

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ますます深まります。

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」（平成13年8月見直し）が策定されました。これに基づいて、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GPS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。

さらに、長期評価の結果により地震の危険度が高いとされた地域において、上記の基盤的な調査・観測に加え、重点的な調査・観測が推進されることになっています。

今後の課題としては、将来にわたって継続的な調査観測を続けるため基盤的調査観測網を効率的に維持・更新することや、海域における調査観測網の整備を進めることなどが挙げられます。

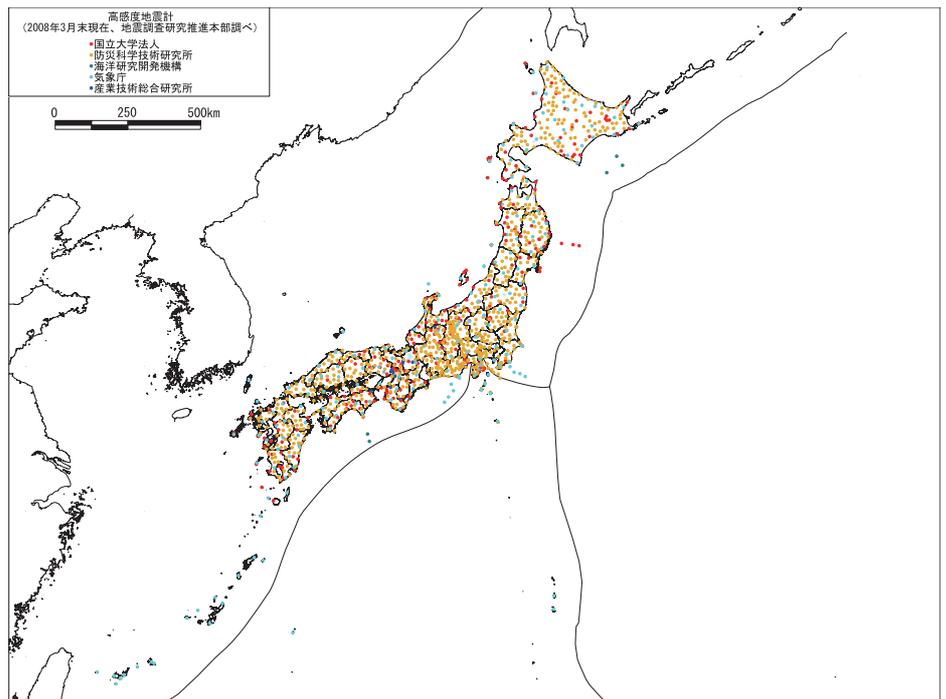
1. 地震観測

□ 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

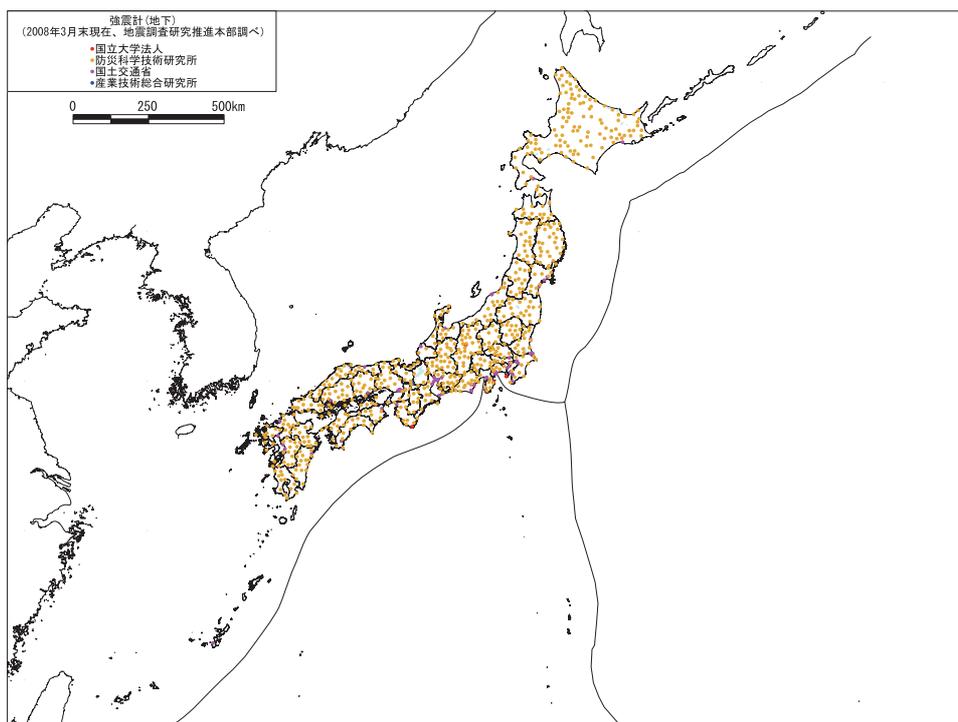
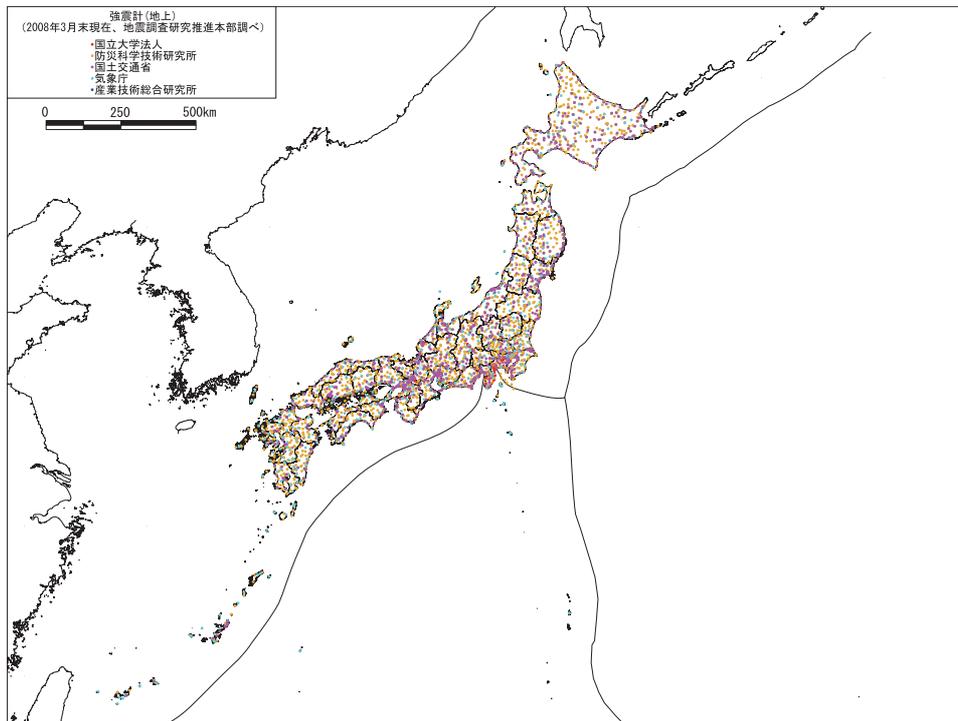
により全国1000ヶ所以上設置されています。これらは一体的な観測ネットワークを構築し、すべてのデータはリアルタイムで相互に流通して各機関における業務に資するなど、様々な地震調査研究を支えています。



□ 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。

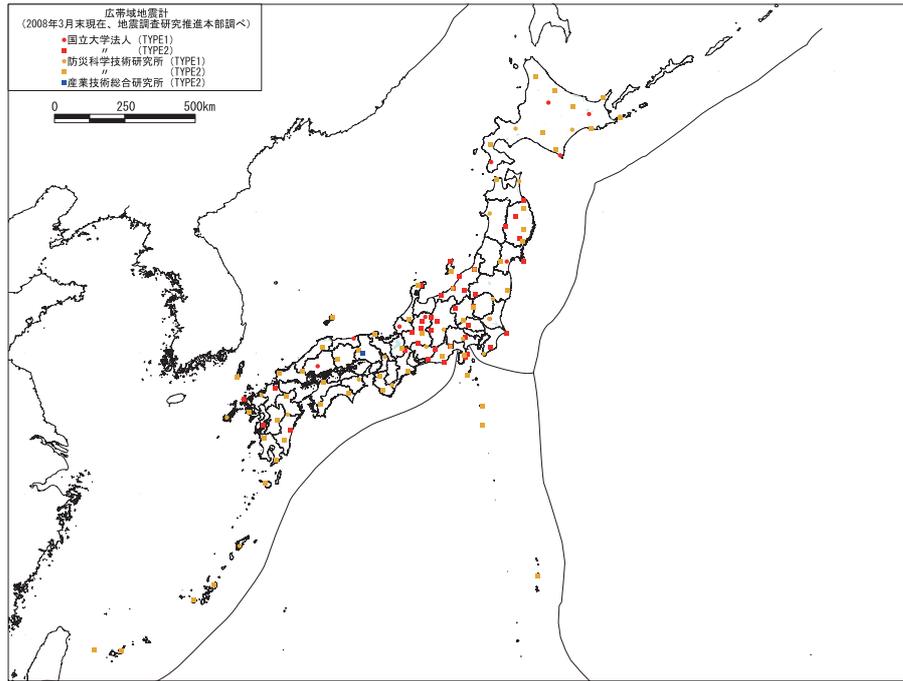
現在、強震計は地方公共団体、独立行政法人防災科学技術研究所、国土交通省などにより全国7000ヶ所以上設置されています。それらの多くは地表に設置されていますが、地盤の構造に深く関わる地震動の特性を把握するには、地下の基盤（固い岩盤）での観測が必要不可欠です。そのため、高感度地震計に併設するなど、地下の基盤にも強震計が整備されています。



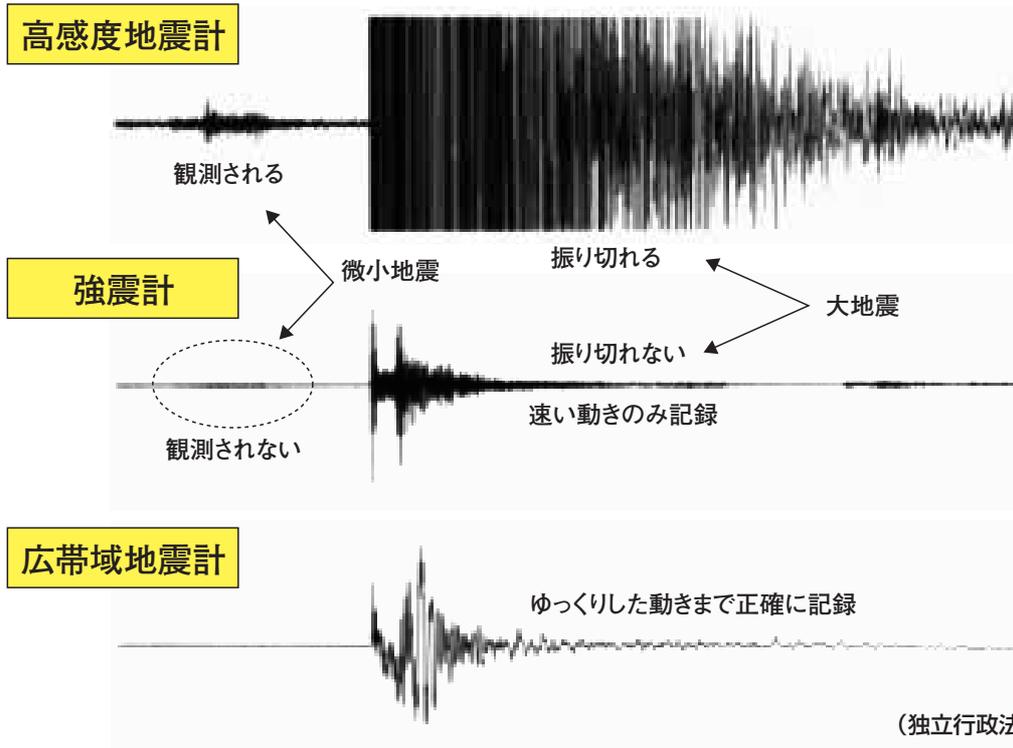
□ 広帯域地震計による観測－広帯域地震観測

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)

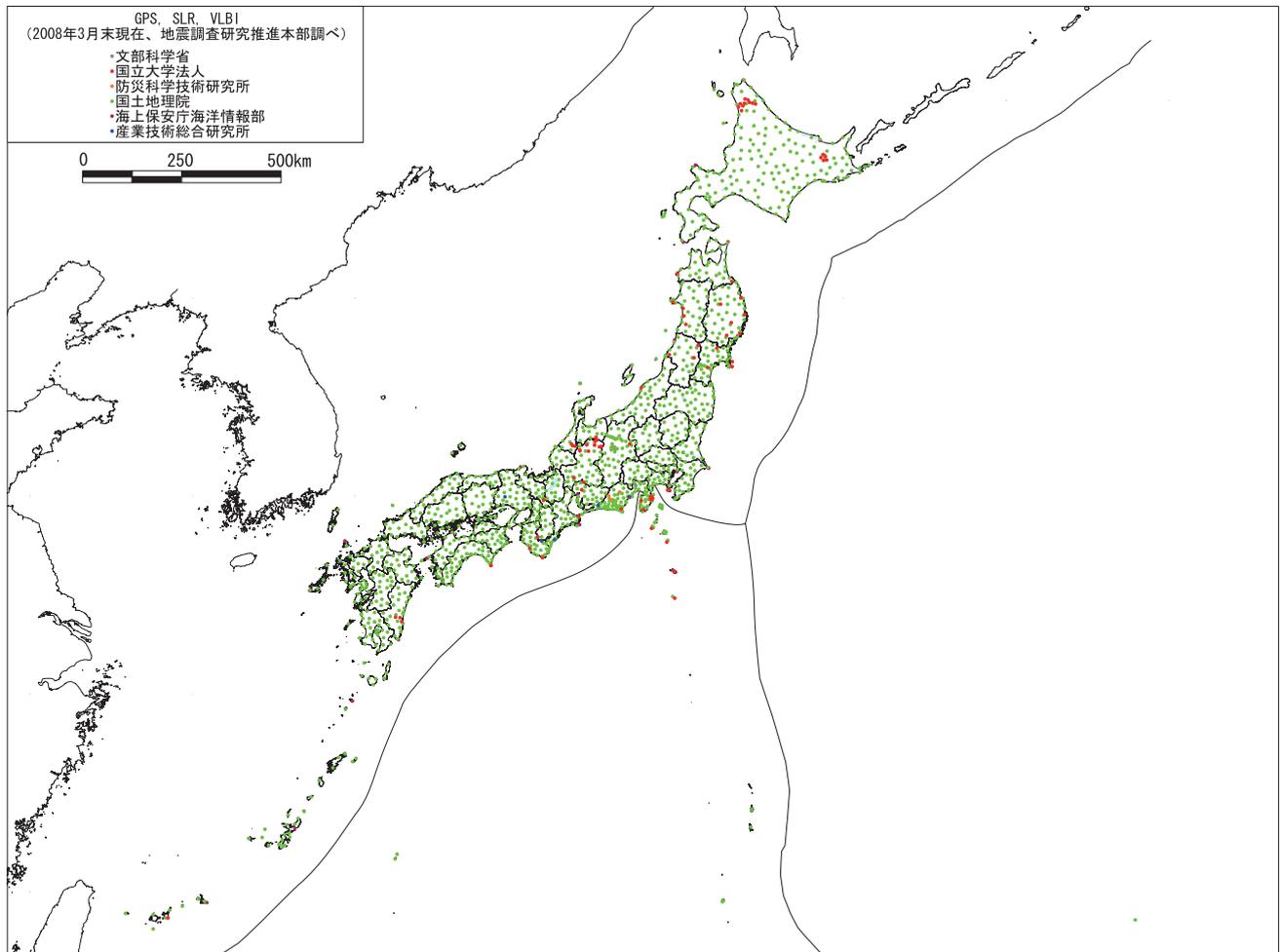
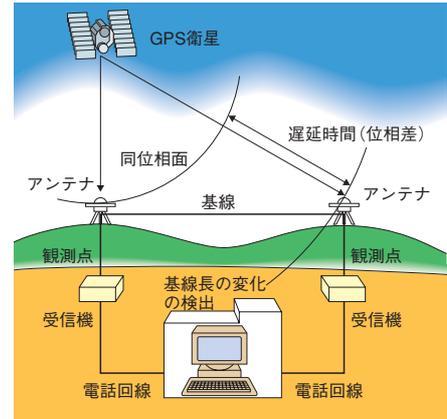
2. 地殻変動観測

□ GPS（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—GPS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比較することによって、高い精度で距離を測定することが可能です。稠密なGPS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、GPS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。

■ GPS基礎測定の実理



□ 合成開口レーダによる面的な地殻変動観測

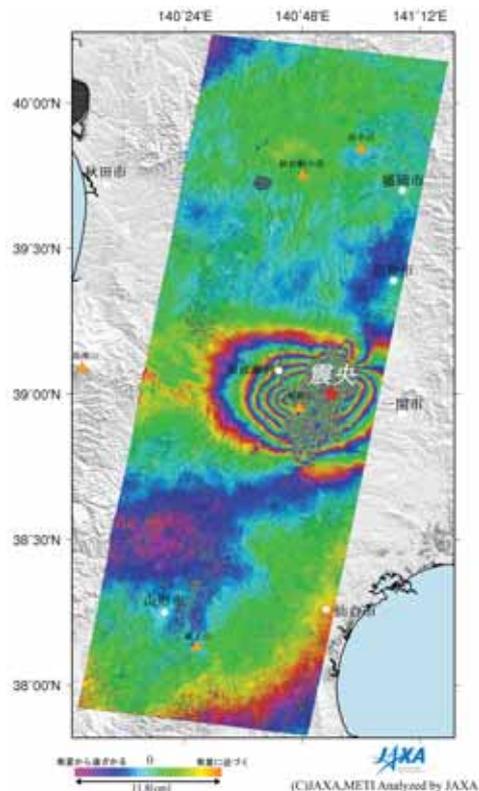
リモートセンシング技術の一つである、合成開口レーダ（SAR）による地殻変動の検出はこれまで、国産衛星のJERS-1（ふよう1号）等のデータを利用し、データ解析手法（干渉SAR）の開発と、兵庫県南部地震や鳥取県西部地震のような国内で発生した大規模地震への応用研究が行われてきました。

現在は、ふよう1号の後継機となる世界最大級の陸域観測技術衛星「だいち（ALOS）」が、2006年1月に打ち上げられ、これに搭載された合成開口レーダ（PALSAR）により、地震現象を含めた、地殻・地盤変動の検出を目的として、観測および解析が行われています。

ALOS/PALSARによる成果の一つとして、例えば平成20年（2008年）6月14日に発生した岩手・宮城内陸地震では、地震の発生前後に観測されたデータの解析結果から、震源域周辺の地殻変動分布を詳細に把握することができました。解析結果の画像は、震央西側の主として東方向への水平変動と震央東側の主として西方向への水平変動を示していると考えられます。

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）

■平成20年（2008年）岩手・宮城内陸地震に伴う地殻変動を示すALOS/PALSARによるSAR干渉画像



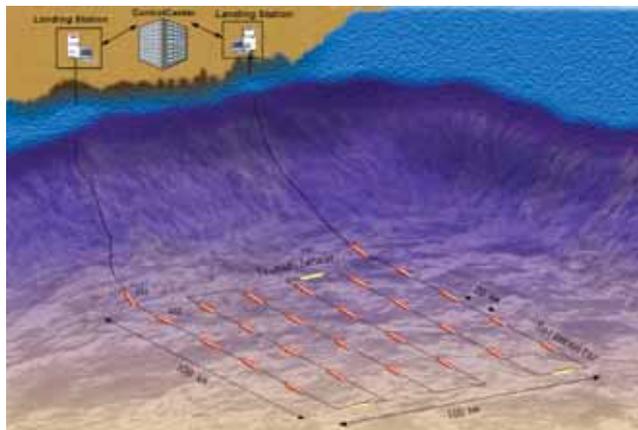
3. 海域での地震観測

□ ケーブル式海底地震計による観測

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、房総沖、伊東沖、相模湾、釜石沖、室戸沖、釧路・十勝沖で行われています。また、平成18年度から、東南海地震の想定震源域である紀伊半島沖で南海トラフで発生する巨大地震をモニタリングする海底ネットワークの構築が始まっています。（詳しくはP.50をご覧ください。）

■東京大学地震研究所で開発中の次世代海底ケーブル式地震計



（東京大学地震研究所 金沢敏彦氏提供）

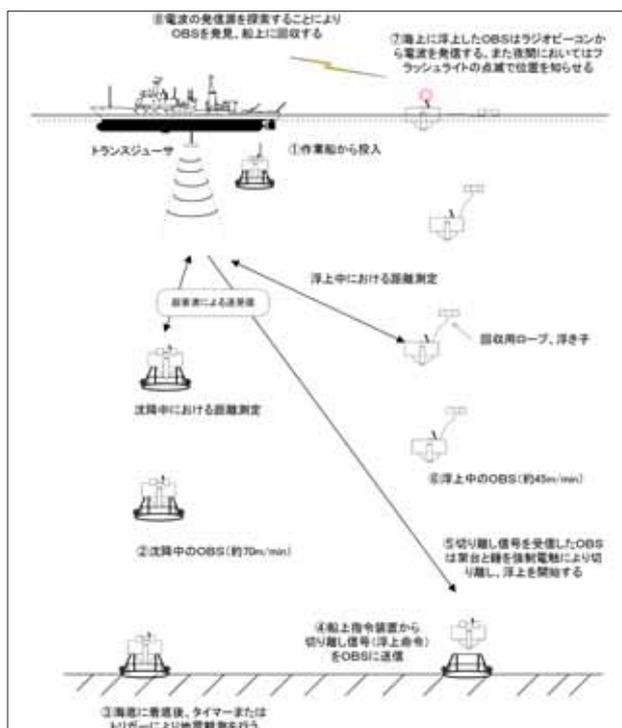
□ 自己浮上式海底地震計による観測

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)



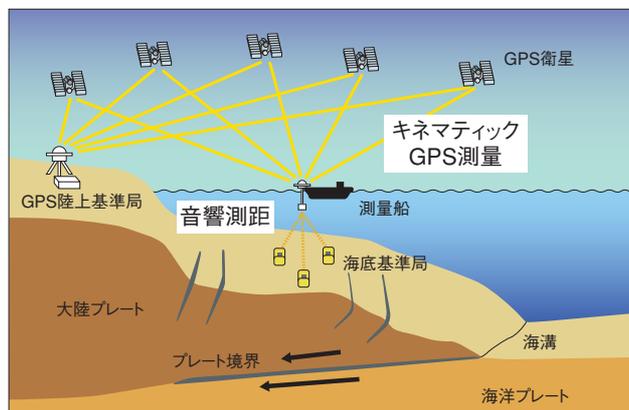
自己浮上式海底地震計（OBS）の設置および回収作業の概要
(気象庁提供)

□ 海底地殻変動観測

陸上では、GPSの普及により、地殻変動観測が広く行われています。しかし、海底の地殻変動観測は、その技術的困難さからこれまでほとんど実施されてきませんでした。

例えば、GPSの電波や光は海底までは届きませんので、海底で位置を求めるためには、船を介して、GPSで船の位置を決定するとともに、船と海底との距離を音波で測るといった電波と音波を組み合わせた複雑な観測システムが必要です。

■ 海底地殻変動観測の概念図



(海上保安庁海洋情報部ホームページより)

また、船-海底間の音波の往復伝播時間から距離を求めるためには、音速度（音波の伝わる速さ）が必要ですが、海水の音速度は一定ではなく、水温や塩分濃度により変化します。海の状態は、時々刻々と変化しますので、観測により海水の音速度を時間的・空間的に正確に把握することはかなり困難です。

海上保安庁では、大学と共同で研究開発を積み重ね、「GPS測位」と「音響測距」を結合した手法による海底地殻変動観測システムを構築し観測を実施しています。

これまでの観測で、宮城県沖、相模湾、東海沖の海底の動きを検出しました。また、平成17年（2005年）8月16日に発生した宮城県沖の地震（M7.2）に伴って宮城県沖の海底が東方へ約10cm動いたことを明らかにしました。

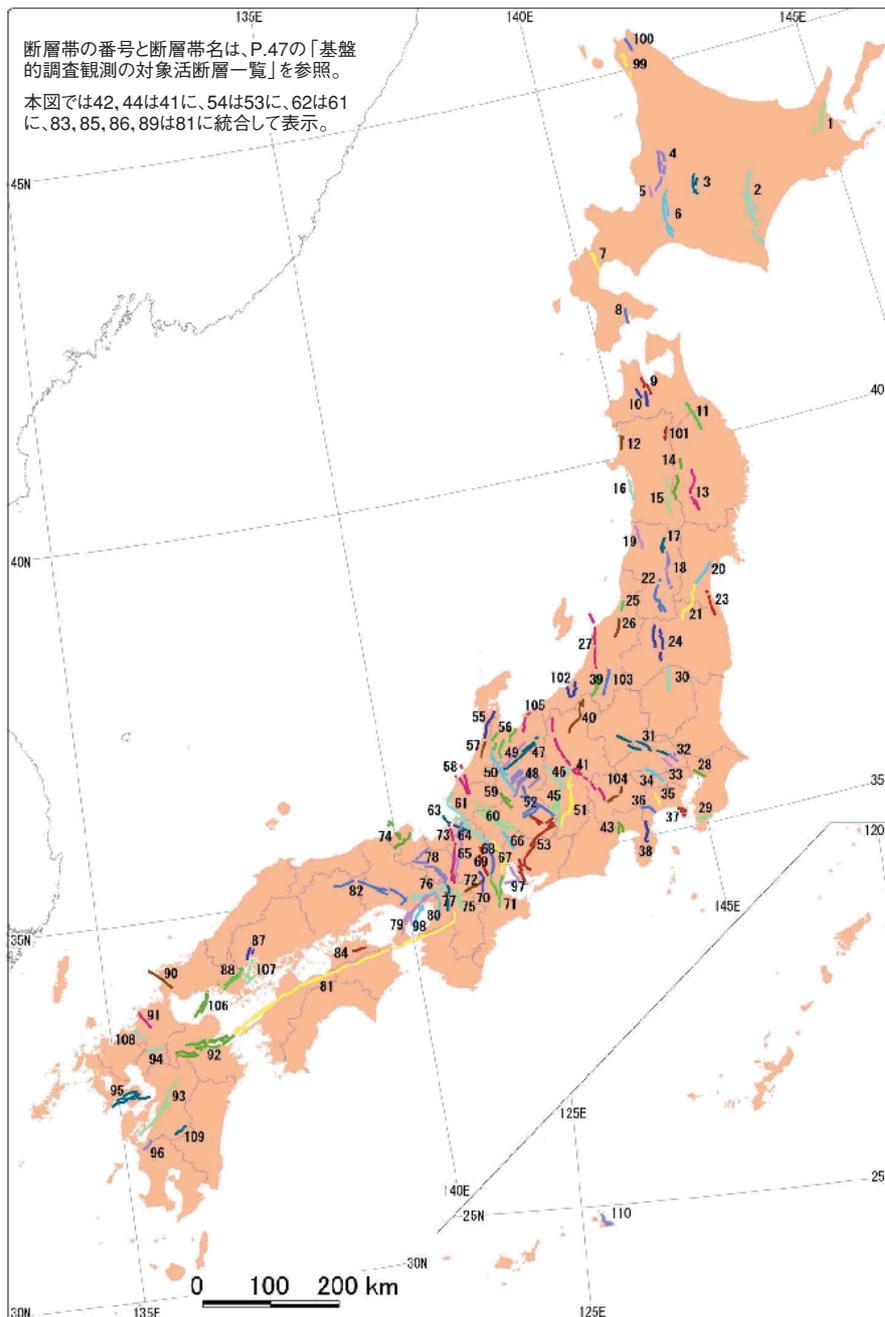
4. 活断層調査

□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地域で規模の大きな地震が発生した^{こんせき}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、過去の活動の履歴などを把握し、次の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高く、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」として選定し、その調査や評価を行っています。

■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	邑知瀧断層帯
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	養老一桑名一四日市断層帯
13	北上低地西縁断層帯	68	鈴鹿東縁断層帯
14	雲石盆地西縁一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	長町一利府線断層帯	75	京都盆地一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	有馬一高槻断層帯
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(金剛山地東縁一伊予灘)
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	別府一万年山断層帯
35	伊勢原断層	93	布田川・日奈久断層帯
36	神縄・国府津一松田断層帯	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	糸魚川一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
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

□ 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。

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、GPS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。

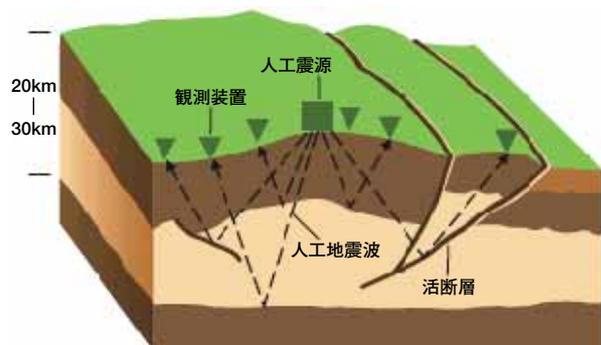
□ 堆積平野の地下構造調査

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て行われています。

□ 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 (パイプロサイズ)



3. 地震調査研究の最前線

□首都直下地震防災・減災特別プロジェクト 平成19年度～

南関東で発生するM7程度の地震は、地震調査研究推進本部地震調査委員会の長期評価において、今後30年以内の発生確率が70%程度と評価されています。また、首都直下地震が発生した場合の被害は、内閣府中央防災会議において、最大で死者数約11,000人、経済的被害約112兆円と推計されています。

しかしながら、首都直下地震に対する調査研究はこれまで十分に実施されてきたとは言えず、地震の姿（震源域、将来の発生可能性、揺れの強さ）の詳細は未だ明らかになっていません。

このため、文部科学省においては、プレート構造調査等により地震の詳細な姿を明らかにするとともに、建物の耐震構造技術の向上や災害対応体制の確立により被害軽減に資することを目的とした研究プロジェクトを、平成19年度より実施しています。

①首都圏周辺でのプレート構造調査、震源断層モデル等の構築等

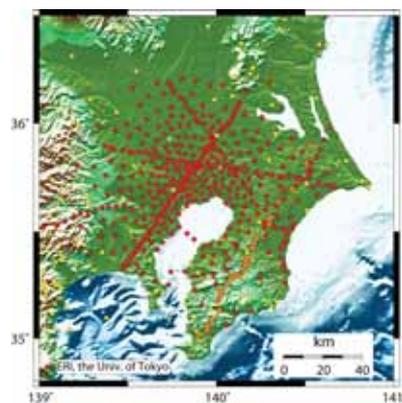
首都圏において、稠密自然地震観測や地殻構造調査等を実施し、首都圏下のプレート構造を推定するとともに、震源断層モデルを構築します。これにより、首都直下地震の詳細が明らかとなり、高精度な長期予測や強震動予測等が可能となります。

②都市施設の耐震性評価・機能確保に関する研究

実大三次元震動破壊実験施設（Eーディフェンス）を活用して、重要建物の機能保持性能や、長周期地震動による高層建築物等の耐震性能を評価するための実大実験を実施します。

③広域的危機管理・減災体制の構築に関する研究

首都直下地震発生時の被災者の「危機対応能力」、「生活再建能力」、「地域抵抗力・回復力」を総合的に向上させるための研究を実施します。



(東京大学地震研究所 平田直氏提供)

□ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究 平成19年度～

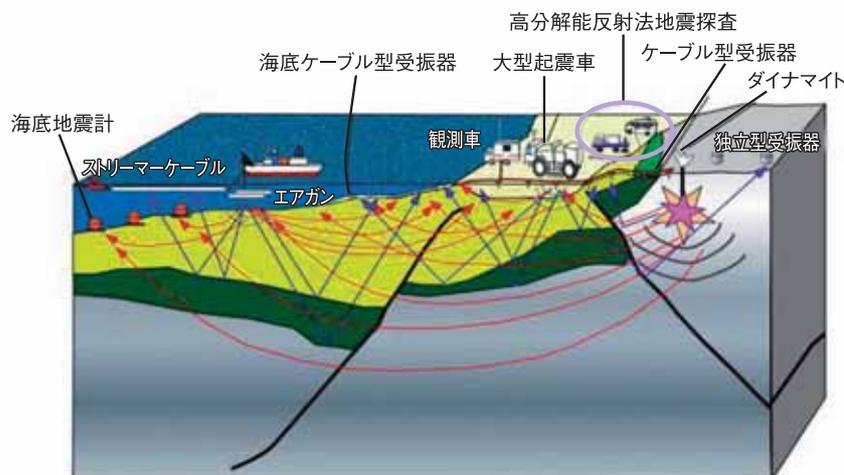
2004年新潟県中越地震や2007年新潟県中越沖地震等、最近発生した被害地震の多くは、これまで地震調査研究推進本部が調査観測対象としてこなかった日本海東縁部等の「ひずみ集中帯」と呼ばれる地域で発生しました。

ひずみ集中帯では、地表は褶曲（しゅうきょく）地形を形成し、地下は断層が多数存在することは分かっていますが、褶曲と断層の関係、さらには断層の場所や広がり等、その地震発生メカニズムが十分に解明されているわけではありません。

このため、文部科学省においては、日本海東縁部等に存在するひずみ集中帯の活断層及び活褶曲等の活構造の全体像を明らかにし、震源断層モデルを構築するとともに、ひずみ集中帯における地震発生メカニズムの解明を目的とした取組を、平成19年度（補正予算）より実施しています。

■海陸統合地殻構造探査の概念図

これにより、ひずみ集中帯で発生する地震の長期予測・強震動予測の高度化等が可能となります。



(東京大学地震研究所 佐藤比呂志氏提供)

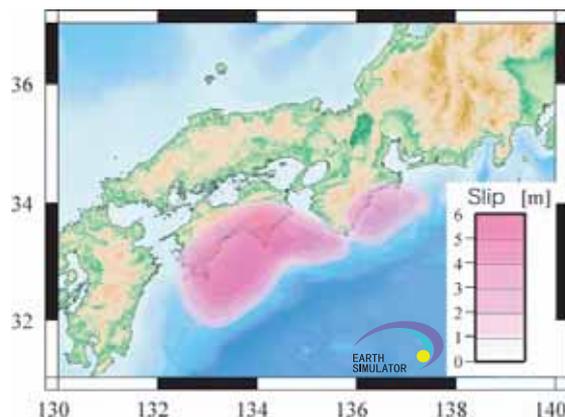
□東海・東南海・南海地震の連動性評価研究 平成20年度～

東海・東南海・南海地震は、地震調査研究推進本部地震調査委員会の長期評価において、今後30年以内の発生確率が極めて高い（想定東海地震：87%、東南海地震：60～70%程度、南海地震：50%程度）と評価されています。また、これらの地震が同時発生した場合の被害は、内閣府中央防災会議において、最大で死者数約25,000人、経済的被害約81兆円と推計されています。また、過去の記録や最新の研究成果によると、これらの地震は将来連動して発生する可能性が高いとされています。

このため、文部科学省においては、南海トラフで発生する3つの地震の連動発生可能性に着目した研究プロジェクトを、平成20年度より実施しています。

具体的には、南海トラフ全域にわたって海底地震計を稠密展開し、詳細な地殻構造イメージングを実施するとともに、連動発生に影響する構造要因の抽出、連動・非連動条件を組み込んだシミュレーション研究の実施等により、高精度な地震発生予測モデルを構築し、3つの地震の連動発生可能性を評価します。また、強震動・津波予測の高精度化や、構造物の被害予測研究等も実施することにより、東海・東南海・南海地震へ備える総合的な地震・津波防災研究として進めていきます。

これにより、東海・東南海・南海地震の高精度な長期予測・強震動予測が実現するのみならず、国や地方公共団体における効果的・効率的な防災・減災対策に寄与すること等が期待されます。



(独立行政法人海洋研究開発機構 堀高峰氏提供)

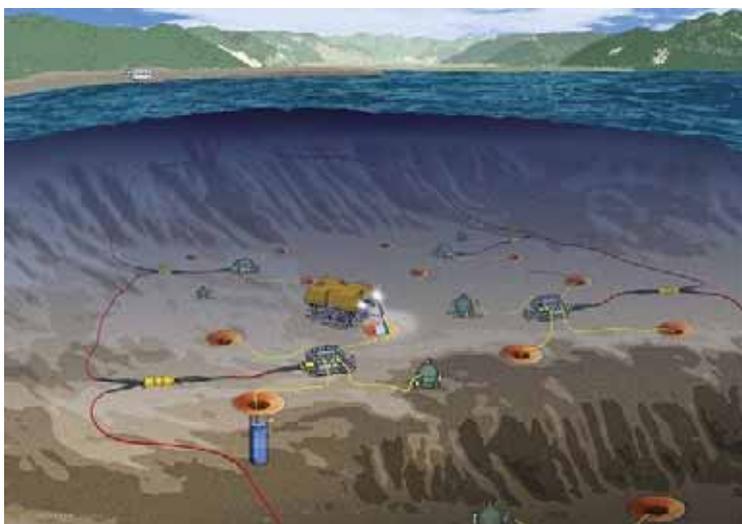
□地震・津波観測監視システム 平成18年度～

地震調査研究推進本部の設立以降、陸域においては、全国稠密かつ均質な基盤観測網が整備されてきました。一方、海域には未だ十分な観測機器が整備されておらず、地震発生予測に必要な十分な観測データが得られているとは言い難い状況にあります。

このため、文部科学省においては、今後30年以内の発生確率が60～70%程度と極めて高い東南海地震の想定震源域（紀伊半島熊野灘沖）において、地震計、水圧計等を組み込んだマルチセンサー20基を備えたリアルタイム観測可能な高密度海底ネットワークシステムを開発・敷設する取組を、平成18年度より実施しています。

これにより、東南海地震の想定震源域における地震・津波・地殻変動に関する詳細データをリアルタイムで入手でき、高精度な地震発生予測や、地震発生直後の地震・津波発生状況の早期検知による緊急地震速報・津波予測技術の高度化等が可能となります。

■海底ネットワークシステムのイメージ



(独立行政法人海洋研究開発機構提供)

観測点は陸上局より海底ケーブルで面的に高密度につながれ、観測精度の向上が図られます。給電とデータ伝送はリアルタイムで陸上局を介して行われ、取得データは独立行政法人海洋研究開発機構、関係機関に送られます。