

# 設計プロジェクト

## 教師用ガイド



# カタパルト

## 概要/全般的なガイドライン

「カタパルトの設計プロジェクト教師用ガイド」へようこそ。講師はこの実習を様々な方法で活用できます。個々の構成部品はシンプルなので、初心者でも CAD を使用した設計の基本を学習しやすく、個人でもチームでも取り組むことができ、自作のカタパルトを設計して組み立てることを目指します。

講師は、以下のリソースを自由に使用できます。

### 1. 概要の PDF

- プロジェクトの概要の説明に使う最初のドキュメント。

### 2. 教師用ガイド

- このドキュメントには、発表用 PowerPoint の各セクションに対応する情報が含まれています (内容は後述)。このガイドで説明する各セクションでは、PowerPoint の使用方法について詳しく説明します。
- 授業で行う実習をレベルアップする場合や、さまざまなスキル レベルに合わせて調整する場合に活用できる、補足的なアイデアも含まれています。

### 3. 学生用ガイド

- このドキュメントは学生を対象に、成果物、各構成部品を作成するためのヒント、3D プリントのガイドラインなど、実習の基本的なガイドラインを提供します。

### 4. 発表用 PowerPoint

- この PowerPoint は、プロジェクトをクラスに紹介するために使用します。

- 歴史、設計概念、STEM 関連資料など、発表のあらゆる部分を自由に膨らませることができます。
- 先に完成したモデルを用意しておいて、授業中にクラスに回覧させることをお勧めします。

### 5. 動画

- この動画は YouTube で公開されており、CAD でモデルを作成する方法について全体的なアプローチを提供することを目的としています。
- クラスの学生と一緒に見てもかまいません。
- [YouTube 動画へのリンク](#)

### 6. ステップバイステップのコース

- ここでは、設計プロセスのすべてのステップについて、短く簡単に順を追って視聴できるビデオ クリップで示します。
- [ステップバイステップへのリンク](#)

## 背景

このセクションは、学生にカタパルトの概要を説明することを目的としています。この特殊な設計は、ローマのオナゲルから着想を得ています。攻城兵器には他にも、破城槌、石弓、投石機などがあります。これらの橋をインターネットで見て、さらに詳しくディスカッションすることができます。

カタパルトのさまざまな部品を理解することが重要です。基本的なカタパルト建設の用語は、プロジェクト自体を使用して説明されており、設計プロジェクトと関連付けて理解できます。

また、このセクションには、主な設計用語の説明スライドも含まれています。

**フラットパック設計** – 材料は高価なものです。学生には、無駄を最小限に抑え、設計要件を満たす設計を作成するよう促します。

**設計意図** – 製品の外観、機能、ユーザーに与える印象を明確に定義することが常に最善です。これは、形状、適合性、機能と呼ばれています。問題の解決策を設計するプロセスにおいて、この重要なステップについて少し時間をかけて話し合います。

**DFM/DFAM (製造のための設計、積層造形のための設計)** – 設計意図に加えて、DFM/DFAM の概念も同様に重要です。何かを設計する際には、「これはどのように作られるのか?」という問いを考慮する必要があります。このプロジェクトは、3D プリント用に設計されています。そのため、学生が機械の機能を理解することが重要です。

**ネスティング** – 製造におけるネスティングとは、レーザー カットなどの製造工程で廃棄物を最小限に抑えるため、原材料にカット パターンをレイアウトすることです。3D プリントでは、一度に複数の構成部品をプリントできるように、3D プリンタのベッドに合わせて部品をレイアウトする工程です。製造に向けて部品をどのように準備するか、特に 3D プリントについて話し合うことが重要です。

## 構成部品の設計

このセクションは、各構成部品を説明するスライドで構成されています。このセクションの目的は、設計意図と DFAM を各部品に適用する方法について説明することです。

各部品の詳細な寸法とステップバイステップの手順については、下記の**その他のリソース**セクションの「**ステップバイステップへのリンク**」を参照してください。

## 3D プリント

このセクションでは、個々の構成部品を、学生が教室で利用できる機械でどのように配置し、3D プリントの準備をするかについて、具体的な方法を話し合います。

機材を使用する際の手順を決め、使用した材料の管理方法を確立することをお勧めします。学生に、各プロジェクトのコストを計算させてもよいでしょう。構成部品の設計、および 3D プリンタでの配置に影響を与えます。これは、設計や製造を行う際の環境への影響を考慮し、持続可能性について話し合う機会にもなります。

## クラス ディスカッション

このセクションには、ディスカッションを始めるきっかけとなる質問がいくつか用意されています。ここでの目的は、コースの目標と学生のニーズに合うようなディスカッションにすることです。質問をいくつか紹介します。

- バスケット アームがフェース プレートに当たる領域の角度またはサイズを変更することによって、ボールの軌道はどのような影響を受けますか？
- ゴムバンドの種類が異なると、機械のパワーにどのように影響しますか？
- 簡単に組み立てられる程度の隙間がありながら、構成部品がぴったりとはまるようにするには、どのような公差が必要ですか？

## プロジェクト タスク (評価基準)

クラスの目標に応じて、少なくとも学生は次の作業を実行できるようにする必要があります。

- CAD で次の橋構成部品を作成します。
  - サイド プレート
  - 前面支持板
  - 背面支持板
  - フェース プレート
  - バスケット アーム
- CAD でカタパルトのアセンブリを作成します。
- 3D プリンタで物理的な構成部品をプリントします。
- カタパルトを組み立てます。

その他の評価項目案として、次のカテゴリがあります。

**持続可能性** – プロジェクトはフラットパックの設計要件を満たしていましたか？

**アセンブリ** – 接着剤やファスナーがなくても、モデルはそれ自体で結合していますか？

**製造効率** – 製造部品は 3D プリンタのパラメーターの範囲に収まっていますか？

**性能** – 指定されたスポンジ ボールを発射しますか？

## その他のリソース

[ドキュメントへのリンク](#)

[YouTube 動画へのリンク](#)

[ステップバイステップへのリンク](#)

以下のセクションは PowerPoint には対応しておらず、追加の参考情報として掲載されています。

## 上級者向けオプション

経験豊富な学生には、より高度な概念とタスクを使用して創造性を促し、工学の原則を学び、実践的に応用できるような課題を与えることができます。このレベルに適したアイデアをいくつかご紹介します。

### 高度なカタパルト メカニズム設計

- **てこアームとねじりばねシステム:** 学生は、発射物を発射するメカニズムとして、ねじりばねまたはゴムバンドを使用する方法を探ることができます。そのためには、関与する力についてさらに複雑な計算が必要になります。
- **複合てこシステム:** 複数のてこまたは機械的倍率のシステムを組み込むことで、学生は複数の構成部品を組み合わせ、発射物を発射するカタパルトを設計できます。そのためには正確なアセンブリと力の理解が必要になります。

### 動解析シミュレーションとテスト

- **発射物の軌道シミュレーション:** 学生は、シミュレーションソフトウェアを使用して、投射物の軌道をモデル化し、最大距離または精度を達成するために発射速度と角度を最適化することができます。
- **テストとデータ分析:** 実際のテストとデータ収集をプロジェクトに組み込むことで、学生は試作品を構築し、性能を測定し、統計的に結果を分析します（精度や距離に関するレポートを作成するなど）。

### コラボレーション

- **チームベースの設計:** 学生にチームとしてカタパルトのさまざまな部品を設計させます。チームメンバーそれぞれが耐荷重分析、外観、材料、安全性など異なるタスクを担当します。
- **学際的設計:** カタパルト設計と電気工学または機械工学を組み合わせ、機能要素をカタパルトに追加します。たとえば、サーボモーターを組み込んで、完全自動化またはリモート制御のカタパルトを作成することができます。これには、マイクロコントローラ（Arduino や Raspberry Pi など）を使用して動作や巻き取り機構などの発射プロセスを制御したり、発射を制御するスイッチを使用することが含まれます。

これらの上級者向け設計要素を組み込むことで、学生はクリティカルシンキングのスキルを習得し、工学の概念をより深く理解することが期待されます。

## 教育的な概念

カタパルトの設計構築プロジェクトは、STEM (科学・技術・工学・数学) の複数の概念を取り入れた優れた教育方法です。以下に、指導方法の例を示します。

### 科学

- 放物運動について調べ、学生に速度、軌道、角度、重力について説明します。
- 位置エネルギー (引き延ばされたゴム バンド) から運動エネルギーへのエネルギー変換について説明します。
- てこと支点の原理が人間の体の動きにどのように反映されているかを比較します。

### 技術

- 3D モデリングを使用してカタパルト設計を作成するように学生を指導します。
- スライス ソフトウェアから実際のプリント工程まで、3D プリンタがどのように動作するかを実演します。
- 積層造形の原理と、従来の方法とどのように異なるかについて説明します。
- スマート設計を通して廃棄物を最小限に抑えることで、DFAM (積層造形設計) の重要性を強調します。

### 工学

- てこの仕組みを説明し、アームの長さや支点の変更が性能にどのように影響するかを説明します。
- 構造的安定性とカタパルトの転倒や破損を防止する方法について説明します。
- 故障解析を導入して、設計の弱点を特定して修正します。

### 数学

- 最適な発射軌道に必要な角度を解析します。
- 正確な CAD モデルを作成するために角度、長さ、寸法を計算します。
- 範囲や初期速度などの不明な変数を解決します。
- 学生に、3D プリンタ フィラメントの使用量を考慮して、材料コストの見積もりをさせます。