`: (NULL; list) Local R options for a code chunk. These options are set temporarily via `options()` before the code chunk, and restored after the chunk.

A.2 Package options

The package options can be changed using the object `knitr::opts_knit`^{*16} (*not to be confused with `knitr::opts_chunk`*). For example:

```
knitr::opts_knit$set(progress = TRUE, verbose = TRUE)
```

See `?knitr::opts_knit` for the alternative approach to setting package options using the R base function `options()`.

Available package options are as follows:

- `aliases`: (NULL; character) A named character vector to specify the aliases of chunk options, e.g., `c(h = 'fig.height', w = 'fig.width')` tells **knitr** that the chunk option `h` really means `fig.height`, and `w` is an alias for `fig.width`. This option can be used to save some typing effort for long option names.

^{*16} <https://yihui.org/knitr/objects/>

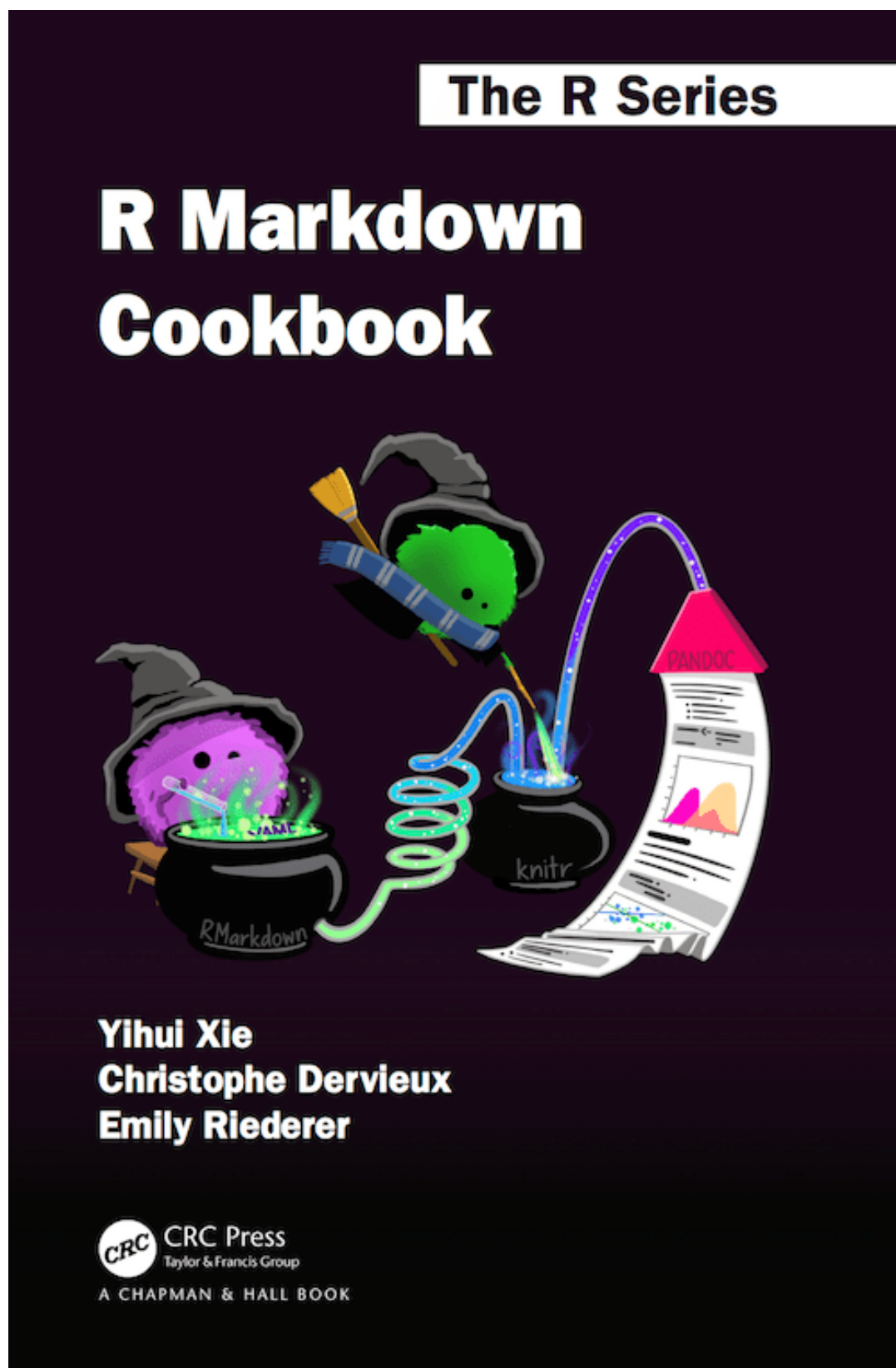
- `base.dir`: (NULL; character) An absolute directory under which the plots are generated.
- `base.url`: (NULL; character) The base URL of images on HTML pages.
- `concordance`: (FALSE; logical) Whether to write a concordance file to map the output line numbers to the input line numbers. This enables one to navigate from the output to the input, and can be helpful especially when a TeX error occurs. This feature is only for `.Rnw` documents, and implemented in RStudio.
- `eval.after`: (c('fig.cap', 'fig.alt'); character) A character vector of option names. These options will be evaluated *after* a chunk has been evaluated, and all other options will be evaluated before a chunk. For example, for `fig.cap = paste('p-value is', t.test(x)$p.value)`, it will be evaluated after the chunk according to the value of `x` if `eval.after = 'fig.cap'`.
- `global.par`: (FALSE; logical) If TRUE, the `par()` settings from the previous code chunk will be preserved and applied to the next code chunk (of course, this only applies to base R graphics). By default, **knitr** opens a new graphical device to record plots and close it after evaluating the code, so `par()` settings will be discarded.
- `header`: (NULL; character) The text to be inserted into the output document before the document begins (e.g., after `\documentclass{article}` in LaTeX, or after `<head>` in HTML). This is useful for defining commands and styles in the LaTeX preamble or HTML header. The beginning of document is found using the pattern defined in `knitr::knit_patterns$get('document.begin')`. This option is only for `.Rnw` and `.Rhtml` documents.
- `label.prefix`: (c(table = 'tab:'); character) The prefix for labels. Currently only the prefix for table labels generated by `knitr::kable()` is supported.
- `latex.options.color`, `latex.options.graphicx` (NULL): Options for the LaTeX packages **color** and **graphicx**, respectively. These options are only for `.Rnw` documents.
- `out.format`: (NULL; character) Possible values are `latex`, `sweave`, `html`, `markdown`, and `jekyll`. It will be automatically determined based on the input file, and this option will affect the set of hooks to be set (see `?knitr::render_latex` for example). Note this option has to be set *before* `knitr::knit()` runs (it will not work if you set it inside the document).

- `progress`: (TRUE; logical) Whether to display a progress bar when running `knitr::knit()`.
- `root.dir`: (NULL; character) The root directory when evaluating code chunks. If NULL, the directory of the input document will be used.
- `self.contained`: (TRUE; logical) Whether the output document should be self-contained (TeX styles to be written in the `.tex` document, and CSS styles to be written in the `.html` document). This option only applies to `.Rnw` and `.Rhtml` documents.
- `unnamed.chunk.label`: (unnamed-chunk; character) The label prefix for unnamed chunks.
- `upload.fun`: (identity; function) A function that takes a file path, processes the file, and returns a character string when the output format is HTML or Markdown. Typically, it is a function to upload an image and return the link to the image, e.g., `knitr::opts_knit$set(upload.fun = knitr::imgur_upload)` can upload a file to <http://imgur.com> (see `?knitr::imgur_upload`).
- `verbose`: (FALSE; logical) Whether to show verbose information (e.g., R code in each chunk and message logs), or only show chunk labels and options.

A.3 About this

このリポジトリは『R Markdown クックブック』翻訳版のソースコードを含んでいます。
現在, 翻訳版は作成中です

完成版は <https://gedevan-aleksizde.github.io/rmarkdown-cookbook> で公開する予定です.



*17 <https://www.routledge.com/p/book/9780367563837>

本書はクリエイティブ・コモンズ 表示 - 非営利 - 継承 4.0 国際ライセンス^{*18} で提供されています。オンライン版のオリジナルはこちら^{*19}で読むことができます。

This is an unofficial Japanese translation of “R Markdown Cookbook” by Xie, Dervieux, and Riederer, which is licensed under CC BY-NC-SA 4.0^{*20}. The original is here^{*21}.

A.4 進捗状況

12 章まで翻訳 (全 17 章 + Appendix)

A.5 関連リンク

- 『knitr: R による美麗で柔軟そして高速な動的レポート生成^{*22}』 / “knitr: Elegant, flexible, and fast dynamic report generation with R^{*23}”
- “R Markdown: The Definitive Guide^{*24}” (近日翻訳予定^{*25})
- “bookdown: Authoring Books and Technical Documents with R Markdown^{*26}” (近日翻訳予定^{*27})

^{*18} <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ja>

^{*19} <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown-cookbook/>

^{*20} <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

^{*21} <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown-cookbook/>

^{*22} <https://gedevan-aleksizde.github.io/knitr-doc-ja/index.html>

^{*23} <https://yihui.org/knitr/>

^{*24} <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown/>

^{*25} <https://github.com/Gedevan-Aleksizde/rmarkdown-book>

^{*26} <https://bookdown.org/yihui/bookdown/>

^{*27} <https://github.com/Gedevan-Aleksizde/bookdown>

参考文献

- Adler, Daniel, Duncan Murdoch (2021). *rgl: 3D Visualization Using OpenGL*. R package version 0.104.16. URL: [here](#)^{*28}.
- Allaire, JJ (2019). *rsconnect: Deployment Interface for R Markdown Documents and Shiny Applications*. R package version 0.8.16. URL: [here](#)^{*29}.
- Allaire, JJ, Rich Iannone, Alison Presmanes Hill, Yihui Xie (2021). *distill: R Markdown Format for Scientific and Technical Writing*. R package version 1.2. URL: [here](#)^{*30}.
- Allaire, JJ, Yihui Xie, Jonathan McPherson, Javier Luraschi, Kevin Ushey, Aron Atkins, Hadley Wickham, Joe Cheng, Winston Chang, Richard Iannone (2021). *rmarkdown: Dynamic Documents for R*. R package version 2.7. URL: [here](#)^{*31}.
- Allaire, JJ, Yihui Xie, R Foundation, Hadley Wickham, Journal of Statistical Software, Ramnath Vaidyanathan, Association for Computing Machinery, Carl Boettiger, Elsevier, Karl Broman et al. (2021). *rticles: Article Formats for R Markdown*. R package version 0.18. URL: [here](#)^{*32}.
- Attali, Dean (2016). *ezknitr: Avoid the Typical Working Directory Pain When Using knitr*. R package version 0.6. URL: [here](#)^{*33}.
- Barnier, Julien (2021). *rmdformats: HTML Output Formats and Templates for rmarkdown Documents*. R package version 1.0.1. URL: [here](#)^{*34}.
- Barrett, Malcolm (2021). *ggdag: Analyze and Create Elegant Directed Acyclic Graphs*. R package version 0.2.3. URL: [here](#)^{*35}.

^{*28} <https://r-forge.r-project.org/projects/rgl/>

^{*29} <https://github.com/rstudio/rsconnect>

^{*30} <https://CRAN.R-project.org/package=distill>

^{*31} <https://CRAN.R-project.org/package=rmarkdown>

^{*32} <https://github.com/rstudio/rticles>

^{*33} <https://github.com/ropenscilabs/ezknitr>

^{*34} <https://github.com/juba/rmdformats>

^{*35} <https://github.com/malcolmbarrett/ggdag>

- Blischak, John, Peter Carbonetto, Matthew Stephens (2020). *workflowr: A Framework for Reproducible and Collaborative Data Science*. R package version 1.6.2. URL: here^{*36}.
- Blischak, John D, Peter Carbonetto, Matthew Stephens (2019). "Creating and sharing reproducible research code the workflowr way [version 1; peer review: 3 approved]". In: *F1000Research* 8.1749. DOI: 10.12688/f1000research.20843.1^{*37}. URL: here^{*38}.
- Bodwin, Kelly, Hunter Glanz (2020). *flair: Highlight, Annotate, and Format your R Source Code*. R package version 0.0.2. URL: here^{*39}.
- Boettiger, Carl (2021). *knitcitations: Citations for Knitr Markdown Files*. R package version 1.0.12. URL: here^{*40}.
- Chang, Winston (2019). *webshot: Take Screenshots of Web Pages*. R package version 0.5.2. URL: here^{*41}.
- Cheng, Joe, Timothy Mastny, Richard Iannone, Barret Schloerke, Carson Sievert (2021). *sass: Syntactically Awesome Style Sheets (Sass)*. R package version 0.3.1. URL: here^{*42}.
- D'Agostino McGowan, Lucy, Jennifer Bryan (2020). *googledrive: An Interface to Google Drive*. R package version 1.0.1. URL: here^{*43}.
- Dahl, David B. David Scott, Charles Roosen, Arni Magnusson, Jonathan Swinton (2019). *xtable: Export Tables to LaTeX or HTML*. R package version 1.8-4. URL: here^{*44}.
- Daróczi, Gergely, Roman Tsegelskyi (2018). *pander: An R Pandoc Writer*. R package version 0.6.3. URL: here^{*45}.
- de Vries, Andrie, Javier Luraschi (2020). *nomnoml: Sassy UML Diagrams*. R package version 0.2.3. URL: here^{*46}.
- El Hattab, Hakim, JJ Allaire (2017). *revealjs: R Markdown Format for reveal.js Presentations*. R package version 0.9. URL: here^{*47}.

^{*36} <https://github.com/jdblischak/workflowr>

^{*37} <https://doi.org/10.12688/f1000research.20843.1>

^{*38} <https://doi.org/10.12688/f1000research.20843.1>

^{*39} <https://CRAN.R-project.org/package=flair>

^{*40} <https://github.com/cboettig/knitcitations>

^{*41} <https://github.com/wch/webshot/>

^{*42} <https://github.com/rstudio/sass>

^{*43} <https://CRAN.R-project.org/package=googledrive>

^{*44} <http://xtable.r-forge.r-project.org/>

^{*45} <http://rapporter.github.io/pander>

^{*46} <https://github.com/rstudio/nomnoml>

^{*47} <https://github.com/rstudio/revealjs>

- Garbett, Shawn (2020). *tangram: The Grammar of Tables*. R package version 0.7.1. URL: here^{*48}.
- Garmonsway, Duncan (2020). *govdown: GOV.UK Style Templates for R Markdown*. R package version 0.10.0. URL: here^{*49}.
- Gohel, David (2021a). *flextable: Functions for Tabular Reporting*. R package version 0.6.3. URL: here^{*50}.
- (2021b). *officer: Manipulation of Microsoft Word and PowerPoint Documents*. R package version 0.3.16. URL: here^{*51}.
- Gohel, David, Noam Ross (2021). *officedown: Enhanced R Markdown Format for Word and PowerPoint*. R package version 0.2.1. URL: here^{*52}.
- Hlavac, Marek (2018). *stargazer: Well-Formatted Regression and Summary Statistics Tables*. R package version 5.2.2. URL: here^{*53}.
- Hugh-Jones, David (2020). *huxtable: Easily Create and Style Tables for LaTeX, HTML and Other Formats*. R package version 5.1.1. URL: here^{*54}.
- Iannone, Richard (2020). *DiagrammeR: Graph/Network Visualization*. R package version 1.0.6.1. URL: here^{*55}.
- Iannone, Richard, JJ Allaire, Barbara Borges (2020). *flexdashboard: R Markdown Format for Flexible Dashboards*. R package version 0.5.2. URL: here^{*56}.
- Iannone, Richard, Joe Cheng (2020). *blastula: Easily Send HTML Email Messages*. R package version 0.3.2. URL: here^{*57}.
- Iannone, Richard, Joe Cheng, Barret Schloerke (2020). *gt: Easily Create Presentation-Ready Display Tables*. R package version 0.2.2. URL: here^{*58}.
- Lawrence, Michael (2020). *cairoDevice: Embeddable Cairo Graphics Device Driver*. R package version 2.28.2. URL: here^{*59}.
- Lin, Greg (2020). *reactable: Interactive Data Tables Based on React Table*. R package version 0.2.3. URL: here^{*60}.

^{*48} <https://github.com/spgarbet/tangram>

^{*49} <https://ukgovdatascience.github.io/govdown>

^{*50} <https://CRAN.R-project.org/package=flextable>

^{*51} <https://CRAN.R-project.org/package=officer>

^{*52} <https://CRAN.R-project.org/package=officedown>

^{*53} <https://CRAN.R-project.org/package=stargazer>

^{*54} <https://hughjonesd.github.io/huxtable/>

^{*55} <https://github.com/rich-iannone/DiagrammeR>

^{*56} <http://rmarkdown.rstudio.com/flexdashboard>

^{*57} <https://github.com/rich-iannone/blastula>

^{*58} <https://github.com/rstudio/gt>

^{*59} <https://CRAN.R-project.org/package=cairoDevice>

^{*60} <https://CRAN.R-project.org/package=reactable>

- Mattioni Maturana, Felipe (2020). *downloadthis: Implement Download Buttons in rmarkdown*. R package version 0.2.1. URL: [here](#)^{*61}.
- Moon, Keon-Woong (2020). *ztable: Zebra-Striped Tables in LaTeX and HTML Formats*. R package version 0.2.2. URL: [here](#)^{*62}.
- Müller, Kirill (2020). *here: A Simpler Way to Find Your Files*. R package version 1.0.1. URL: [here](#)^{*63}.
- Müller, Kirill, Lorenz Walthert (2020). *styler: Non-Invasive Pretty Printing of R Code*. R package version 1.3.2. URL: [here](#)^{*64}.
- Murdoch, Duncan (2020). *tables: Formula-Driven Table Generation*. R package version 0.9.6. URL: [here](#)^{*65}.
- Nutter, Benjamin (2021). *pixiedust: Tables so Beautifully Fine-Tuned You Will Believe It's Magic*. R package version 0.9.1. URL: [here](#)^{*66}.
- Oller Moreno, Sergio (2020). *condformat: Conditional Formatting in Data Frames*. R package version 0.9.0. URL: [here](#)^{*67}.
- Ooms, Jeroen (2018). *gifski: Highest Quality GIF Encoder*. R package version 0.8.6. URL: [here](#)^{*68}.
- (2021). *magick: Advanced Graphics and Image-Processing in R*. R package version 2.6.0. URL: [here](#)^{*69}.
- Ooms, Jeroen, Jim Hester (2020). *spelling: Tools for Spell Checking in R*. R package version 2.2. URL: [here](#)^{*70}.
- Owen, Jonathan (2018). *rhandsontable: Interface to the Handsontable.js Library*. R package version 0.3.7. URL: [here](#)^{*71}.
- Pedersen, Thomas Lin, David Robinson (2020). *gganimate: A Grammar of Animated Graphics*. R package version 1.0.7. URL: [here](#)^{*72}.
- R Core Team (2021). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. URL: [here](#)^{*73}.

^{*61} <https://github.com/fmmattioni/downloadthis>

^{*62} <https://github.com/cardiomoon/ztable>

^{*63} <https://CRAN.R-project.org/package=here>

^{*64} <https://github.com/r-lib/styler>

^{*65} <https://r-forge.r-project.org/projects/tables/>

^{*66} <https://github.com/nutterb/pixiedust>

^{*67} <http://github.com/zeehio/condformat>

^{*68} <https://CRAN.R-project.org/package=gifski>

^{*69} <https://CRAN.R-project.org/package=magick>

^{*70} <https://CRAN.R-project.org/package=spelling>

^{*71} <http://jrowen.github.io/rhandsontable/>

^{*72} <https://CRAN.R-project.org/package=gganimate>

^{*73} <https://www.R-project.org/>

- Ren, Kun, Kenton Russell (2021). *formattable: Create Formattable Data Structures*. R package version 0.2.1. URL: [here](#)^{*74}.
- Robinson, David, Alex Hayes, Simon Couch (2021). *broom: Convert Statistical Objects into Tidy Tibbles*. R package version 0.7.4. URL: [here](#)^{*75}.
- Schloerke, Barret, JJ Allaire, Barbara Borges (2020). *learnr: Interactive Tutorials for R*. R package version 0.10.1. URL: [here](#)^{*76}.
- Sharpsteen, Charlie, Cameron Bracken (2020). *tikzDevice: R Graphics Output in LaTeX Format*. R package version 0.12.3.1. URL: [here](#)^{*77}.
- Sjoberg, Daniel D. Michael Curry, Margie Hannum, Karissa Whiting, Emily C. Zabor (2021). *gtsummary: Presentation-Ready Data Summary and Analytic Result Tables*. R package version 1.3.6. URL: [here](#)^{*78}.
- Soetaert, Karline (2020). *diagram: Functions for Visualising Simple Graphs (Networks), Plotting Flow Diagrams*. R package version 1.6.5. URL: [here](#)^{*79}.
- Stephens, Jeremy, Kirill Simonov, Yihui Xie, Zhuoer Dong, Hadley Wickham, Jeffrey Horner, reikoch, Will Beasley, Brendan O'Connor, Gregory R. Warnes (2020). *yaml: Methods to Convert R Data to YAML and Back*. R package version 2.2.1. URL: [here](#)^{*80}.
- Strayer, Nick, Javier Luraschi, JJ Allaire (2020). *r2d3: Interface to D3 Visualizations*. R package version 0.2.5. URL: [here](#)^{*81}.
- Textor, Johannes, Benito van der Zander, Ankur Ankan (2021). *dagitty: Graphical Analysis of Structural Causal Models*. R package version 0.3-1. URL: [here](#)^{*82}.
- Urbanek, Simon, Jeffrey Horner (2020). *Cairo: R Graphics Device using Cairo Graphics Library for Creating High-Quality Bitmap (PNG, JPEG, TIFF), Vector (PDF, SVG, PostScript) and Display (X11 and Win32) Output*. R package version 1.5-12.2. URL: [here](#)^{*83}.
- Ushey, Kevin, JJ Allaire, Yuan Tang (2020). *reticulate: Interface to Python*. R package version 1.18. URL: [here](#)^{*84}.

^{*74} <https://CRAN.R-project.org/package=formattable>

^{*75} <https://CRAN.R-project.org/package=broom>

^{*76} <https://CRAN.R-project.org/package=learnr>

^{*77} <https://github.com/daqana/tikzDevice>

^{*78} <https://CRAN.R-project.org/package=gtsummary>

^{*79} <https://CRAN.R-project.org/package=diagram>

^{*80} <https://github.com/viking/r-yaml/>

^{*81} <https://github.com/rstudio/r2d3>

^{*82} <https://CRAN.R-project.org/package=dagitty>

^{*83} <http://www.rforge.net/Cairo/>

^{*84} <https://github.com/rstudio/reticulate>

- Wickham, Hadley, Jennifer Bryan (2020). *usethis: Automate Package and Project Setup*. R package version 2.0.0. URL: [here](#)^{*85}.
- Wickham, Hadley, Winston Chang, Lionel Henry, Thomas Lin Pedersen, Kohske Takahashi, Claus Wilke, Kara Woo, Hiroaki Yutani, Dewey Dunnington (2020). *ggplot2: Create Elegant Data Visualisations Using the Grammar of Graphics*. R package version 3.3.3. URL: [here](#)^{*86}.
- Wickham, Hadley, Peter Danenberg, Gábor Csárdi, Manuel Eugster (2020). *roxygen2: In-Line Documentation for R*. R package version 7.1.1. URL: [here](#)^{*87}.
- Wickham, Hadley, Garrett Grolemund (2016) *R for Data Science*. O'Reilly Media, Inc.
- Wickham, Hadley, Garrett Grolemund (2016) *R for Data Science: Import, Tidy, Transform, Visualize, and Model Data*. O'Reilly. 黒川利明・大橋真也 訳『Rで始めるデータサイエンス』. 2017 年. オライリー・ジャパン
- Wickham, Hadley, Lionel Henry, Thomas Lin Pedersen, T Jake Luciani, Matthieu Decorde, Vaudor Lise (2020). *svglite: An SVG Graphics Device*. R package version 1.2.3.2. URL: [here](#)^{*88}.
- Wickham, Hadley, Jay Hesselberth (2020). *pkgdown: Make Static HTML Documentation for a Package*. R package version 1.6.1. URL: [here](#)^{*89}.
- Xie, Yihui (2018). *animation: A Gallery of Animations in Statistics and Utilities to Create Animations*. R package version 2.6. URL: [here](#)^{*90}.
- Xie, Yihui (2016) *bookdown: Authoring Books and Technical Documents with R Markdown*. Chapman and Hall/CRC. ISBN 978-1138700109
- (2020a). *bookdown: Authoring Books and Technical Documents with R Markdown*. R package version 0.21. URL: [here](#)^{*91}.
- Xie, Yihui (2015) *Dynamic Documents with R and knitr*. Chapman and Hall/CRC. ISBN 978-1498716963
- (2019a). *formatR: Format R Code Automatically*. R package version 1.7. URL: [here](#)^{*92}.
- (2021a). *knitr: A General-Purpose Package for Dynamic Report Generation in R*. R package version 1.31. URL: [here](#)^{*93}.

^{*85} <https://CRAN.R-project.org/package=usethis>

^{*86} <https://CRAN.R-project.org/package=ggplot2>

^{*87} <https://CRAN.R-project.org/package=roxygen2>

^{*88} <https://github.com/r-lib/svglite>

^{*89} <https://CRAN.R-project.org/package=pkgdown>

^{*90} <https://yihui.name/animation>

^{*91} <https://github.com/rstudio/bookdown>

^{*92} <https://github.com/yihui/formatR>

^{*93} <https://yihui.org/knitr/>

- (2021b). *printr: Automatically Print R Objects to Appropriate Formats According to the knitr Output Format*. R package version 0.1.1. URL: [here^{*94}](#).
 - (2019b). “TinyTeX: A lightweight, cross-platform, and easy-to-maintain LaTeX distribution based on TeX Live”. In: *TUGboat* 1, pp. 30–32. URL: [here^{*95}](#).
 - (2021c). *tinytex: Helper Functions to Install and Maintain TeX Live, and Compile LaTeX Documents*. R package version 0.29. URL: [here^{*96}](#).
 - (2020b). *xaringan: Presentation Ninja*. R package version 0.19. URL: [here^{*97}](#).
 - (2021d). *xfun: Miscellaneous Functions by Yihui Xie*. R package version 0.20. URL: [here^{*98}](#).
- Xie, Yihui, J.J. Allaire, Garrett Grolemund (2018) *R Markdown: The Definitive Guide*. Chapman and Hall/CRC. ISBN 9781138359338
- Xie, Yihui, Joe Cheng, Xianying Tan (2021). *DT: A Wrapper of the JavaScript Library DataTables*. R package version 0.17. URL: [here^{*99}](#).
- Xie, Yihui, Christophe Dervieux, Alison Presmanes Hill (2021). *blogdown: Create Blogs and Websites with R Markdown*. R package version 1.1. URL: [here^{*100}](#).
- Xie, Yihui, Alison Presmanes Hill, Amber Thomas (2017) *blogdown: Creating Websites with R Markdown*. Chapman and Hall/CRC. ISBN 978-0815363729
- Xie, Yihui, Romain Lesur, Brent Thorne, Xianying Tan (2020). *pagedown: Paginate the HTML Output of R Markdown with CSS for Print*. R package version 0.13. URL: [here^{*101}](#).
- Zhu, Hao (2020). *kableExtra: Construct Complex Table with kable and Pipe Syntax*. R package version 1.3.1. URL: [here^{*102}](#).

^{*94} <https://yihui.org/printr/>

^{*95} <http://tug.org/TUGboat/Contents/contents40-1.html>

^{*96} <https://github.com/yihui/tinytex>

^{*97} <https://github.com/yihui/xaringan>

^{*98} <https://github.com/yihui/xfun>

^{*99} <https://github.com/rstudio/DT>

^{*100} <https://github.com/rstudio/blogdown>

^{*101} <https://github.com/rstudio/pagedown>

^{*102} <https://CRAN.R-project.org/package=kableExtra>

索引

- Asymptote, 266
- Beamer, 78
- bibliography, 29
- blogdown, 9
 - quote_poem(), 43
- book, 286
- bookdown
 - html_document2(), 41
- Bootstrap, 97
- caching, 179, 180, 238, 246
 - clean, 250
 - invalidation, 248
- child documents, 274
- chunk hook, → チャンクフック
 - crop plot, 223
 - optimize PNG, 224
 - WebGL plot, 229
- chunk option
 - cache, 238
 - cache.path, 179, 246
 - child, 274
 - chunk hook, → chunk hook
 - code, 272
 - crop, 223
 - engine.opts, 259, 261
 - engine.path, 265
 - eval, 255
 - fig.show, 240
 - include, 272
 - options template, 242
 - optipng, 224
 - opts.label, 242
 - ref.label, 235
 - results, 244, 255, 276
- code chunk, 12, 233
 - «», 233
 - embed, 233
 - label, 36
 - reuse, 233
- CriticMarkup, 127
- crossreference, 36, 245
- CSS, 70, 95, 141, 190, 261
 - Sass, 268
 - ストライプ柄の表, 167
- CSS プロパティ
 - background-image, 143
 - color, 58
 - display, 70
 - max-height, 100
 - overflow-y, 100
 - text-align, 96
 - white-space, 63
- D3, 260
- Div, 70, 138
 - LaTeX との互換性, 139
- email, 299
- figure
 - D3, 260
 - global, 241
 - intermediate plots, 197
 - keep files, 277
 - optimize PNG, 224
 - sub-figures, 85
 - WebGL, 229
- HTML
 - figure タグ, 217
 - iframe, 135
 - Rhtml, 120
 - アクセシビリティ, 118
 - ウィジェット, 134
- HTML ホスティング, 115
- kableExtra
 - add_header_above(), 170
 - cell_spec(), 169
 - collapse_rows(), 170
 - column_spec(), 169
 - kable_styling(), 168
 - landscape(), 171
 - pack_rows(), 170
 - row_spec(), 169
- knitr, 8, 11, 233
 - all_labels(), 51
 - combine_words(), 42
 - engine_output(), 256
 - escape_html(), 158
 - escape_latex(), 158
 - fig_chunk(), 240
 - global.device, 241
 - hook_optipng(), 224
 - hook_pdfcrop(), 223
 - include_app(), 135
 - include_graphics(), 65, 66
 - include_url(), 135
 - inline_expr(), 66
 - is_html_output(), 58, 131
 - is_latex_output(), 58, 131
 - kable(), 149

- kables(), 159
- knit2pdf(), 92
- knit_child(), 244, 275
- knit_engines, 254
- knit_exit(), 239
- knit_expand(), 243
- knit_global(), 271
- knit_hooks, 206, 216, 221, 223
- knit_print(), 198
- knitr.duplicate.label, 245
- load_cache(), 238
- opts_knit, 241, 278
- opts_template, 242
- pandoc_toc(), 137
- purl(), 22
- read_chunk(), 273
- root.dir, 278
- spin(), 18
- v_spaces(), 211
- write_bib(), 33
- language engine
 - asis, 258
 - asy, 266
 - bash, 259
 - cat, 261
 - css, 261
 - custom, 254
 - D3, 260
 - python, 257
 - SAS, 265
 - sass, 268
 - scss, 268
 - sh, 259
 - stata, 265
 - zsh, 259
- LaTeX, 1, 3, 75
 - fragment, 88
 - MiKTeX, 3, 5
 - Rnw, 92
 - TinyTeX, 3
 - tinytex, 3
 - パッケージ, 4
 - 生のコード, 91
- LaTeX package
 - subfig, 85
 - xcolor, 58
- LaTeX パッケージ, 81
 - awesomebox, 146
 - booktabs, 164
 - fancyhdr, 88
 - flafter, 84
 - float, 83
 - framed, 141
 - listings, 63
 - tcolorbox, 142
 - titling, 79
- Lua フィルタ, 26, 52, 59
- OptiPNG, 224
- output hooks, → 出力フック
- output option
 - extra_dependencies, 85
 - keep_md, 277
 - self_contained, 277
- Pandoc, 1, 2, 8, 89
 - Div, see Div70
 - Lua フィルタ, → Lua フィルタ
- parameter, 292
- pdflatex, 77
- PhantomJS, 134, 135
- Python, 257
- R package
 - blastula, 299
 - blogdown, 288
 - bookdown, 286
 - distill, 40
 - ezknitr, 281
 - googledrive, 297
 - here, 281
 - knitcitations, 36
 - magick, 223
 - R Markdown template, 284
 - R Markdown templates, 284
 - r2d3, 259
 - reticulate, 257
 - rgl, 229
 - rmdrive, 297
 - roxygen2, 282
 - sass, 268
 - spelling, 290
 - Statamarkdown, 265
 - usethis, 282
 - vignette, 282
 - workflowr, 298
- R パッケージ
 - animate, 46
 - animation, 47
 - blastula, 27
 - DiagrammeR, 47
 - downloadthis, 108
 - equationmatic, 44
 - flair, 100
 - formatR, 184
 - gganimate, 47
 - gglot2, 47
 - gifski, 45
 - kableExtra, 80, 168
 - knitr, 199
 - magick, 192
 - MonashEBSTemplates, 90
 - officedown, 128
 - officer, 128
 - pander, 200
 - printr, 199
 - redoc, 125
 - styler, 185
 - webshot, 134, 135
 - xfun, 107
 - グラフィックデバイス, 195
 - 作表パッケージ, 172
- rmarkdown
 - draft, 284
 - render(), 290, 292

- RStudio, 1, 18
 - bookdown project, 286
 - keyboard shortcuts, 289
 - Knit button, 292, 294
 - Knit with Parameters, 294
 - notebook, 24
 - Quote Poem アドイン, 43
 - spellcheck, 290
 - vignette template, 282
 - working directory, 278
 - コメントのショートカット, 50
- Sass, 268
- source(), 271
- sys.source(), 271
- tabset, 104
- template
 - chunk options, 242
 - project, 298
 - R Markdown, 284
- tinytex
 - parse_install(), 4
 - parse_packages(), 5
 - tlmgr_install(), 223
- usethis
 - use_rmarkdown_template(), 285
 - use_vignette(), 282
- utils
 - citation(), 32
 - toBibtex(), 32
- vignette, 282
- WebGL, 229
- Word
 - Rmd との入出力, 125
 - 外部文書のインポート, 129
- working directory, 278
- xaringan, 9
- xfun
 - cache_rds(), 179, 246
 - embed_dir(), 107
 - embed_file(), 107
 - embed_files(), 107
 - split_lines(), 209
- YAML, 8, 9, 20, 27
 - author, 40
 - bibliography, 29, 36
 - csl, 30
 - date, 38
 - documentclass, 77
 - fontsize, 77
 - header-includes, 76
 - institute, 78
 - knit, 296
 - linestretch, 77
 - links-as-notes, 76
 - mainfont, 78
 - monofont, 78
 - nocite, 31
 - papersize, 77
 - params, 293
 - sansfont, 78
 - title, 80
 - vignette frontmatter, 282
 - パラメータ, → パラメータ
 - 動的生成, 26
- アニメーション, 45
- オプションフック, 200
- キャッシュ, 178
- クラス
 - bg-danger, 97
 - bg-info, 97
 - bg-primary, 97
 - bg-success, 97
 - bg-warning, 97
 - Bootstrap クラス, 97
 - unlisted, 50
 - unnumbered, 50
 - カスタムクラス, 97
- コメント, 50
- コードチャンク, 8, 17
- シンタックスハイライト, 68
- チャンクオプション, 175
 - animation.hook, 45
 - attr.error, 191
 - attr.message, 191
 - attr.output, 68, 191
 - attr.source, 68, 191
 - attr.warning, 191
 - cache, 178, 179
 - cache.extra, 178
 - cache.lazy, 181
 - class.error, 190
 - class.message, 190
 - class.output, 97, 190
 - class.source, 97, 190
 - class.warning, 190
 - collapse, 183
 - comment, 189
 - dev, 177, 194
 - echo, 51, 96, 183
 - error, 177, 190
 - eval, 51
 - fig.align, 66
 - fig.cap, 86, 197
 - fig.dim, 64
 - fig.height, 64
 - fig.keep, 183, 197
 - fig.ncol, 86
 - fig.pos, 83
 - fig.process, 192, 196
 - fig.show, 46, 135
 - fig.subcap, 86
 - fig.with, 64
 - if else ロジック, 176
 - include, 133, 183
 - interval, 47
 - out.height, 65
 - out.lines, 216
 - out.width, 65, 86, 135

- prompt, 190
- ref.label, 51
- results, 45, 161, 186
- tidy, 184
- tidy.opts, 184, 185
- オプションフック, 200
 - グローバルに設定する, 175
 - 変数の値, 176
- チャンクフック, 221
- テンプレート
 - HTML, 108
 - LaTeX, 89
 - Word, 123
- パラメータ, 27
- フォント色, 58
- 出力オプション
 - base_format, 42
 - code_download, 107
 - code_folding, 100
 - css, 96
 - extra_dependencies, 81
 - highlight, 68
 - includes, 63, 76, 110, 112
 - latex_engine, 87
 - number_sections, 28
 - pandoc_args, 55
 - reference_docx, 124
 - template, 90, 110
- 出力フック, 205
 - plot, 218
- 図
 - alt text, 118
 - HTML タグ, 217
 - グラフィックデバイス, 177
 - サイズ, 64
 - ダイアグラムの作成, 47
 - デバイス, 194
 - ファビコン, 112
 - 中間グラフ, 197
 - 位置, 82
 - 後処理, 192
 - 表紙ページ, 79
 - 複数の図をまとめる, 85
- 引用, 30
- 改行, 25, 43, 61
- 言語エンジン
 - css, 96