

つくって学ぶ

Processing

プログラミング入門

長名 優子・石畑 宏明

菊池 眞之・伊藤 雅仁

【共著】

コロナ社

つくって学ぶ Processingプログラミング入門

博士(工学) 長名 優子
博士(工学) 石畑 宏明
博士(工学) 菊池 眞之
博士(工学) 伊藤 雅仁

共著

コロナ社

まえがき

本書は、プログラミング初学者を対象として、「物事を論理的に考えて課題を解決する練習」をプログラミングの学習を通して実践するためのものです。近年、論理的思考力を伸ばすことを期待して、プログラミング教育を小学校でも始めようとする試みがあります。これまでのプログラミング教育は、コンピュータにさせたいことを記述するための文法知識やプログラミングのテクニックが中心に置かれていました。しかし、論理的思考による問題解決のトレーニングを目的とするプログラミング教育のためには、それに適した教材が必要と感じ本書を著しました。

本書では、Processing というプログラミング言語を使用してプログラムの作成を行います。Processing は、必要最小限の記述である程度の機能を持つプログラムを作成でき、入力したプログラムをすぐに実行できます。グラフィックス機能・マウスやキーボード入力インターフェースに優れ、プログラムを実行した結果をビジュアルに確認することが簡単にできます。「このように記述すれば、このような結果が得られる」という論理的な筋道を簡単に表現し、その動作の確認が行えるので、論理的思考力をトレーニングする教材として最適と考えています。本書は、理系の大学初年度程度の知識を持つ、初めてプログラミングに取り組む学生を対象としていますが、高校生でもある程度理解できる内容になっています。

学習者には、プログラムに興味を持ちプログラミングの面白さを知ってもらいたいと考えています。そこで、プログラミングの課題を、学生が興味を持てる内容であり、かつ、これまで中学・高校を通して学んできた知識を活用する機会を与えるようなものにしました。例えば三角関数などこれまでなんの役に立つのだと思いながら勉強してきた数学の知識が、図形を描画するという課題に直面したときに、実際に有用なことをプログラムの作成を通して実感できます。また、英語で表示されるエラーメッセージも、慣れればどうということもないことに気がつきます。思い通り動かないプログラムと悪戦苦闘しながらも、完成したときの達成感は大きいものです。

1章から7章までで、基本的なプログラミングの技術の最低限の要素を学びます。初学者を対象としていますので、はじめはステップバイステップで丁寧にプログラムの書き方を説明していきます。なお、新しい要素や概念は、必要に応じてその都度説明します。2章では、Processing を使用して簡単な図形を描くプログラムを作成します。3章では、変数と繰り返し文の使用法、4章では条件文の書き方を学びます。5章では、マウス・キーボードからの

入力によってプログラムの振る舞いを変える方法を学びます。これによって、ゲームなどの会話的な処理ができるようになります。6章では、関数の作成方法と使い方、7章では、配列の作り方と使い方を学びます。ここまでで、多くのプログラミング言語で共通に現れる、プログラミングの基本的な技術を学びます。例題に沿って、実際にプログラムを入力して動作確認をしていってください。

8章以降は、それぞれがプロジェクトになっています。プロジェクトで作成するプログラムは、行数は短いけれどもそれなりの複雑さを持ったプログラムです。プログラムは穴埋め形式になっており、処理の流れを考えながらプログラムを入力するという作業で進めます。基本的な機能を実装・動作させた後は、各自自分のアイデアを追加機能として組み込んでください。8章では時計を、9章ではストップウォッチを作成します。10章では、音楽ファイルを読み込んでそれを映像として表現するサウンドビジュアライザを作成します。11章では、アクションゲームの作成に挑戦します。最後の12章では、迷路ゲームを作成します。乱数を使用して迷路を生成し、その上でゲームを行うプログラムを作ります。さらに、コンピュータにその迷路を解かせるプログラムを作成します。最後には、それを3次元的な表示が行えるように拡張します。学習者の皆さんには、それぞれのプログラミングの課題の実現を通して、論理的に考える習慣をつけ、タイピングに慣れ、英語や数学の知識を活用できるようになることを期待します。なお、本書の執筆分担は1～3章(石畑)、4, 5章(菊池)、6章(長名, 伊藤)、7～9章(長名)、10章(石畑, 伊藤)、11章(菊池, 長名)、12章(石畑, 長名)となっています。また、図面がカラーのものについては、コロナ社のWebページ(p.20参照)からダウンロードできます。

本書は、Windows10をプラットフォームとして使用し、この上で動作確認を行っています。使用しているProcessingのバージョンは3.1.1です。ProcessingやWindowsは、今後バージョンアップの可能性があります。内容について万全を期して制作しましたが、万一誤りや不備がありましたら出版元までご連絡ください。なお、本書の内容の運用による結果の影響について、一切の責任を負いかねます。最後に、本書執筆のきっかけを与えていただいた東京工科大学コンピュータサイエンス学部亀田学部長に、また執筆にあたり種々のサポートをいただいたコロナ社に深謝いたします。

2016年12月

長名 優子, 石畑 宏明, 菊池 眞之, 伊藤 雅仁

本書を執筆するに当たり、下記の書籍を参考いたしました。

Casey Reas, Ben Fry, 船田 巧 訳: Processingをはじめよう, オライリー・ジャパン (2011)

Ben Fry, 増井俊之 監訳, 加藤慶彦 翻訳: ビジュアライジング・データ —Processingによる情報視覚化手法—, オライリー・ジャパン (2008)

三井和男: デザイン言語 Processing 入門 —楽しく学ぶコンピューショナルデザイン, 森北出版 (2011)

ダニエル・シフマン, 尼岡利崇 監修: Nature of Code —Processingではじめる自然現象のシミュレーション—, ボーンデジタル (2014)

谷尻かおり, 谷尻豊寿 監修: Processingによる画像処理とグラフィックス, カットシステム (2012)

目 次

1. Processing を始めるための準備

1.1 Processing のインストール	1
1.2 動作確認	2
1.3 設定とメニューの使い方	3

2. 初めての Processing

2.1 画像データ	5
2.2 プログラミング	6
2.2.1 最初のプログラム	6
2.2.2 図形の塗りつぶし	7
2.2.3 線の色指定	9
2.2.4 背景	9
章末問題	10

3. 変数と繰り返し文

3.1 変数	11
3.1.1 変数の宣言	11
3.1.2 変数を使用した演算	12
3.2 処理を繰り返す	14
3.2.1 繰り返し文 (for 文)	14
3.2.2 for 文のネスト (入れ子)	17
3.3 システム変数	19
章末問題	20

4. 条件分岐とマウスカーソルの座標に応じた処理

4.1 条件文	21
---------	----

4.1.1 条 件 式	21
4.1.2 if 文, if~else 文, if~else if~else 文	22
4.1.3 switch 文	24
4.1.4 default の省略された switch 文	25
4.1.5 switch 文の if 文による書き換え	26
4.2 スタティックモードとアクティブモード	27
4.3 マウスカーソルの座標に応じた処理	30
章 末 問 題	32

5. マウス・キーボードによる操作

5.1 マウスの動きに反応するプログラム	33
5.1.1 変数 mousePressed	33
5.1.2 システム変数 mouseButton	34
5.1.3 関数 mousePressed()	35
5.2 キーボード入力に反応するプログラム	37
5.2.1 システム変数 keyPressed と key	37
5.2.2 関数 keyPressed()	39
5.2.3 押されたキーの判定	40
章 末 問 題	42

6. 関 数

6.1 関 数 と は	43
6.2 引数も戻り値もない関数	43
6.3 引数のある関数	46
6.4 戻り値のある関数	47
章 末 問 題	50

7. 配 列

7.1 配 列	51
7.2 多次元 (2次元) 配列	57
7.3 配列を利用したプログラムの例	59

章末問題	63
------	----

8. つくってみよう：時計

8.1 時刻情報の取得	69
8.2 アナログ時計	70
8.2.1 ウィンドウの作成と時計の外側の円の描画	70
8.2.2 目盛の描画	71
8.2.3 秒針の描画	72
8.2.4 分針の描画	73
8.2.5 時針の描画	74
8.3 デジタル時計	75
8.3.1 六角形を描画する関数 drawHex() の作成	75
8.3.2 七つの六角形で数字を描画する関数 sevenSegment() の作成 (1)	77
8.3.3 七つの六角形で数字を描画する関数 sevenSegment() の作成 (2)	78
8.3.4 時刻の描画	79

9. つくってみよう：ストップウォッチ

9.1 実行開始からの経過時間の取得	81
9.2 一時停止が可能なストップウォッチ	86
9.2.1 ストップボタンでの一時停止	86
9.2.2 リセットボタンの追加	88
9.3 ラップタイムの取得が可能なストップウォッチ	90

10. つくってみよう：サウンドビジュアライザ

10.1 音	94
10.1.1 音とは	94
10.1.2 PCM	95
10.2 minim ライブラリ	96
10.3 音声信号の波形の表示 (1)	96
10.4 音声信号の波形の表示 (2)	101
10.5 音声信号の線の長さによる表現	104

10.6	音声信号の色による表現	106
------	-------------	-----

11. つくってみよう：アクションゲーム

11.1	ゲームの作成手順	109
11.2	自キャラの基本動作の処理	110
11.3	床に関する処理	117
11.4	敵キャラに関する処理	127

12. つくってみよう：迷路

12.1	迷路の設定・表示	134
12.1.1	盤の作成	134
12.1.2	盤の初期化	135
12.1.3	盤の表示	136
12.2	簡単な迷路の生成	138
12.3	キーボード入力でコマを操作するゲームの実現	140
12.3.1	グローバル変数の宣言とゲームの初期化	140
12.3.2	キーボード入力に対する処理	141
12.3.3	コマやプレイ情報の表示およびゲームの終了	142
12.4	乱数を用いた迷路の自動生成	144
12.5	マウスでコマを操作するゲームの実現	148
12.6	迷路の自動的な探索	152
12.7	迷路の3D化	156
12.7.1	迷路の3D表示	156
12.7.2	キーボードによる操作	161

付録	本書で使用している関数・システム変数一覧	164
索引		167

1

Processing を始めるための準備

Processing は、MIT Media Lab. の Ben Fry と Casey Reas が 2001 年から開発しているソフトウェアであり、スケッチブックに絵を描くように容易にプログラムをつくることのできる環境が提供されている。誰でも公式 Web サイトから無料でダウンロードでき、Windows や Mac, Linux などの主要な OS の下で動かすことができる。現在では、ソフトウェア教育からビジュアルアートまで幅広く利用されている。ここでは、Processing プログラムの開発・実行環境をダウンロードし、使用できるようにする。

1.1 Processing のインストール

次の手順で Processing をインストールする。ここでは、Windows 10 での方法を中心に説明するが、他の OS でもほぼ同様に行うことができる。

1. Web ブラウザで Processing の Download ページ (<https://processing.org/download/?processing/>) を開く。
2. 使用している PC とその OS に対応したものをダウンロードする。64 bit 版の Windows なら、“Windows 64bit” のリンクをクリックする。
3. ダウンロードした圧縮ファイルを展開する。Windows の場合は、“ダウンロード” フォルダにある `processing-3.1.1-windows64.zip` を右クリックして、“すべて展開” を選択する。なお、今後 Processing のバージョンが変わる可能性がある。その場合は、これ以後、そのときのバージョンに合わせてバージョン番号の部分 (3.1.1) を読み替える。
4. 展開済みのフォルダ `processing-3.1.1` を適当な場所 (例えば自分の PC の“ドキュメント”フォルダ) に移動する。
5. デスクトップに Processing のショートカットを作成しておくとう便利である。Windows なら、移動したフォルダ “Processing-3.1.1” をダブルクリックして開き、中にあるファイル “Processing” を右クリックして、“送る” ⇒ “デスクトップ (ショートカットを作成)” を選ぶ。

1.2 動作確認

1. デスクトップ上のショートカット “Processing” をダブルクリックして起動する。起動中は、**図 1.1** ような画面が現れる。起動できると、**図 1.2** のようなウィンドウが開く。

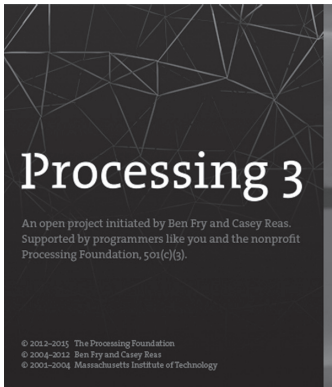


図 1.1 起動中



図 1.2 起動完了

2. プログラム編集用の領域に “rect(10, 10, 60, 60);” と入力して、簡単なプログラム（一辺が 60 の正方形を一つ描くプログラム）を書いてみる。Processing では、プログラムのことをスケッチと呼ぶ（**図 1.3**）。

注意 1: 必ず「半角」で英数字を書く。全角のカッコや空白が混じると動かない。

注意 2: 大文字と小文字は区別される。

注意 3: 行（文）の終わりには、セミコロン ‘;’ をつける（コロン ‘:’ ではない）。

注意 4: プログラム中の文字の色は、プログラムで使用するキーワードなどその種類に対応して勝手につく。プログラムの文法上明らかにおかしい部分は赤い波下線で示される。

注意 5: プログラムのエラーは、コンソールおよびメッセージエリアに表示される。



3. Run ボタン  を押して実行する。メニューの “スケッチ” ⇒ “実行”，もしくはキーボードで Ctrl+R でも実行できる。
4. **図 1.4** のように新たに小さなウィンドウができ、その中に正方形が描かれていることを確認する。
5. プログラム編集ウィンドウで Stop ボタン  を押して終了する。Esc キー，もしくはウィンドウ右上の×ボタンでも終了できる。



図 1.3 スケッチ



図 1.4 実行結果

1.3 設定とメニューの使い方

コメント（プログラムの説明）などを書くときに日本語が使用できるように以下の設定しておく。Processing のメニューから“ファイル”⇒“設定”を実行する（図 1.5）。以下のように設定し，“OK” ボタンを押す。

- “スケッチブックの場所”に、スケッチを置きたいフォルダを指定する。標準では，“ドキュメント”フォルダの下に，“Processing”というフォルダが作られ，そこに配置される。
- 言語は日本語になっている（はず）。
- “エディタとコンソールのフォント”で日本語を表示できるフォント（Windows なら“MS ゴシック”）を選択する。
- “フォントサイズ”は，見やすい適当なサイズに設定する。
- “複雑なテキスト入力を有効にする”にチェックする。
- “有効な最大メモリを増やす 256MB”にチェックする。
- “起動時にアップデートをチェックする”にチェックする。
- “自動的に.pde ファイルを Processing に関連付ける”にチェックする。

プログラム編集画面の上部には次のようなアイコンがあり，プログラムの実行と停止を行うことができる。

- ▶ : 実行開始 (Run)
- ◻ : 実行終了 (Stop)
- ⚙ : デバッガ使用 (Debug)，本書では使用しない

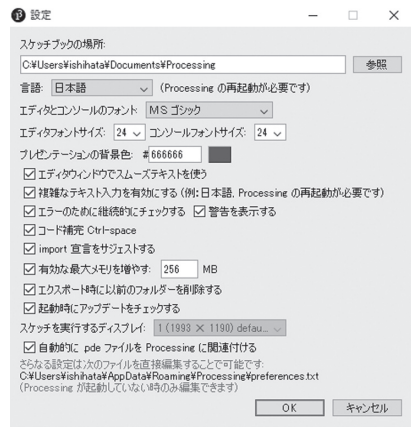





図 1.5 設定画面

4 1. Processing を始めるための準備

メニューの“ファイル”⇒“新規”で、新たにプログラムを作成できる。新たに作成したスケッチには、`sketch_YYMMDDx`（YYMMDD は年月日、x は a, b, c …）のように自動的に名前がつけられる。自分で名前をつけて保存したい場合には、“ファイル”⇒“保存”で保存場所を自分で指定して保存できる。すでに保存されたファイルを再度開くには、“ファイル”⇒“開く”でファイルを選択する。

ウィンドウの一番下には、コンソールタブ  とエラータブ  がある。コンソールタブを選択すると、プログラムの実行に伴うメッセージがコンソール領域に表示される。エラータブを選択すると、プログラムのエラーの情報がコンソール領域に表示される。

Processing の本体やスケッチはどこにおいてもよいが、 1.6 にそのフォルダ構成例を示す。Processing-3.1.1 は、“ドキュメント”の下に配置されており、そこに Processing の実行ファイルや実行に必要なものが置かれている。ユーザの書いたスケッチは、“ドキュメント”の下に置かれた“Processing”フォルダの下に配置されている。

■ Processing	スケッチを置くフォルダ
■ examples	
■ libraries	
■ modes	
■ sketch_YYMMDDx	スケッチのフォルダ
● sketch_YYMMDDx	スケッチのプログラム本体
■ mysketch	スケッチのフォルダ
● mysketch	自分で 'mysketch' と名前をつけて保存した例
■ tools	
■ Processing -3.1.1	Processing 本体のフォルダ
● Processing	Processing の実行ファイル
■ ...	Processing に必要なその他のフォルダやファイル

 1.6 Processing のフォルダ構成

2 | 初めての Processing

ここでは、矩形や円などの簡単な図形を描く Processing のプログラムの作成を通して、プログラミングの基本を学ぶ。背景をカラーにしたり、図形を指定した色で塗りつぶす方法などを習得する。

2.1 画像データ

画像はピクセル（画素）と呼ばれる点の集まりで表現され、各ピクセルは、明るさや色を示す値を持つ。各ピクセルの位置は座標で指定する。Processing における座標系は、図 2.1 に示すように、左上を原点とし、右方向が x 軸、下方向が y 軸となる。図では、 30×20 の大きさの画像（キャンバス）で $(17, 2)$ 、 $(7, 7)$ 、 $(22, 16)$ のピクセルに色が付いている状態を示している。

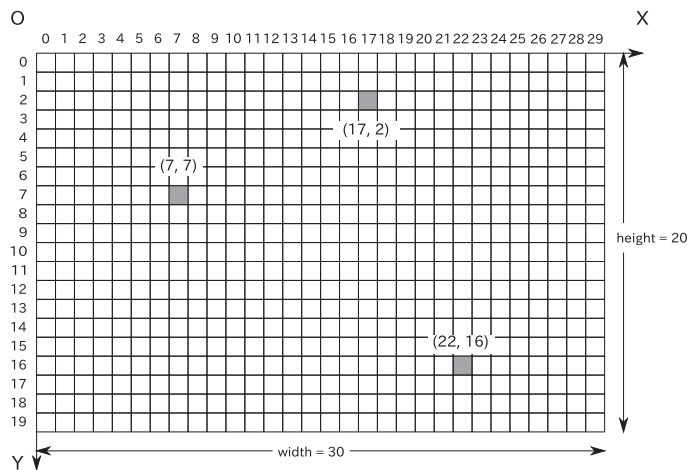


図 2.1 座標系

各ピクセルは、明るさや色を示す値を持つ。グレースケール（白黒）画像の場合は、 $0 \sim 255$ の範囲の値で明るさを表す。0に近いほど暗く（黒く）、255に近いほど明るい（白い）色となる。カラー画像の場合は、赤（R）、緑（G）、青（B）の3原色のそれぞれについて $0 \sim 255$ の範囲の値で明るさを表す。表 2.1 に代表的な色とそれに対応する R, G, B の値を示す。

索引

	【い】		【し】		【ひ】	
入れ子	17	サンプリング周波数		95	引数	6, 43
インクリメント	13	色相	106	ピクセル	5	
インデント	15	字下げ	15	標本化	95	
	【え】	システム変数	19		【へ】	
遠近法	156	視点	156	変数	11	
	【お】	視野角	157		【め】	
音波	94		【す】	明度	106	
	【か】	スケッチ	2	メッセージエリア	2	
型	11	ステレオ	99		【も】	
関数	6, 43		【そ】	戻り値	43	
	【き】	疎密波	94	モノラル	99	
キャンバス	5		【た】		【よ】	
	【く】	代入演算子	13	要素数	52	
繰り返し文	14	多次元配列	57	予約語	11	
グレースケール	5		【て】		【ら】	
	【こ】	デクリメント	13	ライブラリ	96	
コンソール	2		【ね】	乱数	46	
	【さ】	ネスト	17		【り】	
彩度	106		【は】	量子化	95	
サンプリング	95	配列	51	量子化ビット数	95	
		配列の長さ	52			

	【F】		【M】		【S】
for 文	14	minim	96	switch 文	24
	【H】		【P】		【V】
HSB	106	PCM	95	void	44
	【I】		【R】		【数字】
if 文	22	return	48	1次元配列	57
				2次元配列	57

— 著者略歴 —

長名 優子 (おさな ゆうこ)
1996年 慶應義塾大学理工学部電気工学科卒業
1998年 慶應義塾大学大学院理工学研究科修士課程修了(電気工学専攻)
1998年 日本学術振興会特別研究員(博士課程在学中)
2001年 慶應義塾大学大学院理工学研究科博士課程修了(電気工学専攻), 博士(工学)
2001年 東京工科大学助手
2003年 東京工科大学講師
2012年 東京工科大学准教授
現在に至る

石畑 宏明 (いしはた ひろあき)
1980年 早稲田大学理工学部電子通信学科卒業
1980年 株式会社富士通研究所入社
1996年 博士(工学)(早稲田大学)
2007年 東京工科大学教授
現在に至る

菊池 眞之 (きくち まさゆき)
1994年 早稲田大学理工学部電気工学科卒業
1996年 大阪大学大学院基礎工学研究科博士前期課程修了(物理系専攻)
1996年 大阪大学大学院基礎工学研究科博士後期課程中退(物理系専攻)
1996年 大阪大学助手
1997年 大阪大学大学院助手
1999年 博士(工学)(大阪大学)
1999年 筑波大学助手
2003年 東京工科大学講師
現在に至る

伊藤 雅仁 (いとう まさひと)
1998年 慶應義塾大学理工学部計測工学科卒業
2000年 慶應義塾大学大学院理工学研究科修士課程修了(計測工学専攻)
2002年 東京工科大学助手
2003年 慶應義塾大学大学院理工学研究科後期博士課程修了(開放環境科学専攻), 博士(工学)
2003年 東京工科大学講師
現在に至る

つくって学ぶ Processing プログラミング入門

Introduction to Processing Programming —Learning by Making—

© Yuko Osana, Hiroaki Ishihata, Masayuki Kikuchi, Masahito Ito 2017

2017年2月10日 初版第1刷発行



検印省略

著者 長名 優子
石畑 宏明
菊池 眞之
伊藤 雅仁

発行者 株式会社 コロナ社
代表者 牛来真也

印刷所 三美印刷株式会社

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替 00140-8-14844・電話(03)3941-3131(代)

ホームページ <http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-02872-0 (大井) (製本:愛千製本所)

Printed in Japan



本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられています。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めておりません。

落丁・乱丁はお取替えいたします