

【地学】

地震のメカニズム

～ClassPad.net のファイルふせん・授業支援機能を活用する～

地震波の伝播がいかに莫大なエネルギーかを理解する授業
波紋のシミュレーションと数式処理を通じて、目に見えない地震の正体に迫る。

【本授業の目的・狙い・到達目標】

- 教師向けの目標：デジタルツールを用いた実験動画の記録と数式処理を通じて、目に見えない地震現象を定量化・可視化する探究活動を支援する。
- 生徒向けの目標：水面の波紋観察を通じて、地震波がエネルギーを運ぶ波動であることを理解する。マグニチュードとエネルギーの関係式を計算し、地震の規模の差を実感する。

【ClassPad.net 活用によるメリット】

- ・ **プリント削減**：授業資料をすべてデジタルノートやファイルふせんとして配布・共有するため、紙のプリント配布や管理の手間を大幅に削減できる。
- ・ **協働学習促進**：ふせんの色を天体や意見ごとに色を変えることで、クラス全体の思考の分布を視覚的に把握し、異なる視点を持つ生徒との意見交換をスムーズに行える。
- ・ **探究学習促進**：調べた情報をテキストふせんに蓄積し、議論を経て自分の意見を再構築するプロセスを記録できるため、根拠に基づいた論理的な探究活動を支援できる。

授業の流れ

ClassPad.net での操作

step1

【学習目標】

地震は突如として発生し、大地を激しく揺らす現象です。

目に見えないこの現象の正体は「波動」であり、空間を伝わる莫大な「エネルギー」そのものです。

この授業では、水面の波紋を用いたシミュレーションや実際の地震計データ、そして数式処理を通じて、地震波がいかに凄まじいエネルギーを運んでいるのかを定量的に説明する予定です。

目的・概要の説明

授業の概要である「地震波の伝播とエネルギーの正体」を伝える。また、提示された視覚情報やデータから必要な要素を抽出し、そのメカニズムを論理立てて説明する能力を養うという目標を説明する。

教師は、あらかじめ「ファイルふせん」や「リンクふせん」で用意しておいた、世界や日本付近の震央分布図、および大規模地震による地殻変動の画像を電子黒板に投影し、生徒の視覚的な興味を惹きつける。

step2

【専門用語の調査】

これからの実験や計算を正しく進めるための土台として、地震現象に関する重要な専門用語の定義を調べてください。

単に言葉の字面を暗記するのではなく、それが「どのような物理的・地学的な現象を指しているのか」を正確に把握することが重要です。

専門用語の定義確認

「地震波」「P波・S波」「震央」など、現象の分析に不可欠な専門用語の定義を自律的に調べさせる。単なる暗記ではなく、後の実験や計算の土台となる物理的な概念を正確に把握させることが狙い。

「EX-word ふせん」（地学用語集）で用語を検索させて、理解・学習させる。

step3

【水面の波紋シミュレーション】

地震波が震源から同心円状に伝わる様子を、水面の波紋を用いて再現します。容器に水を張り、中央に物体を落としたときの水面の様子をじっくりと観察してください。

【観察の着眼点】

- ① 物体が落ちた場所（震源）から、何が周囲に広がっていくでしょうか。
- ② 水面に浮かべた小さな物体は、波と一緒に遠くへ移動するでしょうか、それともその場で上下に振動しているだけでしょうか。

波紋のシミュレーション

地震波が震源から同心円状に伝わる様子を、水面の波紋で再現する。生徒は「エネルギーが振動として周囲に広がる」現象を観察し、目に見えない地震波の動きを視覚的にイメージする。

生徒は「カメラふせん」の動画モードで、水面に物体が落ちて波紋が広がる様子を撮影し、あとで見返せるようにデジタルノートに添付する。

step4

【観測データの解析ワーク】

配布された地震計の波形データを観察してください。ステップ3で観察した水面の波（一種類の波）とは異なり、実際の地震には性質や速さが異なる二種類の波（P波・S波）があります。ノートのペン機能を用い、画像上に直接「P波の到着」と「S波の到着」の時刻を書き込み、その時間差（初期微動継続時間）を算出してください。

観測データの解析

実際の地震計が記録した波形データを配布する。生徒は、ステップ3で観察した「一種類の波（水面の波）」とは異なり、実際の地震には「性質や速さが異なる二種類の波（P波・S波）」があることをデータの読み取りを通じて発見する。

教師は「ファイルふせん」を用いて、地震波形（初期微動と主要動がわかる図）の画像を一斉送信する。生徒は配布された画像上にペン機能で直接「P波の到着」「S波の到着」を書き込み、その時間差（初期微動継続時間）を算出する。

step5

【リアルタイムデータの照合ワーク】

リンクふせんから「気象庁の最新地震情報」のサイトへ直接アクセスしてください。現在進行形で日本付近で起きている地震の分布データを確認し、デジタルノートに用意されている「日本周辺のプレート構造図」と見比べてください。二つのデータを照合して気づいた共通点や規則性を、テキストふせんに記録してください。

リアルタイムデータの参照

現在進行形で起きている地震の分布を確認し、既習の「プレート境界」との関連を考察する。学んだ知識を現実の現象と結びつけることで、地震が特定の場所で集中して発生している規則性を実感させる。

生徒は「リンクふせん」から気象庁の最新地震情報や観測網サイトへ直接アクセスする。サイト上の最新データとノート内の分布図を照合し、気づいた共通点や規則性を「テキストふせん」に記録して、知識を多角的に定着させる。

step6

【地震エネルギーの計算ワーク】

地震の規模を表すマグニチュード（M）と、地震が発するエネルギー（E）の間には、次の関係式が成り立ちます。

$$E = 10^4 (4.8 + 1.5M)$$

マグニチュードの数値がわずかに増えるだけで、エネルギーがどれほど爆発的に増大するかを、数学的な裏付けを元に定量的に理解してください。下記の「ClassPad Math」エリアを使い、実際に数値を代入し、計算を実行し、アイ

地震エネルギーの計算

マグニチュード（M）とエネルギー（E）の関係式 $E = 10^4 (4.8 + 1.5M)$ を用い、地震の規模を数値化する。M がわずかに増えるだけでエネルギーが爆発的に増大することを数学的に裏付け、巨大地震の凄まじさを定量的に理解させる。

生徒は「ClassPad Math」で計算結果表示を小数に設定し、 $10^4 (4.8 + 1.5M)$ を入力する。M=2 と M=4 などの値を代入して計算を実行し、エネルギーが1000倍（ 10^3 倍）違うことを数字で可視化する。

step7

【授業の総括：波動の性質とエネルギーの結論】

授業で学んだ重要ポイントを以下に整理します。

① **地震波の正体**：物質そのものが移動して届くのではなく、震源で発生した「振動（エネルギー）」が波として周囲に伝わる現象です。

② **マグニチュード（M）と震度**：マグニチュードは「地震そのもののエネルギーの大きさ（規模）」を表す世界共通の指標であるのに対し、震度は「ある地点での揺れの強さ」を表すし、主

まとめ・宿題

マグニチュード（地震そのものの大きさ）と震度（ある地点での揺れ）の違いを整理し、本時の学びを総括する。宿題として「Mが1上がるとエネルギーは約32倍になる」という知識を使い、過去の巨大地震のエネルギーがどれほど膨大だったかを、身近なもの（電力量や爆薬の量など）に例えて解説するレポートを課す。

生徒は「テキストふせん」に本時の重要ポイント（波動の性質とエネルギー計算の結論）を簡潔にまとめる。宿題の回答をふせんに書き、「提出箱」へ送信する。教師は提出箱の「期限設定機能」を活用し、次回授業までに各自の考察を提出させる。

step8

【地学的発展：速度差が生む防災の科学】

授業の発展内容として、最新の「緊急地震速報」の仕組みを学びます。

今回学んだ「P波（速い・揺れが小さい）」と「S波（遅い・揺れが大きい）」の速度差こそが、現代の防災技術の核となります。震源に近い地震計がP波を検知した瞬間、主要動（S波）による大揺れが到達する前に速報を発令することで、新幹線を緊急停止させたり、身を守るための貴重な猶予を生み出しています。

参考・補足

本時の発展内容として、地震波が液体の中を伝わる際の変化や、最新の「緊急地震速報」の仕組みを紹介する。地震大国である日本において、今回学んだ「P波とS波の速度差」がどのように防災技術に役立てられているのかを示し、学習の社会的意義を提示する。

「リンクふせん」で気象庁の緊急地震速報の解説ページや、耐震・免震構造の紹介動画を提示する。余裕がある生徒向けに、将来の地震予知研究に関する最新ニュースへのリンクふせんを貼り、さらなる探究への意欲を高める。