

### レッスンの焦点

生徒は、チームで双方向ガムボール マシンを設計および製作しながら、位置エネルギーと運動エネルギーについて探究します。

### レッスンの概要

生徒は、ガムボール マシンの歴史を学び、チームでガムボール スライダーを製作しながら、位置エネルギーと運動エネルギーについて学びます。次に、チーム独自の双方向ガムボール マシンを設計および製造します。

### 年齢

10-18 才。

### 目的

- ◆ 位置エネルギーと運動エネルギーについて探究します。
- ◆ 双方向ガムボール マシンを設計および製作します。
- ◆ 工学設計の手順を実行して、設計の課題を解決します。



### 習得内容

この学習で生徒は以下のことを行ったこととなります。

- ◆ 位置エネルギーと運動エネルギーについて探究します。
- ◆ 双方向ガムボール ディスペンサーを設計および製作します。
- ◆ 工学設計の手順を実行して、設計の課題を解決します。

### レッスン内容

このレッスンでは、ガムボール マシンの歴史についての記述を読むことから始めます。次に、チームに分かれて、ガムボール スライダーを設計し製造します。生徒は、スライダーの背後にある科学について考察し、重力、運動エネルギー、位置エネルギーについての質問に答えます。最後に、チームでスライダーをベースにして、楽しく革新的な方法でガムボールを適量ずつ出す装置を設計し製作します。

### リソース / 教材

- ◆ 教師用リソース文書(添付)
- ◆ 生徒用ワークシート(添付)
- ◆ 生徒用リソース 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。

### 双方向ガムボール マシン

TryEngineering 所属 IEEE による作成 [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)

© 2018 IEEE - All rights reserved.

Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).

---

## インターネットでの参照資料(英語)

- ◆ History of Gumball Machines ([www.gumballs.com/history.html](http://www.gumballs.com/history.html))
- ◆ TryEngineering ([www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org))

---

## 推奨文献(英語)

- ◆ 『Vending Machines: An American Social History』(ISBN: 978-0786413690)
- ◆ 『Vending Machines』(ISBN: 978-0981960012)

---

## 任意の作文

- ◆ 生徒に、ガムボール マシンの「とある 1 日」についての短編小説を書くように指示します。ガムボール マシンがだれに会い、何が起こりましたか? ガムボール マシンは、ガムボールをもらった子供たちの人生をどのように変えましたか?
- ◆ 生徒は、おもちゃ屋に多くの客を集めるための広告を作ることができます。広告では、双方向ガムボール マシンを目玉商品として取り上げてください。なぜ子供たちはこのおもちゃ屋に来ずにいられなくなるのでしょうか? なぜ双方向ガムボール マシンは必見なのでしょうか?

### 双方向ガムボール マシン

TryEngineering 所属 IEEE による作成 [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)

© 2018 IEEE - All rights reserved.

Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).

ページ 2/12



**教師用:****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、全米教育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または国立数学教師評議会による学校数学の目標と規準に準じるものです。

**◆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。

- ◆ 運動と力
- ◆ エネルギー伝達

**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
- ◆ 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

**◆全米科学教育基準 学年 9-12 (年齢 14-18 才)****教材基準 B: 物理学**

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ◆ 運動と力
- ◆ エネルギーと物体の相互作用

**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
- ◆ 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。

- ◆ 歴史的な観点

**◆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: 生徒は歴史に対する技術の影響についての理解を養います。

**設計**

- ◆ 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



## 教師用:

## 教師用リソース

## ◆ レッソンの目標

このレッスンの目標は、ガムボール スライダーを設計することです。次に、チームでスライダーをベースにして、楽しく革新的な方法でガムボールを適量ずつ出す装置を設計し製作します。

## ◆ レッソンの目的

- ◆ 位置エネルギーと運動エネルギーについて探究します。
- ◆ 双方向ガムボール マシンを設計および製作します。
- ◆ 工学設計の手順を実行して、設計の課題を解決します。

## ◆ 教材

学習 1: ガムボール マシンの歴史

- ◆ 「ガムボール マシンの歴史」ワークシート

学習 2 および 3: 「ガムボール スライダー」および「双方向ガムボール マシン」

学習 2 および 3 用のすべての教材を材料用のテーブルに並べます。

- ◆ 段ボールの箱
- ◆ 2 リットルのペット ボトル
- ◆ ガムボール(学校へのガムの持ち込みが禁じられている場合はガムボールの代わりにビー玉)
- ◆ 紙コップ
- ◆ アイスの棒
- ◆ ダボ
- ◆ 串
- ◆ 粘土
- ◆ モール
- ◆ はさみ
- ◆ 輪ゴム
- ◆ ひも
- ◆ ペーパー クリップ
- ◆ 大型クリップ
- ◆ 厚紙やファイル ホルダー
- ◆ 段ボールを切ったもの(箱をさまざまなサイズに切り分ける)
- ◆ マスキング テープ
- ◆ 接着剤
- ◆ 6 インチの管(長さを半分に切ったパイプ状の絶縁体) – 各チームに最低 1 つ
- ◆ エグザクト ナイフ(教師用)
- ◆ 「ガムボール スライダー」ワークシート
- ◆ 「双方向ガムボール マシン」ワークシート
- ◆ ストップウォッチ(学習 2 用、各チームに 1 つ)
- ◆ 紙くずかご(低学年の生徒用 – 学習 2)



## 双方向ガムボール マシン

TryEngineering 所属 IEEE による作成 [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)

© 2018 IEEE – All rights reserved.

Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).



## 教師用(続き):

## ◆ 所要時間

- ◆ 学習 1: ガムボール マシンの歴史(1/2 時間)
- ◆ 学習 2: ガムボール スライダー(1 時間)
- ◆ 学習 3: 双方向ガムボール マシン(1-2 時間)

## ◆ 手順

## 学習 1: ガムボール マシンの歴史(1/2 時間)

1. 主たる課題である設計への導入として、ガムボール マシンの背後にある歴史についての記述を読み、話し合います。
2. 生徒に、今まで見たことのある種類の自動販売機と、学校や街にあればいいと思う自動販売機の種類を尋ねます。

## 学習 2: ガムボール スライダー(1 時間)

1. 生徒を 3-4 つのチームに分けます。
2. 材料用のテーブルを用意して、この学習と学習 3 の教材をすべて並べます。
3. 後で課題として行う設計の準備として、ガムボール スライダーを作成して重力とエネルギーについて学習することを生徒に説明します。
4. ガムボール スライダーの課題のプリントを配布し、基準、制約、疑問点について話し合います。
5. チームでガムボール スライダーを作らせます。作業時間は約 20 分とします。(注意: 低学年の生徒の場合は、ガムボールが入るカップの代わりに紙くずかごを使用します。)
6. 生徒は、次の工学設計の手順に従います。
  - 課題の解決策についてのブレインストーミング
  - 最適な解決法の選択
  - 原型の製作
  - 原型のテスト
  - 原型の再設計
  - 最終的な設計のクラスでの発表
7. 各チームに、スライダーを披露させ、質問に答えさせます。
  - ガムボールがスライダーを滑り始めるのは何が原因ですか? (重力)
  - ガムボールを放す前にガムボールが持っているのはどんなエネルギーですか? (位置エネルギー)
  - ガムボールを放した後にガムボールが持っているのはどんなエネルギーですか? (運動エネルギー)
  - 一番大きい位置エネルギーがあるのはどこですか? その理由は何ですか? (スライダーの最上部。それがスライダーの一番高い場所だから。  $PE=mgh$ )
  - 一番大きい運動エネルギーがあるのはどこですか? その理由は何ですか? (スライダーの最下部。ガムボールの移動速度がそこで最高になるから。  $KE=1/2mv^2$ )



## 教師用(続き):

- ガムボールは仕事をしていますか? その理由は何ですか? (している。ガムボールは自身に対して作用する力を持ち、スライダーの下までの距離を移動する。  $W = fd$ )
- ガムボールがスライダーを滑り落ちる速度を上げるためにどうしましたか? (スライダーの傾斜角か長さ、またはその両方を増やした。)
- ガムボールがカップの中に入るようにするためには、カップをどこに置きますか? (これはチームごとに異なる。)
- ガムボールが動きを続けようとするのはなぜですか? (推進力)
- ガムボールの移動速度を小さくするにはどうしますか? (摩擦を加える。)

## 学習 3: 双方向ガムボール マシン(1-2 時間)

1. 双方向ガムボール マシンの設計課題を配布し、話し合います。
2. 双方向または相互作用の意味について話し合う時間を取ります。生徒にそれを定義し、いくつかの例を挙げるように指示します。
  - 相互作用 - 2 つ以上の物体が互いに影響を及ぼし合う行動の一種です。
  - 双方向 - 互いに作用すること。
 例: ビデオ ゲーム - ユーザーとゲーム間の相互作用。これは、先に進むためにはユーザーがゲームに参加することが要求されるので、双方向です。
3. ガムボール マシンがどのように双方向なのかについて生徒に考えさせるために、以下の写真を見せることができます。

	
<p>このらせん状ガムボール マシンは、見て楽しいものですが、双方向ではありません。双方向にするにはどうすればいいですか?</p>	<p>これは双方向ビー玉ゲームです。ユーザーは、穴の開いた木製のパーツとスライダーを動かして、ビー玉を下まで移動させます。</p>

4. 生徒に、工学設計の手順に従うことを思い出させます。
5. 生徒は、最終的な設計の名前を発表し実演することで、各チームの設計をクラスで共有します。

## 双方向ガムボール マシン





## 教師用リソース: 用語集

- ◆ **運動:** 基準となる座標系で特定の観察者によって測定された時間に対する物体の位置変化。
- ◆ **質量:** 物体の物理量。
- ◆ **重量:** 物体に対する地球の重力の力。
- ◆ **加速度:** 物体の速度が変化する割合。物体は、その速さまたは方向が変わると加速度が変化します。また、物体は、その速度が変わると加速度が変化します(速くなる場合と遅くなる場合の両方)。
- ◆ **重力:** 物体を地球の中心に向かって落下させようと引き寄せる力。
- ◆ **力:** 物体と他の物体との相互作用を生むような物体の押し引き。
- ◆ **摩擦:** 物体の動きに逆らう力。
- ◆ **速さ:** 物体がどの程度速く移動するかを示したもの。
- ◆ **速度:** 物体の位置が変化する割合。
- ◆ **運動量:** 運動の質量。運動の量は、どれくらい物体が移動し、その物体がどれくらい速く移動したかに依存します。
- ◆ **仕事:** 一定距離を動かすために物体に作用する力。仕事の式は  $W = fd$  です。[f= 物体に加わる力、d = 物体の移動距離]
- ◆ **エネルギー:** 仕事をする能力。あなたは、力(押し引き)を使って運動をするとき、仕事をします。
- ◆ **位置エネルギー:** 位置のエネルギー。位置エネルギーの量は、物体の質量と高さによって決まります。位置エネルギーの式は  $PE=mgh$  です。[m = 物体の質量、g = 重力による加速度( $9.8 \text{ m/s}^2$ )、h = 物体の高さ]
- ◆ **運動エネルギー:** 運動のエネルギー。移動するすべての物体は、運動エネルギーを持っています。運動エネルギーの量は、物体の質量と速さによって決まります。運動エネルギーの式は  $KE=1/2mv^2$  です。[m = 物体の質量、v = 物体の速度]



## 生徒用リソース:

## ガムボール スライダーの課題



## ◆ 課題

ガムボールができるだけ速く滑(すべ)ってコップに入るようなスライダーを設計します。

## ◆ 基準と制約

- ◆ ガムボールが、「走路」から出ないようにする必要があります。
- ◆ ガムボールを押(お)してスタートさせることはできません。
- ◆ ガムボールは、カップ内に入る必要があります(どこにカップを置くかはチームで決めることができます)。
- ◆ スライダーは自立する(支えなしで立つ)必要があります。

## ◆ 質問

- ◆ ガムボールがスライダーを滑り始めるのは何が原因ですか？
- ◆ ガムボールを放す前にガムボールが持っているのはどんなエネルギーですか？
- ◆ ガムボールを放した後にガムボールが持っているのはどんなエネルギーですか？
- ◆ 一番大きい位置エネルギーがあるのはどこですか？ その理由は何ですか？
- ◆ 一番大きい運動エネルギーがあるのはどこですか？ その理由は何ですか？
- ◆ ガムボールは仕事をしていますか？ その理由は何ですか？
- ◆ ガムボールがスライダーを滑り落ちる速度を上げるためにどうしましたか？
- ◆ ガムボールがその中に入るようにするためには、カップをどこに置く必要がありましたか？
- ◆ ガムボールが動きを続けようとするのはなぜですか？
- ◆ ガムボールの移動速度を小さくするにはどうしますか？

## 双方向ガムボール マシン

TryEngineering 所属 IEEE による作成 [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)

© 2018 IEEE - All rights reserved.

Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).



**生徒用ワークシート:****双方向ガムボール マシンの設計の課題****◆ シナリオ**

地元のおもちゃ屋から、多くの客を集めるために店の中央に設置して子供を楽しませるような特別な展示物、つまり双方向(そうほうこう)ガムボール マシンを作るのを手伝ってほしいと頼(たの)まれました。

**◆ 設計の課題**

客をおもちゃ屋に引き寄せるような楽しい双方向ガムボール マシンを設計し製作します。

**◆ 基準**

すべての設計は以下を満たす必要があります。

- ◆ ガムボールが走路から出ないこと
- ◆ 1つの双方向要素があること
- ◆ 1つ以上のループがあること
- ◆ 自立する(支えなしで立つ)こと
- ◆ できるだけ創造的であること

**◆ 制約**

- ◆ 使用できるのは、支給された材料だけです。

**双方向ガムボール マシン**

TryEngineering 所属 IEEE による作成 [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)

© 2018 IEEE - All rights reserved.

Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).

## 生徒用ワークシート(続き):

チームメンバー: \_\_\_\_\_

双方向ガムボール マシン名: \_\_\_\_\_

## ◆ 計画段階

チーム内で、解決すべき問題について話し合います。次に、意見をまとめてガムボール マシンを設計します。また、使用する材料を決めます。以下の空欄(くうらん)に設計図を書きます。使う予定の各部品の説明と個数を必ず記入してください。

ガムボール スライダーの設計について考えを出し合います。

最適な設計を選び、以下に図を描(えが)きます。

## 生徒用ワークシート(続き):

## ◆ 製作段階

ガムボール マシンを作ります。製作中、材料がさらに必要になるかどうか、および、設計を見直す必要があるかどうか、を判断します。材料の追加や設計の見直しは可能です。その場合は、新しい略図を作成し、材料表を修正します。

## ◆ テスト段階

各チームは、ガムボール マシンをテストします。設計が成功しなかった場合は、満足できる結果が得られるまで再設計と再テストを行います。また、他のチームのテストを見学し、異なる設計では性能はどうかを観察します。

最終的な設計図を描きます。

## ◆ 評価段階

チームの結果を評価し、評価ワークシートに記入し、わかったことをクラスで発表します。

## 双方向ガムボール マシン

TryEngineering 所属 IEEE による作成 [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)

© 2018 IEEE - All rights reserved.

Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).

