

I. 地震の調査・観測

世界有数の地震多発国である日本では、国民の大切な生命、財産を地震から守ることが、大変重要な課題となっています。地震に関する調査・観測により、日本の各地域でどのような地震が発生するのか、それぞれの地点はどのように揺れるのかなどということについて十分な知見を得ることができれば、地震による被害を軽減することが期待できます。また、地震についての理解がいっそう深まります。

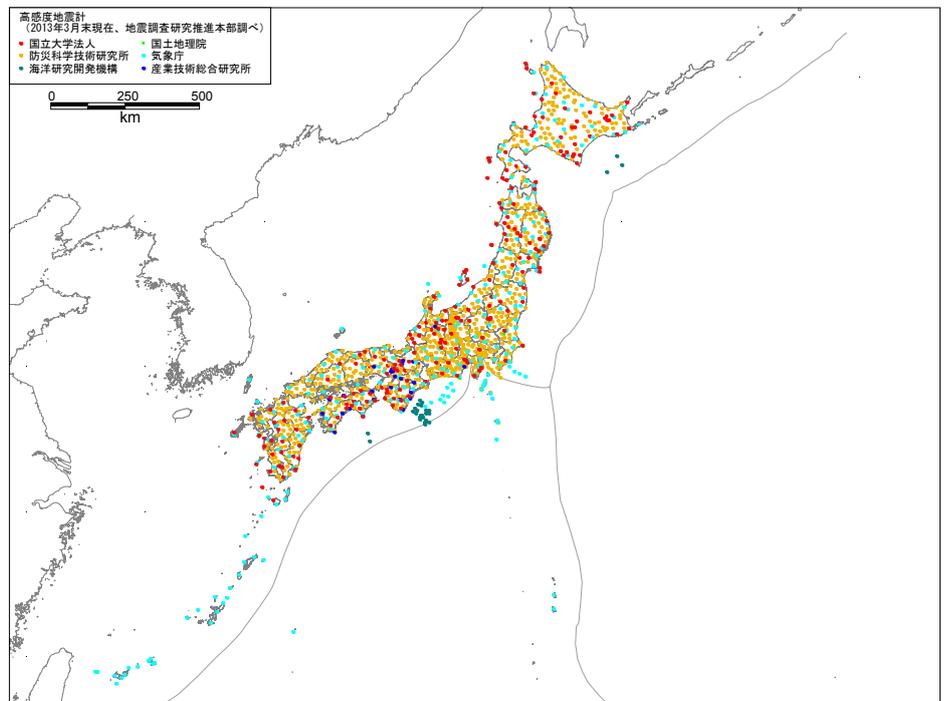
地震に関する調査・観測については、全国的に偏りなく、業務的に長期にわたり安定して行う必要があることから、地震調査研究推進本部において平成9年に「地震に関する基盤的調査観測計画」が策定され、その後も計画の見直し等が行われてきました。これらに基づいて、陸域における高感度地震計、広帯域地震計、強震計による地震観測網やGNSS地殻変動連続観測網の整備、および活断層調査が、関係する機関により全国的に進められているほか、地殻構造調査、ケーブル式海底地震・津波観測、海底地殻変動観測などについても実施されています。

1. 地震観測

□ 高感度地震計による観測—微小地震観測

高感度地震計は、人間が感じる事が出来ないような非常に小さな地震（微小地震）をとらえることができます。高感度地震計による観測網を充実させることにより、その震源位置や断層運動のメカニズムを高い精度で推定することができます。その結果、地震活動の特徴や地殻の構造、地殻にかかる力に関する情報などを得ることができます。

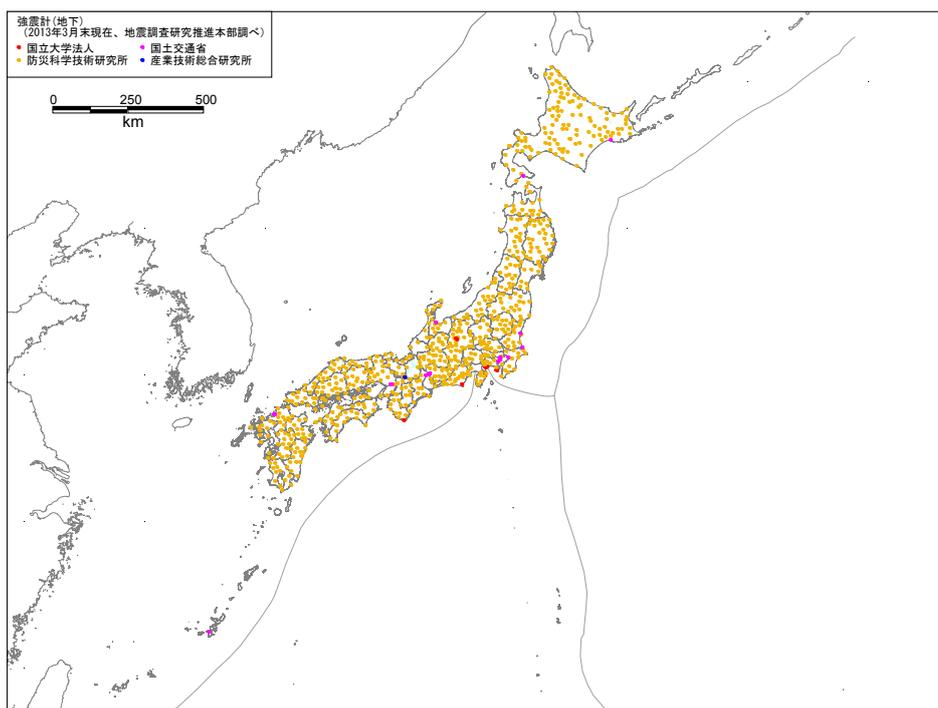
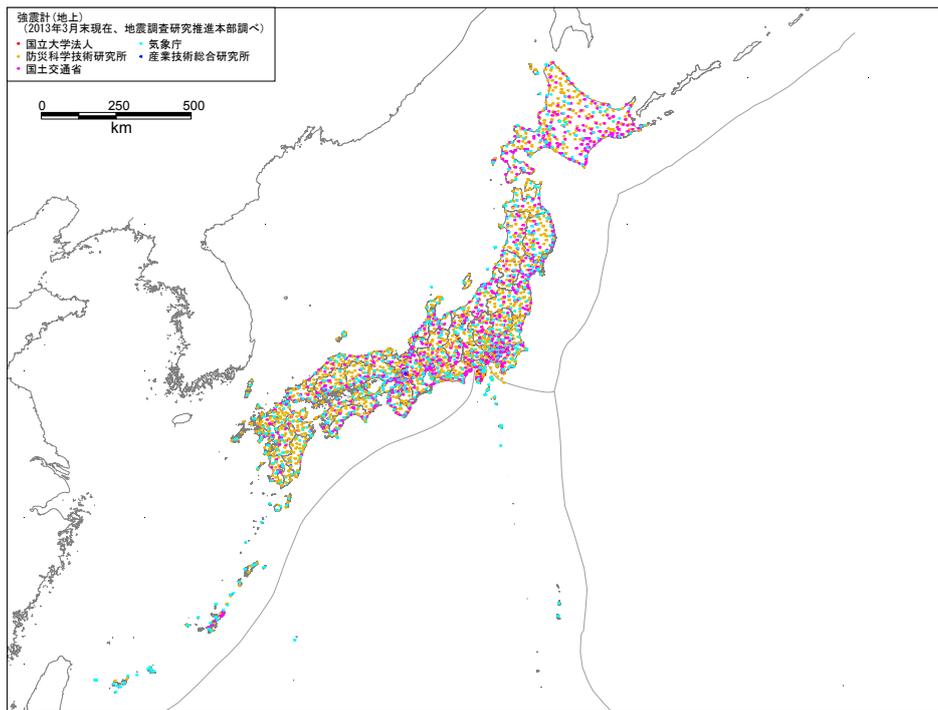
現在、高感度地震計は、全国で偏りなく微小地震を検知できるよう、15～20km間隔を目安として、独立行政法人防災科学技術研究所、国立大学法人、気象庁などにより全国1000ヶ所以上設置されています。これらは一体的な観測ネットワークを構築し、すべてのデータはリアルタイムで相互に流通して各機関における業務に資するなど、様々な地震調査研究を支えています。



□ 強震計による観測－強震観測

強震計は、規模の大きな地震による強い揺れでも振り切れずに記録できます。強震計による観測網では、地震動の強さやその周期、継続時間およびそれらの分布を把握することが出来るほか、震源域で断層の破壊が進む様子を解明する研究にも活用されます。また、表層の地盤構造が地震動に及ぼす影響を明らかにして、強い地震動の予測を行うために役立てられます。強い地震動を即時に把握して、被害の大きな地域を推定し、防災活動を有効に展開するための情報を与えることが期待されています。

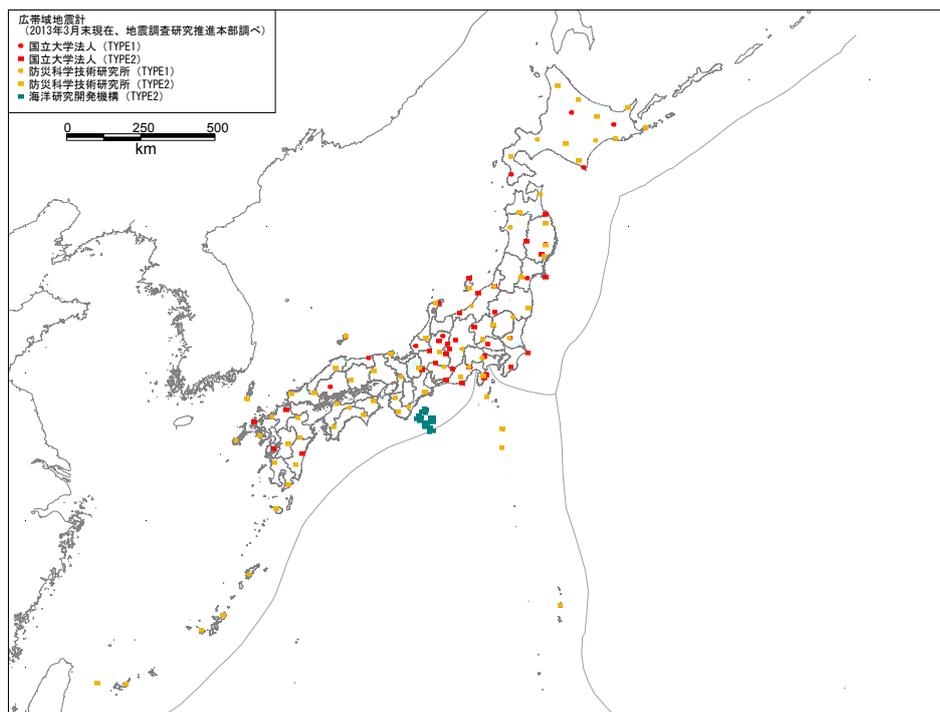
現在、強震計は地方公共団体、独立行政法人防災科学技術研究所、国土交通省などにより全国7000ヶ所以上設置されています。それらの多くは地表に設置されていますが、地盤の構造に深く関わる地震動の特性を把握するには、地下の基盤（固い岩盤）での観測が必要不可欠です。そのため、高感度地震計に併設するなど、地下の基盤にも強震計が整備されています。



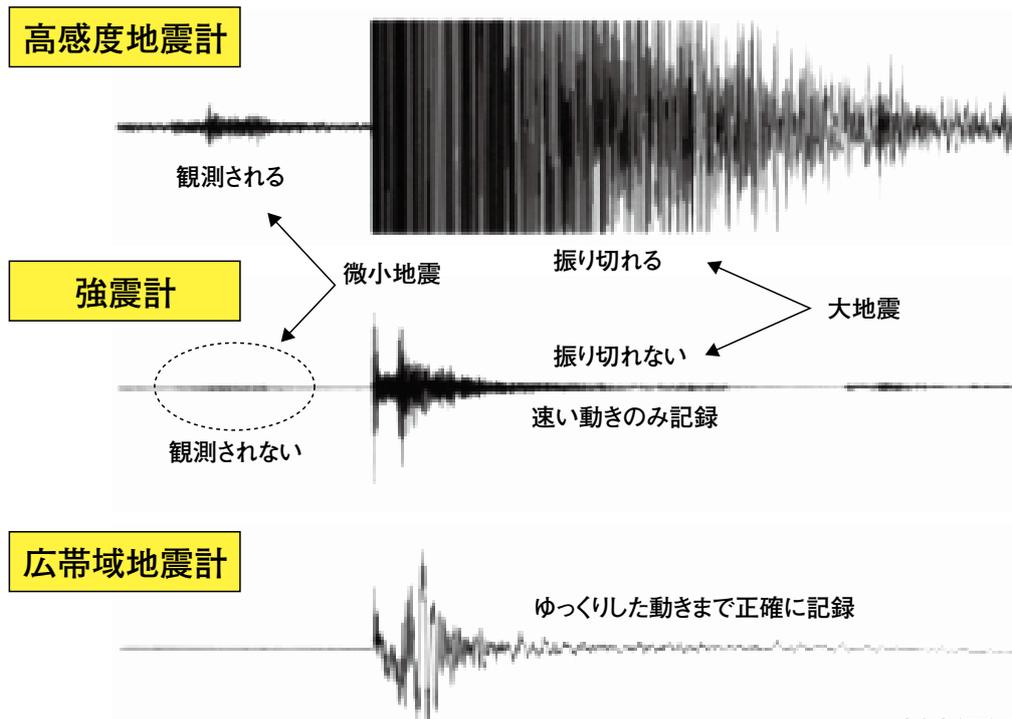
□ 広帯域地震計による観測—広帯域地震観測

広帯域地震計は、非常にゆっくりとした振動から速い振動まで、広い周波数にわたる地面の揺れを記録することができます。広帯域地震計による観測網では、マグニチュード3クラス以上の地震についての断層運動のメカニズムを把握することや、震源域で断層の破壊が進む様子を解明することに役立ちます。また、地震の規模と断層の破壊方向を即時に把握して、被害のより大きな地域を推定し、防災活動を有効に展開するための情報を提供することが期待されます。さらに、津波地震の検知と解明にも有効であるため、津波災害の軽減に役立つことが期待されています。

現在、広帯域地震計は水平距離で約100 km間隔の三角網を目安として整備が進められ、独立行政法人防災科学技術研究所、国立大学法人などにより全国100ヶ所以上設置されています。



■ 2000年10月6日に発生した鳥取県西部地震の余震で観測した地震波形



(独立行政法人 防災科学技術研究所提供)

関連する Q&A Q17

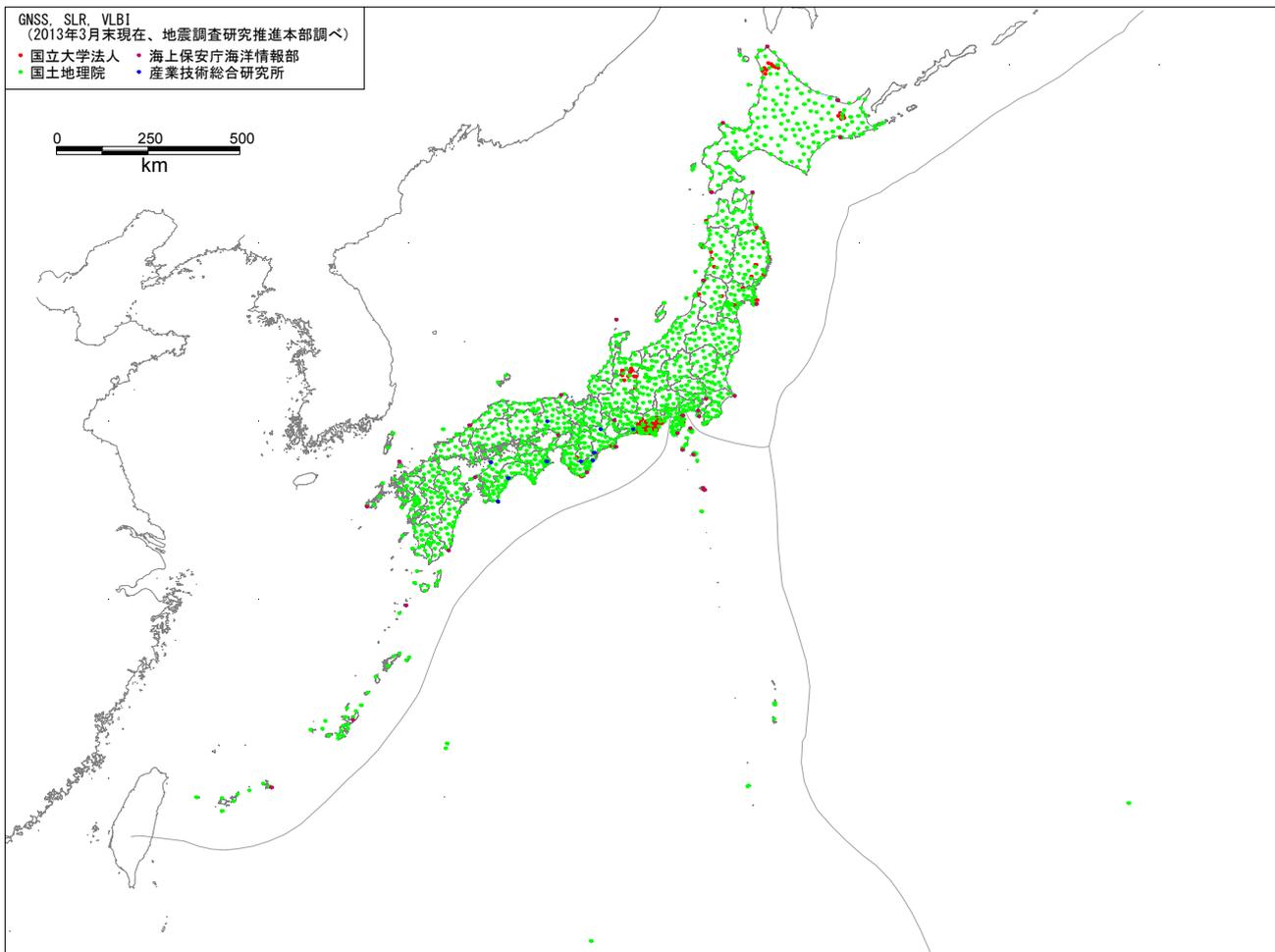
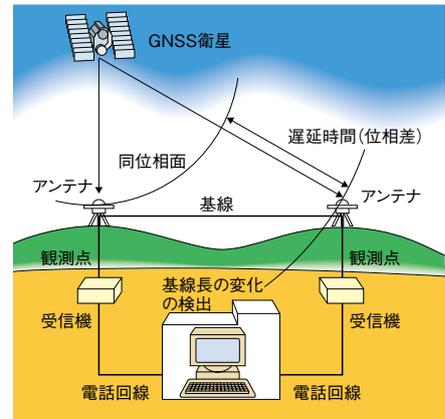
2. 地殻変動観測

□ GNSS（人工衛星を利用した測位システム）による地殻変動観測

地震の発生は、その地域を含む広域の地殻変動と密接に関連しています。その観測には、人工衛星を利用した測位システム—GNSSが用いられています。複数の人工衛星からの電波を受信し、各衛星の位置と受信時刻から、受信点の位置を測定するとともに、複数の地点での受信データを解析することによって、高い精度で距離を測定することが可能です。稠密なGNSSによる連続観測網は、地殻に蓄積されるひずみの時間的・空間的な変化を把握することに役立ちます。また、地震発生後の地殻変動から、地下の断層運動を推定することにも役立てられます。

現在、GNSSの連続観測施設は全国に1,400ヶ所以上が整備されていますが、地殻に蓄積されるひずみを全国的に偏りなく観測するために、20～25km間隔を目安として観測施設の整備が進められています。

■ GNSS 基線測定 の原理



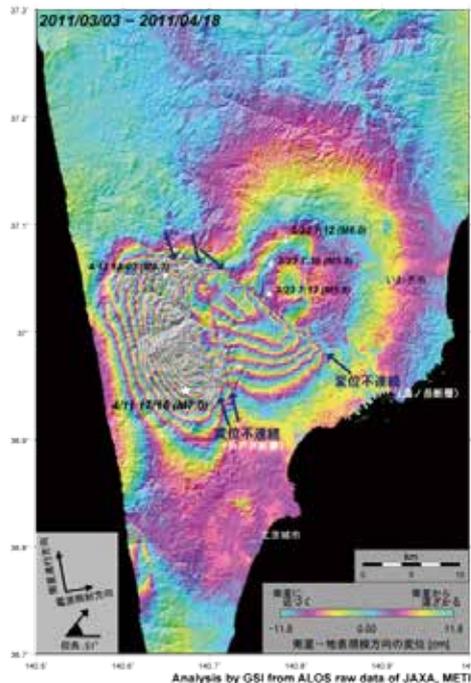
□ 合成開口レーダによる面的な地殻変動観測

リモートセンシング技術の一つである、合成開口レーダ（SAR）による地殻変動の検出は、これまで、地球資源衛星の JERS-1（ふよう1号）、陸域観測技術衛星「だいち」（ALOS）等のデータを利用したデータ解析手法（干渉 SAR）の開発を経て、兵庫県南部地震や平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震のような国内外で発生した大規模地震の解明に利用されてきました。

現在は、だいち（ALOS）の後継機として打ち上げ準備中の陸域観測技術衛星2号「だいち2号」（ALOS-2）に搭載される高性能化されたLバンド合成開口レーダ（SAR）を利用して、地震現象を含めた、地殻・地盤変動を高精度に検出するための技術開発が行われています。

合成開口レーダ（SAR）による成果の一例として、平成23年（2011年）4月11日に発生した福島県浜通りの地震（M7.0）があります。地震の前と後に観測されたデータから得られた干渉画像からは、地震に伴う地殻変動を面的に把握することができ、井戸沢断層沿い及び湯ノ岳断層沿いに、変位の不連続が見られます。

地殻変動の範囲が、縞模様の変化がある部分で示されています。
（独立行政法人 宇宙航空研究開発機構ホームページより）



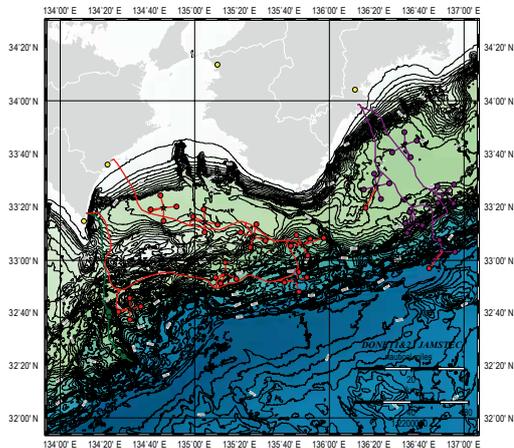
3. 海域での地震・津波観測

□ ケーブル式海底地震・津波計による観測

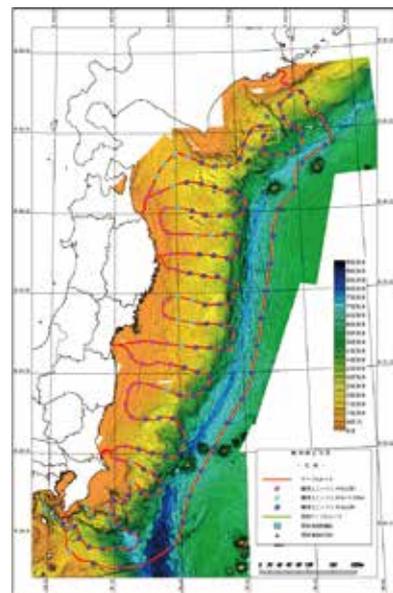
海域のプレート境界付近では規模の大きな地震が発生するため、海域における地震活動の観測は重要な役割を担っています。海域の地震活動は陸域の観測網から震源が遠いことなどから、震源の位置などを精度よく決定することは困難です。そのため、海域の地震活動を長期間にわたり安定的に観測するために、ケーブル式海底地震計による観測が行われています。また、いくつかの海域では、ケーブルに津波計を併設することにより、津波現象の解明、津波予測の高度化に役立てられています。

ケーブル式海底地震計による観測は、東海沖、東南海沖、房総沖、伊東沖、相模湾、釜石沖、室戸沖、釧路・十勝沖等で行われています。また、南海トラフで発生する巨大地震や津波をモニタリングするため、稠密な海底ケーブルネットワーク型観測システム「地震・津波観測監視システム（DONET）」を南海地震や南海地震の想定震源域において整備が行われています。また、北海道沖から房総沖にかけての日本海溝・千島海溝沿いにおいても、150の稠密な観測点から構成される、日本海溝海底地震津波観測網の整備が行われています。

整備が行われています。また、北海道沖から房総沖にかけての日本海溝・千島海溝沿いにおいても、150の稠密な観測点から構成される、日本海溝海底地震津波観測網の整備が行われています。



■ 地震・津波観測監視システム（DONET）
（独立行政法人海洋研究開発機構提供）



■ 日本海溝海底地震津波観測網
（独立行政法人防災科学技術研究所提供）

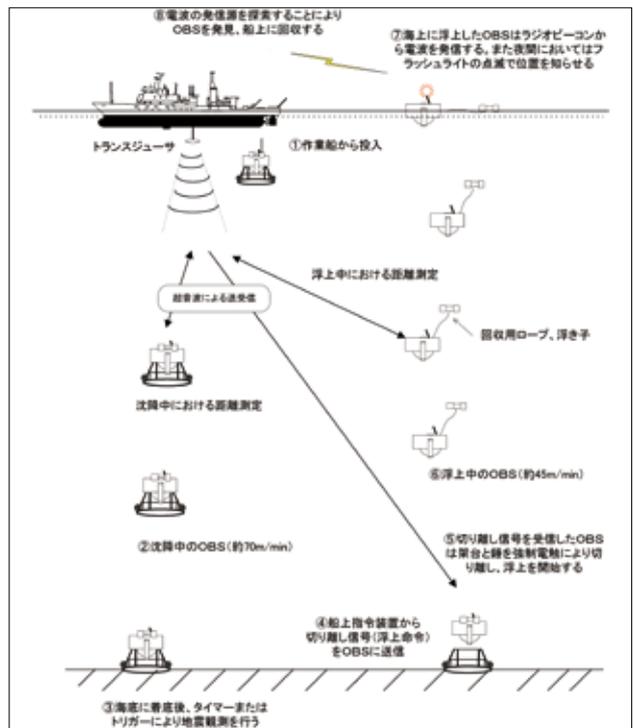
□ 自己浮上式海底地震計による観測

自己浮上式海底地震計は、耐圧容器のなかに地震計センサーや記録器、電源など地震観測に必要な物全てを格納しており、船上（あるいはヘリコプター）などから、自由落下により海底に設置します。回収時は、地震計に装着してあるおもりを切り離すことにより、浮力を利用して海面に浮上する仕組みになっています。

地震計が海底に設置されているため、地震発生直後にデータを得ることはできませんが、ケーブル式海底地震計に比べ安価なため多点での観測が可能で、特定地域の詳細な研究に向いています。ケーブル式海底地震計の整備が進んでおらず、地震の活動度が相対的に高い領域（余震域）など地震活動を継続的に把握する必要がある領域では、自己浮上式海底地震計を用いた観測を行っています。また、ケーブル式海底地震計の敷設された領域で、さらに密な観測を行う必要がある場合、自己浮上式海底地震計を組み合わせる地震観測を行っています。



自己浮上式海底地震計を用いた観測の様子
(独立行政法人 海洋研究開発機構提供)



自己浮上式海底地震計（OBS）の設置および回収作業の概要
(気象庁提供)

□ 海底地殻変動観測

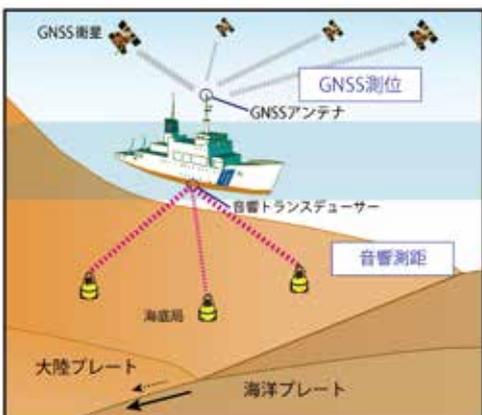
日本海溝や南海トラフなどで発生する海溝型巨大地震では、震源域のほとんどが海域にあるため、陸上だけではなく海底の動きを捉えることが重要です。陸上では、GNSSの普及により、地殻変動観測が広く行われていますが、GNSSの電波や光は海底までは届かないので、GNSSで海底の動きを捉えることはできません。一方で、海の中は古くから音波を使って水深や海底地形の調査が行われてきました。

そこで、これらの技術を組み合わせて海底の位置を測る技術が開発されました。具体的には、GNSSで船の位置を計測しながら、船と海底に設置した海底局（音響トランスポンダ）との間の距離を音波で測り、それらを組み合わせて海底局の位置をセンチメートルの精度で決定します。この観測を繰り返し行うことで、海底の動きを捉えることができます。

日本では、海上保安庁や大学が海底地殻変動観測技術の開発を行っており、主に日本海溝や南海トラフの陸側海域に観測点を展開して観測を実施しています。

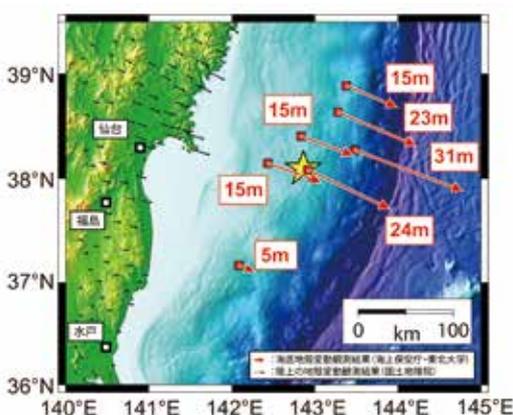
2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震（Mw9.0）では、同地震により宮城県沖の海底が東南東へ最大31m動いたことを明らかにしました。

■ 海底地殻変動観測の概念図



(海上保安庁海洋情報部提供)

■ 東北地方太平洋沖地震に伴う海底地殻変動



関連する Q&A Q17

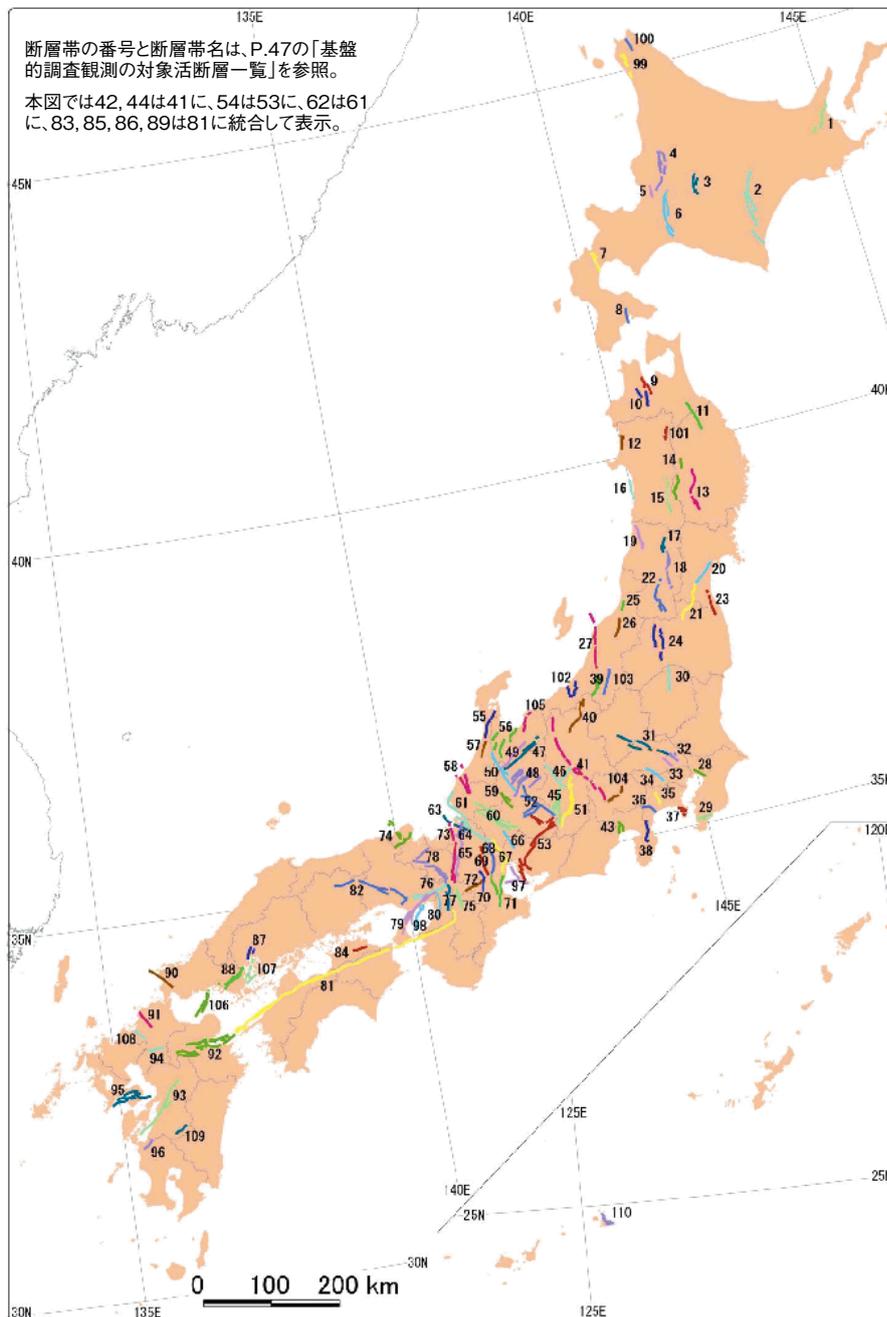
4. 活断層調査

□陸域および沿岸域における活断層調査

活断層は過去にその場所で規模の大きな地震が発生した痕跡であり、今後も同じような活動が繰り返されると考えられることから、その調査は今後発生する地震の規模や時期などを予測する上で大変重要です。活断層の調査は主に地形・地質学的な手法で行われ、それには航空写真による活断層の判読（空中写真判読）、ボーリング調査、弾性波探査や重力探査などの物理探査、トレンチ調査などがあります。これらの調査により、活断層の位置や長さ、ずれの量、過去の活動の履歴、地下の断層形状などを把握し、次の地震の規模や、地震が発生する可能性がどの程度であるのかということの評価することが可能になります。

現在、地震調査研究推進本部は、M7程度以上の規模の大きい地震が発生する可能性があり、社会的、経済的に大きな影響を与えると考えられる110の活断層帯を「基盤的調査観測の対象活断層」（主要活断層帯）として選定し、その調査や評価を行っています。また、近年M7未満の地震や主要活断層帯以外での地震によって被害が生じていることから、陸域及び沿岸海域に分布しM6.8以上の地震を引き起こす可能性のある活断層について、地域ごとに総合的に評価する「活断層の地域評価」も行っています。

■基盤的調査観測の対象活断層



地図の範囲は基盤的調査観測の対象活断層の分布する範囲

関連する Q&A Q3, Q4, Q17

基盤的調査観測の対象活断層一覧

番号	断層の名称	番号	断層の名称
1	標津断層帯	55	邑知潟断層帯
2	十勝平野断層帯	56	砺波平野断層帯・呉羽山断層帯
3	富良野断層帯	57	森本・富樫断層帯
4	増毛山地東縁断層帯・沼田一砂川付近の断層帯	58	福井平野東縁断層帯
5	当別断層	59	長良川上流断層帯
6	石狩低地東縁断層帯	60	濃尾断層帯
7	黒松内低地断層帯	61, 62	柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯
8	函館平野西縁断層帯	63	野坂・集福寺断層帯
9	青森湾西岸断層帯	64	湖北山地断層帯
10	津軽山地西縁断層帯	65	琵琶湖西岸断層帯
11	折爪断層	66	岐阜―一宮断層帯
12	能代断層帯	67	養老―桑名―四日市断層帯
13	北上低地西縁断層帯	68	鈴鹿東縁断層帯
14	磐石盆地西縁―真昼山地東縁断層帯	69	鈴鹿西縁断層帯
15	横手盆地東縁断層帯	70	頓宮断層
16	北由利断層	71	布引山地東縁断層帯
17	新庄盆地断層帯	72	木津川断層帯
18	山形盆地断層帯	73	三方・花折断層帯
19	庄内平野東縁断層帯	74	山田断層帯
20	長町―利府線断層帯	75	京都盆地―奈良盆地断層帯南部(奈良盆地東縁断層帯)
21	福島盆地西縁断層帯	76	有馬―高槻断層帯
22	長井盆地西縁断層帯	77	生駒断層帯
23	双葉断層	78	三峠・京都西山断層帯
24	会津盆地西縁・東縁断層帯	79	六甲・淡路島断層帯
25	檜形山脈断層帯	80	上町断層帯
26	月岡断層帯	81, 83, 85,	中央構造線断層帯(金剛山地東縁―伊予灘)
27	長岡平野西縁断層帯	86, 89	
28	東京湾北縁断層	82	山崎断層帯
29	鴨川低地断層帯	84	長尾断層帯
30	関谷断層	87	五日市断層帯
31	関東平野北西縁断層帯	88	岩国断層帯
32	元荒川断層帯	90	菊川断層帯
33	荒川断層	91	西山断層帯
34	立川断層帯	92	別府―万年山断層帯
35	伊勢原断層	93	布田川断層帯・日奈久断層帯
36	神縄・国府津―松田断層帯	94	水縄断層帯
37	三浦半島断層群	95	雲仙断層群
38	北伊豆断層帯	96	出水断層帯
39	十日町断層帯	97	伊勢湾断層帯
40	信濃川断層帯(長野盆地西縁断層帯)	98	大阪湾断層帯
41, 42, 44	糸魚川―静岡構造線活断層系	99	サロベツ断層帯
43	富士川河口断層帯	100	幌延断層帯
45	木曾山脈西縁断層帯	101	花輪東断層帯
46	境峠・神谷断層帯	102	高田平野断層帯
47	跡津川断層帯	103	六日町断層帯
48	高山・大原断層帯	104	曾根丘陵断層帯
49	牛首断層帯	105	魚津断層帯
50	庄川断層帯	106	宇部沖断層群(周防灘断層群)
51	伊那谷断層帯	107	安芸灘断層群
52	阿寺断層帯	108	警固断層帯
53, 54	屏風山・恵那山断層帯および猿投山断層帯	109	人吉盆地南縁断層
		110	宮古島断層帯

関連する Q&A Q3、Q4、Q17

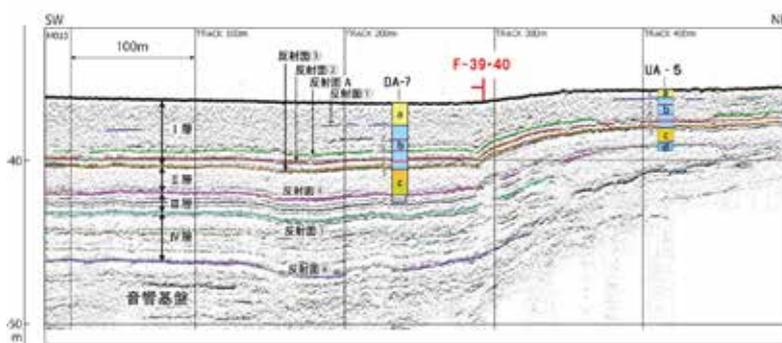
□ 海域における地形・活断層調査

プレート境界を含む海域における活断層は、陸域における活断層と同様に、今後も繰り返し活動する可能性があるため、海底の地形や活断層を調査することは、海域で発生する地震の評価をする上で重要です。特にプレート境界付近に幅広く分布する複数の断層については、それぞれの断層の相互関係と活動の規則性を明らかにすることが、プレート境界付近の地震と地殻変動を理解する上で重要です。海底活断層の詳細な位置や形状、活動性の把握を行うため、超音波を用いた精密な海底地形調査や、弾性波探査、断層周辺の堆積物採取等が実施されています。

■ 海底堆積物の採取



■ 音波探査断面とコア柱状図の対比



柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯／浦底・柳ヶ瀬山断層帯の調査報告書より

5. 地殻構造調査

□ 島弧地殻構造調査

島弧地殻構造調査は、陸域の浅い地震が発生する深さの地殻の構造や断層の形状を明らかにして、GNSS 連続観測などにより得られた地殻変動や地表の活断層との関係などを明らかにすることを目的としています。調査は主に人工震源を用いた弾性波探査により行われ、日本列島を横断するいくつかの測線で大規模な分解能の高い調査が行われています。

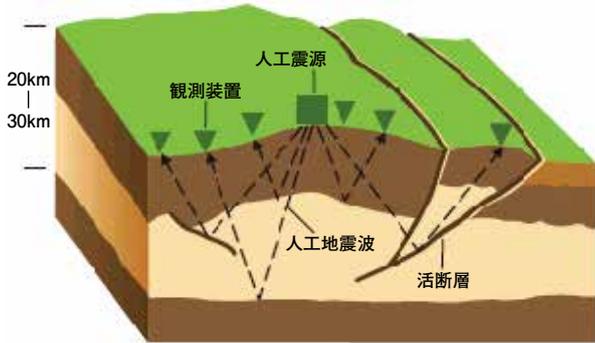
□ 堆積平野の地下構造調査

強い地震動が発生する可能性を評価するには、地下構造についての知識が欠かせません。人口が集中する日本の都市は、一般的に大規模な平野や盆地に位置しています。その地表から地下の基盤までの三次元的な地下構造調査を行うことは、地震により発生する強い揺れを予測するための基礎的な資料となります。また、この資料は、大規模な平野の地下の断層について検討する際の資料にもなります。調査は人工的な地震により地下の地質情報を推定する弾性波探査、常時微動を観測し、地盤の速度構造を推定する微動アレー探査等の手法を組み合わせられています。

□プレート境界付近の地殻構造調査

プレート境界付近の地殻構造調査は、プレート形状等を詳細に把握して、地震発生の可能性を評価するためのものです。また、プレート境界付近の詳細な地殻構造に関する情報は、プレート境界面の震源断層としての性質を把握するための資料にもなります。調査は弾性波探査により行われています。

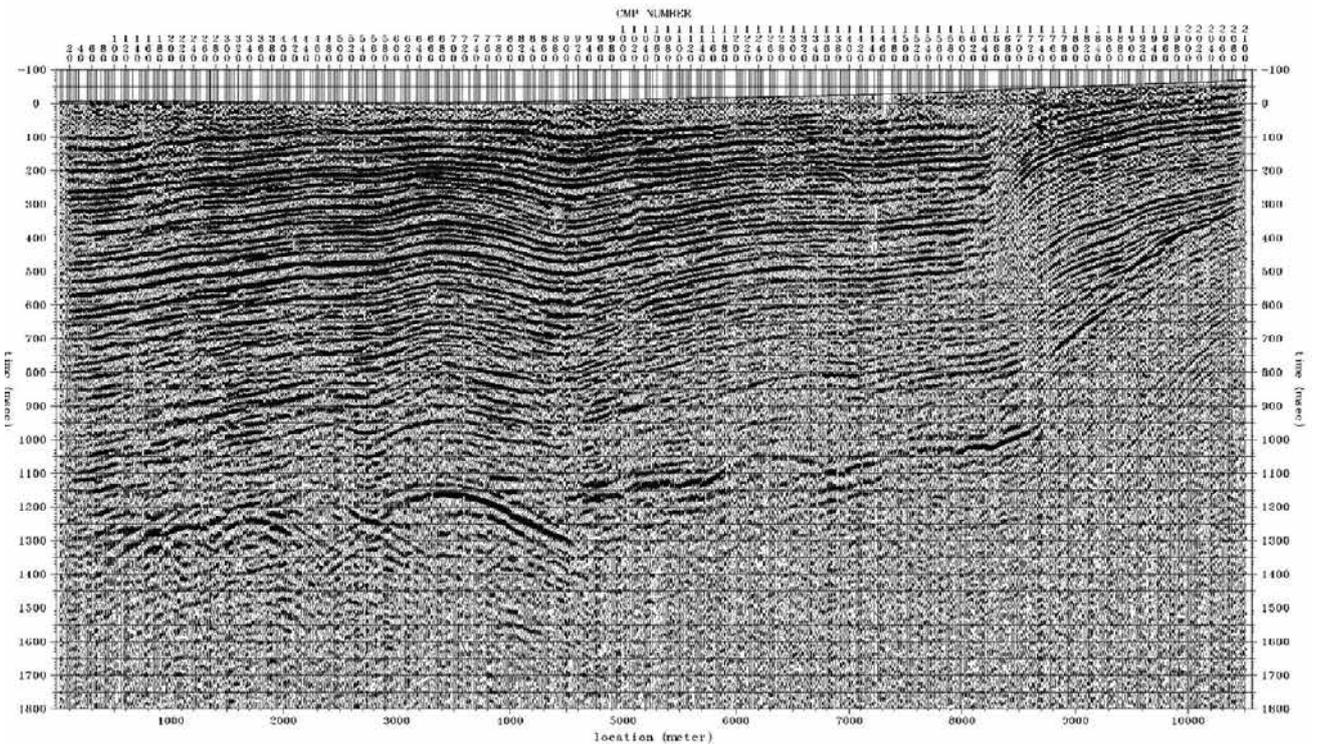
■弾性波探査のしくみ



■人工震源車 (パイプロサイス)



■弾性波探査の結果例



上町断層帯における重点的な調査観測報告書より

関連する Q&A Q3、Q4、Q8、Q17