

レッスンの焦点

このレッスンでは、大観覧車(フェリス観覧車とも呼ばれます)の背景にある工学に焦点を置きます。生徒はチームに分かれて、「ロンドン アイ」の背景にある工学について探究し、大観覧車の歴史を調べ、パスタ、接着剤、ティー バッグを使って観覧車のモデルを作成します。

レッスンの概要

「大観覧車を製作する」では、技師がどのようにして大観覧車またはフェリス観覧車を開発したかを探究します。生徒は、観覧車の歴史やデザインを調べ、パスタと接着剤、そして必要に応じてティー バッグを使用して、独自の観覧車を作ります。生徒はチームに分かれて、紙に独自の観覧車の設計図を書き、計画を実行に移し、すべてのチームが採用した戦略を評価します。



年齢

8-18 才。

目的

- ◆ 工学設計について学びます。
- ◆ 動き、荷重、および建造について学びます。
- ◆ 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、大観覧車の歴史からそれがどのように設計されているかを学び、その後チームに分かれて、独自のパスタ観覧車を設計します。チームで、観覧車の計画、製作、トラブルシューティング、自分たちの作品と他のチームの作品の評価、クラスでの発表を行います。

大観覧車を製作する

ページ 1/11

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(特に明記していない場合は英語)

- ◆ TryEngineering (www.tryengineering.org)
- ◆ London Eye (ロンドン アイ) (英国) (www.londoneye.com)
- ◆ Bellevue Ferris Wheel (ベルビュー フェリス観覧車) (ドイツ) (www.riesenrad-bellevue.de) (ドイツ語)
- ◆ シンガポール フライヤー(シンガポール) (www.singaporeflyer.com/jp) (一部日本語)



推奨文献(英語)

- ◆ The 50 Biggest Ferris Wheels Ever Built (ISBN: 978-1517634704)
- ◆ Ferris Wheels: An Illustrated History (ISBN: 978-0879725327)
- ◆ The Fantastic Ferris Wheel: The Story of Inventor George Ferris (ISBN: 978-1627790727)

任意の作文

- ◆ ロンドン アイまたはシンガポール フライヤーの建造中に技師が直面した課題について簡単な作文を書きます。

大観覧車を製作する

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](#).

ページ 2/11



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 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 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

◆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

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
- ◆ 科学技術についての理解

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

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 B: 物理学

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ◆ 物質の構成と特性
- ◆ 運動と力

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

技術の本質

- ◆ 基準 1: 生徒は技術の特性と範囲についての理解を養います。
- ◆ 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。

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。
- ◆ 基準 6: 生徒は技術開発と使用における社会の役割についての理解を深めます。
- ◆ 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 8: 生徒は設計の特質についての理解を養います。
- ◆ 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。

技術社会

- ◆ 基準 18: 生徒は輸送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。



教師用:

教師用リソース

◆ レッソンの目標

パスタ観覧車の製作を通じて、工学設計について学びます。生徒はチームに分かれて、実際に動く観覧車を設計し、プロジェクト マネージャー(あなたです!)からさまざまな形のパスタを計画に沿った数だけ受け取り、観覧車を作り、プロジェクトについての感想をクラスで発表します。

◆ レッソンの目的

- ◆ 工学設計について学びます。
- ◆ 動き、荷重、および建造について学びます。
- ◆ 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
- ◆ さまざまな形のパスタ(箱入り)
- ◆ 生徒のグループあたり教材 1 セット:
 - 接着剤、ひも、ペーパークリップ、紙、厚紙、厚紙の筒(ペーパー タオルまたはトイレトーパーの芯など)
 - 各チームがそれぞれの設計に基づいて要求した形のパスタ必要数量分(注意: 生徒はパスタの追加や他の形のパスタをもらいに戻ってくる可能性があります)
 - 乾いたティー バッグ 4-8 個(重りをつける課題(任意)用 -- 乾いたティー バッグはパスタ観覧車モデルのゴンドラまたはベンチとなります)



◆ 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。建造の気分を味わうために、生徒が「Build the London Eye Online (ロンドン アイの建造オンライン)」サイト(www.londoneye.com/LearningAndDiscovery/Education/TeacherResource/OnlineResource/refernce/refernce.html)にアクセスして、ロンドン アイの構成要素について調べることが希望するかもしれません。 www.londoneye.com/LearningAndDiscovery/Education/TeacherResource/OnlineResource/Main.html には、この他にも多くの教育リソースがあります。
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. 生徒に、回転するパスタ観覧車を作る必要があることを説明します(観覧車に結ぶことができるティー バッグなどの「重り」を必ず付けることにしてもいいでしょう)。
4. 生徒がチームごとに集まり、観覧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。製作の段階についても検討する必要があります。

大観覧車を製作する

ページ 5/11

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](#).

5. チームは、「プロジェクト マネージャー」(あなたです!)に、自分たちの設計に必要なさまざまな形の Pasta を必要な数だけ要求します。製作中に別の形の Pasta や追加の Pasta をもらいに来ることもあるでしょう。
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、材料の追加、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。このプロジェクトでは、最終的な組み立ての前に、観覧車のパーツを一晩かけて乾かす必要がある場合があります。
7. 各チームがテスト結果を評価し、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。

◆ ヒント

強度を高めるために、長い Pasta にあらかじめ接着剤を塗っておきます。ペーパー タオルまたはトイレット ペーパーの芯、または PVC 配管で作った筒の周りを輪が回転するようにします。

◆ 所要時間

45 分のセッション 2 回または 3 回。

生徒用リソース: 大観覧車の歴史

◆ 昔の大観覧車

最も古い大観覧車は、非常に単純な手回し装置である「Ups-and-Downs」です。その出現は少なくとも 17 世紀にまでさかのぼり、今でも世界の一部の地域で使用されています。「フェリス」観覧車という名前は、1893 年に米国イリノイ州シカゴで開催(かいさい)された万国博覧会のために 80 メートル(264 フィート)の観覧車を設計したジョージ・ワシントン・ゲイル・フェリス・ジュニアにちなんで付けられました。この最初の観覧車は、重さ 2000 トン(2200 ミトン)で、一度に 2160 人が乗ることができました。フェリス観覧車は、80 メートルを超(こ)えてそびえ立ち、1000 馬力の蒸気機関 2 台で動かす万博最大のアトラクションでした。スクール バス サイズで 60 人収容のゴンドラが 36 台ありました(座席数 20、立ち乗り席 40)。観覧車は 2 周するのに 20 分かかりました。1 周目は乗客が乗り降りできるように 6 回停止し、2 周目はノンストップで回転しました。チケット代は 50 セントでした。観覧車は、1893 年の万博の後、2 回移設され、1904 年にその年のセントルイス万博で使用された後、最終的に(制御(せいぎょ)解体によって)に破壊(はかい)されました。その輪軸(りんじく)は約 64 トン(70 ミトン)で、当時としては最大の鉄鍛造(たんぞう)物でした。高さは 26 階建てに相当し、エッフェル塔(とう)の高さのわずか 4 分の 1 でした。

◆ ロンドン アイ

7 年の歳月(さいげつ)と 5 か国の数百人の技術や知識によって、ブリティッシュ エアウェイズ ロンドン アイが現実のものとなりました。そのデザインは、巨大(きょだい)な自転車の車輪に似ており、中央のハブとスピンドルが外側と内側のリムにケーブルのスポークで接続されています。これは、平均的な自転車の車輪の 200 倍以上の大きさです。80 本のスポークは、すべて並べると長さが 6 キロメートルに達します。観覧車の構造を支えるスピンドルの長さは 23 メートルです。これは、クラシックなロンドンの赤い電話ボックスを 9 つ重ねた高さです。ハブとスピンドルの重さは 330 トンで、これは、2 階建てバス 49 台に相当し、ビッグ ベンの重さの 20 倍以上です。ロンドン アイの建築には、1,700 トンもの鋼材が使用されました。これは、バージ船で一部ずつテムズ川を上って運ばれ、サウスバンクで組み立てられました。水平の状態からつり上げて完全に垂直にするまで 1 週間かかりました。採用された技術は、以前北海の石油掘削(くっさく)装置を建設するのに使用されたものでした。ロンドン アイは、誤ってフェリス観覧車と呼ばれることがよくありますが、これは正しくありません。1 つ目の理由は、乗客のカプセルが完全に密閉され、空調が付いていることです。2 つ目の理由は、カプセルが観覧車の構造の外側に位置しており、完全に電動化されていることです。3 つ目の理由は、全体の構造が片側のみ A フレームで支えられていることです。



大観覧車を製作する

ページ 7/11

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](#).

生徒用リソース: 大観覧車の歴史(続き)

しかし、その仕組みはどうなっているのでしょうか？ ロンドン アイは、ホイール ケーブルとバックステアー ケーブルの 2 種類のケーブルを使用しています。ホイール ケーブルには、16 本のリム回転ケーブルと、64 本のスポーク ケーブルが含(ふ)まれています。これらは、自転車のスポークと似ており、ホイール全体に広がっています。バックステアー ケーブルは 6 本あり、杭(くい)基礎(きそ)上にあります。杭基礎は、A - フレームの脚部(きゃくぶ)の下にあり、コンクリート 2,200 トンとコンクリート パイル 44 個を要しました(深さそれぞれ 33 メートル)。バックステアー ケーブルを支える引張基礎には、コンクリート 1,200 トンが使用されました。ハブとスピンドルの主要部分は鋳鋼(ちゅうこう)で製造されました。スピンドルは大きすぎて 1 つの部品として鋳造(ちゅうぞう)できなかったため、代わりに 8 つの小さい部品が製造されました。大きいリング型の 2 つの鋳造物をさらに加えて、ハブの主要な構造部が形成されています。ハブは、回転する鋼管で、リング間を空けるスペーサーとなります。すべての鋳造は Skoda Steel

◆ シンガポール フライヤー

シンガポール フライヤーは、2008 年の完成時には、世界最大の人工可動地上建造物の 1 つでした。これは高さ 178 メートルで 45 階建てのビルに相当します。直径 150 メートルの巨大な観覧車が高さ 20 メートルの 3 階建てターミナルビルをまたぐような構造になっています。いったん乗り込(こ)むと、乗客は、歴史的なシンガポール リバーと近代的なスカイラインから水平線に浮(う)かぶ船のすばらしい眺(なが)めまで 360 度を一望する壮大(そうだい)な景色に心を奪(うば)われます。また晴れた日にはマレーシアやインドネシアまで見ることができます。空調と紫外線(しがいせん)保護の機能を備えた 28 個のカプセルで、37 分間、空に浮かびながら、飛んでいるようなわくわくした気分を楽しむことができます。右にあるイラストは、シンガポール フライヤーの外観を示しています。www.singaporeflyer.com/jp でもっと多くのことを調べてみましょう。



生徒用ワークシート: 独自の観覧車を製作する

あなたは「大観覧車」の建造という課題を与えられた技師チームの一員です。

◆ 調査/準備段階

1. 生徒用参照シートを読みます。

◆ チームとしての計画を立てる

2. チームには、先生から「建築資材」が与えられています。乾燥(かんそう)パスタ、接着剤(ざい)、紙、厚紙、ひも、ペーパークリップ、その他があります。

3. チームで集まって、構造の製作計画を立てることから始めます。どの形のパスタが何個必要か、またひもがどれくらい必要かを調べて、計画を立てる必要があります。その計画は先生に見てもらいます。観覧車がバラバラにならないように製作に必要な段階や手順を検討してください。

4. 以下の空欄(くうらん)に計画を書きます。完成に必要な資材の見積もりも記入します。設計をクラスで発表し、どんな接着剤を選んだかを説明します。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。

製作の段階:

必要な材料:

大観覧車を製作する

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: 評価

◆ 製作段階

5. 自分の観覧車を製作します。観覧車が完成する前に、一晩かけて接着剤を乾かすことが必要になる場合があります。また、場合によっては、特定のパーツを他のパーツより先に組み立てて連結(れんけつ)することが必要になります。ロンドンアイがどのように建築されたかを段階ごとに検討します(www.londoneye.com/LearningAndDiscovery)。

6. 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、「大観覧車を製作する」でのチームの結果を評価します。

1. 回転する「大観覧車」の製作に成功しましたか？ そうでない場合、その理由は何ですか？

2. 観覧車の製作中にパスタを追加したり別の形のパスタをもらったりする必要がありましたか？ 必要があった場合は、設計(図面)と実際の製造の間にどのようなことが起こったために、必要な資材が変わったのでしょうか？

3. 技師は製造プロセスで元の計画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？

4. 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(へんこう)しますか？ その理由は何ですか？

5. 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？

大観覧車を製作する

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: 評価(続き)

6. クラスの中で、このレッスンの目標を達成した設計はたくさんありましたか？ それらの設計から、工学計画に関してどのようなことを教わりましたか？

7. 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。

8. 「大観覧車」の工学設計は、歴史的にどのように変化したと思いますか？ 新しい資材の開発が「大観覧車」の工学計画にどのような影響(えいきょう)を与えていますか？

9. これらの工学的な改善点によって「大観覧車」に乗る体験はどのように変わりましたか？

10. 車椅子(いす)使用者を収容するために、大観覧車の設計で工学的にどのようなことを検討する必要がありますか？

11. 乗客の期待が「大観覧車」の設計に影響を与えてきたと思いますか？「大観覧車」はこれらの期待に応えるためにどのように変わってきましたか？

大観覧車を製作する

ページ 11/11