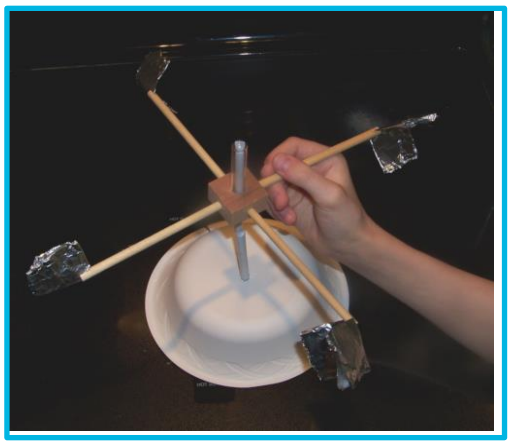
レッスンの焦点

このレッスンでは、風速計がどのようにして風速を測定するように設計されているか、また長い間にその設計がどのように変化したかに焦点を置きます。生徒はチームに分かれて、日用品を使って風速計を設計および製作します。また、代替エネルギーを発生させる風力タービンの設置を検討している場所で実行可能性テストを行う上で風速計がどのように使用されるかについて学習します。製作した風速計は、さまざまな速度の扇風機またはヘアドライヤーの風に耐えることができなければなりません。また、生徒は、異なる風速で回転を測定してグラフ化する方法を開発する必要があります。生徒は、自分のチームと他のチームの風速計の能力を評価し、わかったことをクラスで発表します。



レッスンの概要

「風速を測定する」では、風速計が風速を記録する仕組みと、長い間に行われてきた設計変更について探究します。生徒は「技師」のチームに分かれて、日用品を使って風速計を設計および製作します。次に、製作したセンサーをテストしてその能力を評価し、感想をクラスで発表します。

年齢

8-18 才。

目的

- 風速計について学びます。
- 工学設計について学びます。
- 工学によってどのように社会の問題を解決できるかを学びます。
- 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。

- 気象センサー装置
- 技術と社会問題の関係
- 工学設計
- チームワーク

レッスン内容

生徒は、風速計で風の強さを記録する方法を学びます。また、この情報がどのように利用されて社会に貢献しているかについて、気象分析と風力プロジェクトの候補地評価のそれぞれの面から、探究します。生徒は「技師」のチームに分かれて、日用品を使って風速計を設計します。各チームは、センサーをテストし、自分のチームと他のチームの設計を評価し、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)
- National Renewable Energy Laboratory - Wind Research (www.nrel.gov/wind)
- Institute and Museum of the History of Science, Florence, Italy (http://brunelleschi.imss.fi.it/museum/esim.asp?c=500005)

推奨文献(英語)

- 『Wind Energy - The Facts: A Guide to the Technology, Economics and Future of Wind Power』 European Wind Energy Association (著) (ISBN: 1844077101)
- 『Wind Energy in the Built Environment』(ISBN: 0906522358)

任意の作文

- 空港には、情報を空港の管制官に送るための複数の風速計が、さまざまな高さに設置されています。この理由についての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
- 科学的な質問の理解

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 D: 地球科学および宇宙科学

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。

- 地球と天空の変化

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 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 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
- 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。

- 人口、資源、および環境
- 社会における科学技術

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。

- 科学の歴史

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.

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。

- 運動と力

教材基準 D: 地球科学および宇宙科学

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- 地球系のエネルギー

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 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、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 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 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 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 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。

◆ 学校数学の目標と基準

数値と演算に関する基準

- 数字、数字を表す方法、数字と数字の関係、数体系を理解します。

データ分析と可能性の基準

- データにより提示できる質問を挙げ、それに答える適切な情報の収集、整理、提示を行います。

© 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
「風速を測定する」では、風速計が風速を記録する仕組みと、長い間に行われてきた設計変更について探究します。生徒は「技師」のチームに分かれて、日用品を使って風速計を設計および製作します。生徒のチームは、風速計をテストし、その結果を評価し、感想をクラスで発表します。

◆ レッスンの目的
- 風速計について学びます。
- 工学設計について学びます。
- 工学によってどのように社会の問題を解決できるかを学びます。
- 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
- 複数の速度を設定できるヘアドライヤーまたは扇風機(または風の強い環境にいる場合はこのレッスンを戸外で実施することも可能)
- 生徒のグループあたり教材 1 セット:
  - ホイル、ビニール、紙コップ、ひも、テープ、針金、ストロー、木の棒、小さいプラスチック製スプーン、小さい木片(バルサ材)、曲げられる針金(花屋や工芸用の針金)、ペーパークリップ、輪ゴム、つまようじ、接着剤、紙、段ボール、ラップ、その他の利用可能な材料。
  - 結果を文書化するためのグラフ用紙。

◆ 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. 風速計を日用品から作成する必要があることと、チームで風速を測定し風速計が示した風速を記録するシステムを考案する必要があることを生徒に説明します。
4. 生徒がチームごとに集まり、風速計の計画を立てます。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、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。
6. 次に、チームは、風速計を製作します。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。チームは、風速の変化に応じて回転数を積算し、その結果をグラフ化するシステムを考案する必要があります。
7. 次に、チームで、風(自然風、または扇風機やヘアドライヤーの風)を使って風速計をテストします。(注意:製作段階で「風」を使用できるようにしておくこともできます。そうすれば、生徒はクラスでテストする前の製作段階で風速計をテストしていみることができます。)
8. テスト終了後、各チームが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。

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

◆ 所要時間
45 分のセッション 2 回または 3 回。

◆ ヒント

- おそらく生徒は風速計の回転数を測定するので、回転数を数えやすくするためにコップまたはウィンドキャッチャーの 1 つに他とは異なる色を付けるようにアドバイスする必要があるかもしれません。
- 上部は、すばやく回転または方向転換できるように、抵抗なく自由に動くようにする必要があります。旋回または回転する最上部の部品の基部には、ストローまたは尖った物体を使用することが不可欠です。
- 生徒が作りたいと思う設計には、コップを 4 つ使うものや、3 つ使うものなどがあるでしょう。また生徒が、新しい設計を思いつくこともあります。低学年の生徒向けにはこの課題を多少変更します。

© 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:
風速計の概要

風速計は、風速の測定に使用される装置であり、気象台で使用されている計器の 1 つです。「風速計」の英語「anemometer」は、ギリシャ語で「風」を意味する「anemos」から派生しています。最初の風速計は、レオナルド・ダ・ビンチによって発明されました。レオナルドは、実は風速を測定する計器を 2 種類設計しました。左のスケッチには両方が描(えが)かれています。

最初の計器(右上)は、「lamellae(薄層(はくそう))」または「pennello(ブラシ)」風速計と呼ばれます。これは風速の測定にかつて羽根が使用されていたことに由来します。これは、目盛り付きの棒に、風力に応じて動く薄(うす)い板が付いたものでした。

もう 1 つ(右下)は、円錐(えんすい)型の管でできており、風速が同じ場合、ホイールを回転させる風圧は空気が通過するコーンの穴に比例していることを調べるために設計されました。

◆ 四杯(はい)型風速計

単純なタイプの風速計は、風杯(ふうはい)型風速計です。これは、1846 年にジョン・トーマス・ロムニー・ロビンソン博士によって発明されました(右を参照)。これには 4 つの水平のアームのそれぞれの端(はし)に 4 つの風杯が付けられています。これらは垂直の軸(じく)に互(たが)いに 90 度の角度で取り付けられています。水平方向に吹(ふ)く風は、風速に比例する速度で風杯を回転させます。一定期間にわたって風杯の回転数を計測すると、その場所の平均風速を特定できます。ロビンソンは、風速計を初めて設計したときに、誤って、風杯がどれだけ大きくても、またアームがどれだけ長くても、風杯は常に風速の 3 分の 1 の速度で動くと述べていました後に、風速と風杯の回転速度の実際の関係(「風速計係数」と呼ばれます)は、実は風杯およびアームのサイズに依存(いぞん)し、2 から 3 を少し超(こ)えた値の間になる可能性があることが発見されました。

© 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:
風速計の概要(続き)

◆ 三杯型風速計

四杯風速計は、風速が短い間隔(かんかく)で変化すると、正確な計測ができるまでに少し時間がかかることがわかりました。そこで、精度を高めるため、また特に風がたびたび変化する、または予想外に変化するような環境(かんきょう)に対応できるように三杯型風速計が設計されました。三杯型風速計は、1926 年にカナダ人のジョン・パターソンが初めて開発しました。多くの工学製品に当てはまることですが、風速計も、長い間に改善または「再設計」され、性能が上がり、コストが下がり、安全性が高まりました。1935 年に、三杯型風速計は、米国のブレブールトとジョイナーによって改善されました。彼(かれ)らの研究が、最高 100 km/時の速度でのエラー率が 3% 未満という精度の高い風杯とホイールの設計につながりました。1991 年には、オーストラリア人のデレク・ウェストンによってさらに設計が変更(へんこう)され、風向と風速の両方を測定できるようになりました。ウェストンは、1 つの風杯にタグを追加して、タグが追い風と向かい風で交互(こうご)に動くことによって速度が増減するようにしました。三杯型風速計は、現在風力エネルギー評価研究の業界標準として使用されています。

◆ 風速計を使った潜在(せんざい)的な風力エネルギーのテスト

風速計は、風速を測定するための装置です。多くの国や組織に風速計貸し付け制度があるので、企業(きぎょう)や個人は自分の土地の風を評価し、十分な量の風力エネルギーを確保できるかどうかを判断することができます。風速計を設置することにより、10 分間隔で長期間にわたって候補地の風速データを収集できます。

◆ 超音波式風速計

超音波(ちょうおんぱ)式風速計(右の写真を参照)は、1970 年代に初めて開発されたもので、超音波を使用して風速と風向を測定します。これらは、ペアになった送受信器の間での音波パルスの伝播(でんぱ)時間に基づいて風速を測定します。可動部品がないので、風雨にさらされる自動気象観測所や気象ブイでの長期の使用に適しています。このような環境で従来の風杯型および風向風速計を使用すると、潮風や大量のほこりによって精度と信頼(しんらい)性が損なわれるからです。

◆ 材料の選択(せんたく)

風速計の設計にどのような材料は選ぶかは、たいていの場合、その使用目的によって決まります。たとえば、大気汚染(おせん)の研究など低速の風に使用される風速計は、通常、軽量の材料で製造されます。しかし、このような材料は、強風が吹いたり凍結(とうけつ)が発生する環境にはあまり適していません。材料の選択は、装置の耐用(たいよう)年数を予想する上でも重要です。したがって、使用される環境、支払(しはら)ってもよいと思える価格、機器の信頼性を維持(いじ)できると予想される期間に応じて、風速計を設計する場合に選択される材料はさまざまです。

© 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:
風速計を設計する

みなさんは技師のチームとして作業し、「日用品を使って風速計を設計する」という課題に取り組みます。風速計を、教室にある扇風機(せんぷうき)やヘアドライヤーで発生させる、複数の異なる「風」の速度でテストします。また、風速計によって示された風の速度を測定および記録するシステムを考案する必要があります。さらに、風速をグラフ化し、他の「技師」チームの設計を評価し、わかったことをクラスで発表します。

◆ 計画段階

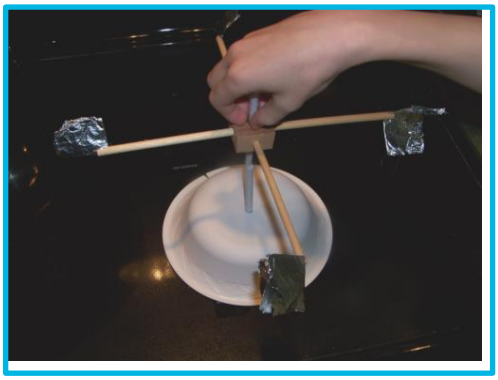
チーム内で、解決すべき問題について話し合います。四杯風速計と三杯型風速計のどちらを製作するかを決める必要があります。もっとよい考えや新しい設計を思いつくかもしれません。チームで、意見をまとめて風速計を設計します。次に、使用する材料を決める必要があります。設計には扇風機やヘアドライヤーの風に耐(た)えるだけの強度が求められることと、自分が決めた基準で風速についての情報を生成できる必要があることに注意してください。そこで、風速計に何らかの設計要素を取り入れて、動きを追跡(ついせき)できるようにすることも考えられます。以下の空欄(くうらん)に設計図を書きます。使う予定の各部品の説明と個数を必ず記入してください。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



風速計を製作します。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、教室の扇風機またはヘアドライヤーを使用して 3 種類の異なる「風」の速度で風速計をテストします。テストは速度ごとに 3 回行い、扇風機またはヘアドライヤーの各設定の平均風速を算出します。それぞれのテストで、風速がどうなるか、観察したことを以下の空欄に書いてください。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なるかを観察します。

テスト番号	扇風機の速度設定	風速計が測定した風速	扇風機の速度設定での平均風速
1	低		
2	低		
3	低		
1	中		
2	中		
3	中		
1	高		
2	高		
3	高		

◆ 文書化段階

グラフ用紙を使用して、扇風機またはヘアドライヤーの速度設定を上げたときに風速計で測定した風速がどのように増加したかを示すグラフを描きます。グラフでは平均風速を使用します。

◆ 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。

© 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:

このワークシートを使用して、「風速を測定する」でのチームの結果を評価します。

1. 3 種類の「風」の速度を測定する風速計を製作できましたか? 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. いずれかのテスト結果の測定値によって、その風速の平均測定値が大きく変わるようなことはありましたか?

4. ある場所が風力を利用する風力タービンの設置に適した場所であるかどうかを調べるためのテストにあなたの風速計が使用された場合、信頼できる平均値を算出するのに、速度設定ごとの 3 回のテストで十分だと思いますか? 思わない場合は、何回テストするのが妥当(だとう)だと思いますか?

5. 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?

© 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. 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?

7. 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?

8. 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?

9. 風速計の設計が長い間にこれほど変わった理由は何だと思いますか?

10. 機能改善のために、長い間に再設計された機器を他に 3 つ挙げてください。

1.

2.

3.

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