

大地震の際には、被害建物の破壊が余震で進行することにより生じる二次災害を防ぐために応急危険度判定が行われる。被災建物を使い続けてよいかどうかの判断にもなる。地震直後に、危険（赤色）、要注意（黄色）、調査済み（緑色）のポスターを建物に貼る仕組みである。1980年代に我が国で開発が始まり、今では世界に広まっている対策で、我が国では1995年阪神・淡路大震災を契機に全国的に広まった。

地震直後に応急危険度判定士の資格を持った行政職員、民間建築士などが、被災した建物の傾き、ひび割れの程度などを調べて余震に対する危険度を素早く判定している姿をご覧になった方も多いと思う。チェックリスト方式のマニュアルが用意されているので実際の作業は比較的簡単であり時間もかからない。しかしながら、図面も、入力された地震動の大きさのデータもなく、目視の情報だけを頼りに被害を受けた建物の安全性を判定するのであるから容易なこと

ではない。地震時に建物強度の何割くらいの力が入力したか、最大何センチくらい変形したか、変形限界を超えていなかったかなどを想像しながらの危険度あるいは安全度の判定は、いくらマニュアルが用意されているとは言え相当な経験が必要な作業である。

こんな時、対象建物に強震計や変位計などのセンサーが付いていればもっと自信をもって迅速に判定できるのだがと、しばしば思う。強震計あるいは震度計のネットワークが充実したお陰で地面の揺れは地震直後に瞬時にテレビなどで発表される。もどかしいのは自分が判定しようとしている建物の揺れがわからないことである。センサー付きの建物であれば応答加速度、変位などの記録を頼りに損傷の程度も定量的に知ることができるのだが、そのような建物はごくわずかである。全ての建物にセンサーを付けることは現実的でないにしても、各地の典型的な建物をセンサー付きにして全

国のネットワークが出来ないものか。

応急危険度判定で赤のポスターを張られないように事前に耐震化しておくことが一番であることは言うまでもないが、地震センサー付き建物の全国ネットワークが出来れば得られたデータはその建物の応急危険度判定のみならず、被災地の他の建物の判定に役に立つであろうし、広く耐震設計法や耐震診断法、耐震補強法の発展にも多いに役立つと思うのだが。



岡田 恒男（おかだ・つねお）氏
地震調査研究推進本部政策委員会委員長。東京大学生産技術研究所教授、芝浦工業大学工学部教授を経て、現在、(財)日本建築防災協会理事長。東京大学名誉教授。建物の耐震設計、耐震診断などが専門。既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準の原案作成者。

The Headquarters for Earthquake Research Promotion News 地震本部 ニュース

「地震調査研究推進本部（本部長：文部科学大臣）」（地震本部）は、政府の特別の機関で、我が国の地震調査研究を一元的に推進しています。

12
2009

地震調査委員会 [第203回] 2
定例会（平成21年11月10日）
2009年10月の地震活動の評価

地震調査委員会 4
活断層の長期評価
琵琶湖西岸断層帯の評価の一部改訂

東南海・南海地震等海溝型地震に関する調査研究〈2〉 6
東南海・南海地震震源域の構造イメージングで見えてきた境界域の構造特性
南海トラフ海溝型巨大地震の発生システムの理解に大きな貢献
独立行政法人 海洋研究開発機構 地震津波・防災研究プロジェクト 金田 義行

地震調査研究を加速させる革新的技術〈6〉 8
電磁気学的手法による地下構造探査
空中から深度1000mの地下構造を探る
国立大学法人 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター 茂木 透

地震本部 10
平成22年度地震調査研究関係予算概算要求

座長リレー 第14回 地震センサー付き建物のネットワークの構築を 12
地震調査研究推進本部政策委員会委員長 岡田 恒男

会議レポート 琵琶湖西岸断層帯の長期評価の一部改訂に関する地元説明会の開催



東南海・南海地震震源域において、海底下の構造調査を行った深海調査研究船「かいれい」（独立行政法人 海洋研究開発機構 提供）



航空機を利用した、電磁気学的手法による地下構造探査の準備の様子。（国立大学法人 北海道大学大学院理学研究院 茂木透氏 提供）

議 報告

琵琶湖西岸断層帯の長期評価の一部改訂に関する地元説明会の開催

地震調査研究推進本部地震調査委員会では、琵琶湖西岸断層帯の評価を平成15年6月11日に公表していましたが、その後、平成18年度に産業技術総合研究所によって行われた調査などにより活動履歴などに関する新たな知見が得られたことから、これを基に評価の見直しを行い、一部改訂版として8月27日に公表しました（評価の詳細については本誌4～5ページ参照）。これを受け、9月2日に滋賀県庁で地元説明会を開催し、発生する地震の規模、確率、地震が発生した場合強い揺れに見舞われる地域など、評価の概要について説明を行いました。

今回の地元説明会には、国の地方行政機関、断層帯周辺の地方公共団体の防災関係者等を中心に、百名を超える参加がありました。当日は、文部科学省、気象庁、国土地理院の担当者より、評価の内容や断層帯周辺での地震活動および地殻変動に関する詳細な説明が行われるとともに、断層帯を分割した根拠や南部区間の最新活動を特定した根拠などについて出席者による質疑と応答が行われました。特に、今回の評価改訂では、断層帯を二区間に分割したことで、想定される地震の規模が小さくなったことや、今後30年間の地震発生確率が南部区間ではほぼ0%とされたことから、今回の評価を踏まえた地震防災対策の有り方について質疑があり、

改訂された評価でも近江盆地等では強い揺れに見舞われると想定されること、南海トラフの地震などの影響も考えられることから、引き続き適切な事前対策を実施することの必要性が説明されました。

地元説明会の様子

地震調査 検索

地震本部ニュース 平成21年12月号

編集・発行
地震調査研究推進本部事務局
(文部科学省研究開発局地震・防災研究課)
東京都千代田区霞が関3-2-2 TEL 03-5253-4111 (代表)

ご意見・ご要望はこちら
news@jishin.go.jp

本誌についてのご意見、ご要望、質問などありましたら、電子メールで地震調査研究推進本部事務局までお寄せ下さい。

本誌は資源保護のため再生紙を使用しています。
*本誌を無断で転載することを禁じます。
*本誌に掲載した論文等で、意見にわたる部分は、筆者の個人的意見であることをお断りします。

地震調査 検索

地震調査研究推進本部の公表した資料の詳細は
同本部のホームページ[<http://www.jishin.go.jp/>]で見ることができます。

地震調査 検索



1 主な地震活動

目立った活動はなかった。

2 各地方別の地震活動

北海道地方

- 10月10日に浦河沖の深さ約90kmでマグニチュード(M)5.1の地震が発生した。この地震の発震機構は東西方向に圧力軸を持つ型で、太平洋プレート内部で発生した地震である。
- 10月11日に根室半島南東沖でM5.4の地震が発生した。この地震の発震機構は北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震と考えられる。

東北地方

- 10月12日に福島県会津の深さ約5kmでM4.9の地震が発生した。この地震の発震機構は北北東-南南西方向に張力軸を持つ正断層型で、地殻内で発生した地震である。

関東・中部地方

- 長野県南部の深さ約10kmの地殻内において、10月6日頃からM3.9を最大とする地震活動があった。求まった発震機構は東西方向ないし西北西-東南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型であった。
- 10月23日に茨城県沖の深さ約45kmでM5.0の地震が発生した。
- 10月23日に新潟県中越地方の深さ約10kmでM3.3の地震が発生した。この地震の発震機構は北北西-南南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型で、地殻内で発生した地震である。
- 東海地方のGPS観測結果等には特段の変化は見られない。

近畿・中国・四国地方

目立った活動はなかった。

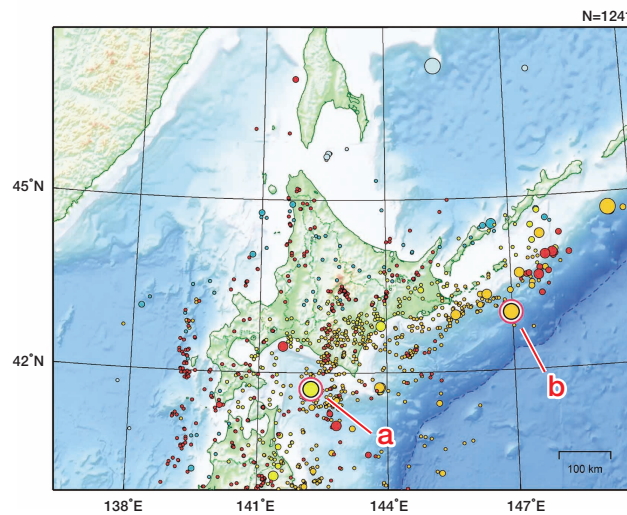
九州・沖縄地方

- 10月30日に奄美大島北東沖でM6.8の地震が発生した。この地震の発震機構は北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生した地震と考えられる。また、GPS観測結果によると、この地震に伴い薩南諸島で小さな地殻変動が観測された。
- 10月4日に台湾付近でM6.3の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であった。

補足

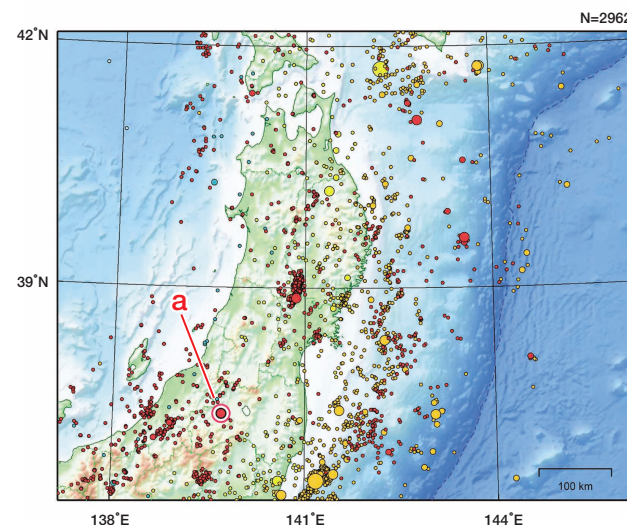
- 11月4日に小笠原諸島西方沖〔父島近海〕でM5.6の地震が発生した。

1 北海道地方



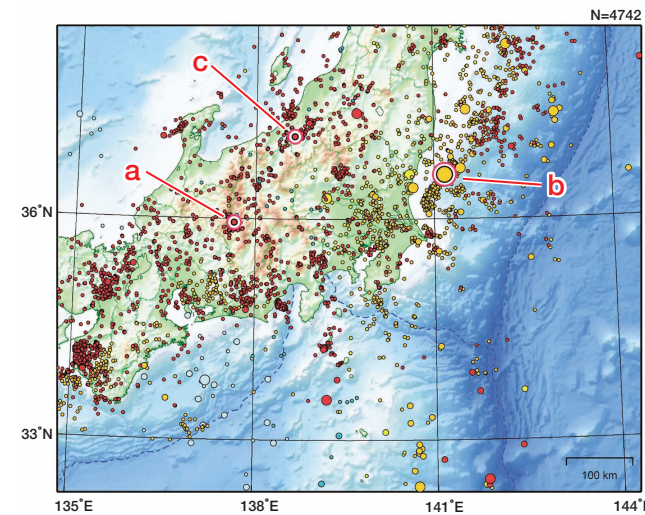
a) 10月10日に浦河沖でM5.1の地震(最大震度4)が発生した。
b) 10月11日に根室半島南東沖でM5.4の地震(最大震度3)が発生した。

2 東北地方



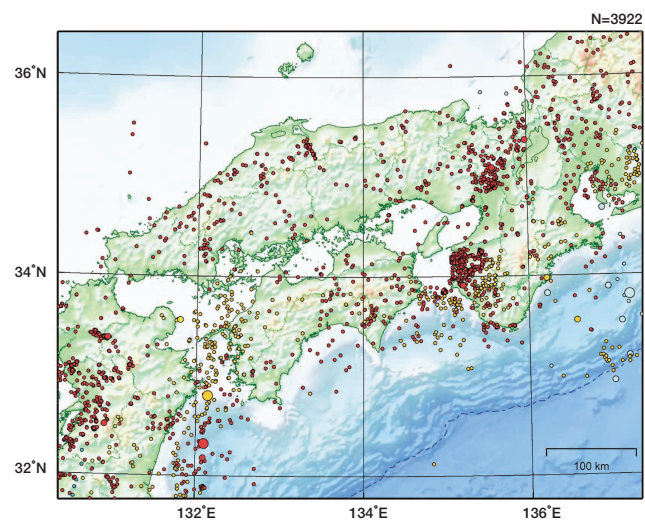
a) 10月12日に福島県会津でM4.9の地震(最大震度4)が発生した。

3 関東・中部地方



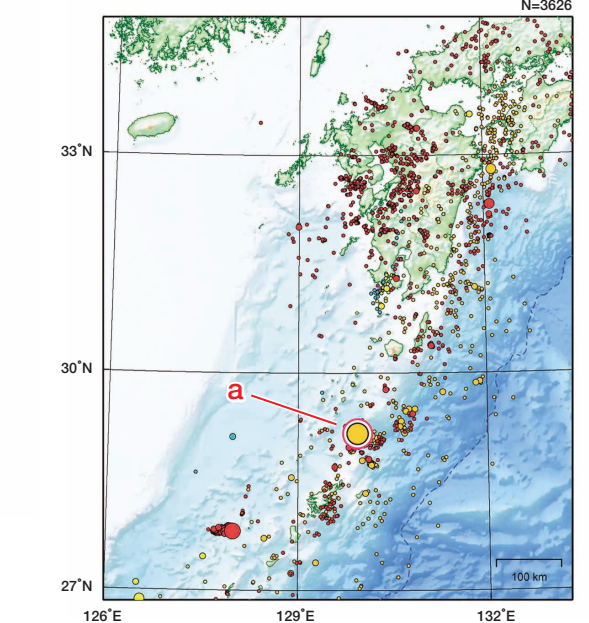
a) 10月12日に長野県南部でM3.7の地震(最大震度4)が発生した。
b) 10月23日に茨城県沖でM5.0の地震(最大震度3)が発生した。
c) 10月23日に新潟県中越地方でM3.3の地震(最大震度4)が発生した。
(上記期間外、地図の範囲外)
11月4日に小笠原諸島西方沖〔父島近海〕でM5.6の地震(最大震度3)が発生した。

4 近畿・中国・四国地方



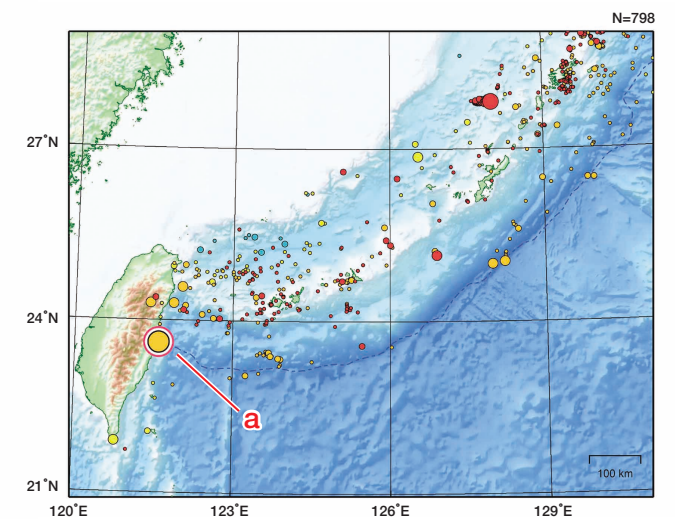
特に目立った活動はなかった。

5 九州地方



a) 10月30日に奄美大島北東沖でM6.8の地震(最大震度4)が発生した。

6 沖縄地方



a) 10月4日に台湾付近でM6.3の地震(国内:最大震度2)が発生した。

各地方別の地震活動図は気象庁・文部科学省提出資料を基に作成。また各地方の図に記載されたNは図中の地震の総数を表す。
注: この図の詳細は地震調査研究推進本部ホームページの毎月の地震活動に関する評価に掲載。地形データは日本海洋データセンターのJ-EGG500、米国地質調査所のGTOPO30、及び米国国立地球物理データセンターのETOPO2v2を使用。

深さによる震源のマーク	Mによるマークの大きさ
● 30km未満	○ M7.0以上
● 30km以上 80km未満	○ M6.0から6.9まで
● 80km以上 150km未満	○ M5.0から5.9まで
● 150km以上 300km未満	○ M4.0から4.9まで
● 300km以上 700km未満	○ M3.0から3.9まで
	○ M3.0未満とMが決まらなかった地震

各図の縮尺は異なる。そのため、凡例のMによるマークの大きさは目安で、図中のMのマークの大きさと同じではない。



point

琵琶湖西岸断層帯北部

今後30年以内に地震が発生する可能性： **高いグループ**

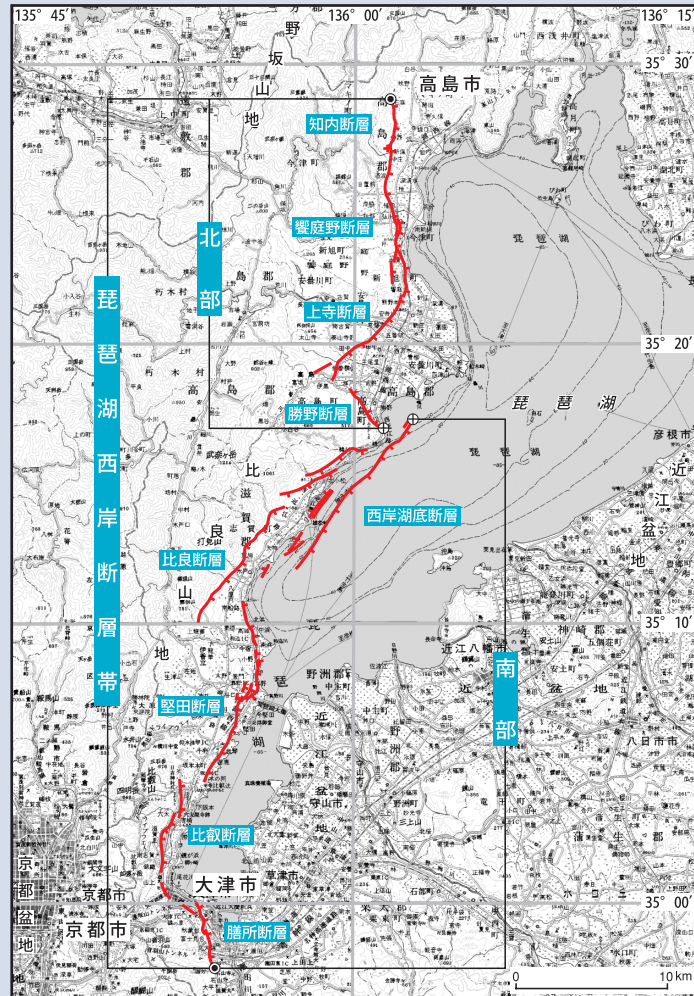


図 琵琶湖西岸断層帯の位置図
 ●は断層帯の北端と南端
 ⊕は北部の南端と南部の北端
 (基図は国土地理院発行数値地図 200000「岐阜」「名古屋」「宮津」「京都及大阪」を使用)

地震調査研究推進本部地震調査委員会は、「琵琶湖西岸断層帯の長期評価(一部改訂)」をとりまとめ、平成21年8月27日に公表しました。ここではその概要を紹介します。

なお、琵琶湖西岸断層帯の評価は平成15年6月11日に公表していますが、その後の調査結果により新たな知見が得られたことから、これらを基に評価の見直しを行い、一部改訂版としてとりまとめました。

位置及び形態

琵琶湖西岸断層帯は、滋賀県高島市(旧マキノ町)から大津市国分付近に至る断層帯で、概ね南北方向に伸びます。本断層帯は過去の活動時期の違いから、断層帯北部と断層帯南部に区分されます。

断層帯北部は、高島市に分布する断層帯であり、長さは約23kmで、ほぼ南北方向に伸びます。断層帯南部は、高島市南方(旧高島町付近)の琵琶湖西岸付近から大津市国分付近に至る断層帯であり、長さは約38kmで、北北東-南南西方向に伸びます。断層帯全体としての長さは約59kmであり、断層の西側が東側に対して相対的に隆起する逆断層です。

過去の活動

琵琶湖西岸断層帯の過去の活動は次のようであった可能性があります。

(1) 断層帯北部

- 最新の活動
約2千8百年前後、約2千4百年前以前
- 平均活動間隔
約1千-2千8百年
- 1回のずれの量
2-5m程度(上下成分)

(2) 断層帯南部

- 最新の活動
1185年(元暦2年)の地震(地形地質調査では11世紀以後、12世紀以前)

●平均活動間隔

約4千5百-6千年

●1回のずれの量

6-8m程度(上下成分)

断層帯の将来の活動

琵琶湖西岸断層帯は、過去の活動と同様に北部と南部の2つの区間に分かれて活動すると推定されますが、断層帯全体が1つの区間として同時に活動する可能性もあります。

琵琶湖西岸断層帯北部では、全体が1つの区間として活動する場合、マグニチュード(M)7.1程度の地震が発生すると推定され、その際に断層近傍の地表面では、断層の西側が東側に対して相対的に2-5m程度高まる段差や撓みが生じる可能性があります。断層帯北部では、活動間隔の長さと比較して最新活動時期からの経過時間が非常に長いこと、通常の活断層評価とは異なる手法により地震発生長期確率を

表 将来の地震発生確率

(評価時点は2009年1月1日)

項目	琵琶湖西岸断層帯北部	琵琶湖西岸断層帯南部
地震後経過率	—	0.1-0.2
今後30年以内の発生確率	1%-3%	ほぼ0%
今後50年以内の発生確率	2%-5%	ほぼ0%
今後100年以内の発生確率	4%-10%	ほぼ0%
今後300年以内の発生確率	10%-30%	ほぼ0%
集積確率	—	ほぼ0%

求めています。そのため、信頼度は低いですが、将来このような地震が発生する長期確率は表の示すとおりとなります。本評価で得られた地震発生確率には幅がありますが、その最大値をとると、断層帯北部は、今後30年の間に地震が発生する可能性が、我が国の主な活断層の中では高いグループに属することになります。

琵琶湖西岸断層帯南部では、全体が1つの区間として活動する場合、M7.5程度の地震が発生すると推定され、その際に断層の近傍の地表面では、断層

の西側が東側に対して相対的に6-8m程度高まる段差や撓みが生じる可能性があります。断層帯南部の最新活動後の経過率及び将来このような地震が発生する長期確率は、表に示すとおりです。

琵琶湖西岸断層帯全体が同時に1つの区間として活動する場合には、M7.8程度の地震が発生すると推定されます。断層帯全体が同時に活動する場合の確率は、断層帯南部が単独で活動する場合の確率を超えないものと考えられます。

参考 琵琶湖西岸断層帯北部の地震による予測震度分布 地震調査研究推進本部 事務局

この度公表した本断層帯の長期評価は、将来発生する地震の規模や可能性について述べています。この評価への理解を深めると共に、地震に対するイメージを持って頂くことを目的に、想定されている地震が発生した場合、どの程度の揺れに見舞われる可能性があるのかについて、計算を行いました。長期評価結果と併せて、防災対策の一助として頂ければ幸いです。

なお、個別地域の被害想定や防災対策の検討を行う場合は、より詳細な地震動評価を別途行う必要があります。

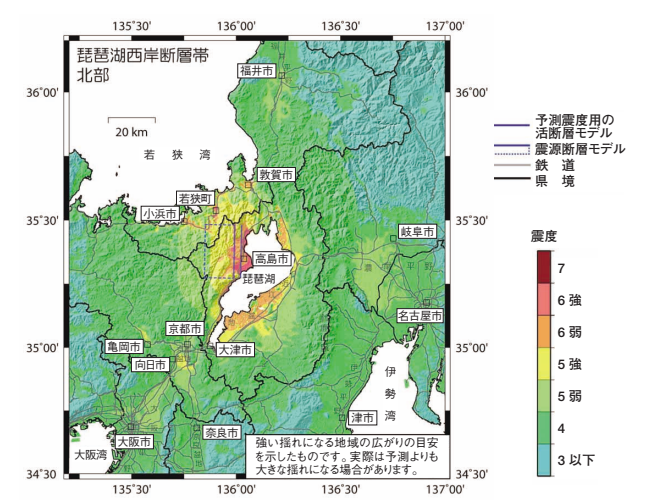
【解説】

図は長期評価結果のような地震が発生した場合に予測される震度分布を示しています。(琵琶湖西岸断層帯南部は長さ約38kmの西傾斜の逆断層ですが、今後30年以内の地震の発生確率はほぼ0%となります。)

琵琶湖西岸断層帯北部が活動した場合は、滋賀県高島市東部や大津市北部・福井県三方上中郡若狭町の一部に震度6強(薄赤色)の大変強い揺れが予測されています。近江盆地などの琵琶湖沿岸部の一部や、福井県敦賀市から小浜市にかけての河川沿いが震度6弱(橙色)の強い揺れになるほか、琵琶湖沿岸部から福井県南部にかけての広い範囲や京都府京都市・向日市・亀岡市の一部で、震度5強(黄色)の揺れに見舞われます。さらに、平野や盆地は揺れやすいため、震度5弱(黄緑色)の揺

れが、遠く大阪平野北部・福井平野・奈良盆地北部・濃尾平野西部の一部に及んでいます。

なお、実際の揺れは、予測されたものよりも1-2ランク程度大きくなる場合があります。特に活断層の近傍などの震度6弱の場所においても、震度6強以上の揺れになることがあります。



東南海・南海地震震源域の構造イメージングで見えてきた境界域の構造特性

南海トラフ海溝型巨大地震の発生システムの理解に大きな貢献

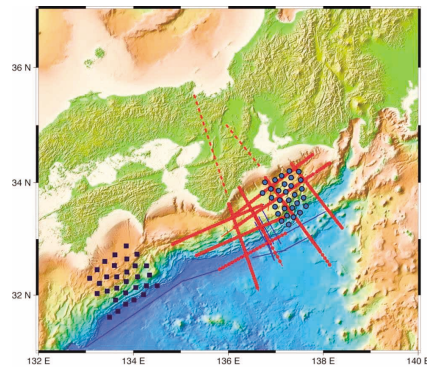


図1 南海トラフの地殻構造探査測線

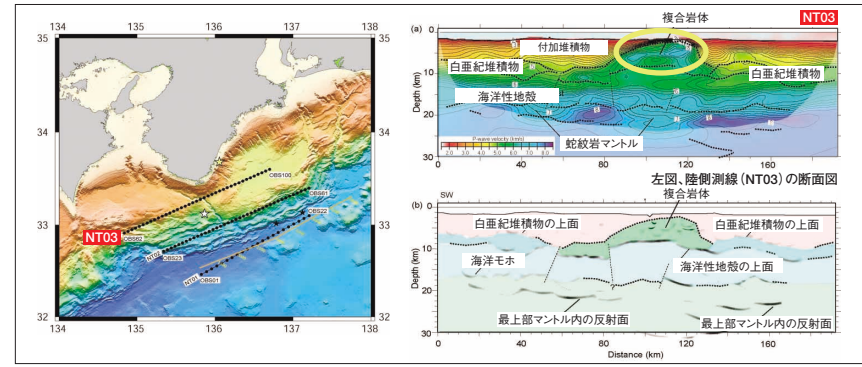


図2 地殻構造探査結果
東南海、南海地震震源域における不整形構造イメージング 陸側構造

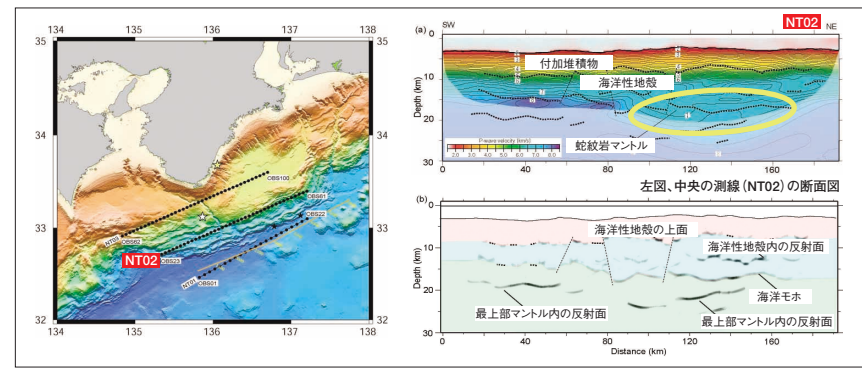


図3 地殻構造探査結果
東南海、南海地震震源域における不整形構造イメージング 沖合い構造

東南海、南海地震震源域で得られた構造要因

図1に本研究で実施した地殻構造調査測線図を示します。特に昭和東南海地震および南海地震震源域の境界域ならびに東南海地震震源域を中心とした地殻構造調査を実施しました。地殻構造調査に関しては海底地震計・制御震源（エアガン）を用いた広角反射・屈折法調査、ならびに約6 km長のストリーマーカーケーブル・制御震源（エアガン）による反射法調査*2を実施しました。地殻構造調査結果を図2、図3に示します。

紀伊半島潮岬沖でイメージングされた不整形構造（図2）は、東南海地震震源域と南海地震震源域の境界域に存在する巨大岩体（潮岬複合岩体、通称：石臼構造）で、局所的に強い固着域（図

2の黄色丸箇所）を形成しているため、東南海地震と南海地震の連動に関わる重要な構造要因と考えられます。

さらに、図3は図2の測線より沖合側で実施された地殻構造調査結果です。ここでは、最上部マントル部分に明瞭な低速度層（図3の黄色丸箇所）が存在することが示されました。つまりこの結果は、東南海地震および南海地震震源域の境界域におけるフィリピン海プレートの断裂帯構造の存在を示唆しており、二つの巨大地震震源域の境界の形成に関係する構造であると考えられます。

また、図4には熊野灘域から東海沖における深部構造のイメージングを示します。この結果は、東海沖側のプレート境界が熊野灘沖のプレート境界に比較して不整形度（構造状の凹凸度）が大きいことが示されています。

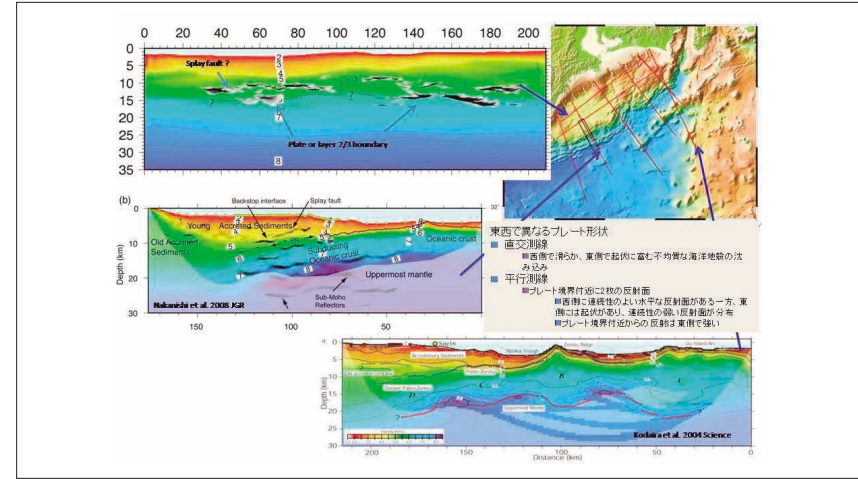


図4 東南海地震、想定東海地震震源域の地殻構造特性

微小地震活動

本研究で実施された微小地震観測では、東南海地震、東海地震のセグメント境界である志摩半島沖では、2004年9月に発生した紀伊半島南東沖の地震の余震活動に加え、プレート境界もしくはそれより上部の付加体内でのクラスター状の地震活動が確認されました（図5）。

クラスター状の地震活動は、過去の構造調査研究から沈み込む海山状の構造の西縁で発生しており、沈み込む海山状の構造によって生じたプレート間固着度の空間的不均質を反映していると考えられます。東南海地震・東海地震震源域のセグメント境界より東方では、海山や海嶺の沈み込みに伴う付加体の変形が顕著であるのに対し、西側ではそのようなものは見られません（図4）。東南海地震・東海地震セグメント境界の東西では、沈み込むプレートの形状の違いにより、プレート間固着

の空間的不均質が生じていると考えられます。四国沖微小地震観測では、紀伊半島沖と同様に、トラフ軸付近で海洋地殻内の地震が数多く観測されました（図5、図6）。また、足摺岬沖のトラフ陸側斜面では、付加体内部に顕著なクラスター状の活動が見られ、このクラスターの周辺では、DSR（Deep Strong Reflector）と呼ばれる強振幅の反射面や、沈み込む海洋性地殻の地形的高まりの存在が指摘されています。DSRでは、巨大地震と巨大地震の間の期間（地震間）にプレートの沈み込みに伴う剪断応力が解消されている可能性が指摘されています。一方で、海洋性地殻の地形的高まりでは1946年の際に滑りが発生したと考えられています。

このことは、DSRと地形的高まりの境界で、プレート間固着の空間的不均質が生じ、その結果、境界部で応力集中により地震活動が活発化していることを示唆していると考えられます。北

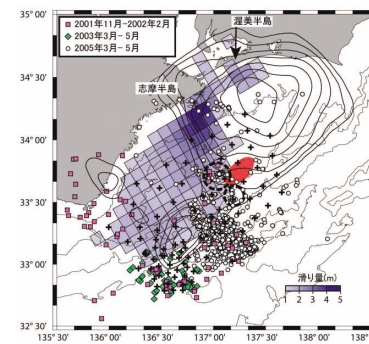


図5 紀伊半島沖の微小地震活動

OBS観測 [Obana et al., 2003, 2005, 2009] による紀伊半島沖の震央分布。+：OBS設置位置。津波から推定された滑り量分布 [Baba and Cummins, 2005] を青く塗られた四角で、地震波から推定された滑り量分布 [Yamanaka, 2006] をコンターで示す。コンター間隔は0.3mで、滑り量1.2m以上の範囲を示す。赤い楕円は沈み込む海山 [Nakanishi et al., 2002]。点線で囲まれた地震のクラスターは、沈み込む海山の近傍の付加体内部で発生していると考えられる [Obana et al., 2009]。

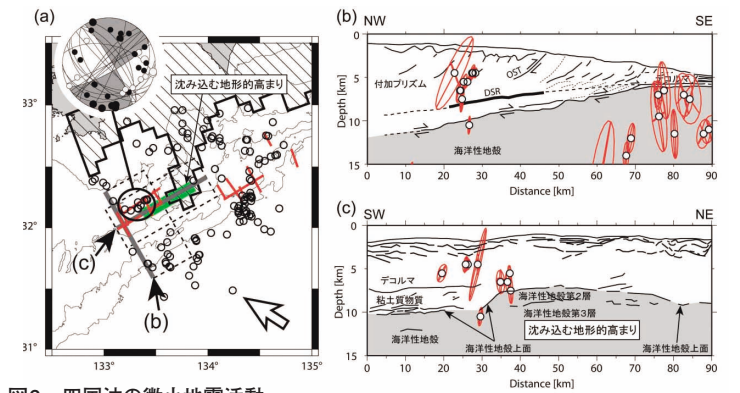


図6 四国沖の微小地震活動

(a) OBSで観測された四国沖の震央分布と足摺岬沖の付加体内部のクラスターの合成メカニズム。赤い線は深部強振幅反射面 (DSR) の分布 [Park et al., 2002] を示す。緑の太線は、Takahashi et al. [2003] によって示された沈み込む地形的高まりの位置を示す。網掛けした領域は、Baba and Cummins [2005] による津波解析から1946年南海地震の際に1m以上の滑りが生じたと考えられる範囲。(b, c) 震源と誤差楕円をPark et al. [2002] (b) とTakahashi et al. [2003] (c) の解釈図に投影したもの。

東—南西方向の圧縮軸を伴う横ずれ成分を示すメカニズムからも、この解釈が支持されます。

まとめ

本研究で実施した地殻構造探査ならびに微小地震観測では、南海トラフ巨大地震のメカニズム解明研究に重要な情報を得ることができました。特に東南海地震、南海地震震源域である潮岬沖でイメージングされた不整形構造は東南海、南海地震の連動発生においても重要な構造要因と考えられ、南海トラフ巨大地震の発生シミュレーションなどの重要な基礎データとして活用されています。今後も広域・詳細な地殻構造研究を推進し再来が危惧される南海トラフ巨大地震研究の解明を目指します。

*1 「屈折法」

地震探査の一種で、地層境界で屈折して伝播する弾性波を用いて地下を調べる方法です。海洋研究開発機構では主にOBS（海底地震計）を用いた地震波構造探査を行います。OBSを数km～数10kmの間隔で設置し、エアガンによって音波（地震波）を発振させ、海底下の地層境界面で反射および屈折して海底に戻ってきた波をOBSで受振します。その記録を解析することによって、海底下深部構造を波の伝わる速度の違いとして捉えることができます。一般に、速度が遅いものは柔らかく、速度が速いものは硬いという傾向があります。

*2 「反射法」

反射法地震探査とは、人工震源を用いる地震波構造探査の一つで、地下の様々な構造から反射してきた地震波を用いて、地下構造を断面図で捉える調査です。海洋研究開発機構が主に実施している、マルチチャンネル反射法地震探査 (MCS: Multi-Channel Seismic survey) では、人工震源にエアガンを用います。エアガンによって音波（地震波）が発振され、海底やその下の地層境界面で反射して戻ってきた波を、観測船から曳航しているストリーマーカーケーブルに入った多数の受振器（ハイドロフォン）で受振します。その記録を解析することによって、海底下の構造を断面図としてイメージングすることができます。

航空機を利用して空中から地下構造探査を行うことにより、地表から立ち入ることができない地域でもデータを取得することが可能になり、また、短時間に広い範囲のデータを取得できるので、繰り返し観測による面的な地下の状態変化のモニターもできます。特に、電磁気的手法は空中からの計測が比較的容易であり、空間も伝播する電磁波の特徴を生かした手法です。

電磁気学的手法による地下構造探査 空中から深度1000mの 地下構造を探る

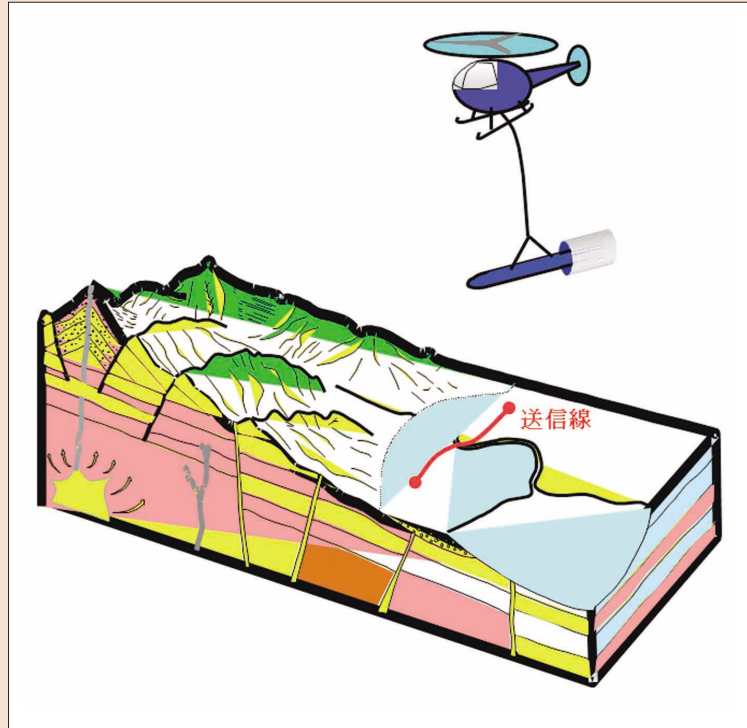


図1 探査の概念図
送信線により流す電流を切断したときに、地下で発生する渦電流による誘導磁場を空中で測定する。

より深く、より高精度 を目指した技術開発

空中電磁探査は、航空機の発達した1950年頃よりいろいろな探査機が開発されてきました。初期の頃の目的は、広い地域での資源探査でしたが、近年、地滑り地域等の危険地域の調査など防災・環境調査に使われるようになってきました。しかし、従来の方法は航空機に送信機と受信機とを搭載するために、使われる周波数が高周波に限られることや送受信機間距離の制約により、可探深度は100m程度と限られたものでした。そこで、空中電磁法の可探深度をもっと深くすることを目標に、地表に電流送信装置を設置し、それにより発生する大地の誘導磁場を空中で測定する探査法を開発してきました。この方法は、従来から行われている比較的深部の構造を地表で探査する時間領域電磁探査法と同じ原理を用いています。送信方法は同じですから、地表と空中での計測とを同時に行うことも可能ですし、協調した探査もできます。現状では深度1000m位までの探査が可能ですので、活断層の活動評価や火山体内部の探査に応用できるでしょう。図1は、ヘリコプターからセンサー（バードという）を吊るして探査している様子を描いた図です。

空中で磁場計測する場合、磁力計を空中にぶら下げるため、それが地球磁場の中で揺れることにより大きなノイズが発生します。このようなノイズが本当に除去できるかが大きな問題ですが、センサーの揺れをモニターし、さらに磁場の変動波形を完全に取得することにより、このノイズの大部分は補正できるようになってきました。このようなセンサーの揺れを高速で精度よく計測できるようになったのは、近年のジャイロ技術や加速度センサーの発達によって実現されたものであり、また、揺れによる大きな磁場変動の波形を完全に取得できる大きなダイナミックレンジを持ち、且つ高速サンプリングができるA/Dコンバータ*1等の電子機器の発達により可能となりました。今後、このような電子機器がさらに高性能化すれば、この探査の精度も向上するし、可探深度もさらに深くできるでしょう。図2にヘリコプターから吊り下げるバードの内部を示します。

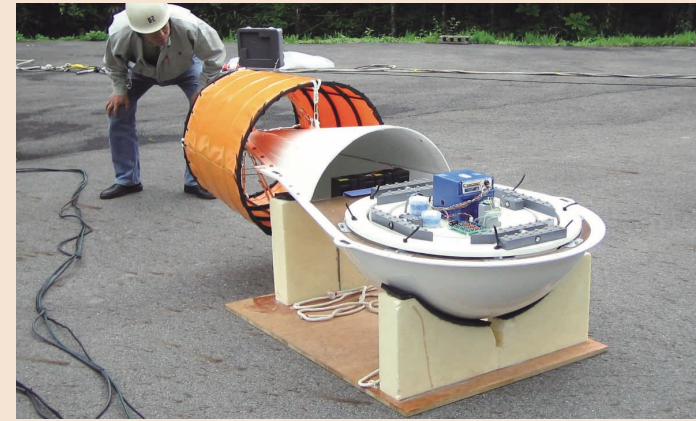


図2 バードの内部

写真で見える表側には、光ファイバージャイロや方向をモニターするための磁気インピーダンス(MI)センサー*2が装着されています。このジンバル台*3の裏側には3方向を向いた誘導コイルが装着されており、それにより3成分の磁場変動を計測します。空中で計測される磁場は、センサーの揺れにより大きく変動していますが、それを揺れと磁場変動との関係を用いて補正します。

磐梯山での実験例

図3に、この探査で得られたデータの例とそれを揺れ補正した例とを示します。この下図で見られる過渡現象曲線は、電流を切断したときに地下で発生する渦電流による誘導磁場の変化を表します。この過渡現象曲線を説明する地下の比抵抗構造を求めることになります。磐梯山でこのようにして推定した比抵抗構造の例を図4に示します。図の左側に送信源があり、それからほ

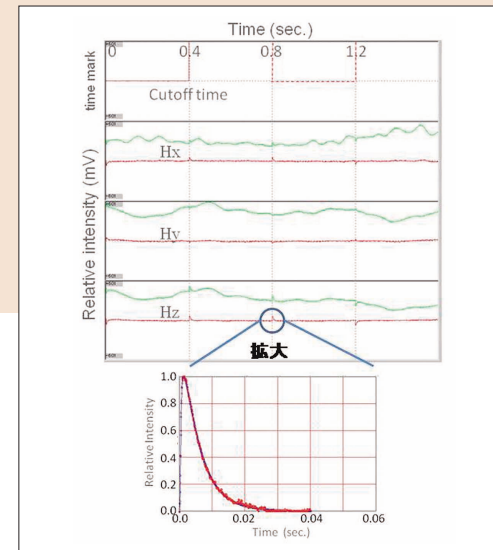


図3 探査で得られるデータ(緑線)と揺れ補正したデータ(赤線)。下図は、過渡現象曲線を拡大した図

ぼ東西方向に飛行した測線上の比抵抗構造です。条件の良いところでは深度1000m近くまでの構造が推定されています。

将来の展望

電磁気的手法による地下構造探査は、計測される比抵抗値により岩石の硬軟や水の存在が推定できますので、地震発生地域や火山地域の構造探査に使われてきました。可探深度が100m程度では表層しか探査できませんが、それが1000m以上になれば、基盤岩中の断層構造や火山体中の帯水層の分布などの探査に利用できるでしょう。また、これまでは地下構造を1次元(深度方向にのみ比抵抗が変化する)や2次元(走行方向には構造は一樣)と仮定することが普通でした。その理由として、3次元構造の数値モデリングが難しいことや、非常に多くの場所で測定する必要があり、測定に多大な時間を要することが問題でした。前者は数

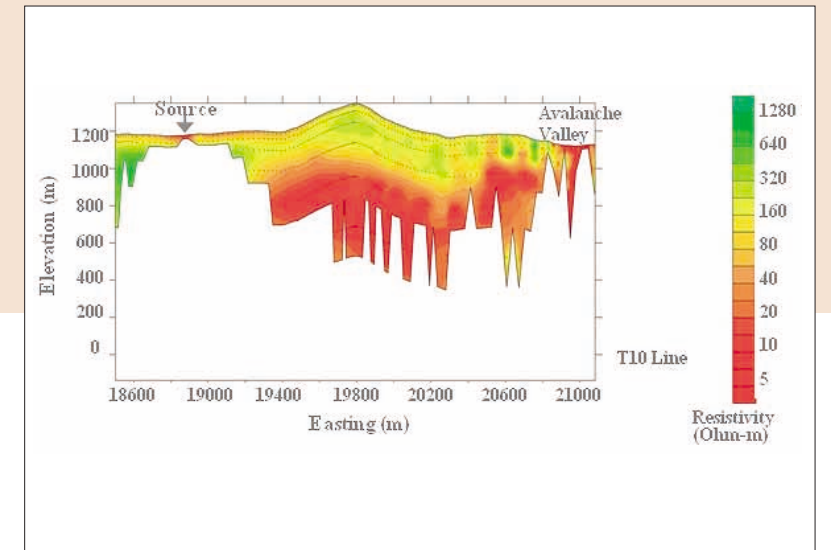


図4 飛行コース沿いの比抵抗構造 (Mogi et al. 2009)

値計算法の発展やコンピュータの計算速度向上により解決されつつあります。しかし、モデリング技術が向上してもそれに入力する十分なデータがなければ妥当な構造は得られません。空中探査は、ほぼ等間隔のデータを短い期間に大量に得ることが可能であり、今後、詳細な3次元構造モデルを作成するためには必須の探査法であるといえます。

地下の情報を正確に把握するためには、いろいろな地球物理的手法による探査データと合わせて総合的な情報を利用することが望まれます。航空機を利用し、電磁法だけでなく磁気、重力などのセンサーを同時に搭載すれば、一度の探査で複数の情報が得られるようになります。また、地表の温度分布が得られる熱赤外センサーや地表の変動を調べられる干渉SAR等の測定を同時にすれば、その熱源や変動を引き起こしている地下の原因を探ることも可能となるでしょう。このような他手法との協同探査は、航空機を効率よく用いることになり探査経費の点でも利点があり、空中総合地下探査法として将来の発展が期待されます。

- 参考文献：Mogi et al. 2009, Grounded electrical-source airborne transient electromagnetic (GREATEM) survey of Mount Bandai, north-eastern Japan, Exploration Geophysics, 2009, 40, 1-7.
*1：アナログ信号をデジタル信号に変換する回路
*2：透磁率の大きい合金に磁場をかけたとき、その抵抗率が変化する現象を利用して磁場の大きさを測るセンサー
*3：計測機器が常に一定方向に向くための台



茂木 透 (もぎ・とる) 氏

北海道大学大学院理学研究院付属地震火山研究観測センター教授。1980年京都大学大学院工学研究科博士後期課程単位修得退学、九州大学工学部助手、北海道大学大学院理学研究科助教授等を経て2005年から現職。主として、地震発生地域や火山地域の地下構造探査、探査手法や地下構造モデリング、地震に伴う電磁気現象に関する研究に従事。
WEBサイト：<http://nanako.sci.hokudai.ac.jp/>

平成22年度 地震調査研究関係予算概算要求

地震調査研究推進本部（地震本部）は、地震防災対策特別措置法に基づき、関係行政機関の地震調査研究予算等の事務の調整を行っています。

地震本部は、平成21年10月26日に「平成22年度地震調査研究関係予算概算要求等について」をとりまとめました。各省庁の施策と概算要求額は別表のとおりです。また、同時にとりまとめた、平成21年度地震調査研究関係補正予算額も別表に示します。

平成22年度地震調査研究関係予算概算要求額	政府全体 85億円(91億円) 対前年度比93% ※独立行政法人等への運営交付金は含まない ※()は平成21年度予算額
平成21年度地震調査研究関係補正予算額	政府全体 19億円

平成22年度地震調査研究関係政府予算概算要求(省庁別)

要旨右の()は平成21年度予算額 (単位:百万円)

担当機関	平成21年度 予算額	平成22年度 概算要求額	要 旨
総務省 消防庁消防大学校 消防研究センター	2	3	○対象石油コンビナート地域での強震観測 ・強震計設置点データ通信費 3 (2)
計	2	3	対前年度比125%
文部科学省 研究開発局	4,640	4,590	○地震調査研究推進本部の円滑な運営 490 (740) ○ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究 596 (596) ○東海・東南海・南海地震の運動性評価研究 501 (501) ○首都直下地震防災・減災特別プロジェクト 755 (809) ○地震・津波観測監視システム 1,510 (1,274) (南海地震の想定震源域に最先端のリアルタイム海底ネットワークシステムを整備) ○活断層調査の総合的推進 620 (660) ○地震調査研究の重点的推進 119 (62)
国立大学法人	運営費交付金の内数	運営費交付金の内数	○地震火山噴火予知計画研究事業 ・地震火山現象予測のための観測研究の推進 ・地震火山現象解明のための観測研究の推進 ・新たな観測技術の開発 ・計画推進のための体制の強化 ○地震・火山に関する国際的調査研究
独立行政法人 防災科学技術研究所	運営費交付金の内数	運営費交付金の内数	○地震観測データを利用した地殻活動の評価及び予測に関する研究 ○災害リスク情報プラットフォームの構築 (うち、地震ハザード評価に関するもの)
独立行政法人 海洋研究開発機構	運営費交付金の内数	運営費交付金の内数	○海底地震総合観測システムの運用 ○地球内部ダイナミクス研究 ○深海地球ドリリング計画推進
計	4,640	4,590	対前年度比99%
経済産業省 独立行政法人 産業技術総合研究所	運営費交付金の内数	運営費交付金の内数	○活断層評価の研究 ○海溝型地震評価の研究 ○地震災害予測の研究
計	—	—	対前年度比—%
国土地理院	2,035	1,590	○基本測地基準点測量経費 1,074 (1,510) ○地殻変動等調査経費 419 (424) ○防災地理調査経費 (全国活断層帯情報整備) 12 (13) (精密3D電子基盤情報整備) 35 (37) ○地理地殻活動の研究に必要な経費 50 (51)
国土気象庁	2,299	2,149	○地震観測網、地震津波監視システム等 1,710 (1,857) ○東海地域の監視システム等 194 (160) ○関係機関データの収集(一元化) 245 (282) ○地震に関する広報に関わる経費
海上保安庁	106	114	○地震発生に至る地殻活動解明のための観測等 2 (2) ○地殻活動の予測シミュレーションとモニタリングのための観測等 98 (92) ○海洋測地の推進 15 (12)
計	4,440	3,853	対前年度比87%
合計	9,082	8,446	対前年度比93%

また、上記の他、研究の成果が地震調査研究の推進に関連する施策として以下のものがある。

(単位:百万円)

担当機関	平成21年度 予算額	平成22年度 概算要求額	要 旨
総務省 独立行政法人 情報通信研究機構	運営費交付金の内数	運営費交付金の内数	○高性能航空機SAR技術
消防庁消防大学校 消防研究センター	55	56	○地震時石油タンク被害推定システムの開発 11 (7) ○地震時消防防災活動を支援するための総合システムの研究開発 46 (48)
研究開発局等	93	58	○防災教育支援推進プログラム 18 (41) ○放射線監視等交付金 40 (52)
文部科学省 独立行政法人 海洋研究開発機構	運営費交付金の内数	運営費交付金の内数	○地球シミュレータ計画推進 ○船舶等の運用
独立行政法人 防災科学技術研究所	運営費交付金の内数	運営費交付金の内数	○実大三次元震動破壊実験施設を利用した耐震実験研究
国土交通省 国土地理院	各事業の内数 89	各事業の内数 90	○強震計等 ○地理地殻活動の研究に必要な経費 90 (89)

注1) 四捨五入のため、各内数の合計は必ずしも一致しない。

注2) 独立行政法人等への運営費交付金に係る事項については、合計には加えていない。

地震調査研究推進本部調べ

平成21年度地震調査研究関係政府補正予算

(単位:百万円)

担当機関	平成21年度 補正予算額	要 旨
文部科学省 独立行政法人 防災科学技術研究所	40	○地震観測施設整備(強震観測施設の更新) 40
計	40	
国土地理院	1,284	○電子基準点の強化 1,284
国土気象庁	545	○緊急地震速報基盤観測施設の強化 545
計	1,829	
合計	1,869	

注) 四捨五入のため、各内数の合計は必ずしも一致しない。

地震調査研究推進本部調べ