レッスンの焦点

このレッスンでは、水車を使って発電する方法に焦点を置きます。生徒はチームに分かれて、日用品を使った水車場を設計および製作し、水をかけて製作物をテストします。製作された水車は、3分間回転し続ける必要があります。高学年の生徒に対しては、追加の課題として水車で動く歯車装置を設計させるのもよいでしょう。その後生徒は、自分のチームと他のチームの水車の能力を評価し、わかったことをクラスで発表します。

レッスンの概要

この「水車場を作る」というレッスンでは、昔の人々が水車場を使ってどのように水力を利用してきたかについて学習します。生徒は「技師」のチームに分かれて、日用品を使って水車場を設計および製作します。次に、製作した水車場をテストしてその能力を評価し、評価結果をクラスで発表します。

年齢

8-18 才。

目的

- 工学設計について学びます。
- 計画と製作について学びます。
- チームワークとグループ作業について学びます。

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。

- 構造工学と構造設計
- 問題解決
- チームワーク

レッスン内容

生徒は、昔の人々が水車を使ってどのように水力を利用してきたかについて学びます。生徒はチームに分かれて、日用品を使って水車を製作およびテストし、自分のチームと他のチームの水車を評価し、わかったことをクラスで発表します。

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

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。

インターネットでの参照資料(英語)

- TryEngineering (www.tryengineering.org)
- Waterwheel Factory (www.waterwheelfactory.com)
- U.S. Geological Survey Hydroelectric Power (https://water.usgs.gov/edu/hyhowworks.html)
- Society for the Preservation of Old Mills (www.spoom.org)

補足文献(英語)

- Cathedral, Forge and Waterwheel: Technology and Invention in the Middle Ages (ISBN: 0060925817)
- Windmills and Waterwheels Explained (ISBN: 1846740118)

任意の作文

- 昔の人々が工学を使ってどのように人力作業を減らしてきたかについて簡単な作文を書きます。

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

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 K-4 (年齢 4-9 才)

教材基準 A: 疑問としての科学
この学習により、生徒全員は以下を習得します。
- 科学的な質問をするために必要な能力

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 F: 個人的および社会的な観点から見た科学
この学習により、生徒全員は以下を理解します。
- 地域レベルの課題に対する科学技術

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 A: 疑問としての科学
この学習により、生徒全員は以下を習得します。
- 科学的な質問をするために必要な能力

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
5-8 学年における学習の結果、生徒全員は以下を習得します。
- 技術設計能力

教材基準 F: 個人的および社会的な観点から見た科学
この学習により、生徒全員は以下を理解します。
- 社会における科学技術

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

教師用:
教科課程枠組みとの調整(続き)

◆全米科学教育基準 学年 9-12 (年齢 14-18 才)

教材基準 A: 疑問としての科学
この学習により、生徒全員は以下を習得します。
- 科学的な質問をするために必要な能力

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

教材基準 F: 個人的および社会的な観点から見た科学
この学習により、生徒全員は以下を理解します。
- 天然資源
- 地域、国、世界レベルの課題に対する科学技術

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

技術の本質
- 基準 2: 生徒は技術の中心概念についての理解を養います。
- 基準 3: 生徒は技術分野間および技術と他分野との関係についての理解を深めます。

技術と社会
- 基準 4: 生徒は技術の文化的、社会的、経済的、政治的な効果についての理解を深めます。
- 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。

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 11: 生徒は設計手順を応用するための能力を養います。
- 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。

技術社会
- 基準 16: 生徒はエネルギーと電力技術についての理解を深め、これらを選び使用する能力を養います。
- 基準 20: 生徒は建築技術についての理解を深め、これらを選び使う能力を養います。

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

教師用:
教師用リソース

◆ レッスンの目標

このレッスンでは、水車を使って発電する方法に焦点を置きます。生徒はチームに分かれて、日用品を使った水車場を設計および製作し、水をかけて製作物をテストします。製作された水車は、3 分間回転し続ける必要があります。高学年の生徒に対しては、追加の課題として水車で動く歯車装置を設計させるのもよいでしょう。その後生徒は、自分のチームと他のチームの水車の能力を評価し、わかったことをクラスで発表します。

◆ レッスンの目的

- 工学設計について学びます。
- 計画と製作について学びます。
- チームワークとグループ作業について学びます。

◆ 教材

- 生徒用リソース シート
- 生徒用ワークシート
- 水、大きい容器または洗面所、テープ、ストップウォッチまたは時計、計量カップまたは水注入器具(5 ガロンの容器を使用する場合、グループ間で使い回すことができます)
- 生徒のグループあたり教材 1 セット:
  - 発泡スチロール製シリンダ、プラスチック製または木製のスプーン、木片(バルサ材)、曲げられる針金(花屋や手工業で使用する針金など)、ひも、クリップ、輪ゴム、つまようじ、アルミホイル、テープ、木製ダボ、プラスチック製のまたはワックスでコーティングされた食品容器ぶた、など。

◆ 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 2-3 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. 生徒が日用品を使って水車を製作すること、および、水車は壊れることなく 3 分間回り続けなければならないということを説明します。
4. 生徒がチームごとに集まり、水車の計画を立てます。各チームが、必要な材料についての意見をまとめ、計画を文書化し、その計画をクラスで発表します。
5. 各チームは追加の材料を要求できます。チームあたり材料を最大 2 セット受け取ることができます。各チームは、他のチームとの間で材料を交換し、必要な材料を確保することができます。材料の交換に制限はありません。

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

教師用:
教師用リソース(続き)

6. 各チームが計画に基づいて製作を行います。計画の再考、他の材料の要求、他のチームとの間での材料の交換、または最初からのやり直しが必要になるかもしれません。
7. 各チームが、水を入れた大きい容器の中で水車場をテストします。水車場が中央位置から動かないように、また、前方向に転がらないように、固定する必要があります。
8. テスト終了後、各チームが評価/感想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。

◆ 所要時間

45 分のセッション 2 回または 3 回。

◆ ヒント

高学年の生徒に対して、「水車の回転によって生じるエネルギーを使って物を持ち上げる歯車装置」を製作することを提案します。この装置を製作するには、糸を巻いて棒の端に接着したもの、および輪ゴムを使用します。ひももおそらく使用します。水力を使って重りを持ち上げるよう、生徒を促します。

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

生徒用リソース:
水車場の歴史

水車場とは、水車またはタービンを使って機械的プロセスを動かす構築物のことです。機械的プロセスの例としては、製粉、製材、金属加工(延ばす、みがく、針金にする)などがあります。電気を生み出す水車場は、よく水力発電所と呼ばれます。

古代のギリシャ人およびローマ人は、水力を使って機械的プロセスを動かすことのできた最初の人々であると考えられています。紀元前 1 世紀初頭、ギリシャのテッサロニカの風刺(ふうし)詩人アンティパトロスは、水車が製粉に有効利用された結果人力作業を減らすことができた、と言っています。

ローマ人は、ギリシャ以外の地域で初めての製粉用水車場を造りました。また、地中海沿岸全域に水車場建設技術を広めました。右の写真は、スコットランドのエアシャーで復元された水車場です。

◆ 仕組み

水車場では、みぞや管などを造って川または池の水を水車側にう回させます。水の力によって水車(またはタービン)の羽根が押(お)され、その結果軸(じく)が回転し、その軸に取り付けられている機械装置が動きます。水車を回した水は、水車場から出ていきます。1 本の水路に水車場が多数設置されることもあります。この場合、水が何か所もの水車場を流れるので、多くの水車が回転します。

◆ 垂直方向と水平方向

水車の車輪が水平方向、軸が垂直方向である水車場を、「ギリシャ式水車場」と呼ぶことがあります。一方、水車の車輪が垂直方向、軸が水平向である水車場は、「ローマ式水車場」と呼ばれます。ギリシャ式水車場はローマ式水車場よりも古くかつシンプルですが、効率的に作動するには速い水流が必要です。ローマ式水車場は部品がはるかに複雑であり、水平軸から垂直軸に力を伝えるための歯車が必要です。右の写真は、イギリスのロンドンにあるオールダーズゲート通りの発掘(はっくつ)作業で発見されたローマ式揚水(ようすい)装置を復元したものです。

© 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:
水車場を設計する

みなさんは技師のチームであり、「日用品を使って水車場を設計する」という課題を与えられています。テストでは、水車は 3 分間回り続ける必要があります。

◆ 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、意見をまとめて水車を設計します。使いたい材料を洗い出す必要があります。すべての部品が水にさらされることに注意してください。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。その後、クラスでチームの設計を発表します。クラスで意見を聞いた後、チームの計画を見直すこともできます。

必要な材料:

TryEngineering 所属 IEEE による作成　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):

◆ 製作段階

水車場を製作します。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、教室内の洗面台で水車場をテストします。テスト時に時間を計測し、水車場が 3 分間壊(こわ)れずに作動するかどうかを確認します。また、他のチームのテストを見学し、設計の異なる水車がどのように作動するかを観察します。

◆ 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。

このワークシートを使用して、「水車場を作る」でのチームの結果を評価します。

1. 製作した水車は 3 分間正常に作動しましたか? そうでない場合、その理由は何ですか?

2. 製作段階で、元の設計を見直したり追加の材料を要求したりしましたか? その理由は何ですか?

3. 他のチームとの間で材料交換(こうかん)の交渉(こうしょう)をしましたか? そのプロセスは自分のチームに対してどのような効果をもたらしましたか?

© 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):

4. 仮に支給された材料以外の材料を入手できたとしたら、チームで何を要求しましたか? その理由は何ですか?

5. 技師は製作段階で元の設計を修正する必要があると思いますか? 修正する必要があると思う場合、その理由は何ですか?

6. もう一度最初からやり直すとしたら、設計をどのように変更しますか? その理由は何ですか?

7. 他のチームが試した設計や手法のうち、成功したと思うものは何ですか?

8. 仮に自分 1 人で作業したとしたら、この課題をもっと簡単に完了できたと思いますか? そう思う場合は、具体的に説明してください。

9. 水車場には、信頼(しんらい)できる電力供給源としてどのような欠点がありますか?

10. 水車場には、再生可能な電力供給源としてどのような利点がありますか?

TryEngineering 所属 IEEE による作成 www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.