



# 滑車と力



TryEngineering - [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org) 提供

このレッスンに対するご意見はこちらまでお寄せください。

---

## レッスンの焦点

このレッスンは力の概念と、必要な力を削減するための滑車の使用に焦点を合わせます。

---

## レッスンの概要

「滑車と力」では力の概念に焦点を合わせ、滑車がどのように日常生活の作業を容易にするために貢献しているかを実演します。生徒は滑車の異なる使用と複数の滑車による影響について学び、学校や地域社会における滑車の使用を認識します。生徒は1～3台の滑車を連結して重りを移動する能力をテストします。

---

## 年齢

8-11 才。

---

## 目的

- ✦ 滑車とそのシステムについて学びます。
- ✦ 複数の滑車の使用により必要な力が大幅に削減できることを学びます。
- ✦ 滑車のシステムがどのように機械に取り入れられ、日常生活に影響を与えているかを学びます。
- ✦ グループでチームワークと問題解決について学びます。

---

## 習得内容

この学習で生徒は以下についての理解を深めます。

- ✦ 滑車
- ✦ 力
- ✦ 作業量の削減
- ✦ 問題解決
- ✦ チームワーク

---

## レッスン内容

生徒は滑車の仕組みについて、および複数の滑車を連結して使うことにより物体を移動する力を削減できることを学びます。学習内容には力、滑車、および問題解決が含まれます。生徒はチームで重りを移動するために最低限の力を必要とする滑車システムを設計します。

---

## リソース/材料

- ✦ 教員用リソース文書(添付)
  - ✦ 生徒用リソースシート(添付)
  - ✦ 生徒用ワークシート(添付)
- 

## 教科課程枠組みとの調整

添付されている教科課程の調整用シートをご覧ください。

---

## インターネットでの参照資料(英語)

- ✦ TryEngineering ([www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org))
  - ✦ ITEA Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology (国際技術教育学会による技術能力の基準：技術研究の教材) ([www.iteawww.org/TAA/Publications/STL/STLMainPage.htm](http://www.iteawww.org/TAA/Publications/STL/STLMainPage.htm))
  - ✦ McREL Compendium of Standards and Benchmarks (基準と評価に関する McREL 概要) ([www.mcrel.org/standards-benchmarks](http://www.mcrel.org/standards-benchmarks)) 検索およびブラウズ可能な形式による K-12 教科課程対応教材基準に関する資料。
  - ✦ National Science Education Standards (全米科学教育基準) ([www.nsta.org/standards](http://www.nsta.org/standards))
- 

## 推奨文献(英語)

- ✦ 『Using Pulleys and Gears (Machines Inside Machines)』 (ISBN: 1410914453)
  - ✦ 『New Way Things Work』 David Macaulay(著) (ISBN: 0395938473)
  - ✦ 『Moving Heavy Things』 Jan Adkins(著) (ISBN: 0937822825)
- 

## 任意の作文

- ✦ 滑車がどのように海岸係留場や造船所で使われているかについて簡単な作文を書いてください。
- 

## 高学年の生徒対象の追加課題

- ✦ 年長の生徒はチームで 27 キロの生徒により 82 キロの大人を、または生徒の 3 倍の重さを持ち上げることでできる滑車システムを開発します。

# 滑車と力



教員用：

## 教科課程枠組みとの調整

注意：このシリーズにおけるすべてのレッスン プランは、全米研究評議会により設定された全米科学教育基準に準じ、科学教育者協会により推奨され、また該当する場合には国際技術教育学会による技術能力基準の目標と規準に準じるものです。

### ◆全米科学教育基準 学年 K-4 (年齢 4-9 才)

#### 教材基準 B: 物理学

この学習により、生徒全員は以下についての理解を習得します。

- ✦ 物体と物質の特性
- ✦ 物体の位置と運動

#### 教材基準 E: 科学技術

この学習により、生徒全員は以下を習得します。

- ✦ 技術設計能力

#### 教材基準 G: 科学の歴史と本質

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ✦ 人間の試みとしての科学

### ◆全米科学教育基準 学年 5-8 (年齢 10-14 才)

#### 教材基準 B: 物理学

この学習により、生徒全員は以下についての理解を習得します。

- ✦ 物質の特性とその変化
- ✦ 運動と力
- ✦ エネルギー伝達

#### 教材基準 E: 科学技術

学習の結果、生徒全員は以下を習得します。

- ✦ 技術設計能力
- ✦ 科学技術についての理解

#### 教材基準 G: 科学の歴史と本質

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ✦ 人間の試みとしての科学
- ✦ 科学の歴史

## ◆技術能力の基準 - 全年齢層

### 技術と社会

- ✦ 基準 5:生徒は技術の環境に対する影響についての理解を養います。
- ✦ 基準 7:生徒は技術の歴史に対する影響についての理解を養います。

### 設計

- ✦ 基準 9:生徒は技術設計についての理解を養います。
- ✦ 基準 10:生徒はトラブルシューティング、研究開発、発明と革新、および問題解決における実験の役割についての理解を養います。

### 技術社会に対応する能力

- ✦ 基準 13:生徒は製品とシステムの影響を評価する能力を養います。

# 滑車と力



教員用：

教員用リソース

## ◆ レッソンの目標

滑車とそのシステムの仕組みを実演することにより、力について探求します。生徒は滑車を1台使った場合と複数使った場合での物体の移動に必要なとされる力を比較し、機械や日常製品での滑車の使用について学び、複数の滑車によるシステムをチームで作成します。

## ◆ レッソンの目的

- ✦ 生徒は滑車とそのシステムについて学びます。
- ✦ 生徒は複数の滑車の使用により必要な力が大幅に削減できることを学びます。
- ✦ 生徒は滑車のシステムがどのように機械に使われ、日常生活に影響を与えているかを学びます。
- ✦ 生徒はグループでチームワークと問題解決について学びます。

## ◆ 教材

- 生徒用リソースシート
- 生徒用ワークシート
- 生徒のグループあたり教材 1 セット
  - たこ糸
  - 5cm 以上の大型滑車 2 台
  - 重り(小型または 1 リットルの炭酸飲料プラスチックボトルに液体か砂を入れたもの)



## ◆ 手順

1. 生徒に生徒用参照シートを数枚配ります。これらはクラスで読むか、または宿題として読むように事前に渡します。
2. 生徒を 3-4 人のグループに分け、1 グループに 1 セットの教材を渡します。
3. 生徒に中身の入ったプラスチックボトルを見せ、1 台の滑車でボトルを持ち上げるための計画を立てるように指示します。
4. 生徒に教材を使って機能するシステムを作るように指示します。滑車はドアのノブ、引き出しの取っ手、その他の安定した物体にたこ糸でつなげ、たこ糸は滑車を通してボトルの首につなげます。
5. 生徒に引っ張る(力をかける)方向と、目的の作業(ボトルを引き上げる)方向は反対方向であることを観察するように指示します。

6. 生徒に、そのチームのシステムにもう 1 台滑車を加えるよう指示し、ボトルを引き上げるために必要な力が 2 台目の滑車を加えることによりどのような影響を受けたかについて聞きます。  
ボトルを動かすために必要な力は減りましたか？
7. 2 つのグループを合わせ、4 つの滑車が使えるようにします。新しい大きなグループで、4 台すべての滑車を使ってボトルを持ち上げるための新しいシステムを設計するように指示します。  
チームはボトルを持ち上げるために必要な力について予測します。
8. 各グループはクラスで滑車システムを発表し、  
その設計で成功した部分としなかった部分について説明させます。

#### ◆ 所要時間

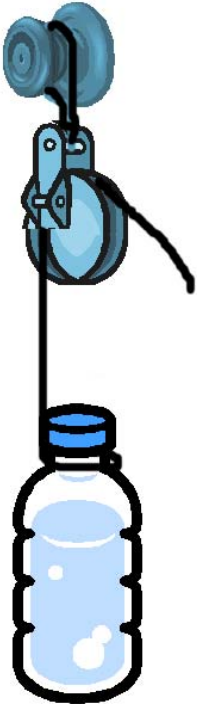
45 分のセッション 1 回または 2 回

# 滑車と力



教員用：

教員用リソース



左のイラストは **1** 台の滑車でプラスチックボトルを引き上げるための設定を示します。ボトルを持ち上げるためにかかる力の方向はボトルの移動方向と反対であることに留意します。つまり、ボトルを引き上げるために、あなたはたこ糸を引き下げます。

**ステップ 1**：1 台の滑車を、ボトルの重さに耐えられる安定性を持つドアのノブ、引き出しの取っ手、または固定されている物体に結びつけます。

**ステップ 2**：プラスチックボトルの首に、ある程度の長さのたこ糸を結びつけ、滑車に通します。

**ステップ 3**：たこ糸を引き下げ、プラスチックボトルを持ち上げるために必要な力に注意を払います。力がかかる方向(下)は最終的なボトルの動き(上)と反対であることを観察します。

## ◆ 滑車 2 台の設定

右のイラストは 2 台の滑車の設定を示します。この 2 台目の滑車はプラスチックボトルを持ち上げるために必要な力を 1.5 倍削減します。追加の滑車を使うと、必要な力がさらに減ります。

**ステップ 1**：1 台の滑車を、ボトルの重さに耐えられる安定性を持つドアのノブ、引き出しの取っ手、または固定されている物体に結びつけます。

**ステップ 2**：プラスチックボトルの首を 2 台目の滑車につなぎます。

**ステップ 3**：上の滑車の底にたこ糸を結びます。底の滑車にたこ糸を通してから、上部の滑車の輪の周りを通し、その後 2 度目に底の滑車の輪に糸を通し、再度上部の滑車の輪の周りを通します。この時点でたこ糸は 2 台の滑車に 2 回ずつ通った状態にあります。

**ステップ 4**：たこ糸を引いて、前に 1 台の滑車でプラスチックボトルを持ち上げたときに必要だった力と比べます。



# 滑車と力



生徒用リソース:

力とは何ですか? 滑車とは何ですか?

## ◆ 力

物体を押し引きすることにより、物体にエネルギーを与え移動、停止、または方向転換を促します。例えば、プラスチックボトルを持ち上げる際には、人間が空気中に持ち上げるための力を入れます。同様にボトル内の液体はボトルの壁に対して力をかけています。力によりその物体が移動したり、物体が変形することがあります。エネルギーがこのプロセスで拡張するか、またはエネルギーが拡張しないように適用した力が反対の力により均等化されます。

## ◆ アイザック・ニュートン卿

アイザック・ニュートン卿 (Sir Isaac Newton)

(1642-1727)は物体運動の基本法則を提示した第一人者です。

氏は次の3つの基本原則を提起しました。



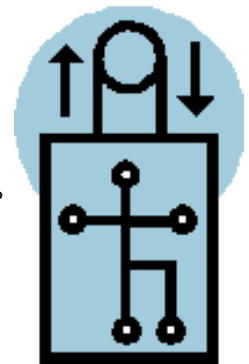
1. ニュートンの第1法則によると、外部の力が加わらなければ、すべての物体は静止または一線上で等速度運動を続けます。これは通常慣性の定義として知られています。
2. 第2法則では外部の力の対象となると、どのように物体の速度が変更するかについて説明します。この法則によると、質点の運動量 (質量 x 速度) の時間的変化は、それにかかる力の大きさに比例します。
3. 第3法則では自然界におけるすべての作用は、等しい大きさで逆方向の反作用をもたらすことを提起します。つまり、物体Aが物体Bに力を加えると、物体Bも同じ力を物体Aに加えます。

## ◆ 滑車とは何ですか?

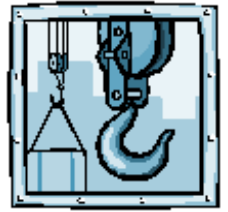
滑車は安定性を目的としたフックか土台に設置された溝のある外枠を持つ回転する輪です。引く力の方向を変更するために輪の外枠と一緒にロープ、ベルト、または鎖が移動します。その例は旗竿とカーテンレールです。「単独固定型滑車」は物体に設置された滑車です。「単独移動型滑車」はワイヤーかロープに設置され、これらと一緒に移動する滑車です。「単独固定型滑車」は力、距離、速度を得ませんが力の方向を変更します。滑車のシステムは重りを引き上げることでこの作用を改善するために使われ、物体を移動するために必要な力を削減します。

#### ◆ 滑車の適用：エレベーター

滑車システムは特に重い装置や物品の移動や持ち上げなどを目的として、多くの機械の設計で使われています。エレベーターは重りを引き上げるために設計された滑車システムの例です。大部分のエレベーターはその重さに最高積載重量の40%の重さを足した重さのカウンターウェイト(釣り合い重り)を使用しています。カウンターウェイトはモーターが引き上げる必要のある重量を削減します。引き上げドラム型のエレベーターではモーターに設置された駆動ドラムからの引き上げ用ケーブルがエレベーターの上に付いた巨大な滑車に巻かれ、その後エレベーターシャフトの屋根に付いた2台目の滑車、そして重りにつながられています。



# 滑車と力

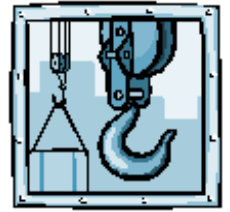


## 生徒用ワークシート:

◆ 技師は滑車をあらゆる目的で使用します。あなたの課題は 2 台の滑車を使いプラスチックボトルを引き上げるシステムを設計することです。以下の空欄にあなたの計画を書いてください。

◆ 4 台の滑車を使いプラスチックボトルを引き上げるシステムを設計しましょう。

# 滑車と力



## 生徒用ワークシート:

### ◆ 質問:

1. プラスチックボトルを移動するために必要な力は減ると思いますか?その場合、どれほど減りますか?
2. 10 台の滑車を加えたら、違いがあると思いますか?その理由は何ですか?
3. 滑車のサイズはプラスチックボトルを引き上げるために必要な力に影響すると思いますか?その理由は何ですか?
4. 滑車のロープやたこ糸のなめらかさはプラスチックボトルを引き上げるために必要な力に影響すると思いますか?その理由は何ですか?
5. 滑車の数を増やすほど、引くロープや滑車に巻きつけるたこ糸が長くなりましたか?
6. 滑車システムを組み込んでいる機械の例を 3 つ挙げてください。
7. 滑車や滑車システムを使うことにより解決した技術的な問題を挙げてください。
8. 学校、家庭、地域社会で使われている滑車の例を挙げてください。