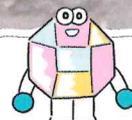


第 2 章

動き続ける大地



スタート動画



Before & After

学習前に書こう

地震とは何だろうか。



ワークシート

地震によりくずれた高速道路
(1995年1月17日兵庫県南部地震)

地震が起こると
どうなるのかな。



1

地震のゆれの伝わり方

問題発見

レッツ スタート!

地震があったときの身のまわりのようすや、ゆれ方について、知っていることをあげてみよう。

地震は地下の岩盤が急激にずれることで発生する。急激な岩盤のずれが最初に起きた地下の場所を**震源**といい、震源の真上の地上の地点を**震央**という(図1)。

地震によって発生した波は地表に伝わり、そのゆれの大きさを、日本では**震度**で表す(表1)。地震が起こると、各地の観測点にある地震計でゆれの大きさが観測される。このデータが気象庁に送られ、テレビやラジオで発表される地震に関する報道に活用されている。

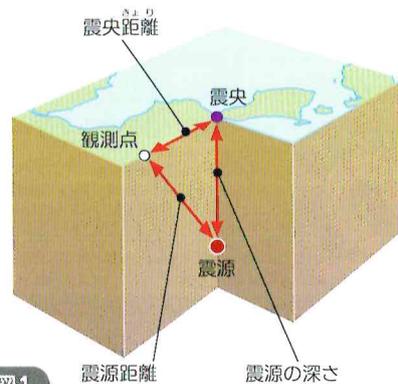


図1 地震に関する名称

?

震源で発生したゆれは、どのようにして伝わるだろうか。

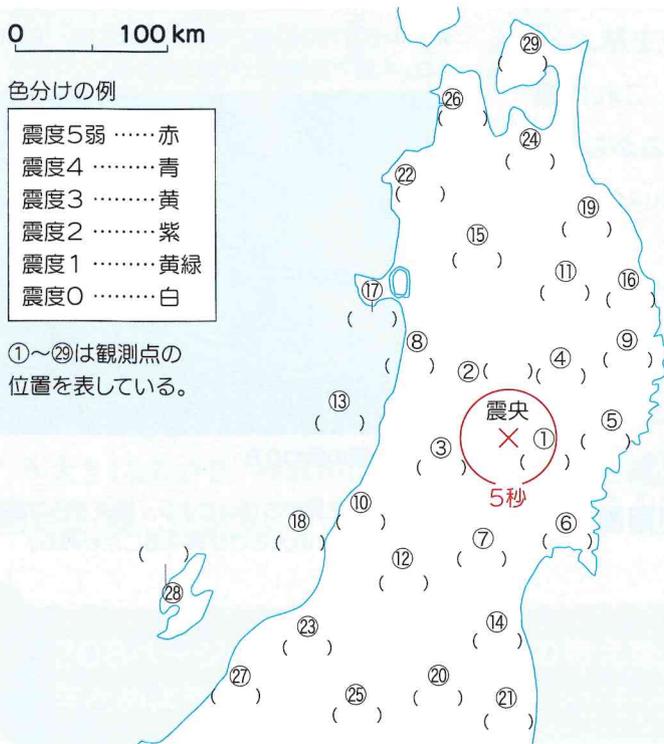
★1 震度階級表は、国によって決め方や区分けが異なる。表1は、気象庁が日本独自でつくった日本の震度階級表である。1995年兵庫県南部地震の後に、震度5、6は強と弱に分けられた。

表1 震度階級表*1 [気象庁(抜粋)]

震度	ゆれに対する人の感じ方や屋内のようす	
0	人はゆれを感じないが、地震計には記録される。	
1	屋内で静かにしている人のなかには、ゆれをわずかに感じる人がいる。	
2	屋内で静かにしている人の大半が、ゆれを感じる。ねむっている人のなかには、目を覚ます人もいる。	
3	屋内にいる人のほとんどが、ゆれを感じる。歩いている人のなかには、ゆれを感じる人もいる。ねむっている人の大半が、目を覚ます。	
4	ほとんどの人がおどろく。歩いている人のほとんどが、ゆれを感じる。ねむっている人のほとんどが、目を覚ます。	
5弱	大半の人が、恐怖を覚え、ものにつかまりたいと感じる。固定していない家具が移動することがあり、不安定なものはたおれることがある。	
5強	大半の人が、ものにつかまらなさと歩くことが難しいなど、行動に支障を感じる。固定していない家具がたおれることがある。	
6弱	立っていることが困難になる。固定していない家具の大半が移動し、たおれるものもある。ドアが開かなくなることがある。	
6強	立っていることができず、はわないと動くことができない。ゆれにほんろうされ、動くこともできず、	固定していない家具のほとんどが移動し、たおれるものが多くなる。
7	飛ばされることもある。	固定していない家具のほとんどが移動したりたおれたりし、飛ぶこともある。

地震のゆれの伝わり方

実習の目的 地震のゆれ始めの時刻と震度の分布を調べ、ゆれの伝わり方の特徴を調べる。



色分けの例

- 震度5弱 …… 赤
- 震度4 …… 青
- 震度3 …… 黄
- 震度2 …… 紫
- 震度1 …… 黄緑
- 震度0 …… 白

①～⑳は観測点の位置を表している。

岩手・宮城内陸地震(2008年)の震央と各観測点のゆれ始めの時間差

観測点名	震央との時間差	震度
① 一関舞川	4秒	5弱
② 秋田六郷	7秒	4
③ 山形金山	7秒	3
④ 岩手大迫	9秒	4
⑤ 大船渡猪川	10秒	4
⑥ 石巻大瓜	11秒	3
⑦ 仙台大倉	12秒	5弱
⑧ 秋田雄和	13秒	4
⑨ 宮古2	16秒	3
⑩ 山形温海	17秒	3
⑪ 岩手葛巻	18秒	3
⑫ 山形白鷹	18秒	3
⑬ 飛島	18秒	3
⑭ 宮城丸森	20秒	3
⑮ 秋田比内	20秒	3
⑯ 岩手田野畑	20秒	3
⑰ 男鹿	21秒	4
⑱ 粟島	24秒	2
⑲ 青森南郷	25秒	4
⑳ 福島大玉	27秒	3
㉑ 福島川内	28秒	3
㉒ 青森岩崎	29秒	4
㉓ 新潟笹神	29秒	2
㉔ 青森天間林	30秒	1
㉕ 福島柳津	31秒	0
㉖ 青森市浦	34秒	2
㉗ 新潟出雲崎	37秒	2
㉘ 佐渡島銀山	37秒	1
㉙ 青森大畑	38秒	1

ステップ 1

ゆれ始めの時刻を調べる

- 1 全ての観測点について、震央と各観測点のゆれの時刻の差を、観測点の()に記入する。
- 2 地図中の赤い円は、震央がゆれ始めてから5秒後にゆれ始めたと考えられる場所を結んだ線である。同じようにして10秒、20秒、30秒の線をかく。

ステップ 2

震度の分布を調べる

- 3 地図中の①～㉙の震度を地図中の色分けの例を参考に色分けし、ぬる。

結果の見方

- 地震のゆれはどのように伝わっていたか。また、震度の分布はどのようになったか。

まずは自分で考察しよう。わからなければ、次ページ「考察しよう」を見よう。

ゆれ始めの時刻と震央からの距離との関係、
震度と震央からの距離との関係は、
それぞれどうなっているだろうか。

実習から

地震のゆれ始めの時刻が同じ地点を結ぶと、震央を中心とした同心円^{★1}状になる。これは震源で発生したゆれが、ほぼ一定の速さで大地を伝わるからである。また、ゆれの大きさは、震源からはなれるほど小さくなるため、震度の分布もほぼ同心円状になる^{★2}。

●地震のゆれの記録

地震が起こると、初めに小さなゆれ（初期微動）を感じ、その後大きなゆれ（主要動）を感じる人が多い。これらのゆれは、地震計（**図1**）で記録すると**図2**のようになる。初期微動が始まってから主要動が始まるまでの時間を**初期微動継続時間**という。

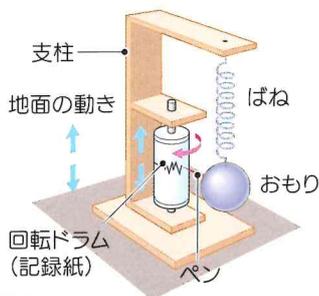


図1

地震計のしくみ^{★3}

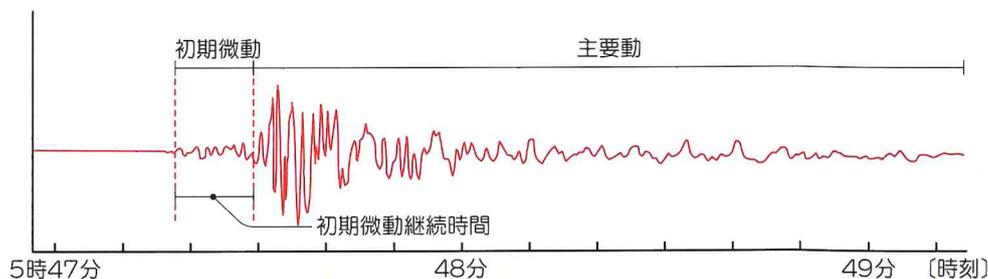


図2

地震計の記録の例（1995年兵庫県南部地震のときの滋賀県彦根市の例）

●地震の波

地震のゆれは、ほぼ一定の速さで伝わる。初期微動を伝える波を**P波**、主要動を伝える波を**S波**という^{★4}。P波は、S波よりも伝わる速さが速い。地震が起こると、震源でP波とS波が同時に発生するが、P波の方がS波よりも速く伝わるため、

図3に示すように、震源からの距離が大きいほどP波とS波の到着時刻の差が大きくなり、初期微動継続時間は長くなる。この初期微動継続時間と震源からの距離との関係は、どの地震でも同じようになる。

★1 中心が同じ位置で半径が異なる円。下図のように、水面で波は同心円状に伝わる。



水面での波の伝わり方

★2 地盤の性質のちがいにより、震央からの距離が同じでも、ゆれの大きさが異なることもある。

★3 地震で地面がゆれても、おもりとペンは地面と一っしょには動かないので、ゆれを記録することができる。

★4 P波は、Primary wave（最初にくる波）、S波はSecondary wave（2番目にくる波）を省略した用語。

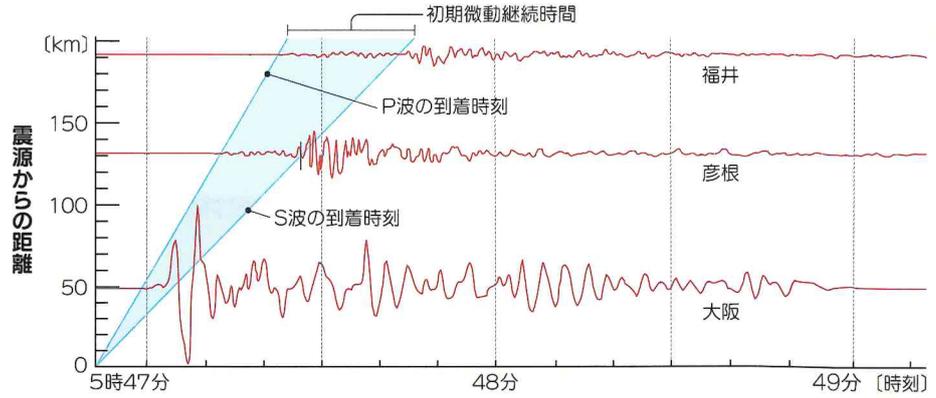


図3

兵庫県南部地震のゆれの伝わり方 (大阪市、彦根市、福井市の記録の比較)

●地震の規模

地震の規模は、**マグニチュード** (記号:M) で表される。マグニチュードの値が大きいほど、地震によって放出されるエネルギー^{あたい}が大きいので、ゆれが伝わる範囲が広くなり (図4)、主要動が長く続くことが多い。

★5 マグニチュードは、値が1大きいと、放出されるエネルギーは約30倍、値が2大きいと1000倍になる。よって、マグニチュード8の地震は、マグニチュード7の地震の約30回分のエネルギーをいちどに放出することになる。

! 208ページの ? に対する自分の考えをまとめよう。(使用するキーワード → 地震、震央、マグニチュード)

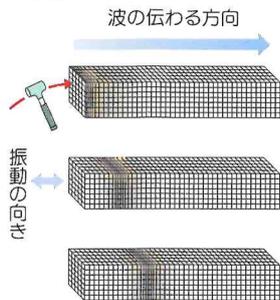
発展 | 高校

P波とS波のちがい

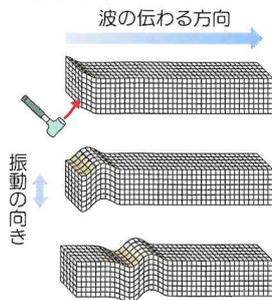
資料動画

P波は波の伝わる方向に物質が振動する波で、縦波とよばれる。S波は波の伝わる方向と直角方向に振動する波で、横波とよばれる。P波は固体中でも液体中でも伝わるが、S波は液体中を伝わるできない。

P波の伝わり方



S波の伝わり方



関東地震
1923年9月1日
マグニチュード7.9

伊豆大島近海地震
1978年1月14日
マグニチュード7.0

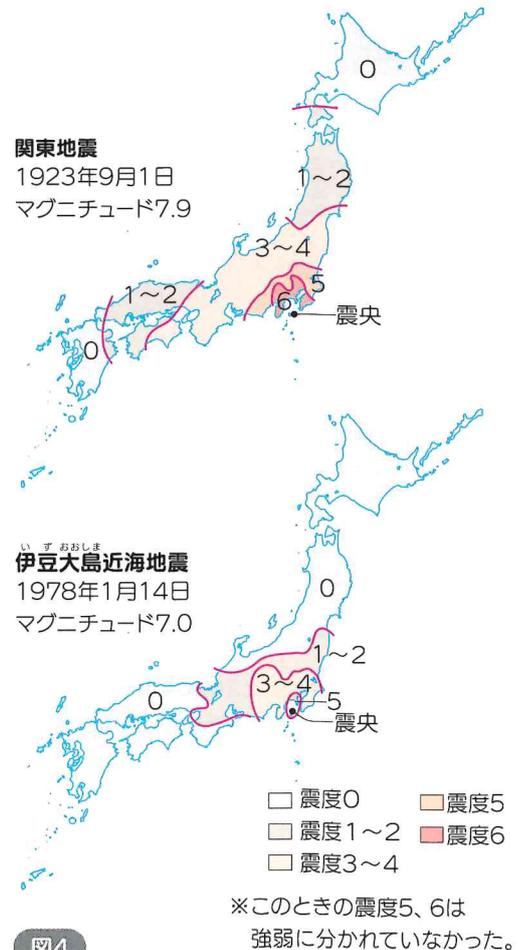


図4

マグニチュードの異なる2つの地震における震度の分布

2 地震が起こるところ

図1を見比べて、
震央しんおうの分布について
気がつくことは
ないかな。

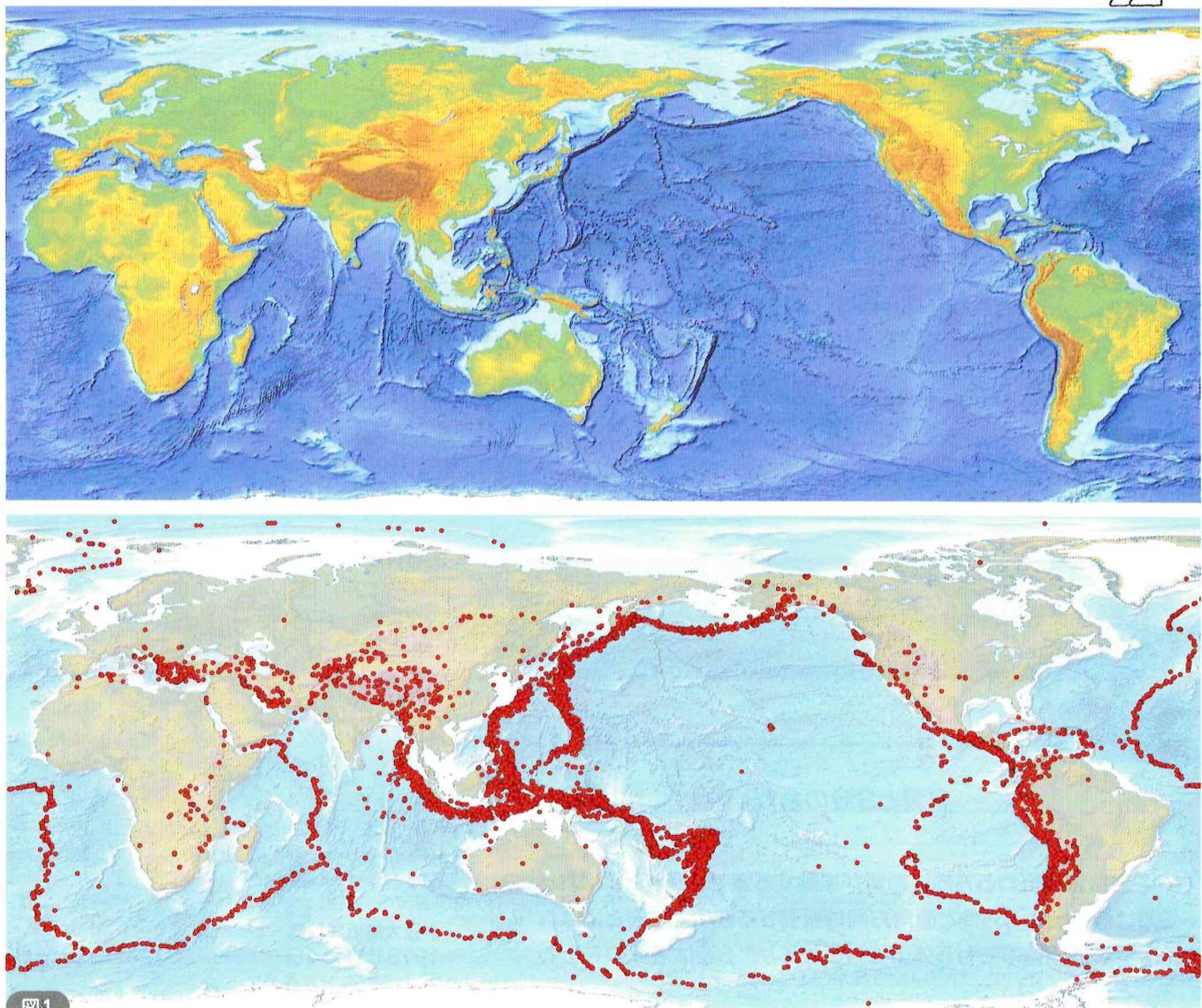
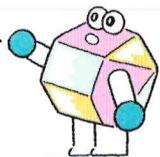


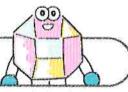
図1
世界の海底の地形図(上)と2000年から2021年に発生したM5以上の地震の震央(下)
下図の赤い丸は地震の震央を示している。



シミュレーション

? 地震は、どのようなところで
どのようにして起こるだろうか。

理科の見方・考え方



震央とくちゆうが集中しているところには、どのような特徴がある
かな。

●プレートと震源

地球の表面は、プレートとよばれる厚さ100 kmほどの岩盤がんばんでおおわれている。そして、各プレートは、**図2**の矢印の方向に向かって、1年間に数cm～十数cmほどの速さで移動している。

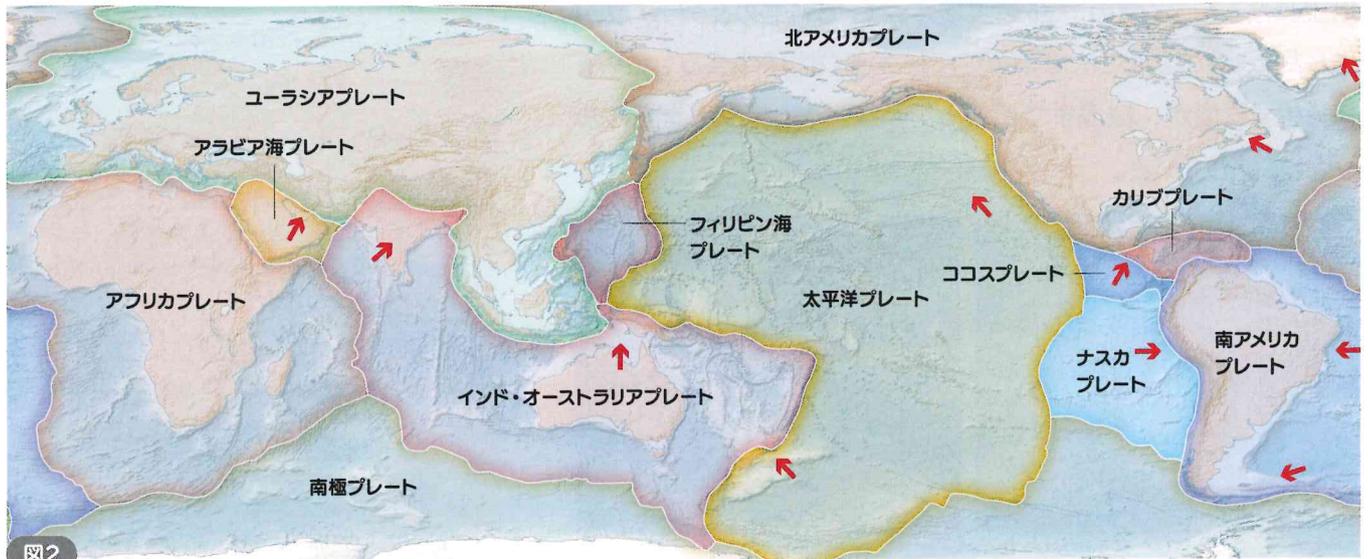


図2

世界のプレート

地球には十数枚のプレートがある。赤い矢印はプレートの動く方向を示している。

- 5 日本列島付近では、**図3**のように4つのプレートが接している。また、日本列島付近では、日本列島と太平洋側にある海溝かいこう*1との間に震源が集中している。この地域では、大規模な地震も起こることが多い。震源の深さは、太平洋側で浅く、日本列島の下に向かって深くなっている。このほかに、日本列島
- 10 内陸部の地下の浅い部分にも、震源が分布している(**図4**)。



図3

日本列島付近のプレート

赤い矢印はプレートの動く方向を示している。

★1 海底で深い溝のようになっているところを海溝みぞという。

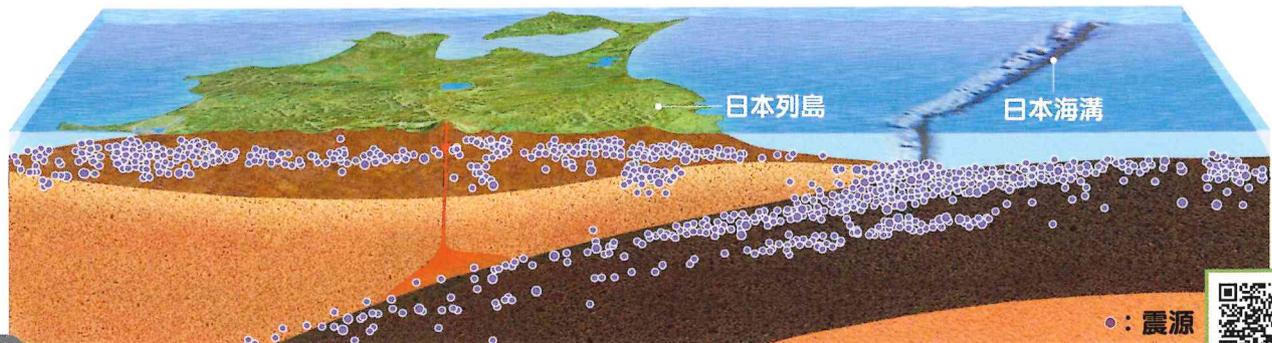


図4

東北地方の震源の分布





● 地震が起こるしくみ

プレートはたがいに少しずつ動いており、プレートの境界部分には常に力が加わり続けている。その力によって、地下の岩盤^{がんばん}にひずみがたくわえられる。そして、ひずみの大きさがある一定以上になると、岩盤の一部が破壊されて、**図1**のようにずれが生じたり、すでにあったずれがさらに大きくなったりする。このとき発生する波が、地表まで伝わったものを、私たちは地面のゆれとして感じている。

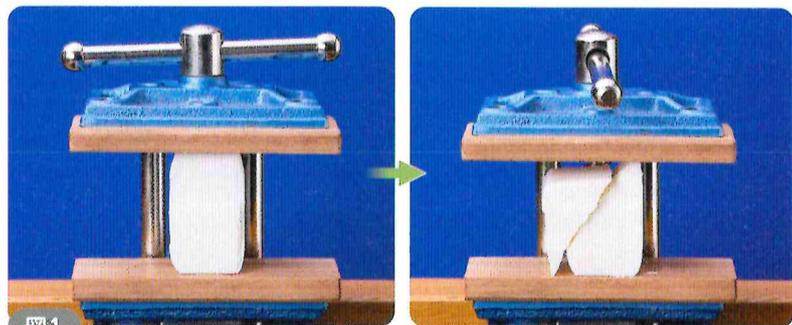


図1 石けんを岩石に見立てた破壊実験のようす

石けんや岩石のような、かたい物に力を加え続け、ひずみがある一定以上の大きさになると、変形ではなく破壊が起こる。

● 陸の浅いところで起こる地震

岩盤のずれを断層^{だんそう}という。断層のなかには、過去にくり返しずれ動いたことがあり、今後もその可能性があるものがある。このような断層を活断層^{かつだんそう}という。日本には2千以上の活断層があるといわれている。また、特に大きな地震では、**図2**や**図3**のように、断層が地表に現れることがある。



図2 兵庫県南部地震のときにずれた大地 (兵庫県淡路市)

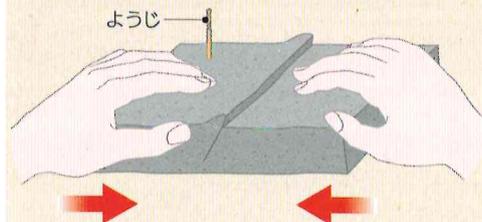
こんにやくで地震を感じよう

- ① こんにやくに包丁でななめに切れ目を入れる。このとき、下 $\frac{1}{5}$ 程度を切らずに残しておく。
こんにやくによろじをさす。

注意

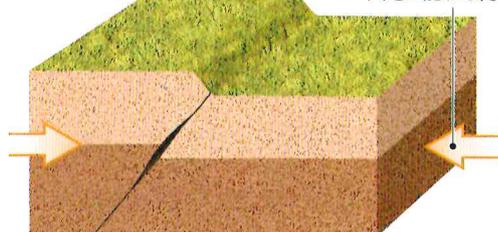
- 包丁で手を切らないように注意する。

- ② 両方から手でおしてみる。
- ③ あるところまでおすと、切れ目のところでずれてこんにやくが振動する。

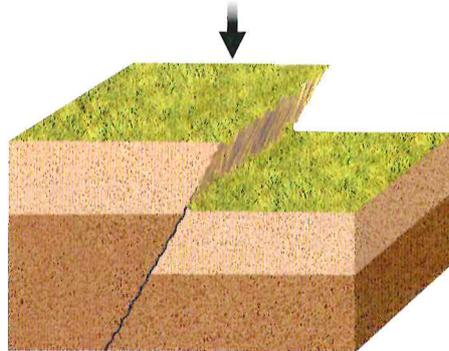


- ④ 切れ目を水でぬらし、すべりやすさを調節してもよい。

大地に加わる力



地下の岩盤にひずみがたくわえられる。



地下の岩盤が急激にずれ、地震が起こる。

図3

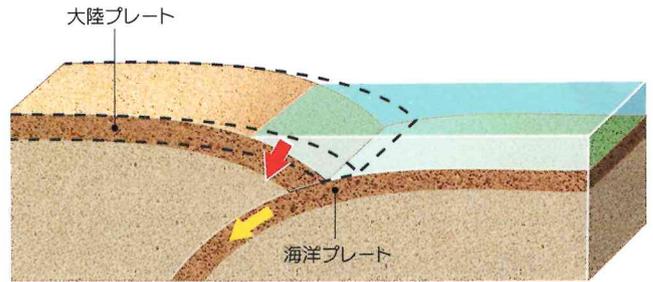
陸の浅いところで起こる地震のしくみ (地表に断層ができる場合)

1995年兵庫県南部地震や2008年岩手・宮城内陸地震、2016年熊本地震などの例がある。

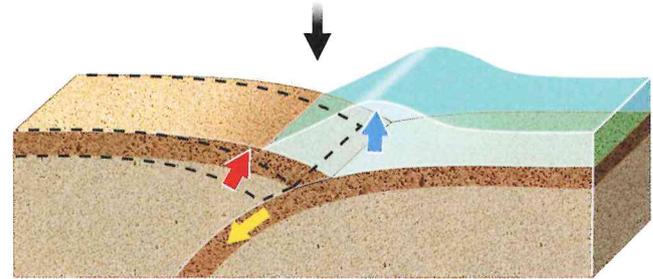
● 海溝付近のプレートの境界で起こる地震

海溝付近では、大陸プレート（陸のプレート）と海洋プレート（海のプレート）が接しており、ここでは、大陸プレートの下にしずみこむ海洋プレートが、大陸プレートを引きずりこむため、大陸プレートにひずみがたまっていく。プレートのひずみが限界になると、大陸プレートの先端部はもとにもどろうとして急激にはね上がり、プレートの境界付近を震源とする大きな地震が起こる。このとき、震源付近の海水がもち上げられ、津波を起こすことがある（図4）。

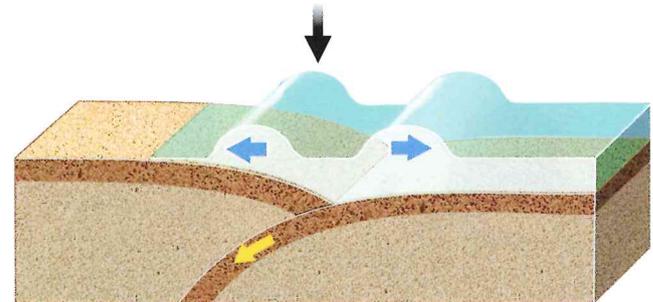
通常海の波は、主に風によって生じる、海面付近だけが動くものである。津波はこれとは異なり、海底から海面までの全ての海水がいちどに動き、広い範囲の海水が盛り上がったまま移動するため、大きなエネルギーをもつ。震源が陸から近い場合、津波は短い時間で陸まで到達するので、海の近くで地震にあった場合は、速やかに海からはなれて高いところに避難しなければならない。



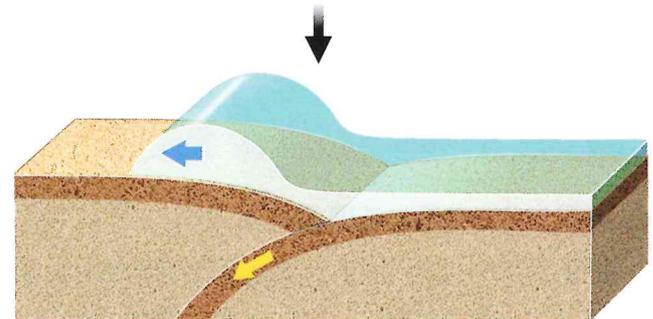
海洋プレートに引きずられて、大陸プレートの先端部が引きずりこまれ、大陸のプレートがひずむ。



大陸プレートの先端部が、はね上がってもとにもどるときに、地震が起こる。このとき、広い範囲で海水が大きくもち上げられると津波が発生する。



もち上げられた海水全体が大きな水のかたまりとして周辺に広がる。



陸に近い浅い海に津波が到達すると、津波はさらに高くなって陸におし寄せる。

(-----は、動く前のプレート)

図4

海溝付近のプレートの境界で起こる地震と津波のしくみ

海溝付近のプレートの境界で起こる地震には、2011年東北地方太平洋沖地震などの例がある。

20 **!** 212ページの(?) に対する自分の考えをまとめよう。
(使用するキーワード→地震、プレートの境界、断層)

25 **活用** **学びをいかして考えよう**

日本以外の国や地域への旅行や滞在を考えると、日本と同じように地震に対する備えをした方がよい場所はどこか。

P.212～P.213の、**図1**と**図2**をもとに、考えてみよう。

3 地震に備えるために

問題発見

レッツ スタート!

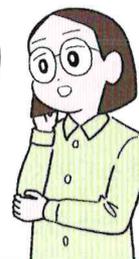
地震によって何が起きたのだろうか。

図1を見て考えてみよう。



スタート動画

さまざまな現象が起きているね。



北海道胆振東部地震による
土砂くずれ (北海道勇払郡)



新潟県中越地震による
液状化現象 (新潟県小千谷市)



熊本地震による
石垣の崩落 (熊本県熊本市)



東北地方太平洋沖地震による
津波 (岩手県宮古市)



東北地方太平洋沖地震による
地盤の沈降 (宮城県石巻市)

● 地震によって起こる現象

地震により、土砂くずれ、地割れや津波などに加え、大地がもち上がったたり(隆起)、しずんだり(沈降)することがある。地震による大地への影響は、地震の起こるしくみや地震の規模、震源の場所や深さなどによってさまざまである^{★1~2}。



地震によって生じた現象と被害には、どのような関係があるだろうか。

図1

地震による被害

★1 保健体育で学ぶこと

自然災害による傷害の防止 → 中学

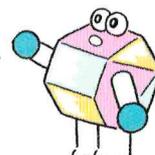
★2 道徳で学ぶこと

安全 → 中学



他教科の内容

調べたことをレポートにまとめよう。





地震によって生じた現象と、被害の特徴との関係

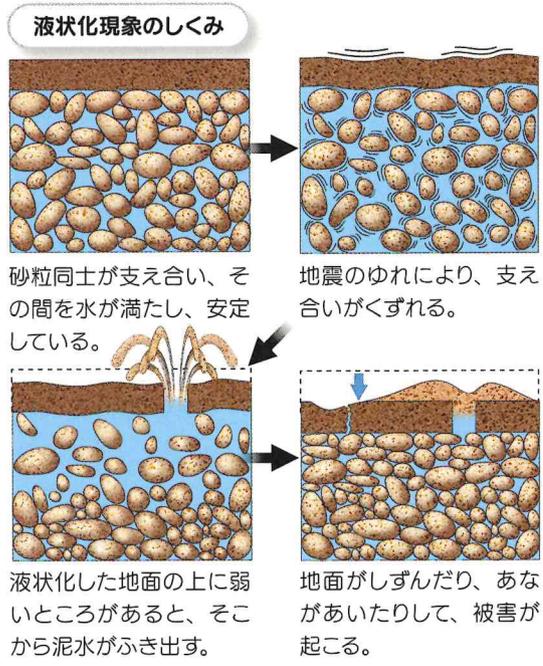
1年〇組〇番 〇〇 〇〇

- 1 目的：液状化現象が起こるしくみとその被害を調べる。
- 2 調べてわかったこと

液状化現象とは：
地震により強くゆらされた地面が、液体状になる現象。

起こるしくみ：
液状化現象は、ゆるく結びついた砂粒が、地震のゆれによってはなれてバラバラになり、地下水と混じって砂粒が水にういた状態になることで起こる。

- 被害の例：
- ・ビルや電柱が傾く。
 - ・地面から砂混じりの泥水がふき出す。
 - ・下水管やマンホールなどがうき上がる。



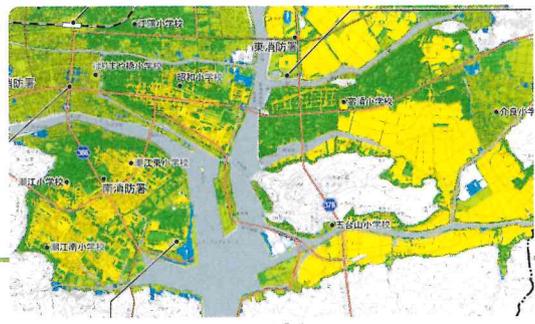
● 地震に備える

地震に備えるには、ハザードマップ★³を参考に土地の地理や地形を知り、地震の規模に応じた起こりうる災害について学んでおくことが大切である。

★3 過去の災害記録をもとに、今後の自然災害の予測をまとめた地図。



! 216ページの **?** に対する自分の考えをまとめよう。



活用 **学びをいかして考えよう**

日常生活において大きな地震が起きた場合、どのような被害が考えられるだろうか。



【防災特集】

緊急地震速報

緊急地震速報は、P波とS波の速さのちがいを利用して、強いゆれがくることを事前に知らせる予報・警報です。地震が発生したときに生じる初期微動（P波）を、震源に近いところにある地震計でとらえてコンピュータで分析し、主要動（S波）の到着時刻や震度を予想して、テレビ、ラジオ、携帯電話などを通して、強いゆれが予想される対象地域にすばやく知らせます。震源からの距離によって、主要動が到着するまでの時間が異なるため、震源に近い地域では速報が間に合わないことがあります。しかし、大きなゆれが到着する前のほんの数秒間でも、自ら身を守ったり、列車のスピードを落としたり、工場の機械を止める



緊急地震速報（2011年3月11日 NHKニュースより）東北地方太平洋沖地震（2011年）のときに、テレビで流れた画面。

などしてゆれに備えることができれば、尊い人命や財産を守ることができると期待されています。



資料動画

章末

学んだことをチェックしよう



章末問題

1 地震のゆれの伝わり方 →P.208、210、211

- 震源の真上の地上の地点を（ ）という。
- P波とS波の到着時刻の差を（ ）といい、これは震源からはなれるほど（ ）なる。
- 地震の規模は、（ ）で表される。

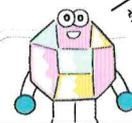
2 地震が起こるところ →P.214

- 地震は、（ ）の動きによって起こる。
- 過去にずれたあとがあり、今後もずれる可能性のある断層を（ ）という。

学びを生活や社会に広げよう

大きな地震が起こると、どのような被害が考えられるか。また、地震災害から身を守るためには、どのようなことを知る必要があるだろうか。

自分の考えをノートに書こう



学習前と比べて自分の考えがどう変わったかな。

Before & After

学習後も書こう

地震とは何だろうか。