

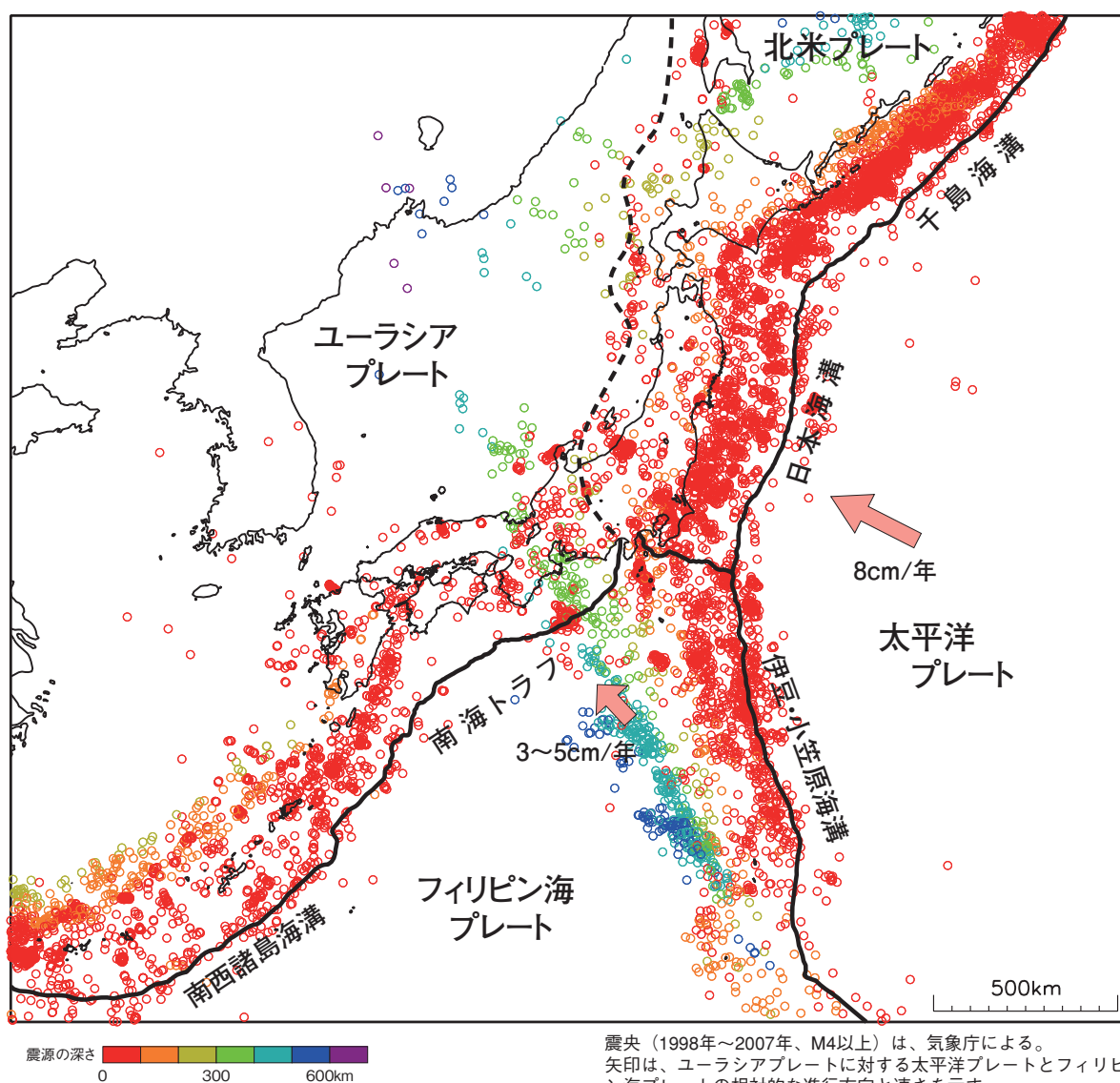
Q1 日本はなぜ地震が多いのですか？



大きなひずみが蓄積するプレート境界に位置しているからです。

地球の表面は十数枚の巨大な板状の岩盤（プレート）で覆われており、それぞれが別の方向に年間数cmの速度で移動しています（プレート運動）。地震の多くは大きな目で見ると、プレートの境界付近で帯状に発生しています。日本は世界の陸地の0.3%にも満たない国土ですが、世界で発生する地震のおよそ10%が日本とその周辺で発生しているといわれています。

プレートの境界付近の地下の岩盤には、プレート運動により大きな力加わり、長い年月の間に巨大なエネルギーがひずみとして蓄えられます。そのひずみにより岩盤が破壊されると地震が発生します。日本は4枚のプレートの境界に位置し、岩盤中に大きなひずみが蓄えられるために多くの地震が発生します。プレート境界付近の地震だけでなく内陸で発生する地震も陸のプレート内に蓄えられたひずみが原因で起こると考えられます。



○は震央の位置、色の違いは震源の深さを表します。プレート境界に沿って地震が集中して発生していることがわかります。

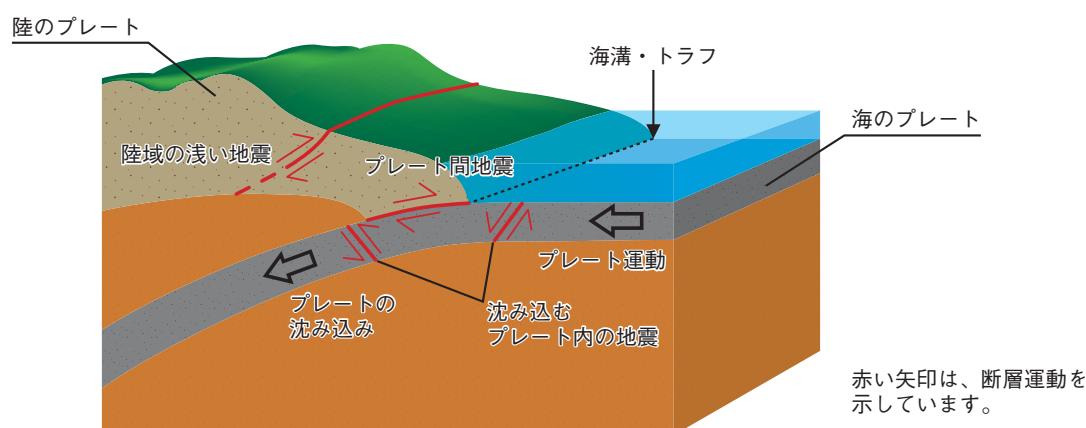
Q2 地震はどのようにして起こるのですか？



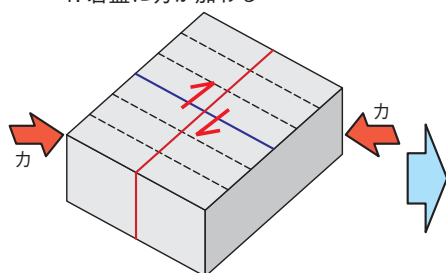
地下の岩盤に力が加わり、ある面（断層面）を境に急速にずれ動く断層運動というかたちで地震が発生します。

日本列島の太平洋側の日本海溝や南海トラフなどでは、海のプレートが陸のプレートの下に沈み込み、陸のプレートが常に内陸側に引きずり込まれています。この状態が進行し、蓄えられたひずみがある限界を超えると、海のプレートと陸のプレートとの間で断層運動が生じて、陸側のプレートが急激に跳ね上がり、地震が発生します。これをプレート間地震といいます。また、海のプレート内部に蓄積されたひずみにより、海のプレートを構成する岩盤中で断層運動が生じて地震が発生することもあります。これを沈み込むプレート内の地震といいます。陸のプレート内にも、プレート運動に伴う間接的な力によってひずみが蓄えられ、そのひずみを解消するために日本列島の深さ20km程度までの地下で断層運動が生じて地震が発生します。陸のプレート内で規模の大きな断層運動が生じると地表付近にまでずれが現れます。

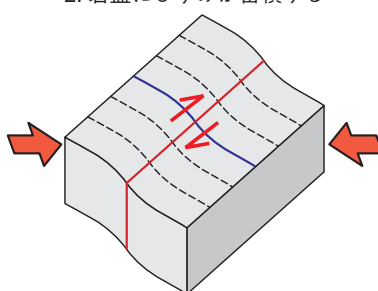
地震調査研究推進本部では、海溝やトラフのプレート境界やその付近で発生する地震を「海溝型地震」、陸のプレートの浅い部分で発生する地震を「陸域の浅い地震」と呼んでいます。



1. 岩盤に力が加わる

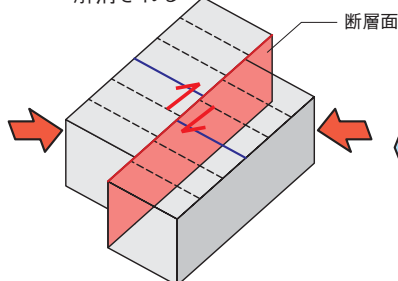


2. 岩盤にひずみが蓄積する

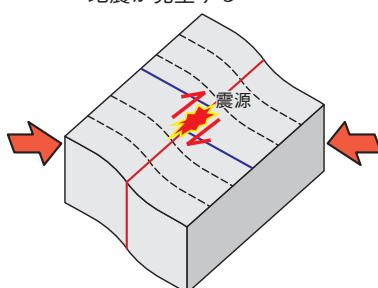


地震は、断層運動により発生します。断層運動とは、ある面（断層面）を境にして両側の岩盤がずれ動く現象です。プレート運動により岩盤中に蓄積されたひずみのエネルギーは、急激な断層運動により地震波となって放出されます。

4. 断層運動によりひずみが解消される



3. 震源から断層運動が始まり、地震が発生する

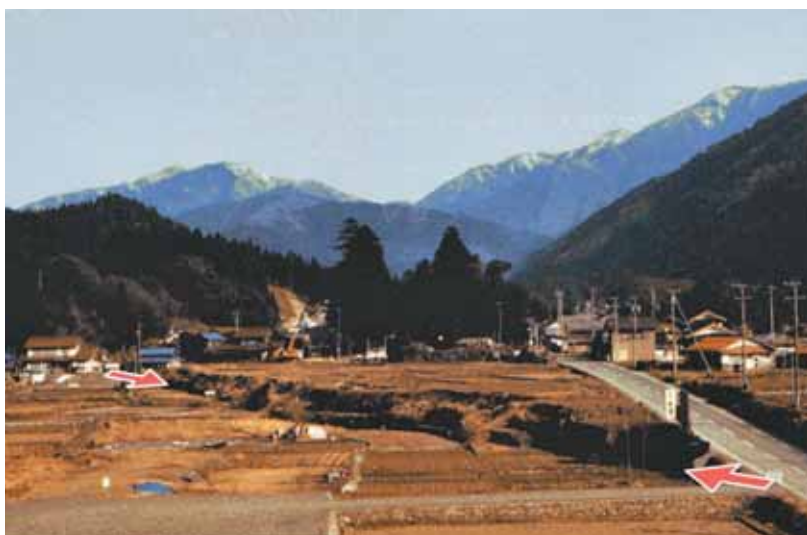


Q3 活断層とはどのようなものですか？

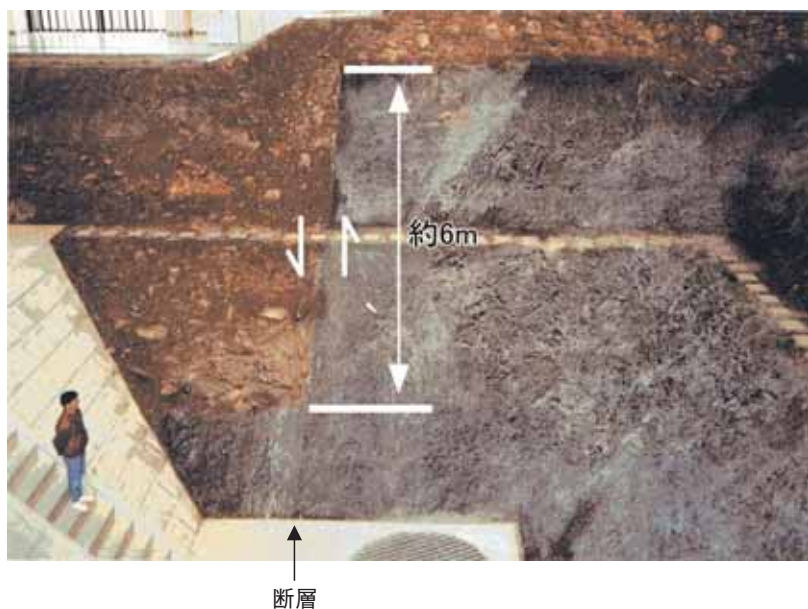


過去に繰り返し活動し、今後も再び活動すると考えられる断層です。

陸のプレートの内部で規模の大きな地震が発生すると、断層のずれが地表にまで現れて地層や地形を変形させます。このような断層運動の繰り返しによって、山の尾根や谷の断層に沿った食い違いや、崖地形などが直線的に連なった、特徴的な地形がつくられます。こうした特徴的な地形を判読することにより、日本には約2,000の活断層があると推定されています。活断層を掘削して調査を行うと、過去に繰り返し発生した地震の規模や間隔などがわかり、将来の活動の可能性を推定することができます。



明治24年（1891年）の濃尾地震の際に生じた断層運動による崖地形（矢印）。濃尾地震では、濃尾断層帯の全長80kmの区間で地表地震断層が確認されました。活断層は、このような直線的な地形をつくる地震が過去に繰り返し発生したことを物語っています。



濃尾地震で生じた地層のずれ（^{ねおだに}根尾谷断層）。上下方向で約6mの地層のずれが見られます。このような地層のずれを観察することにより、過去の活動を明らかにします。

（写真提供：本巣市教育委員会）

Q4 活断層がない場所では地震は起きないのですか？



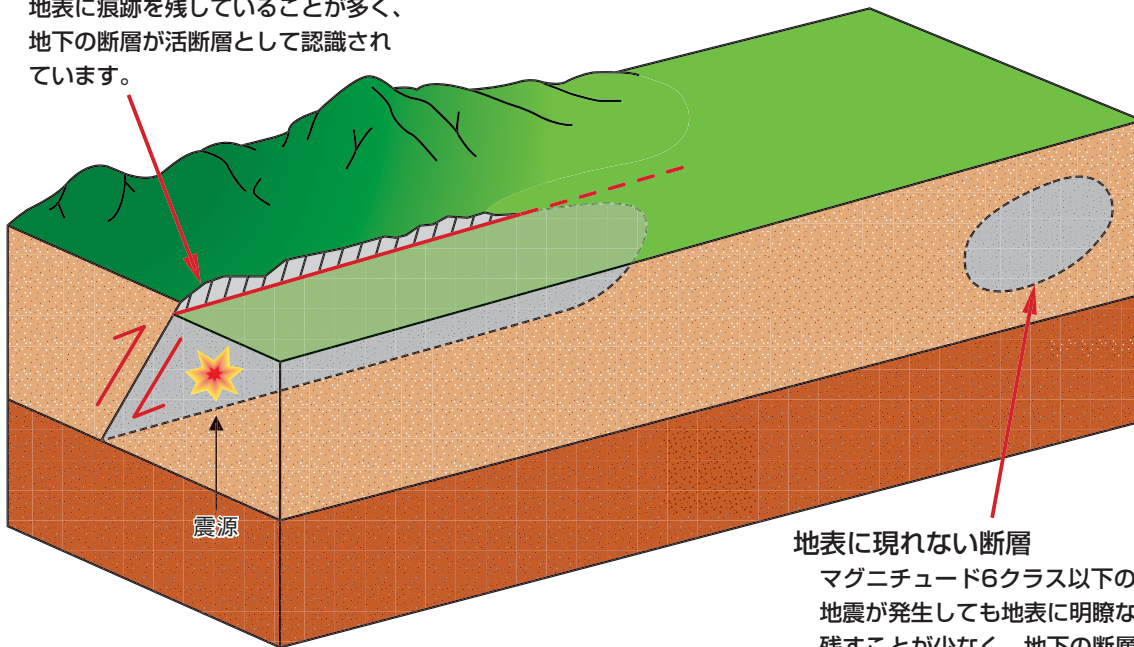
活断層が確認されていない場所でも地震は起きます。

過去に地下で地震が発生しても、地震の規模（マグニチュード）が小さいため地表にまでずれが及ばないことがあります。また、ずれが地表にまで及んだ場合でも、地表付近に残された痕跡が長い間の侵食や堆積により不明瞭になってしまうことがあります。このような理由で、活断層が確認されていない場所でも、その地下には将来地震を発生させる活断層が存在している可能性があります。

そのような活断層は、地下の地質の構造を詳細に調べたり、丹念に地形を調べたりすることなどで確認される可能性があります。

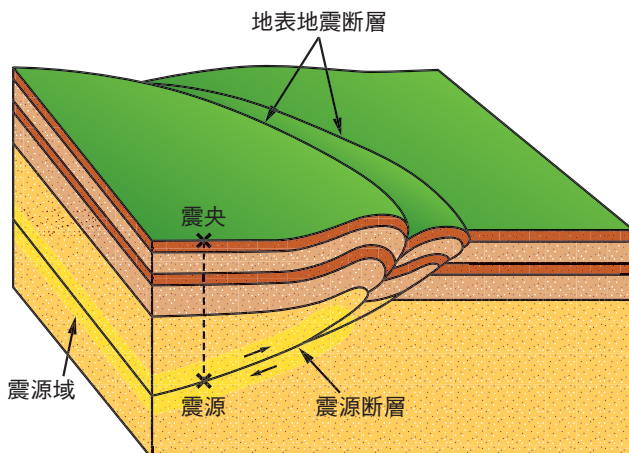
地表に現れた断層

マグニチュード7クラス以上の規模の大きな地震は、過去の活動により地表に痕跡を残していることが多く、地下の断層が活断層として認識されています。



地表に現れない断層

マグニチュード6クラス以下の地震は、地震が発生しても地表に明瞭な痕跡を残すことが少なく、地下の断層を活断層として認識することが困難です。



地震を起こした地下の断層を「震源断層」、そのときの断層運動に伴って地表に達した食い違いを「地表地震断層（地震断層）」と呼んで区別します。

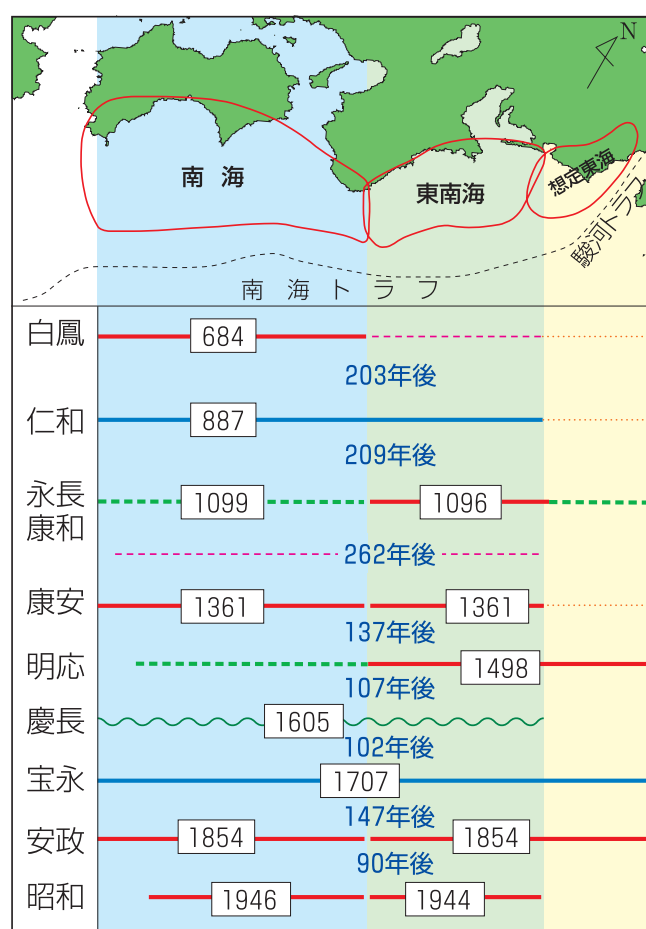
Q5 地震は同じ場所で何回も起こるのですか？



規模の大きな地震は、非常に長い時間で見れば、同じ場所で繰り返し起こっていることがわかっています。

日本には、規模の大きな地震が繰り返し発生すると考えられる海溝型地震の発生する領域や活断層が全国的に分布していることがわかっています。

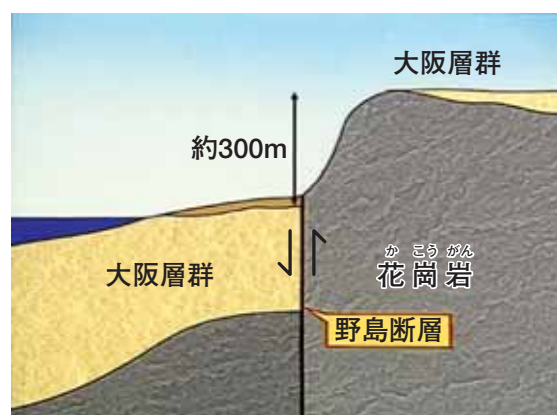
規模の大きな地震には、「過去に起きたところで繰り返して起こる」という性質があります。例えば、海溝型地震が発生する南海トラフでは、大きな地震が繰り返し発生していることが歴史の記録などからわかっています。また、活断層で発生する地震についても活断層の調査をすると、同じ断層で過去にも繰り返し地震が発生していたことがわかります。



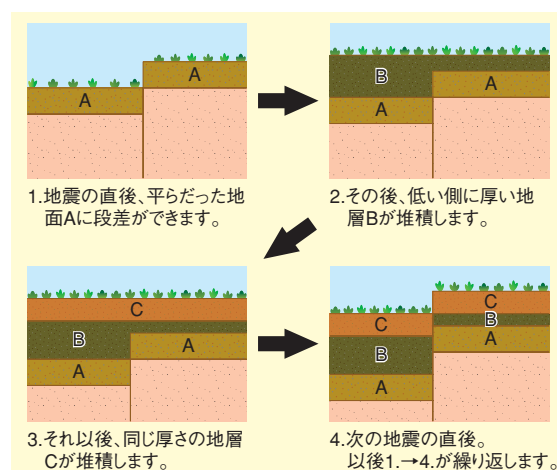
歴史史料などから推定された東海・東南海・南海地震の繰り返し（石橋、2004を改変）。

— は確実、- - - は可能性が高い、- · - · - は可能性がある、····· は不明を意味する。〰 は津波地震、— は連動を示す。

（独立行政法人海洋研究開発機構 堀高峰氏提供）



阪神・淡路大震災を引き起こした兵庫県南部地震では、淡路島にある野島断層が活動しました。野島断層では活動の繰り返しによって数百万年前に平野に堆積した大阪層群が、断層を境に300m以上もずれていることがわかっています。



活断層を掘削して調査を行うと、過去に繰り返し断層が活動していたことが、このような地層の状態から読み取ることができます。

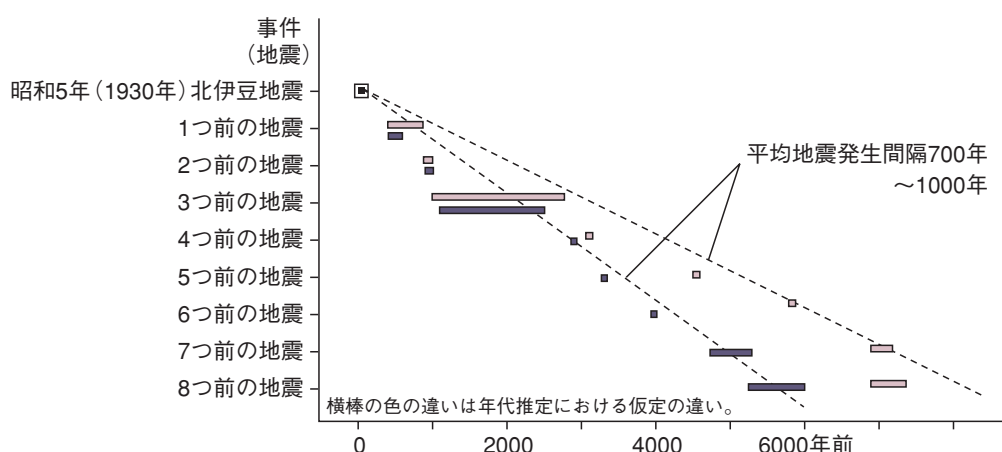
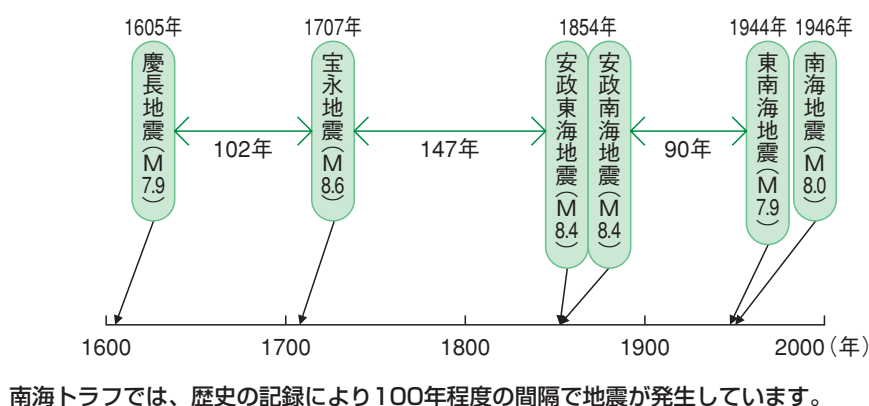
Q6 大きな地震はどの程度の間隔で起こるのですか？



プレート境界付近で発生する海溝型地震は数十年から数百年程度の間隔、陸域の活断層で発生する地震は千年程度から数万年の間隔といわれています。

プレート境界付近で発生する海溝型地震は、数十年から数百年程度の比較的短い間隔で発生します。一方、陸域の活断層で発生する地震は千年程度から数万年という、人間の一生に比べるとはるかに長い間隔で発生します。これらの間隔は、プレート運動によって岩盤中にひずみが蓄えられる速さや、岩盤が耐えられるひずみの大きさの違いによって、断層ごとに異なります。しかし、それぞれの断層について見ると、同じような規模の地震を、ほぼ同じ間隔で起こすと考えられています。

なお、日本国内で大きな被害を出した地震を過去200年間の平均で見ると、海溝型地震は20年に1回程度、陸域の浅い地震は10年に1回程度の頻度で発生しています。



丹那断層では、トレンチ調査により9回の過去の活動が読み取れ、その発生間隔は平均して700年~1000年と推定されました。(地震の年代は丹那断層発掘調査研究グループ、1983年)

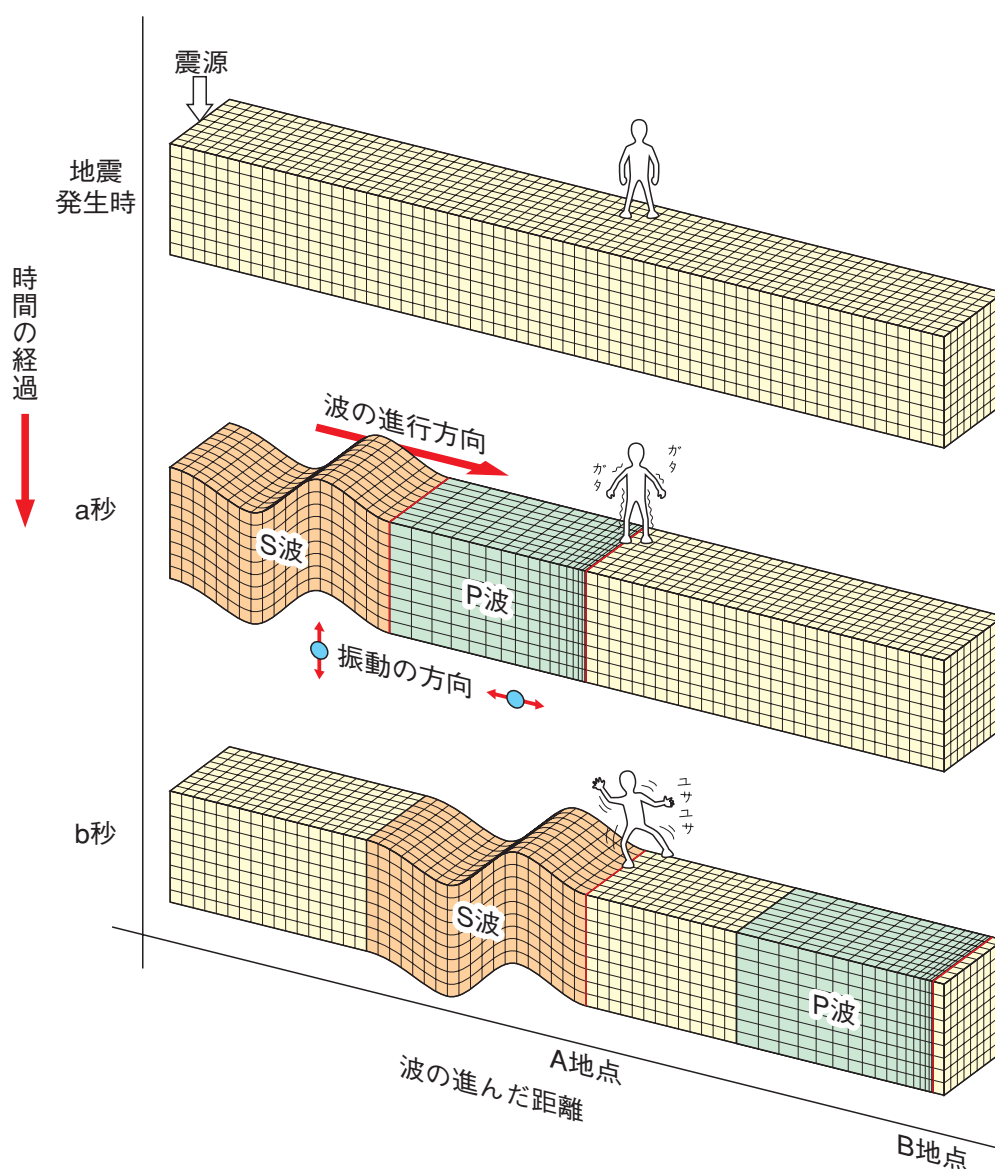
Q7 地震の揺れはどのように伝わるのですか？



地震のエネルギーの一部は、波（地震波）になって伝わります。

地下の岩盤が破壊されて断層運動が生じると、そのエネルギーの一部は地震波となって四方八方に伝わります。主な地震波にはP波とS波という性質の違う波があります。P波は密度の変化が伝わるもので、振動する方向が波の進行方向と同じです。S波はずれの変化が伝わるもので、振動する方向が波の進行方向に垂直です。P波とS波は、波の振動の方向から、それぞれ「縦波」、「横波」と呼ばれています。P波はS波よりも進む速いため、地震が発生すると、最初にP波により「ガタガタ」と小刻みに揺れた後で、S波により「ユサユサ」と大きく揺れます。また、遠い場所で地震が起こると（特に震源が浅い場合）、P波とS波による揺れの後に、「ユラユラ」という大きくゆっくりとした揺れを感じる場合があります。この波は表面波と呼ばれ、地表付近だけを伝わるもので、遠くまで伝わりやすいという性質があります。

なお、P波は英語のPrimary（初めの）の頭文字から名付けられ、初めに来る波という意味です。S波は同じく英語のSecondary（第2の）の頭文字から名付けられ、2番目に来る波という意味です。



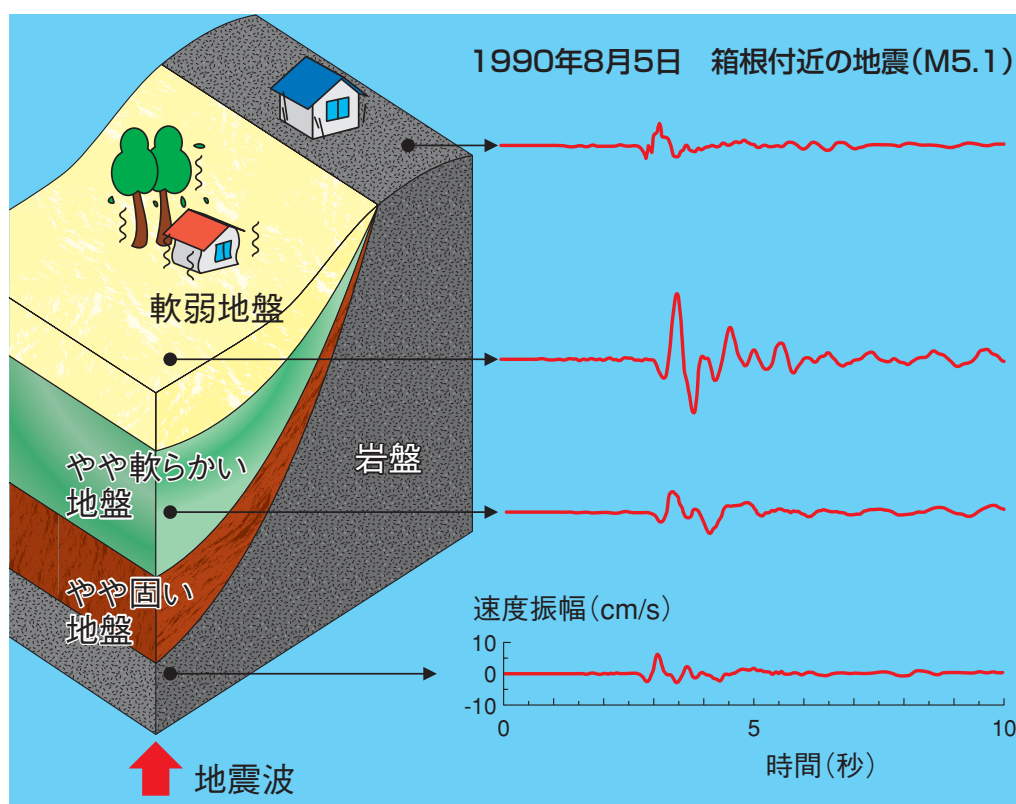
Q8 揺れが大きくなるのはどのような場所ですか？



地盤が軟らかいところでは揺れが大きくなります。

地表での揺れの大きさは、とくに地表付近の地盤の状況によって変わってきます。一般的に、地表付近の地盤が軟弱な場所では、硬い地盤の場所に比べて大きな揺れになります。また、地下の深い部分の地盤の構造によって、地震波の振幅が大きくなることもあります。これらの現象は、地震波が硬い岩盤から軟らかい地盤に伝わる時に振幅が大きくなることや、屈折や反射などにより地震波が重なり合って振幅が大きくなるという地震波の性質によります。

地表付近の地盤の状況は、地形からある程度判断でき、地下の深い部分の地盤の構造は、ボーリング調査や人工地震による調査などから知ることができます。



図は岩盤と軟弱な地盤を含む地下の構造を簡略化していますが、地震の記録は実際に観測されたものです。軟弱地盤では、岩盤に比べ振幅が約3倍に達しており、揺れている時間も長いことがわかります。

(工藤一嘉氏の図をもとに作成)

Q9 地震が起きたらどれくらい揺れるのですか？

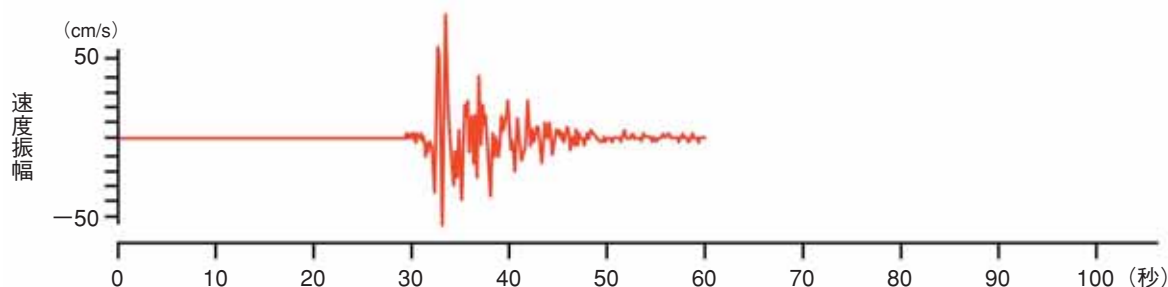


日本付近で発生する規模の大きな地震で、大きな揺れが続く時間は、一般的には長くても一分程度といわれています。また、揺れの大きさは、地震の規模や震源の位置や地盤の状況などによって異なります。

日本付近で発生する地震で大きな揺れが続く時間は、一般的には短いもので数秒、長いものでも一分程度といわれています。例えば、兵庫県南部地震による強い揺れは十数秒でした。一方、長周期地震動が発生した場合は、大きな揺れの後に数分間にわたり「ユラユラ」という揺れが続くことがあります。

また、ある地点での揺れの大きさ（震度）は、地震そのものの規模（マグニチュード）、震源との位置関係や地下の構造などにより異なります。内陸の浅い場所で地震が発生した場合は、地震の規模が比較的小さくても、震源の近傍で揺れが大きく被害も大きくなる場合があります。

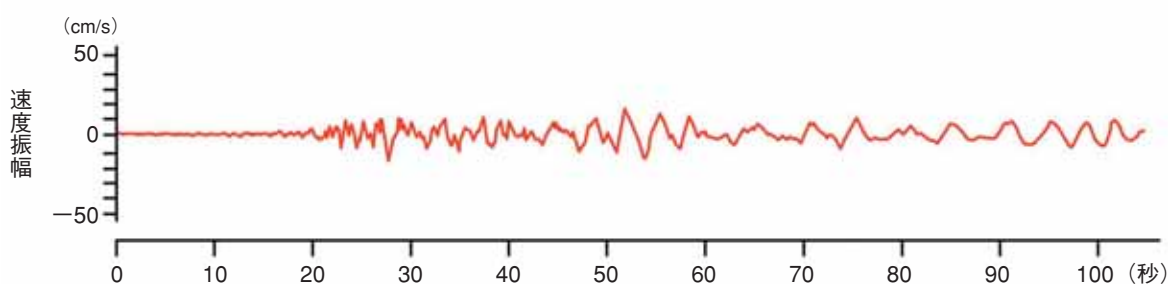
平成7年（1995年）兵庫県南部地震（神戸市中央区）



平成7年（1995年）兵庫県南部地震の際、神戸市では大きな揺れが十数秒間続きました。その中でも特に大きな揺れは、4、5秒間でした。

（データは気象庁ホームページより）

平成15年（2003年）十勝沖地震（^{とまこまい}苫小牧市）



平成15年（2003年）十勝沖地震の際、長周期地震動が観測された^{とまこまい}苫小牧市では、3分近くも揺れが続きました。

（データは気象庁ホームページより）

Q10 長周期地震動とはどのようなものですか？



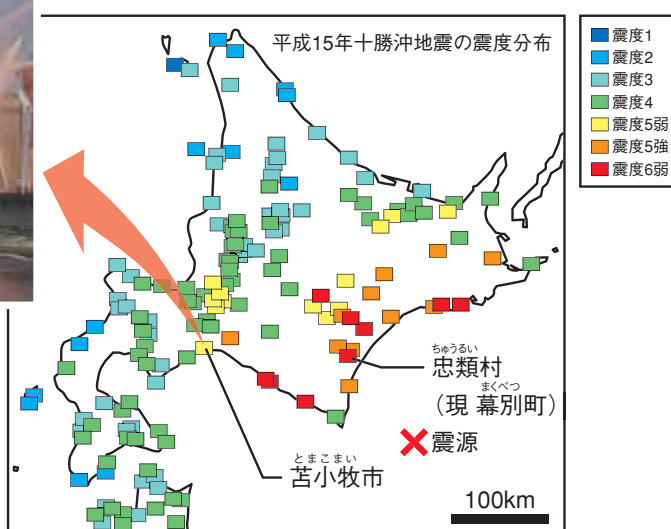
地震による揺れの中で、比較的ゆっくりとした揺れのことをいいます。

比較的規模の大きな地震が発生すると、通常の短い周期の地震の揺れと異なり、数秒から十数秒の周期でゆっくりと揺れる地震動が発生することがあります。このような地震動のことを長周期地震動といいます。長周期地震動は、震源から遠く離れたところまで伝わりやすいという性質があります。また、震源から離れていても、大きな振幅が観測されることも長周期地震動の特徴です。

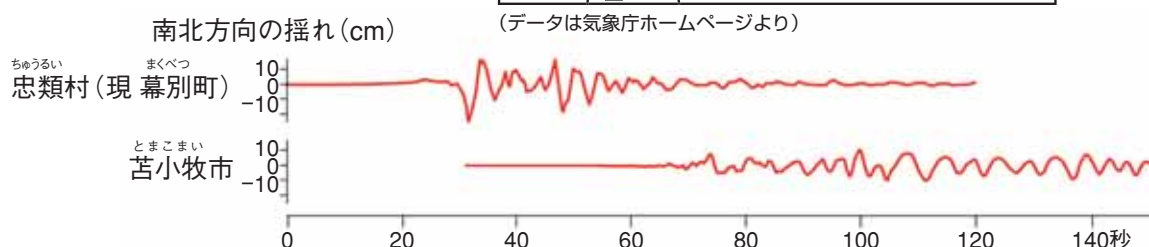


(消防庁提供)

この地震では、震源から200km以上離れたとまこまい^{とまこまい}港で、長周期地震動による液面の揺れが原因となり石油タンクが損傷し、さらに火災が発生しました。

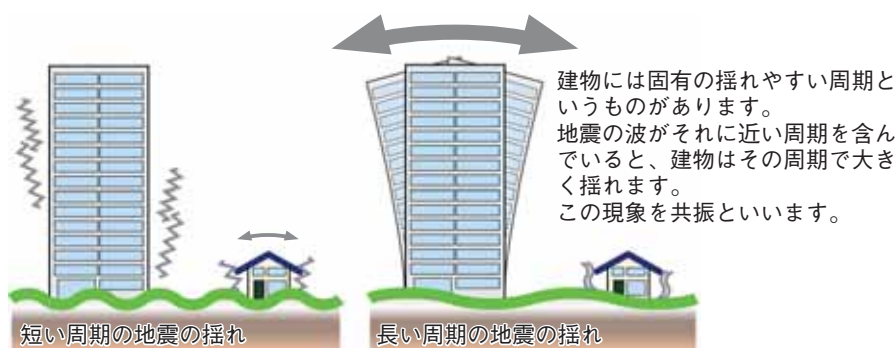


(データは気象庁ホームページより)



地震計の記録を見ると、震源から遠く離れたとまこまい^{とまこまい}でユラユラとした揺れが長く続いたことがわかります。

大きな建造物には、長周期地震動と共振しやすいという性質があります。1923年の関東地震の際にも、周期5秒を越える揺れが大きかったことが確認されていますが、当時は巨大な構造物が少なかったことからあまり注目されていませんでした。しかし、現在では超高層ビルや長大橋などが各地に建設され、それらは周期が数秒以上の地震動と共振しやすいため、長周期地震動はこれらの構造物に影響を与えることが懸念されます。一方、低層の建物は短周期地震動に共振しやすいという性質があります。

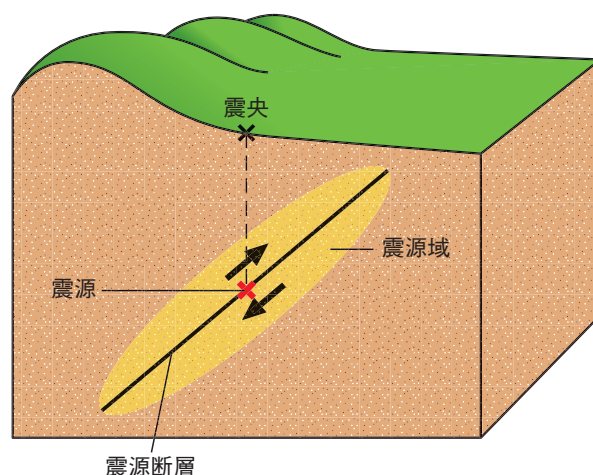


Q11 震源、震央、震源域とはどのようなものですか？

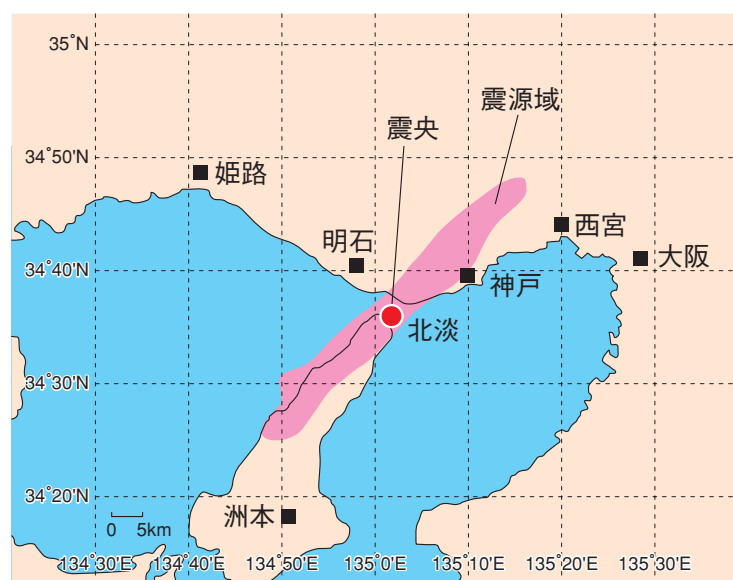


地下で破壊が開始した地点を震源、その真上の地表の位置を震央といいます。震源域とは断層運動による破壊が広がった領域のことをいいます。

地震とは、地下の岩盤に力が加わり、その力に岩盤が耐え切れなくなったときに起こる破壊現象です。震源とは、この破壊が最初に生じた地点のことをいいます。震央とは、地下の震源を真上の地表へ投影した位置のことです。震源で発生した破壊は周囲へと伝わり、ある範囲で破壊は止まります。この破壊が広がった震源断層を含む領域のことを震源域と呼び、地震の巨大なエネルギーはこの領域から発生します。



震源、震央、震源域の関係の模式図



平成7年（1995年）兵庫県南部地震（M7.3）の震央と地表へ投影した震源域。

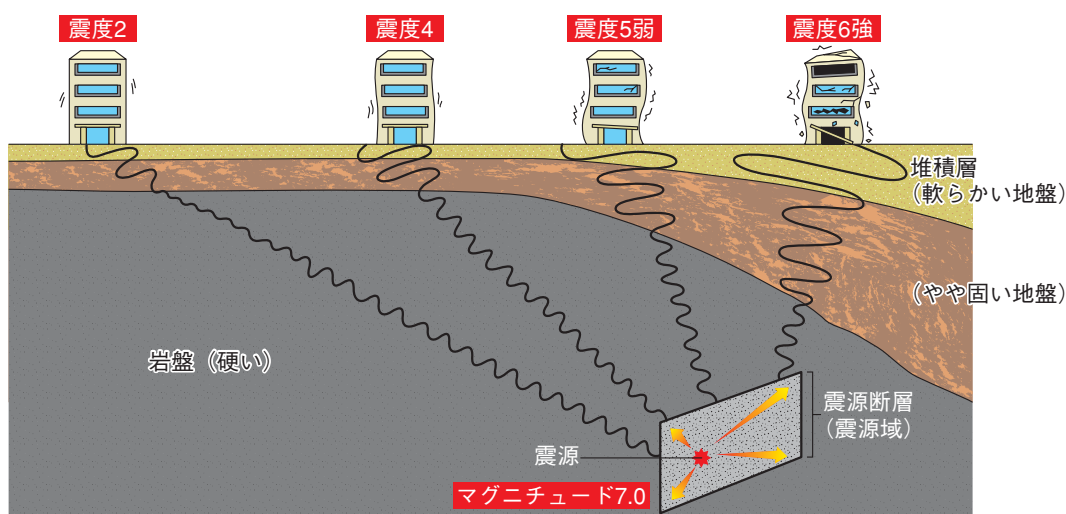
Q12 震度とマグニチュードは違うものなのですか？



震度はある地点で観測された揺れの大きさ、マグニチュードは地震そのものの規模をいいます。

震度は、ある地点でどれくらい揺れたかを示す尺度です。地震が発生すると、地震の波は地中を四方八方に伝わります。その波の伝わり方は、震源からの距離や地盤の状況などにより異なるため、場所により揺れの大きさが異なります。この揺れの大きさを、それぞれの場所で計測し、それぞれの場所の震度を決めています。

一方、マグニチュードは、震源域で生じた断層運動そのものの大きさを表す尺度です。地震の規模（マグニチュード）は、地下でずれた断層面の大きさと、ずれの量によって決まります。その断層運動によって放出される地震波のエネルギーを、地震計の最大振幅などを使って間接的に表したものがマグニチュードです。



断層運動の規模を表すマグニチュードは1つですが、それぞれの場所の揺れの大きさを示す震度は場所によって異なります。図は震源に近く、地盤が軟らかい場所ほど大きく揺れることを示しています。

震度0



人は揺れを感じない

震度1



ほとんど揺れを感じない

震度2



多くの人が揺れを感じる

震度3



恐怖感を覚える人もいる

震度4



かなりの恐怖感がある

震度5弱



身の安全を図ろうとする

震度5強



行動に支障を感じる

震度6弱



立っていることが困難になる

震度6強



はわないと動くことができない

震度7



自分の意思で行動できない

「気象庁震度階級関連解説表」をもとに作成

Q13 本震、余震とはどのようなものですか？

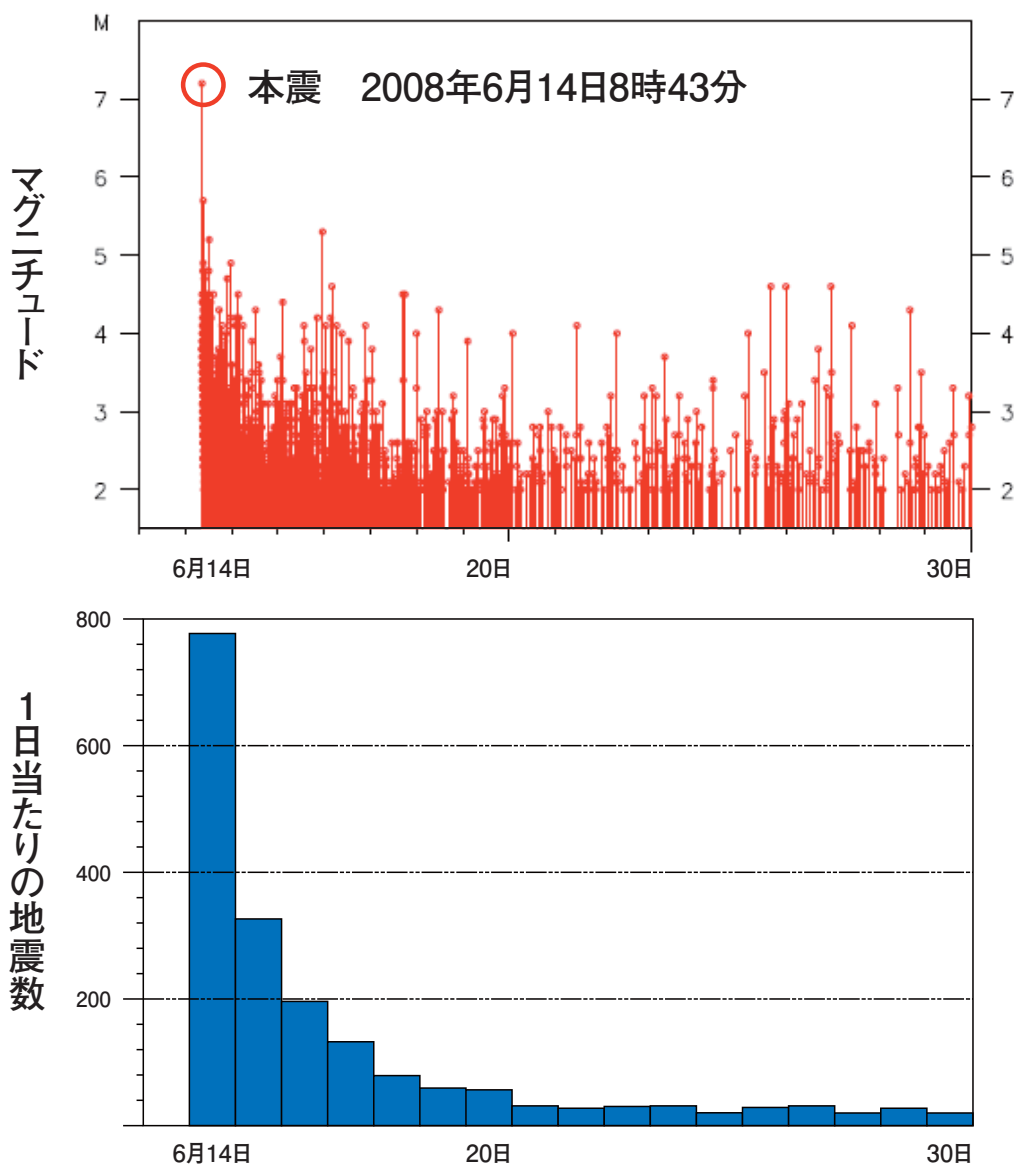


それぞれの地震活動の中で最も規模の大きな地震が本震、その後に繰り返される本震より規模の小さい地震が余震です。

規模の大きな地震が発生すると、数多くの規模の小さい地震が引き続いて発生することがよくあります。そのような場合、規模の最も大きな地震を本震、引き続いて発生した規模の小さい地震を余震といいます。

余震の規模はさまざまですが、その中で一番規模の大きいものを最大余震といいます。最大余震は、一般的には本震よりもマグニチュードが1以上小さくなります。また、余震には、本震の直後は頻発しますが、時間の経過とともに発生頻度が低くなるという性質や、本震のマグニチュードが大きいと、余震が収まるまでの期間が一般的に長くなるという性質があることが知られています。

「本震-余震型」の地震活動の例（平成20年（2008年6月14日）岩手・宮城内陸地震）



（データは気象庁のM2.0以上の震源データによる）

Q14 群発地震とはどのようなものですか？

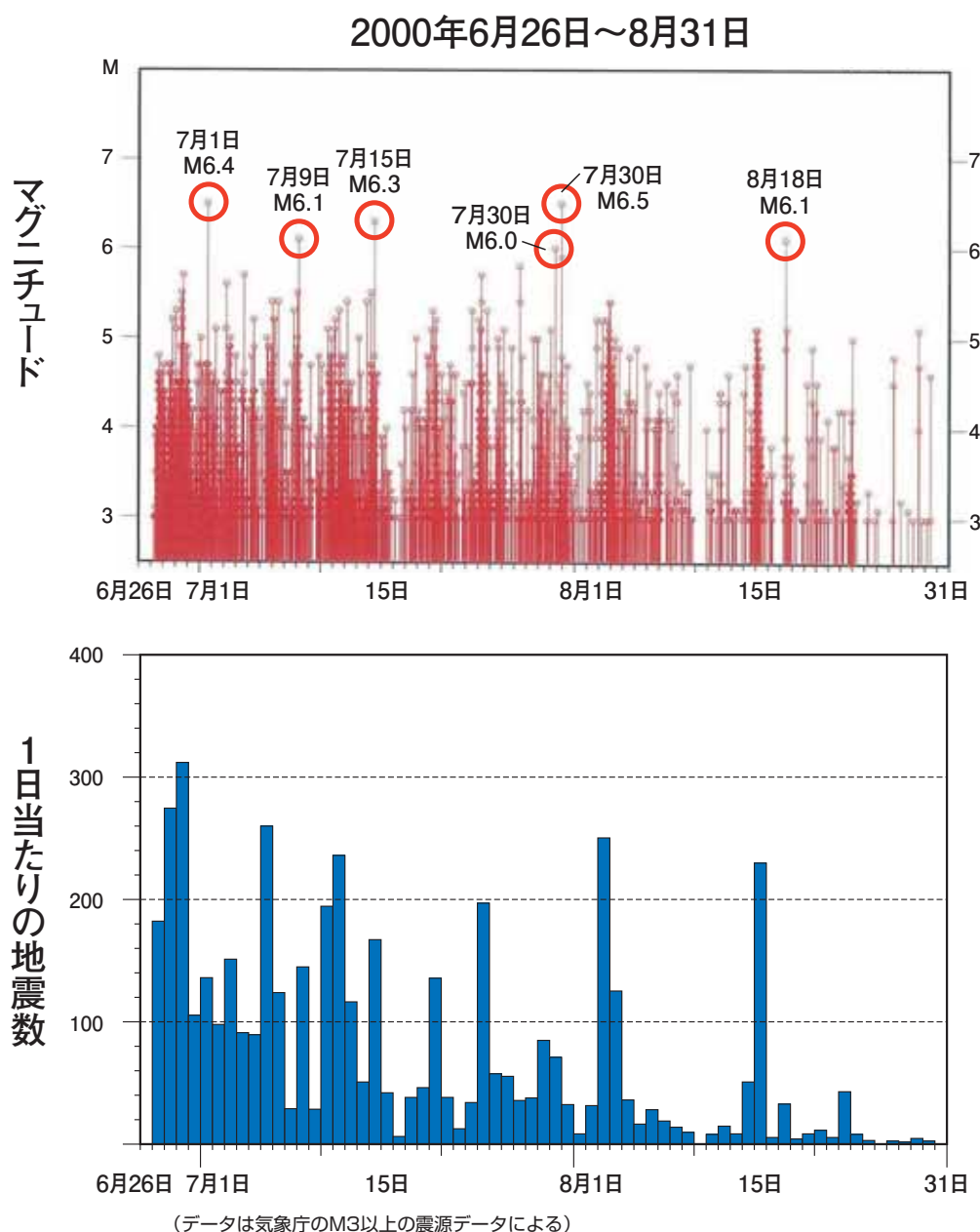


同じくらいの規模の地震が、ある期間に比較的狭い地域で集中的に発生する一連の地震活動です。

同じくらいの規模の地震が、ある期間に比較的狭い地域に集中的に発生し、やがて沈静化していくことがあります。このような地震を群発地震といいます。群発地震は、震源が浅く規模の小さい地震が多く発生するのが特徴です。しかし、その中でM5～M6クラスの中規模の地震が発生する場合があります。

日本では、1965年の松代群発地震、1978年の伊豆半島東方沖群発地震、2000年の伊豆諸島群発地震が有名です。群発地震は地下のマグマなどの流体の動きと関係すると推定されており、2000年の伊豆諸島群発地震では、地殻変動のデータなどからマグマが板状に岩盤内に貫入して発生したと推定されています。

「群発型」の地震活動の例（平成12年（2000年）伊豆諸島群発地震）



Q15 津波はどのようにして起こるのですか？

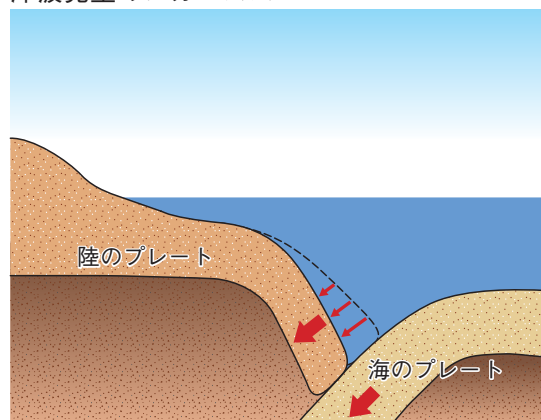


海域の地震で海底に大きな地殻変動が生じると、海水が動かされて津波が発生します。

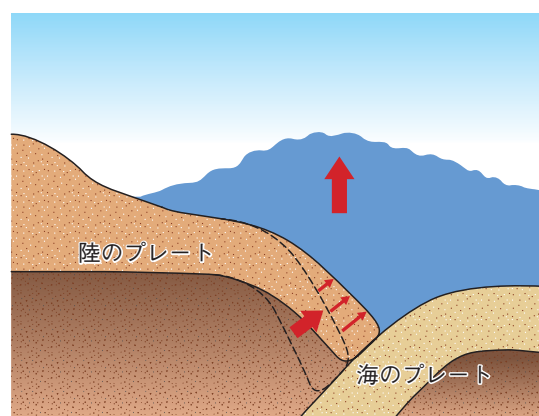
海域で規模の大きな地震が発生すると、海底には大きな地殻変動が生じます。その地殻変動に伴って、真上の海水が盛り上がりたり沈降したりします。この海水の変動が津波になります。また、津波は海域の地震によるものだけでなく、海底火山の噴火、海底の地すべり、海岸付近での大規模な崩壊などによっても生じます。

津波には、陸地に近づき水深が浅くなると、速度が遅くなるかわりに波高が急激に高くなるという性質があります。この速度は、遅くなるといっても、例えば陸地付近の水深約10mの場所では時速40km近くになります。また、波高は地震の規模だけではなく、海底地形や海岸線の形に大きく影響を受け、湾や岬の形状などによってはさらに津波が高くなることがあります。

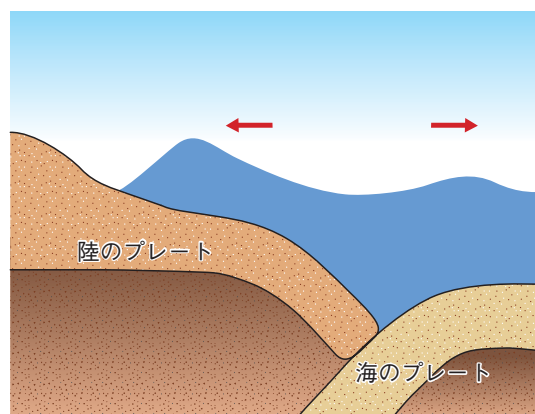
津波発生メカニズム



数十年から数百年かけて海のプレートが陸のプレートの下に沈みこみ、陸のプレートの先端部が引きずり込まれ、ひずみが蓄積します。



ひずみが限界に達すると、陸のプレートの先端部のはね上がります。（地震発生）それに伴って大量の海水が上下動します。



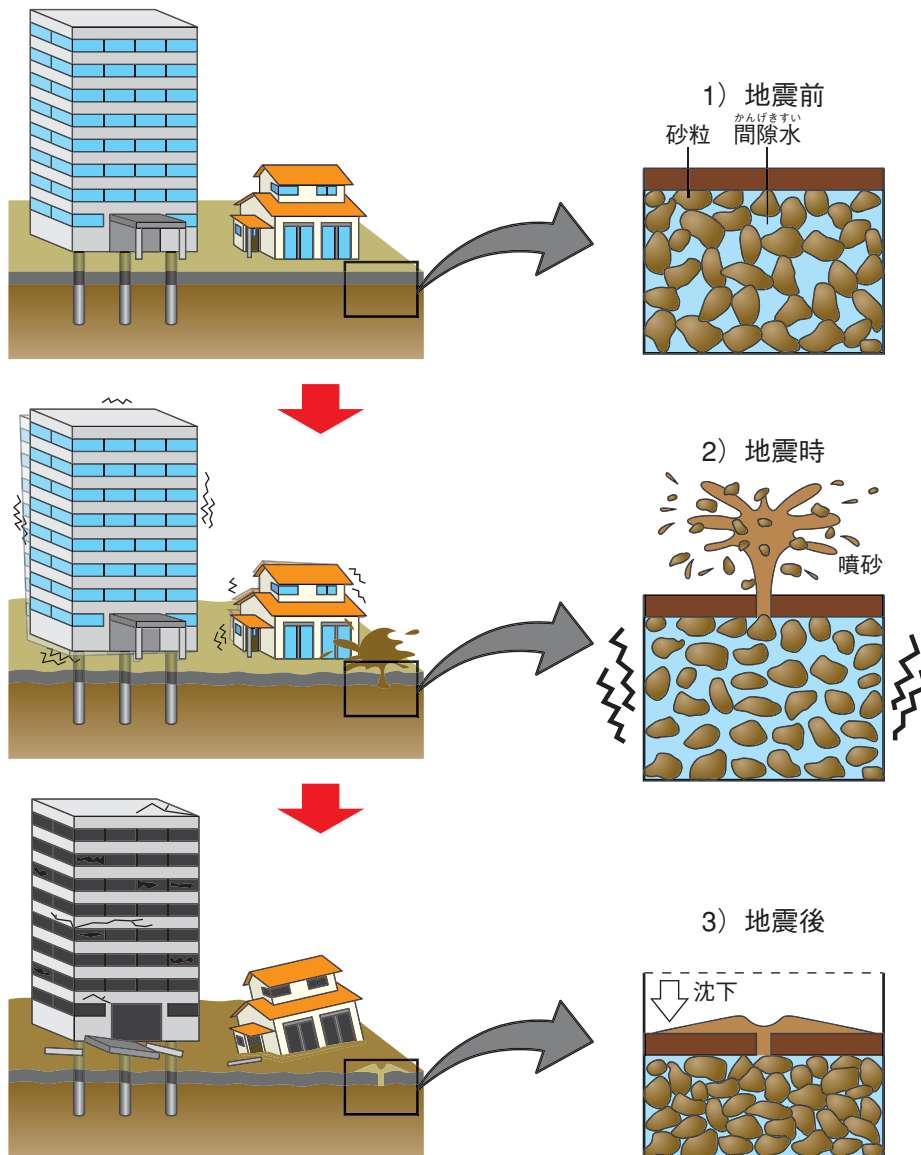
津波が発生し、陸へ押し寄せます。

Q16 液状化現象とはどのようなものですか？



水分を多く含んだ地盤が、地震の揺れによって液状になってしまいます。

低地や埋立地などの地盤には、水分（間隙水^{かんげきすい}）がたくさん含まれています。そのような地盤は、普段は砂粒同士が支えあい、その間を水が満たしている状態で安定しています。しかし、地震により激しい振動が加えられると、砂粒の支えあいが崩れます。このとき、砂粒の間にある水の圧力が高まり、地盤が泥水のような状態になります。この泥水が上からの圧力を支えようとしますが、液状化した地層の上に亀裂や弱い部分があると圧力に耐え切れず、そこから泥水が地表に噴き出たりします。地盤の液状化が起こると、地盤の沈下、地中のタンクやマンホールの浮き上がり、建築物の傾き・転倒などの被害が発生します。



Q17 地震予知は可能ですか？

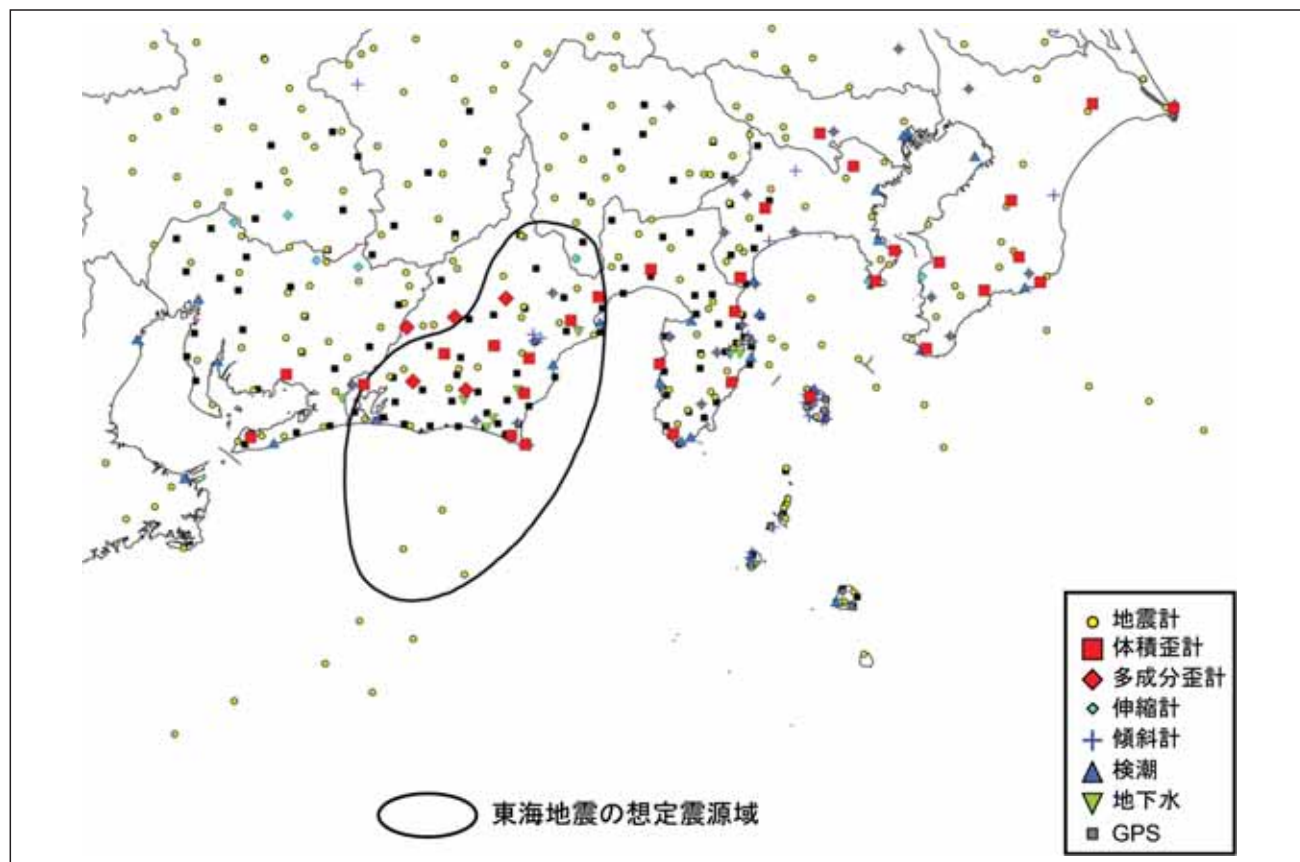


一般的に地震の発生を予知することは困難です。

地震予知とは、「いつ、どこで、どれくらいの規模の地震が起こるのかを、地震の発生前に科学的根拠に基づき予測すること」です。現在の科学技術では、大きな地震に限ったとしても、一般的には地震予知は困難だと考えられています。

東海地震に関しては、この地域の大地震の繰り返しの歴史から、いつ発生してもおかしくない状況にあります。震源域の約半分は陸地の地下なので、地震の前兆現象を捕らえるための高精度の観測網を整備してデータを監視することで、予知できる可能性があると考えられ、そのための監視と情報発表の体制がとられています。

しかし、東海地震の発生過程には未知の部分も多く、前兆現象が小さすぎて検出できない場合や、検出できても地震発生までに情報発表の余裕がない場合もあるので、突然の地震発生に対する防災対策も必要です。



東海地震の想定震源域と地震および地殻変動観測網
(図は気象庁ホームページより)

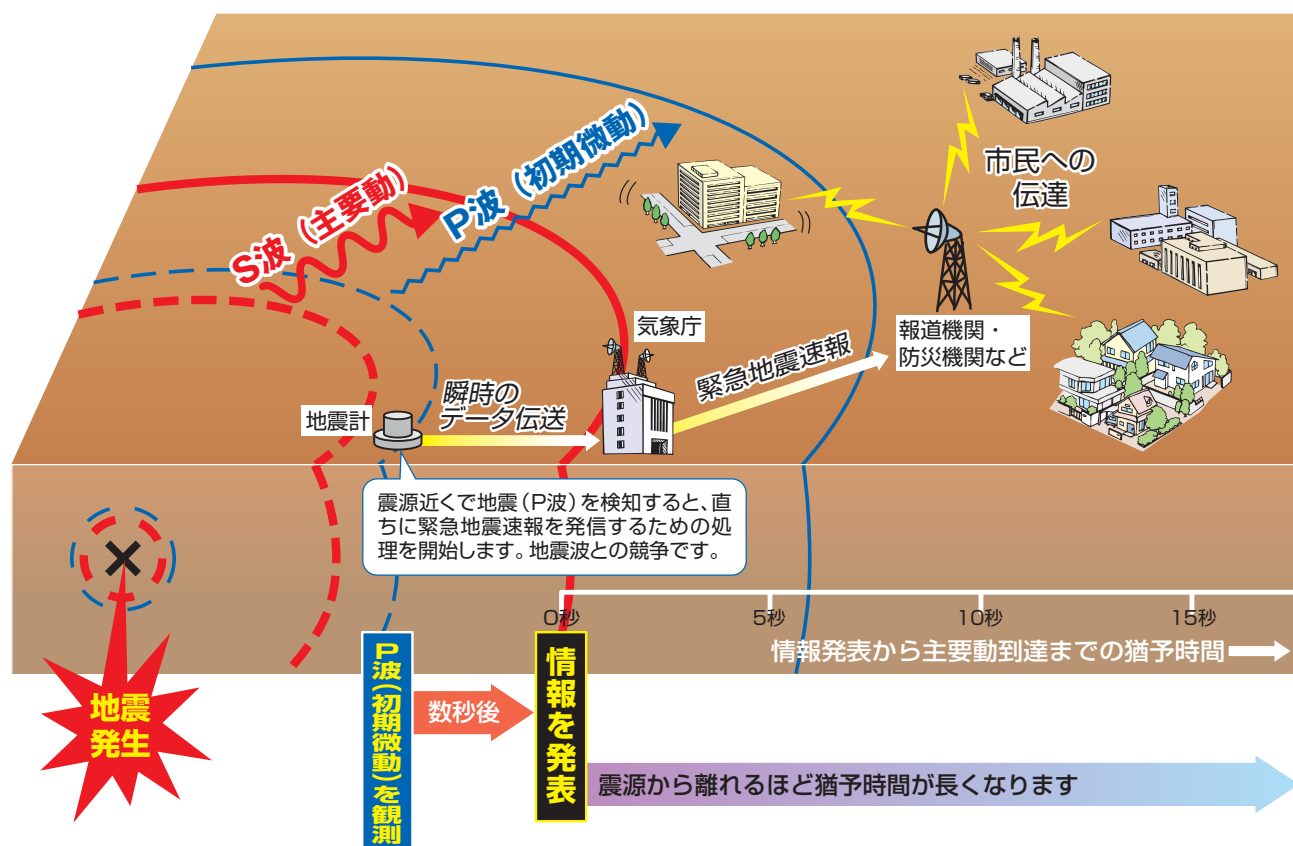
Q18 緊急地震速報とはどのようなものですか？



地震波の特徴を利用して、大きな揺れが到達する前に、地震が発生したことをお知らせする情報です。

地震波には伝わる速度の速いP波（初期微動）と、それよりも遅いS波（主要動）があります。そして、地震の揺れによる被害は、主にS波によりもたらされます。地震学や情報処理技術の発達により、地震発生直後に、震源に近いP波のデータのみから、震源・地震の規模（マグニチュード）を即時に解析できるようになりました。震源と地震の規模がわかると、ある地点での震度を推定することができます。

このように、現在では解析・予測した震源・地震規模・震度の情報を、S波が到達する前に「緊急地震速報」として伝達するしくみが全国的に整備されており、平成19年10月1日より、気象庁からテレビなどを通じた情報の一般提供が開始されました。これにより、防災関係機関、交通機関、公共施設などで、主な被害をもたらすS波が到達する前に事前対応を行うことで、地震による被害を防止・軽減することが期待されますが、震源に近い場所では、情報の提供がS波の到達に間に合わないことがあるなど、その特性に留意が必要です。



・「緊急地震速報」は、震源近くで地震（P波、初期微動）をキャッチし、位置、規模、想定される揺れの強さを自動計算します。地震による強い揺れ（S波、主要動）が始まる数秒～数十秒前に、素早くお知らせします。

・ただし、震源に近い地域では、「緊急地震速報」が強い揺れに間に合わないことがあります。

リーフレット「緊急地震速報～10月スタート～」気象庁（2007）より