

JGCA

日本ってどんな国 地震と地盤から考えてみよう

— ジオドクターからの便り —



(社)全国地質調査業協会連合会

皆さんは最近地震が多いと感じていませんか？

「なぜこんなに地震が多いのか」、

「自分が生活しているところは大丈夫か」と不安を感じていませんか？



この小冊子は、私たちが暮らす日本の地盤じばんを知ることの大切さを、一人でも多くの方に理解していただくために、日本全国の地盤をいつも調査している仲間で作ったものです。

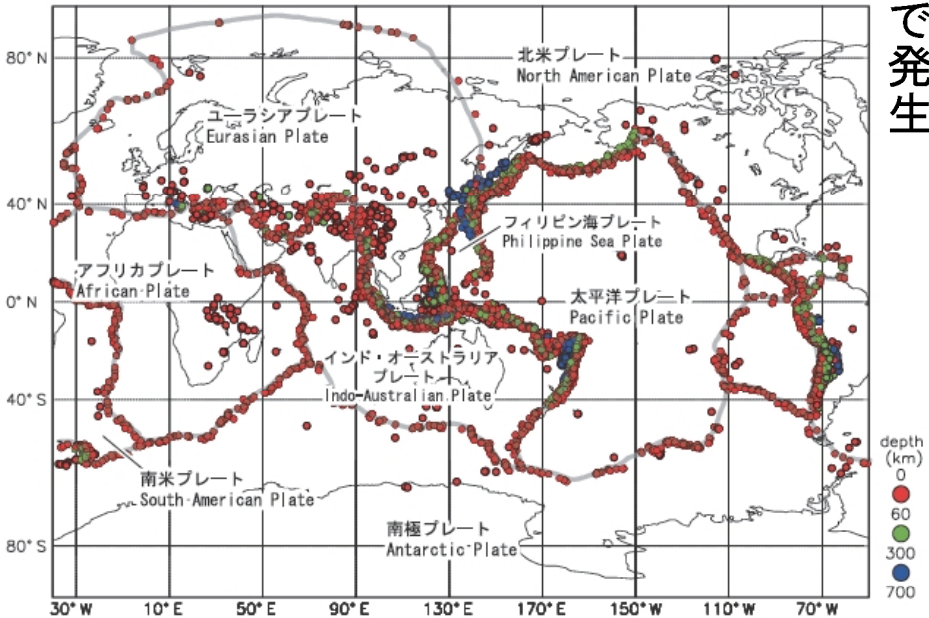
私たちは、道路や橋や堤防などが建設される地盤の特徴を調べ、これらの施設を安心して使用するための提案をしています。

これから複雑な日本の地盤の特徴を皆さんに紹介し、私たちの活動の一端をご覧いただきます。

1. 世界の地震の20%が日本で発生

地球上には、地震が多いところと、ほとんど起きないところがあります。下の世界地図に地震が発生した位置を○印で示しましたが、その○印は帯のように地球を取巻いています。

日本はこの帯の中にすっぽり入っています。しかも、1年間に世界で発生する地震の約20%が日本で発生しているのです。ですから日本に住む人は、地震を知っていますが、例えば、ロシアやオーストラリアの人は、一生地震にあわない人もいます。日本では、ど

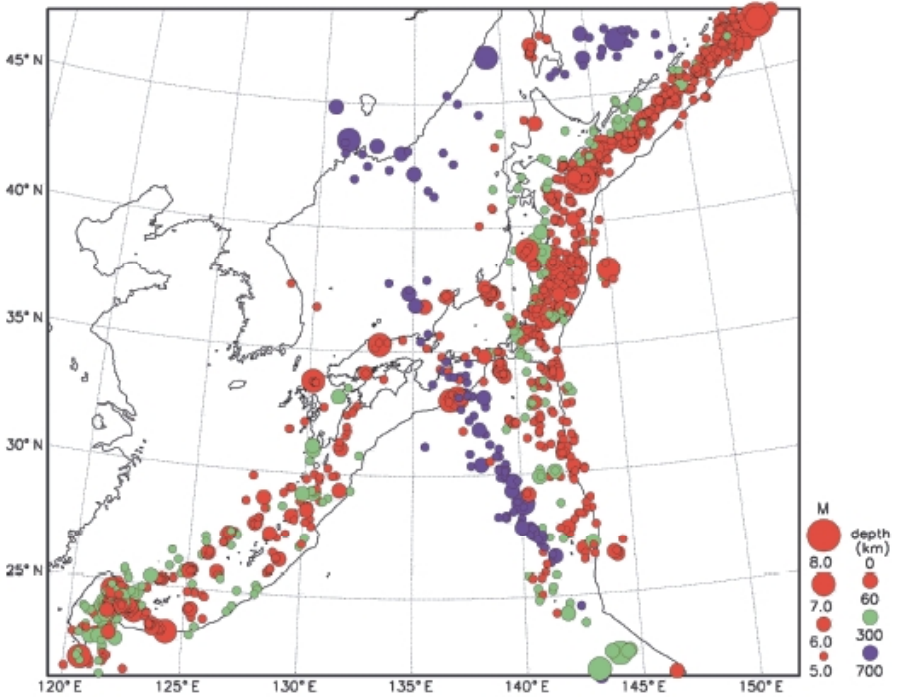


2000年から2009年までの世界の震源分布図とプレート
(平成22年度 防災白書)

こでも地震が起きていますが、地震が多
いところ、少ないところがあります。

1995年(平成7年)に発生した阪
神・淡路大震災(兵庫県南部地震)では
6000名以上の尊とらい命が失われまし
た。この地域では、長い間大きな地震が
なく、生まれて初めて大地震を経験さ
れた方々が多かったわけです。

日本には、皆さんが生まれる前に大
地震を発生させた断層がたくさんあり
ます。ですから、どこでも大地震が起
ると考えた方がいいのです。



日本付近の地震活動(平成22年度 防災白書)

2. 日本の地質はモザイク模様？

私たちが暮らす日本は、火山、緑の多い山地や平地、豊富な降水など、豊かな自然を与えてくれています。

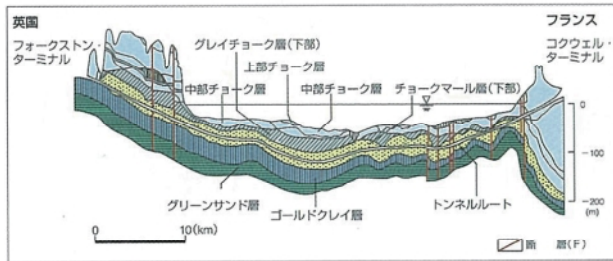
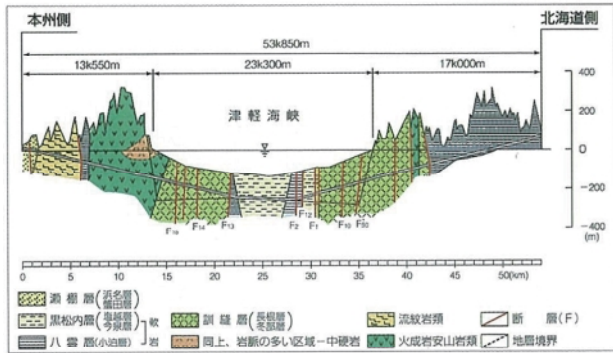
一方、日本列島は、色々な方向から押され、揉まれて^もいる世界の中でも珍しい特異な場所^{とくい}です。

その結果、地震や火山の活動が活発で、断層が多数存在し、日本の国土は複雑な構造となっています。

下の図は、日本の青函トンネルとヨーロッパの英仏海峡トンネルが通る場所の地質の様子を比較したものです。

モザイクのように複雑で、トンネル建設では大変苦労されました。

青函トンネルの地質は、



青函トンネルと英仏海峡トンネルの地質断面図
(中公新書: 青函トンネルから英仏海峡トンネルへ)

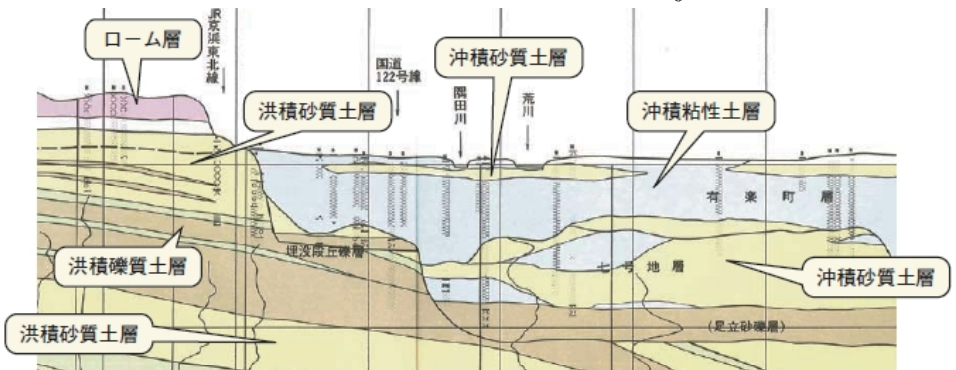
3. 地盤にもある「体質」や「癖」

人に体質や癖があるように、地盤にも体質や癖があります。

地面を地上から見ると、同じように見えますが、でも場所によって違うのです。東京や大阪などの日本の大都市は平野にあります。

平野は空から見ると平坦ですが、地面の下には、大昔に川が流れたところや、海底であったところが埋もれています。地表は平らですが、その下はけっこう複雑です。砂や砂利が埋まっています。や、やわらかい粘土が深くまであるところもあります。

さて、同じ平野の中でも地面の下が砂利の場所とやわらかい粘土の場所では、地震の時の揺れ方が違います。やわらかい粘土が深くまで埋まっている軟弱な地盤は、砂利が多い締まった地盤より揺れやすくなります。また、平野は、山地よりも揺れやすい性質があります。



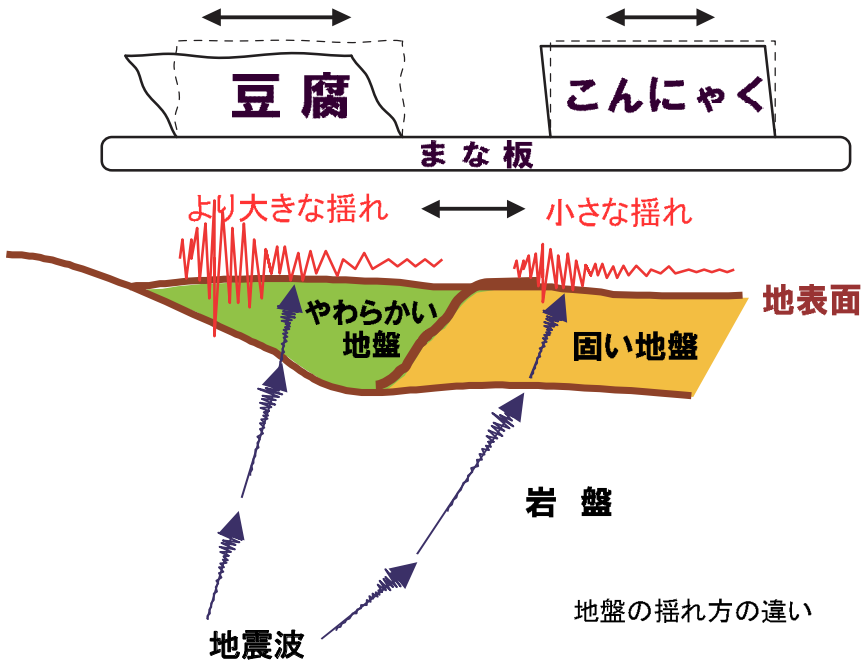
断面図の一例(東京都(区部)大深度地下地盤図)

地盤の揺れ方の違いを、身近なもので考えてみます。

まな板に、豆腐とこんにゃくを載せて左右に揺ると、やわらかな豆腐は大きく揺れ、こんにゃくはさほど揺れません。

地盤の揺れ方も、この豆腐とこんにゃくの関係と同じです。

地震に強い建物を平野に建てる場合には、地盤の体質や癖を事前に調べて、地震の揺れに耐える対策をすることが必要です。



4. 国によって違う構造物 — 地震の多い国土に適した構造物 —

世界の色々な国で家の造りが違うことは、皆さんご存知だと思います。これは、気候や風土などが違うためですが、ビルや道路も、各国の国土の性質や地震の発生度合いなどで、作り方が大きく変わっています。

今までに日本で起きた大きな地震では、高速道路が壊れたり、建物が壊れるなど、大きな被害がでました。兵庫県南部地震（1995年）、中越沖地震（2007年）、岩手・宮城内陸地震（2008年）、東北地方太平洋沖地震（2011年）などの被害は、まだ記憶に新しいところです。

このような大きな地震では、その揺れに地盤や建物が耐えられずに壊れてしまうことがあります。地盤がずれて道路が寸断されたり、山が崩れて道路や川が土砂で埋まってしまうこともあります。

砂が多い地盤では、液状化がおこり（地盤が一時的に液体のようになってしまう）、道路が陥没かんぼつした場所も見られました。



阪神・淡路大地震で壊れた
高速道路



阪神・淡路大地震で壊れた
ビル



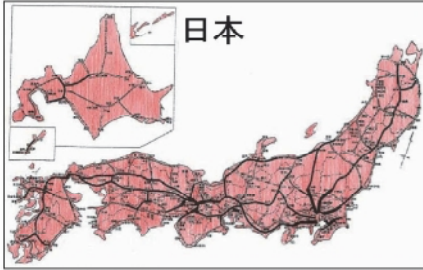
中越沖地震で寸断された道路

左上の図は、日本、アメリカ、フランス、ドイツで、地震時の揺れを考えて建物などをつくる必要がある地域を赤く塗ったものです。

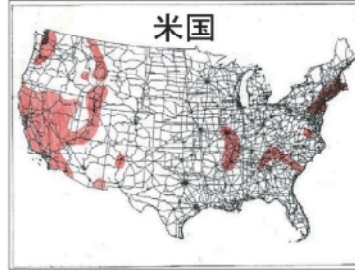
日本は全ての地域が赤くなっています。つまり、日本ではどこでも地震が起きる可能性があるのです。道路もダムも建物も、地震の力に耐えて、壊れないように造る必要があるのです。揺れやすい地盤ではなおさら地震に備える必要があります。そのためには、目に見えない地面の下の地盤の状態をよく調べ、地震のとき、その地盤がどのようになるのかを十分に考えて建物の設計を行うことが求められています。

ここで、道路整備の状況について、日本とドイツを比べてみます。ドイツはヨーロッパの工業国で、日本と似た広さを持つ国です。左下の地図の緑色のところが平野、茶色のところが山地です。ドイツは平野が北側にまとまっていますが、日本は平野が山により分断されています。

左上の図で説明したように、日本は地震の力を考えるため、道路建設にお金がかかり、ドイツより人口の多い日本ですが、表のとおり高速道路の整備は遅れています。また、表の中の自動車の数を見ると日本がドイツより多いことが分ります。山が多く、地震が多い日本の国土とドイツの違いが出ています。



全国平均水平震度=0.22



全国平均水平震度=0.08



全国平均水平震度=0.03



全国平均水平震度=0

：地震力を考慮する地域

※水平震度とは、地震時の横揺れの大きさを表す尺度です。

地震を考慮して構造物を設計する必要がある地域



	ドイツ	日本
面積	357千km ²	378千km ²
人口	8,280万人	12,729万人
自動車保有台数	4,487万台	7,363万台
高速道路延長	11,515km	8,730km

※両国の図の縮尺はほぼ同じ。

日本とドイツの比較

この写真を比べてください。左上の写真がフランスの高速道路で、左下の写真が最近つくられた日本の高速道路です。柱の太さと形がずいぶん違います。日本の高速道路の柱は、地震のときに揺れても折れ難いように、太く頑丈に造られています。フランスは地震が少ない国ですから、細い柱で大丈夫なのです。

日本では地震が起きても壊れないように、揺れやすい地盤や弱い地盤では、地盤を改良して強くすることなど、特に十分な対策を施し、頑丈な構造物を造る必要があります。そのため、欧米の国に比べ、日本の道路はどうしても建設費が高くなってしまうのです。でも、それが、私たちの生命と生活を守ることにつながることになるのです。



シャルルド・ゴール空港のアクセス道路の柱
(写真提供: 北橋建治(元関東地方整備局長))



がんじょう
頑丈な日本の高速道路の柱

5. 地質コンサルタントは地球のお医者さん

皆さんはお医者さんに行つたことがあるでしょう。その時にお医者さんが診断しんだんするために色々検査をしたと思います。私たち地質コンサルタントも、お医者さんのように、地盤じばんを色々な方法で診断して、悪いところがあれば治す仕事ですから、「地球のお医者さん（ジオドクター）」といえます。巻末かんまつの表は、私たちが地盤を調べる地質調査手法と医療いりよう診断技術しんだんぎじゆつを比べてみました。この表のように、私たちは地盤（地球）に対して、正しい診断を下すために、様々な調査技術を駆使くしして地盤を調べています。

私たちの住んでいる日本列島は、複雑でデリケートな性質を持ち、地震が多発するという世界的にも特異とくいな環境かんきやうにあります。



【固い岩盤のコア】



【もろい岩盤のコア】

ボーリング調査により採取されたコア試料

このような国土を対象に、私たち地質コンサルタントが地盤を調べた結果を、どのように役立てているかご紹介します。

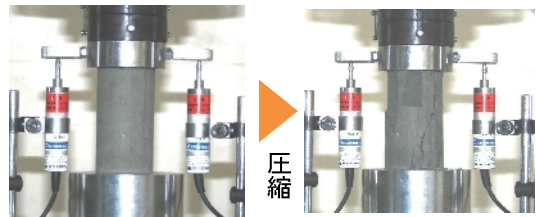
例えば、市街地の超高層ビルの基礎の設計や地震に備えた設計を行うため、地盤の固さや地震時の揺れに対する性質などを調べます。この他にも、トンネルの場合には、トンネルを掘る山の岩石が硬いか脆もろいかを調べたり、地下水が多いか少ないかなどを調べます。

それでは、私たちが実際に地盤を調べている方法を幾つか紹介します。

ボーリング調査は、ボーリング機械で地盤に孔を開け、地下の土や岩石を直接採取して地下の地盤を観察します。採取した円柱状の土や岩石をコアと呼んでいます。



原位置試験の例



※採取したコアを上下から押しつぶして、岩石や土の強さを調べる。

室内試験の例(圧縮試験)

← ※ボーリング孔内に測定器を入れ、地盤の弾性波速度を調べる。

気をつけて街の中を歩いていると何も無い土地で、ボーリング機械で地盤を調べている私たちの仲間を見かけることがあります。

トレンチ調査は、地震の予測のために、活断層があると考えられる場所に溝を掘り、活断層による地盤のズレを観察し、過去に起こった地震の履歴を調べることを目的に行われます。

このほかに、地盤を調べる方法として、物理探査があります。物理探査は、地盤を掘ることなく、地盤に電気を流したり、振動させることで、地中の様子を調べることができます。

また、地盤の性質をさらに詳しく調べるためには、ボーリング機械で掘った孔の中で、様々な測定を行う原位置試験や、ボーリング機械で採取した地下の土や岩石のコア(試料)を室内に



物理探査の例

持ち帰って、強さや固さを調べる室内試験などを行います。

そして、私たちは、地質コンサルタントの重要な仕事として、地盤の診断結果に基づいて、ジオドクターとして処方箋（しよほうせん）（対応策）を出しています。その処方箋として、例えば、建物を建設する場合には、基礎の種類・深さや、地震時の地盤の揺れ方・大きさなどを、設計をする方や建設する方に提案を行っています。トンネルの場合には、岩盤を掘削する方法や掘削する際に湧き出る地下水の対処方法などを、事業主や建設会社の方に提案しています。

このように、全国の地質コンサルタントの間には、地球のお医者さん（ジオドクター）として、地盤の診断から処方箋（対応策）を出すまで対応し、地震が発生しても安心して暮らせる日本とするために頑張（がんば）っています。

ジオドクターの処方箋(治療手段:対応策)

医療における治療手段

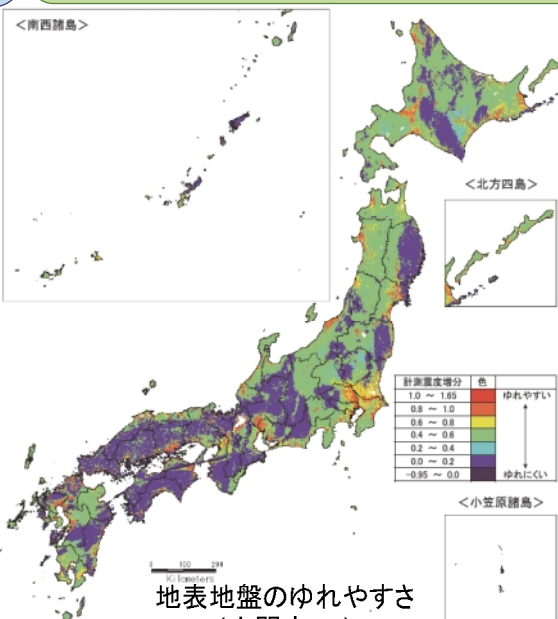
【医療の場合】

- 予防的診断: 集団検診、人間ドッグ
- 予防的治療: 生活指導、インフルエンザ対策
- 病人の内科的治療: 体質改善など
- 病人の外科的治療: 手術など
- ケガ人の外科的治療: 手術など
- 経過観察: 手術後の定期健診など

地質コンサルタントの処方箋

【ジオドクターの場合】

- 維持管理事業: 地盤等の情報化、アセットマネジメントなどによるリスクの把握
- 防災事業: 広域防災計画立案、危険箇所のモニタリングなどによるリスク回避
- 建設事業: 安全で経済的な施工方法、環境に配慮した施工方法の提言(計画段階)
- 建設事業: 工事のトラブルに対する提言、コンストラクションマネジメント等(実施段階)
- 災害復旧: 自然災害の応急・恒久対策方法、監視・避難活動の提言など
- 効果確認・検証: モニタリング、アセットマネジメントによる対応策の効果検証



ジオドクターの主な診断技術



医療診断技術

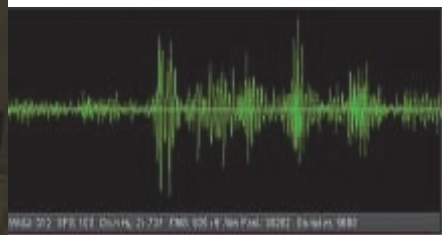
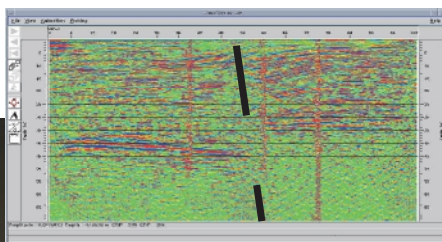
地質調査技術

目的

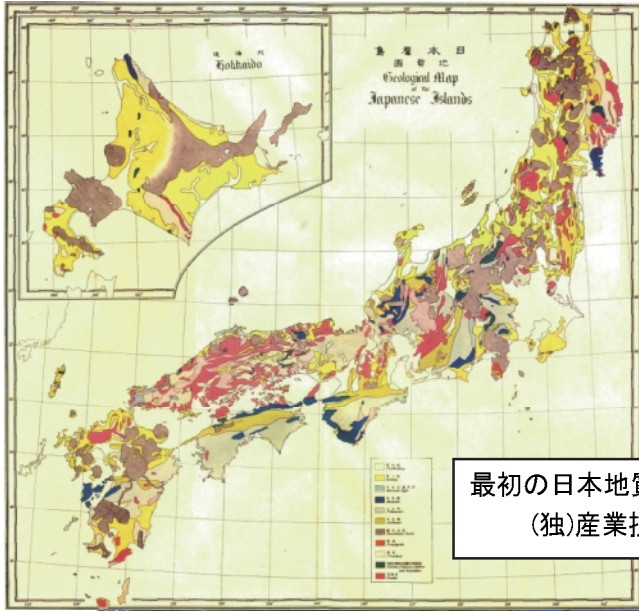
【医療の場合】

【ジオドクターの場合】

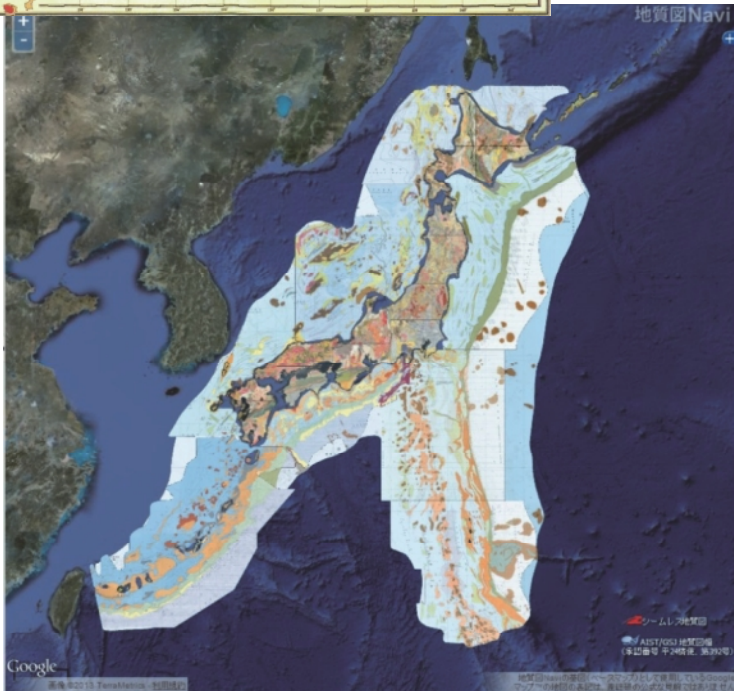
問診・触診	地質踏査	外観で概要把握
血液検査・組織検査	ボーリング・試料採取	患部(土・岩石)の採取
血液検査・組織検査	室内試験	患部(土・岩石)の分析
外科処置	トレンチ調査	患部(土・岩石)の直視
超音波エコー	物理探査(レーダー)	体内(地盤内)の映像化
内視鏡	ボアホールカメラ	体内(地盤内)の直視
X線CTスキャン	ジオトモグラフィ法	体内(地盤内)の映像化
心電図・心拍数	原位置モニタリング	体(地盤)の動きを捉える



日本の地質図 今と昔



最初の日本地質図 1890年(明治23年)
(独)産業技術総合研究所 HP



最新の地質図:地質 Navi (独)産業技術総合研究所 HP
<http://gsj-seamless.jp/geonavi/gm/geonavi.php>