

# 天体運動シミュレーション

山本研究室  
C1230861 齊藤花恋

2025 年 7 月 11 日

## 概要

本研究の目的は、Blender と Python を用いて天体運動シミュレーションを開発し、天体物理学における視覚的理解の促進を図ることである。特に、地球と太陽の重力相互作用に着目し、アニメーションおよびインタラクティブな操作を通じて、天体の運動を直感的に理解できる学習ツールの提供を目指す。今後は、より多くの学習者にとって扱いやすい Web ベースの環境を実現するため、React Three Fiber (R3F)を用いた Web 展開へ移行する予定である。

## 1 背景

天体運動や重力相互作用の理解は、物理学・天文学の基礎的概念であるが、数式や静的な図表のみでは直感的な理解が困難である。特に、非線形な運動や複雑な重力の相互作用を学ぶ際には、動的かつ視覚的なシミュレーションが有効である。こうした背景から、視覚的に分かりやすい学習支援ツールの開発が求められている。

## 2 研究目的

### 2.1 天体運動の視覚的理解の促進

数式を用いずに天体の運動を視覚的に観察できるシステムを提供し、特に力の影響を直感的に把握できるようにする。

### 2.2 学習ツールの開発

学習者が自ら操作を行いながら、天体運動のメカニズムを理解できるツールを開発する。シミュレーションのパラメータを変更し、その影響を即座に確認できる設計とする。

### 2.3 インタラクティブなシミュレーション

物理パラメータ（重力定数など）をユーザーが操作できることで、能動的かつ実験的に学べる環境を提供し、学習効果を高める。

## 3 システムについて

### 3.1 使用技術

#### 3.1.1 Blender

3D モデリングおよびアニメーション作成に使用。天体の形状・軌道をビジュアルで表現し、レンダリング機能により高品質な出力が可能。

#### 3.1.2 Python

万有引力の計算および天体の運動方程式の数値解法を担当。Blender の Python API (bpy) を用い、天体の位置・速度を逐次更新し、スクリプトによってシミュレーション全体を制御する。

#### 3.1.3 React Three Fiber

今後の拡張として、インタラクティブ性を高めるために導入予定。Web ブラウザ上で動作し、学習者が手軽にシミュレーションへアクセスできるようにする。

### 3.2 実装機能

#### 3.2.1 天体シミュレーション

地球と太陽の間の重力相互作用をシミュレートし、地球の公転運動をリアルタイムで視覚化。

#### 3.2.2 インターフェース

ユーザーが重力係数などのパラメータを変更でき、その変化が即座に運動へ反映される。再生・停止ボタンによる直感的な操作が可能。

### 3.2.3 ウェブへの移行

Blender で作成した 3D モデルを GLB 形式でエクスポートし、React Three Fiber 上で描画。より広範な学習者がアクセス可能な仕組みを構築する。

## 4 先行事例

### 4.1 宇宙シミュレーションソフトウェア

Universe Sandbox や Celestia などの商用ソフトは高度な機能を持つが、操作が複雑で教育目的には不向きな面もある。

### 4.2 Blender と Python を活用したシミュレーション

Blender の Python スクリプトを活用して天体運動を可視化する研究例は存在するが、教育向けに特化した直感的 UI を提供している例は少ない。本研究では、そのギャップを埋めるツール開発を行う。

## 5 課題

### 5.1 精度と計算速度

高精度な天体運動を実現するためには、数値計算のアルゴリズムの改善と、処理の最適化が不可欠である。特に多体問題においては計算量の増大が課題となる。

### 5.2 UI の改善

操作のしやすさ、視認性、レスポンスの向上を目指し、学習者のストレスを減らす UI デザインが求められる。

### 5.3 シミュレーションの拡張性

現在は地球と太陽の 2 体問題に限定されているが、今後は月や他の惑星を含む多体シミュレーションへの拡張が必要である。

## 6 今後の展望

### 6.1 R3F による Web 展開

Blender と Python によるローカル実行から、React Three Fiber による Web 実装に移行することで、学習者のアクセス性と操作性を大幅に向上させる。

### 6.2 多体問題への拡張

地球・太陽に加え、月や火星など他の天体を導入し、より現実的で複雑な運動の再現を目指す。

### 6.3 学習ツールとしての応用

教育現場での導入を視野に、インタラクティブな学習教材として活用できるよう設計する。特に、動的パラメータ調整が可能な環境を提供することで、学習者の理解促進を狙う。

### 6.4 リアルタイムシミュレーション

高速な計算処理と描画により、リアルタイムでの運動表示を可能にし、学習者が時間の流れと共に変化する天体運動を直感的に理解できるようにする。

### 6.5 インタラクティブ UI の強化

スライダーや数値入力フィールドを活用した、より直感的な操作が可能な UI を整備し、学習者が自分のペースで探索的に学べる環境を提供する。

## 参考文献

- [1] docs.blender.org, 「Quikstart – Blender Python API」, [https://docs.blender.org/api/current/info\\_quickstart.html](https://docs.blender.org/api/current/info_quickstart.html), (参照 2025-06-30)
- [2] めっち, 「Blender Python 完全ガイド」, (参照 2025-06-30)
- [3] React Three Fiber, 「Introduction」, <https://r3f.docs.pmnd.rs/getting-started/introduction>, (参照 2025-07-07)