

Box2Dで始める 物理シミュレーション入門

JavaScript編

Toshiyuki Sakamoto

坂本俊之

サンプルがブラウザで試せる!
Box2DのJavaScript版である
Box2DWebの基本を
わかりやすく解説!

🌐 24時間無料でサンプルデータをダウンロードできます。

 C&R研究所

Box2Dで始める 物理シミュレーション入門

JavaScript編

Toshiyuki Sakamoto

坂本俊之



■権利について

- 本書に記述されている社名・製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。
- 本書では™、©、®は割愛しています。

■本書の内容について

- 本書は著者・編集者が実際に操作した結果を慎重に検討し、著述・編集しています。ただし、本書の記述内容に関わる運用結果にまつわるあらゆる損害・障害につきましては、責任を負いませんのであらかじめご了承ください。
- 本書で紹介している操作の画面は、Windows 7(日本語版)とFirefox 18を基本にしています。他の環境では、画面のデザインや操作が異なる場合がございますので、あらかじめご了承ください。

■サンプルについて

- 本書で紹介しているサンプルは、C&R研究所のホームページ (<http://www.c-r.com>) からダウンロードすることができます。ダウンロード方法については、4ページを参照してください。
- サンプルデータの動作などについては、著者・編集者が慎重に確認しております。ただし、サンプルデータの運用結果にまつわるあらゆる損害・障害につきましては、責任を負いませんのであらかじめご了承ください。
- サンプルデータの著作権は、著者およびC&R研究所が所有します。許可なく配布・販売することは堅く禁止します。

●本書の内容についてのお問い合わせについて

この度はC&R研究所の書籍をお買いあげいただきましてありがとうございます。本書の内容に関するお問い合わせは、FAXまたは郵送で「書名」「該当するページ番号」「返信先」を必ず明記の上、次の宛先までお送りください。お電話や電子メール、または本書の内容とは直接的に関係のない事柄に関するご質問にはお答えできませんので、あらかじめご了承ください。

〒950-3122 新潟県新潟市北区西名目所4083-6 株式会社 C&R研究所 編集部
FAX 025-258-2801
「Box2Dで始める物理シミュレーション入門 〜JavaScript編〜」サポート係

PROLOGUE

2009年、フィンランドのRovio Mobile社がスマートフォン向けゲーム『Angry Birds』を公開しました。『Angry Birds』は当初、iPhone向けに販売されましたが、その後、Androidにも移植され、2013年1月現在、世界中で千数百万ダウンロードを記録する大ヒット作となっています。

『Angry Birds』は、物理シミュレーションを使用したアクションパズルゲームで、ユーザーが操作する主人公(Angry Birds)は、実際の物理法則に従って画面内を飛び回り、衝突して跳ね返ったり、敵を倒したりします。

物理シミュレーションというと、以前は学術研究の世界で利用されるものであり、その内容も高度で複雑な物理解析をスーパーコンピュータで行うものというイメージがありました。それが、次元数を減らした2Dシミュレーションとはいえ、計算資源の限られるモバイル端末上で、しかもリアルタイム・シミュレーションという形で実装されるようになったのは、まさに隔世の感があります。

この『Angry Birds』で利用されている物理シミュレーションライブラリは、「Box2D」という2D物理シミュレーションライブラリです。このライブラリはゲームなどの用途に使用されることを想定して作られた軽量なエンジンで、オープンソースで公開されているので、誰でも無料で使用することができます。

Box2Dはゲーム向けの2D物理シミュレーションライブラリとして広く利用されており、また、CoronaやCocos2d、enchant.jsなど、多くのゲーム開発プラットフォームに標準で組み込まれています。本書では、Box2Dの実装の1つであるBox2DWebを使用して、Box2Dにおける物理シミュレーションの考え方や、物体の扱い方などを学びます。本書で使用するBox2DWebは開発言語としてJavaScriptを使用しますが、Box2Dの使い方やAPIなどについての情報は、その他の言語やゲーム開発プラットフォームを利用する場合でも、容易に応用することができます。

また、本書の執筆をサポートしてくださった方々に感謝申し上げます。特に、1年以上にも延びてしまった執筆期間中、継続してサポートしてくれたスタッフと、オンデマンド出版という新しい試みにもかかわらず快諾してくれたC&R研究所さんにはいくら感謝してもきれません。彼らがいなければ本書は完成しませんでした。最後に、本書が皆様のプログラミングの一助となり、新しいプログラムの誕生に寄与することができれば、幸甚これに過ぎることはありません。

2013年5月

坂本 俊之

本書について

📌 本書の動作環境について

本書では、次のような環境で動作を確認しています。

- Box2DWeb: Box2dWeb-2.1.a.3
- OS : Windows 7(32bit)
- ブラウザ : Firefox 18

📌 サンプルコードの中の▼について

本書に記載したサンプルコードは、誌面の都合上、1つのサンプルコードがページをまたがって記載されていることがあります。その場合は▼の記号で、1つのコードであることを表しています。

📌 サンプルファイルのダウンロードについて

本書のサンプルデータは、C&R研究所のホームページからダウンロードすることができます。本書のサンプルを入手するには、次のように操作します。

- ① 「<http://www.c-r.com/>」にアクセスします。
- ② トップページ左上の「商品検索」欄に「717-9」と入力し、[検索]ボタンをクリックします。
- ③ 検索結果が表示されるので、本書の書名のリンクをクリックします。
- ④ 書籍詳細ページが表示されるので、[サンプルデータダウンロード]ボタンをクリックします。
- ⑤ 下記の「ユーザー名」と「パスワード」を入力し、ダウンロードページにアクセスします。
- ⑥ 「サンプルデータ」のリンク先のファイルをダウンロードし、保存します。

サンプルのダウンロードに必要な ユーザー名とパスワード

ユーザー名 **bx2dw**
パスワード **s2tiu**

※ユーザー名・パスワードは、半角英数字で入力してください。また、「J」と「j」や「K」と「k」などの大文字と小文字の違いもありますので、よく確認して入力してください。

■ CHAPTER 01

Box2Dとは

- 1 Box2Dと物理シミュレーションの概要 10
- 2 実行環境と開発環境について 12
- 3 Box2Dを使う 16

■ CHAPTER 02

基本的な物理シミュレーション

- 4 物理シミュレーションの概要 22
- 5 仮想世界を作成する 23
- 6 物体のパラメーターを設定する 27
- 7 より高度なパラメーターを設定する 33

■ CHAPTER 03

物体に働く力を操作する

- 8 Box2Dにおける力の概要 40
- 9 仮想世界を作成する 41
- 10 物体を操作する 45
- 11 より高度な機能で物体を操作する 49

■ CHAPTER 04

物体の形状とフィクスチャー

012	形状とフィクスチャーの概要	54
013	仮想世界を作成する	55
014	フィクスチャーを作成する	61

■ CHAPTER 05

物体の衝突

015	Box2Dにおける衝突の概要	70
016	仮想世界を作成する	71
017	衝突判定を行うゲームを作成する	78
018	スリープモードについて	86
019	衝突のフィルターについて	87

■ CHAPTER 06

ジョイント

020	ジョイントの概要	92
021	仮想世界を作成する	93
022	物理シミュレーションを実行する	100
023	その他のジョイント	108

■ CHAPTER 07

Box2Dの設定

□ 24	Box2Dの設定について	120
□ 25	Box2DWebの設定項目	122

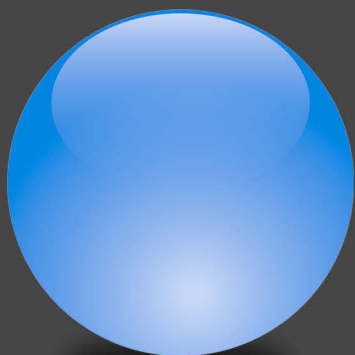
COLUMN

▶	Box2Dの使用目的	11
▶	「力」と「衝撃」について	48
▶	物体とフクスチャー	67
▶	シミュレーションの誤差について	118
▶	ジョイントに働く力について	118
●	索引	126

CHAPTER

01

Box2Dとは



Box2Dと物理シミュレーションの概要

▶ Box2Dとは

Box2Dとは、オープンソースで公開されている、無料の2D物理シミュレーションライブラリの名称です。オリジナルのBox2DはErin Catto氏によって作成されたC++版ですが、zlibライセンスによって公開されたため、JavaやActionScript、JavaScriptなど、さまざまな言語に移植され、現在では言語や環境に依存しない、マルチプラットフォームで動作するライブラリとなっています。

Box2Dはソフトウェアライブラリであり、単体のアプリケーションではありません。そのため、Box2Dを使用するには、自分でプログラムを記述し、Box2Dの機能を使用するアプリケーションを作成する必要があります。Box2Dはあくまで物理シミュレーションを行うだけのライブラリであり、物体の位置や速度など、数値の計算はしてくれますが、その物体をわかりやすいように描写したり、アニメーションさせて見せたりはしてくれません。

Box2Dを学ぼうとする際には、プラットフォームとしてどの言語を選択すればいいかが、悩ましい問題になります。前述のようにBox2Dは、さまざまな言語に移植されており、どの言語でBox2Dを学んでも、その内容は他の言語でも容易に応用することができます。そのため、本書では、開発環境と実行環境を用意することが最も容易である「Box2DWeb」を選択しました。Box2DWebはBox2DのJavaScriptによる実装であり、ActionScriptに移植された「Box2DFlashAS3」を基に、ActionScriptからJavaScriptへの変換プログラムを使用することで作成されています。

▶ 2D物理シミュレーションについて

ひと口にシミュレーションといっても、いろいろな種類があります。たとえば、水の流れなどを再現する流体シミュレーションや、物体にかかる応力を計算する応力シミュレーションなどもシミュレーションの一種です。

Box2Dは物理シミュレーションの一種で、「2D剛体シミュレーション」と呼ばれるものの1つです。「剛体」というのは、Box2D上で扱われるすべての物体はある決まった形状を持ち、力が加わっても変形したりはしないという意味です。

Box2Dで扱うことのできる物体は、変形を起こさない物体のみであるので、たとえば、砂時計の砂粒を1つひとつ再現してシミュレートすることはできませんが、容器の中に入れた水の流れや波をシミュレートすることはできません。水の原子1つひとつを砂粒のように扱おうとしても、粘性などのBox2Dでは再現できない力が存在するため、それは流体シミュレーションの分野となります。また、同様に、鉄骨を組み合わせた橋を作り、鉄骨と鉄骨の結合点に働く力を計算することはできませんが、鉄骨そのものが変形するような現象は再現できません。それは応力シミュレーションの分野であり、Box2Dでは不可能なシミュレーションなのです。

●Box2Dで再現できること/できないこと

再現できること

- 砂時計の砂粒……砂粒1つひとつを別の物体として計算する
- 鉄骨の結合点に働く力……物体を結びつけるジョイントの応力を計算する

再現できないこと

- 容器の中の水……流体シミュレーションの分野
- 鉄骨の変形……応力シミュレーションの分野

さらにBox2Dは、時間の経過とともに現象がどのように進むかをシミュレートする「時間分割シミュレーション」です。Box2Dは二次元上の物体のみを扱うことで計算量を減らし、シミュレートの進行度合いを、実時間の経過に合わせて進めることができるようになっています。実時間の経過に合わせてステップ・バイ・ステップでシミュレーションを実行する場合、そのシミュレーションはリアルタイム・シミュレーションとなります。

Box2Dの使用目的

物理シミュレーションといえば、学問の分野では原子や銀河系の動きを計算することから、産業では自動車の設計を行う際の計算まで、幅広い分野で応用されています。

では、そういった高度な結果が求められる分野に、Box2Dは利用できるのでしょうか？

Box2Dは、あくまでゲームなどの用途に利用することを想定されて作成された物理シミュレーションエンジンです。

そのため、計算の精度や利用する物理学、シミュレートできる物性の範囲などで、実際の学問や産業分野で利用するには、力不足なところがあると言わざるを得ません。

その代わり、リアルタイムで動作できる高速さや、少ないパラメーターで簡単に利用できる利便性など、Box2Dにしかない利点も多くあります。

特に無料で使えるフリーソフトであることと、Box2DWebのようにJavaScriptで記述してブラウザ上ですぐ動作確認ができるという開発の敷居の低さは、学問や産業で使われている高度な物理シミュレーションソフトにはないメリットです。

また、Box2Dで利用している物理学は、基本的にニュートン力学の世界なので、高校生レベルの物理学を学ぶ際の副教材としてならば、充分に実用になるといえるでしょう。