

TryEngineering - www.tryengineering.org 提供

レッスンの 焦点

このレッスンでは、地震計が開発されたことによって世界中の 命がどのように救われたかに焦点を置きます。生徒はチームに 分かれて、日用品を使って地震計を設計および製作します。次 に、教室内で発生させた模擬地震を記録し、地震計の能力をテ ストします。生徒は、自分のチームおよび他のチームの地震計 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

「地震計を作る」では、地震計に関する工学、および、地震を正確に記録するための技術進歩について学習します。生徒はチームに分かれて、日用品を使ってシンプルな地震計を製作します。次に、教室内で発生させた模擬地震で地震計をテストし、結果を評価し、わかったことをクラスで発表します。



年齡

8-18 才。

目的

- ◆ 地震計の技術について学びます。
- ◆ 工学設計について学びます。
- ◆ 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。

- ◈ 地震計
- ◆ 技術と環境問題の関係
- ◆ 工学設計
- ◆ チームワーク

レッスン内容

生徒は、地震などの地球運動が地震計によってどのように記録されるか、および、地震計がそれらの予測にどのように役立つかについて学びます。また、技術が世の中に及ぼす好影響について学習します。生徒はチームに分かれて、日用品を使って地震計を設計および製作します。次に、教室内で発生させた模擬地震を記録し、地震計の能力をテストします。生徒は、自分のチームおよび他のチームの地震計を評価し、わかったことをクラスで発表します。

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)
- Earthquakes for Kids (http://earthquake.usgs.gov/learning/kids/)
- Slobal Seismographic Network (http://earthquake.usgs.gov/research/monitoring/gsn)
- National Earthquake Information Center (http://earthquake.usgs.gov/regional/neic/)
- International Registry of Seismograph Stations (http://neic.usgs.gov/neis/station_book/)
- ◆ 全米科学教育基準(www.nsta.org/standards)
- ♦ ITEA Standards for Technological Literacy (国際技術教育学会による技術能力の基準) (www.iteaconnect.org/TAA)

推奨文献(英語)

- ♦ 『Earthquakes by Bruce Bolt』 (ISBN: 0716775484)
- ◎ 『Introduction to Seismology』Peter M. Shearer 著(ISBN: 0521708427)

任意の作文

- ◆ 土木技師が個々の建設用地の地震活動を調べなければならない理由を調べて簡単な作文を書きます。
- ◆ 1960 年のチリ地震以降、地震学の発展によって死亡率がどのくらい低下したかについて簡単な作文を書きます。





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。

- ◇ 環境の変化
- ◇ 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
- ◆ 自然災害
- ◆ 社会における科学技術

地震計を作る

ページ 3/11



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
- ◆ 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 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。

- ◆ 自然災害と人為災害
- ◆ 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 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。
- ◇ 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 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 17: 生徒は情報技術と通信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。

地震計を作る

ページ 4/11





教師用: 教師用リソース

◆ レッスンの目標

地震計、および、差し迫った危険を社会に知らせる技術について探究します。このレッスンでは、地震計が開発されたことによって世界中の命がどのように救われたかに焦点を置きます。生徒はチームに分かれて、日用品を使って地震計を設計および製作します。次に、教室内で発生させた模擬地震を記録し、地震計の能力をテストします。生徒は、自分のチームおよび他のチームの地震計を評価し、わかったことをクラスで発表します。

◆ レッスンの目的

- ◆ 地震計の技術について学びます。
- ◇ 工学設計について学びます。
- ◆ チームワークと問題解決について学びます。

♦ 教材

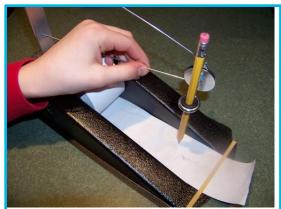
- 生徒用リソース シート
- 生徒用ワークシート
- 生徒のグループあたり教材 1 セット: ひも、針金、紙、 鉛筆、マーカーペン、クリップ、接着剤、ボール紙、厚 紙、アルミホイル、輪ゴム、テープ、平鍋/トレイ、粘土。
- 踏み台(この上に乗ってボールを落として、模擬地震を 発生させる)。0.5 m、1.0 m、および 1.5 m の長さに切ったひも。
- 代替材料の例: American Educational Products Seismograph Kit (www.amep.com/standarddetail.asp?cid=664 または Amazon.com で入手可能、約 32 ドル)。

◆ 手順

- 1. 生徒に生徒用参照シートを配ります。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. 生徒のチームに材料を 1 セット支給します。教室内で発生させた模擬地震の大きさを記録できる地震計を製作するよう指示します。最も小さい地震を記録できた地震計が、最も優れた地震計であると見なされます。
- 3. 各チームが、設計内容をクラスで発表し、地震を記録する仕組みを説明します。
- 4. 各チームの地震計を小さいテーブルの上に置いてテストします。教師が、小さいゴム製ボールを 3 とおり(0.5 m、1.0 m、1.5 m)の高さからテーブル上に落とすことで、模擬地震を発生させます。テストの条件を統一して公正性を確保するため、安定した踏み台の上に乗り、ボールを落とす位置をひもの長さで測定することをお勧めします。(注意: テニス ボールなど、使うボールの大きさをいろいろ変えてテストすることもできます。)
- 5. 生徒は地震を記録し、自分のチームと他のチームの結果を確認し、感想をクラスで発表します。

◆ 所要時間

45 分のセッション 1 回または 2 回。



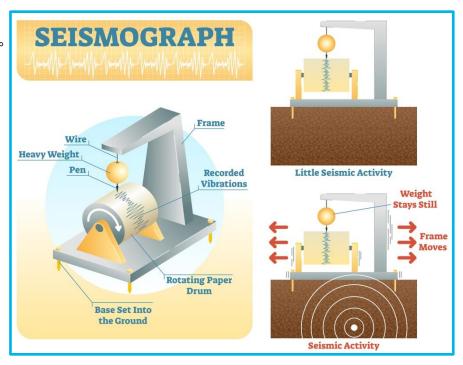




生徒用リソース: 地震計の概要

地震(じしん)計とは、地面の動きを 測定して記録するための装置です。 地面の動きの例として、地震や核 (かく)爆発(ばくはつ)などによって 発生する地震波があります。地震 学者は地震波を記録することにより、地球の内部を調べ、震源(しん げん)地を特定し、地震の規模を測 定することができます。地震計を表 す英語「Seismometer」の語源は、 ギリシャ語の「 σ ει σ μός、 σ seismós」 (地震)とさらにその元となった 「 σ είω、 σ είο」(揺(σ)れる(動詞))、 および「 σ είρον、 σ είσου (測定装置)です。

地震計は、地震を感知して記録する装置です。通常は、固定された 土台に重りを取り付けた仕組みに



なっています。地震発生中、土台は動きますが、重りは動きません。一般(いっぱん)に、重りに対する土台の動きが電圧に変換されます。この電圧が、紙や磁気テープなどの記録媒体(ばいたい)に記録されます。この記録データは、地球に対する地震計の重りの相対的な動きを表していますが、数学的方法で地面の絶対的な動きの記録データに変換できます。地震計は通常、測定部と記録部を備えた1台の装置を指します。

◆ 張衡の感震計

西暦(せいれき) 132 年(後漢時代)、中国の張衡(ちょうこう)が「候風地動儀(こうふうちどうぎ)」と呼ばれる世界初の感震(かんしん)計を発明しました。これは直径約2 m の青銅の壺(つぼ)であり、ふたの周りの8 か所に、青銅の玉をくわえた龍(りゅう)の頭が取り付けられています。地震が発生すると、いずれか1つの口が開き、くわえていた玉が土台にあるヒキガエルの口に入り、音が鳴ります。これで、地震発生地の方角がわかるというわけです。この感震計は少なくとも1回、地震を感知したようです。西暦143年に遠く離(はな)れた甘粛(かんしゅく)で大地震が発生したとき、だれも地震を感じなかったのに、この感震計だけはこの地震を感知したそうです。文献(ぶんけん)によると、壺の内部の中央には1本の柱が立っており、8方向に動くことができます。これは振子(ふりこ)を応用したものですが、1つの龍の口だけを開ける仕組みとの関連は、正確にはわかっていません。この感震計によって記録された最初の地震は、おそらく東方のどこかでした。数日後、東方から来た使者がこの地震を報告しました。右の図は、Wang Chen-Toが1936年に描(えが)いた張衡の感震計の想像図です。

ページ 6/11

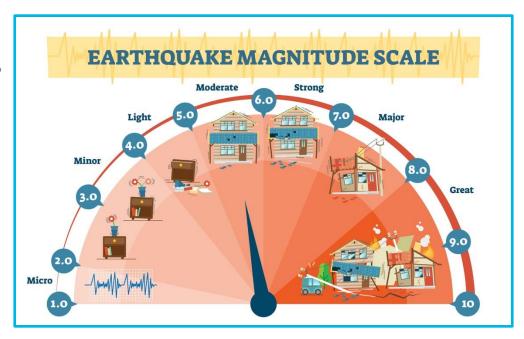




生徒用リソース: 地震の感知

◆ リヒター スケール

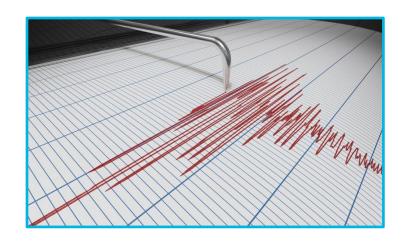
リヒター スケール(リヒター マグニチュード)は、1935年 にカリフォルニアエ科大学の チャールズ・F・リヒターによ って、地震の規模を比べる ための数学的手法として開 発されました。当初リヒター スケールは、同じ製造モデ ルの地震計で測定したデー タに対してしか適用できませ んでした。現在では、地震計 どうしが厳密に較正(こうせ い)されています。つまり、リ ヒター スケールは較正済み のすべての地震計の測定デ 一タから計算できます。リヒ タースケールは、地球運動



の規模を 1.0 から 10.0 の値で表したものです。非常に小さい地震は 1.0 以下になります。リヒター スケール の各レベルが意味する地震規模は、10 の累乗(るいじょう)値ずつ大きくなります。 つまり、1 ポイント増えると、 地震の規模は 10 倍になります。 たとえば、2.0 の地震の規模は、1.0 の地震の 10 倍です。 6.0 の地震の規模は、4.0 の地震の 10 x 10 倍、つまり 100 倍です。

◆ 過去最大の地震

今までに記録された最大の地震は、1960 年 5 月 22 日に発生したチリ地震です。この地震での死者は 1,655 人、負傷者は約 3,000 人でした。また、200 万人以上が家を失い、被害額は約 5 億 5,000 万ドルに達しました。この地震の規模はリヒター スケールで 9.5 です。この地震での地震計の記録を以下に示します。



地震計を作る

ページ 7/11





生徒用リソース: 振子式地震計

◆ 振子の力

大地震を電子装置で記録できるようになる前、科学者は大地震によって発生する長期的な動きを記録するた め、大規模な振子型地震計を建設しました。最大の地震計の重量は 15 トンでした。メキシコシティでは、3 階 建ての中規模の振子型地震計が現在も使用されています。

もう 1 つの例は、ジェームズ・フォーブズが 1844 年に設計した倒立(とうりつ)振子型地震計です。この地震計 を右図に示します。この地震計は、直立した金属製の棒を円筒(えんとう)形の鋼線で支える仕組みでした。鋼 線の剛性(ごうせい)、または鋼線から吊(つ)るされているボールの高さを調整することにより、振子の振幅(しん ぷく)を変えることができました。地震が発生すると、棒から吊るされている鉛筆(えんぴつ)によって用紙に線が 描かれます。これが地球運動を表します。

◆ 現在の技術

Advanced National Seismic System (ANSS)は、米国内の 地震観測能力を強化および拡張することを目的とした、米国 地質調査所の取り組みの 1 つです。ANSS の主な構成要 素に、全国レベル、地域レベル、都市レベル、および建物レ ベルの観測システムがあります。ANSS は最終的に、地上 および建物内に設置された 7.000 以上の震動測定システム の全国ネットワークとなる予定です。これにより、救急救命士 はリアルタイムの地震情報を、技師は建物応答と現場応答 に関する情報を得ることができます。また、科学者はここから 質の高いデータを得ることで、地震発生プロセス、地球構造、 および地球ダイナミクスを把握(はあく)することができます。 http://earthquake.usgs.gov/research/monitoring/anss/で もっと多くのことを調べてみましょう。

Global Seismographic Network (GSN)

(http://earthquake.usgs.gov/research/monitoring/gsn/) は、 最先端(さいせんたん)の地震センサーおよび地球物理セン サーを通信回線で結んだ常設デジタルネットワークです。 GSN は、観測、研究、および教育を目的とした科学設備お



よび社会的リソースとしての複数の役割を果たしています。GSN では、世界中にある 150 以上の最新式地震 観測所に対して、ほぼ規則的に地球観測データを提供しています。

また、2D 形式と3D 形式両方で陸地および海洋の地震データが処理されています。これにより、深さと時間の 両面で地球の動きを示すことができます。ノルウェーのスペクトラム ASA は、この 2D および 3D のデータ処 理を主要業務とする企業(きぎょう)です。同社が蓄積(ちくせき)した多数の顧客(こきゃく)のデータとレポートは、 世界中の主要な石油産出地域すべてをカバーしています。

地震計を作る

ページ 8/11





生徒用ワークシート: 独自の地震計を製作する

みなさんは、「技師のチームとして、信頼(しんらい)性の高い地震計を設計し、教室内で発生させた模擬(もぎ) 地震を記録する」という課題を与えられています。地震計は、各チームで設計した測定尺度に基づいて、動きを 視覚的な方法で記録できる必要があります。最も小さい地震を記録できた地震計が、最も優れた地震計である と見なされます。

- ◆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。追加の材料を要求することもできます。
- 3. チーム内で設計を考え、地震計の製作に必要な材料のリストを作成します。地震計は、教室内で発生させた模擬地震の大きさを記録できる必要があります。この地震は、ボールを 3 とおり(0.5 m、1.0 m、1.5 m)の高さからテーブル上に落とすことによって発生させます。
- 4. 地震計の設計図を以下の空欄(くうらん)に書いてください。別の用紙を使用してもかまいません。地震計の製作に必要な材料のリストも書きます。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:		
測定尺度:		

地震計を作る

ページ 9/11







生徒用ワークシート(続き):

- ◆ 製作段階
- 5. 地震計を製作します。製作段階で追加の材料が必要であったかどうかをメモしておきます。

◆ テスト

6. チームの地震計を安定した小さいテーブルの上に置きます。先生が、ゴム製ボールを 3 とおり(0.5 m、1.0 m、1.5 m)の高さからテーブル上に落とすことで、3 つの模擬地震を発生させます。この 3 とおりの地震を地震計で記録します。最も感度の良い地震計が、最も優れた地震計であると見なされます。最も感度の良い地震計とは、最も小さい地震を記録できた地震計のことです。以下の空欄に結果を記録します。

地震	0.5 m	1.0 m	1.5 m
チームの測定尺度での			
測定値			
物理面の観察結果 (テスト時に地震計に ついて気づいたこと (正常に動作したこと/ しなかったこと))			

◆ 発表

7. チームの地震計からわかったことと結果をクラスで発表します。各チームが製作した地震計の設計および結果の違(ちが)いに注目してください。

- ◆ 評価段階
- 8. 自分のチームの結果および測定方法を他のチームと比べ、評価します。
- 9. 評価ワークシートに記入します。



生徒用ワークシート: 感想

的に説明してください。

◆ このワークシートを使用して、「地震計を作る」で体験したことを評価してください。
1. 製作した地震計は、3 つの模擬地震をすべて記録できましたか?
2. 製作段階で追加の材料を要求する必要がありましたか?
3. 技師は製品の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. このレッスンで製作した地震計を、実際の地震を記録できるように改良するとしたら、どのような改良を行う
必要がありますか?
5. 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?
6. 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?
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
・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

地震計を作る

ページ 11/11

