

2006年1月に打ち上げられた衛星「だいち」は、現在も地球の周りを周回しながら貴重なデータを地上に送っています。この衛星は、電波を利用するレーダーと可視光の撮像装置を搭載しており、同じ軌道を周回しながら地上の様子を常時監視しています。地震や火山活動など何らかの原因で地表が大きく変化した場合には、変動の広範囲な空間的分布が一度に計測できます。計測データを詳細に解析すれば、地下の断層やマグマの振る舞いの理解が可能となります。地上に設置する特別な観測装置は、何も必要ありませんから、陸上であれば地震や火山噴火が世界のどの場所で発生しても、宇宙からの観測は、地震や火山活動の理解に大きな力を発揮します。

2006年に「だいち」が打ち上げられてから、平成19年（2007

年）の能登半島地震や新潟県中越沖地震、また平成20年（2008年）の岩手・宮城内陸地震や中国の四川地震など、注目すべき地震が相次いで発生しました。「だいち」のデータを他の地上観測と統合した詳細な解析結果が地震調査委員会に報告され、それぞれの地震像の解明に大きく貢献しています。

このように大活躍の「だいち」ですが、一般に人工衛星の寿命は5年程度で、残念ながら、あと数年で機能を停止してしまいます。多目的の陸域観測技術衛星として開発された「だいち」の後継として、地震・火山噴火や風水害などの災害監視に焦点を絞った衛星打ち上げの構想が進んでいます。衛星からの地球監視データは、日本だけでなく、同様の災害の危険に直面しているアジア諸国など、諸外国にとっても貴重なデータになること

は間違いありません。

災害監視は、日本の世界への貢献に最も適した分野と考えられます。自国の安全安心の実現だけでなく、国際貢献の観点からも、「だいち」後も、衛星を利用した地球観測が継続的になされるのが強く望まれます。



村上 亮（むらかみ・まこと）氏
衛星データ解析検討小委員会主査。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長・教授。国土交通省国土地理院勤務を経て、平成20年4月1日から現職。専門は、地殻変動解析による地震・火山噴火メカニズムの解明・予知。

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
2008

地震調査委員会 [第190回] 2

定例会（平成20年11月10日）

2008年10月の地震活動の評価

TOPICS 4

緊急地震速報の運用から1年を迎えて [その2]

緊急地震速報の開発と将来展望

独立行政法人 防災科学技術研究所 堀内 茂木

地震調査研究の最前線 <第6回> 6

地震・津波観測監視システム (DONET) — その1

紀伊半島沖海底ネットワークの構築

独立行政法人 海洋研究開発機構 金田 義行

防災対策の戦略 <第5回> 8

海上保安庁の自然災害対策

災害に備える — 迅速かつ的確な応急対策実施のために

海上保安庁総務部政務課

地震・古今東西 <第5回> 10

新潟県中越沖地震から1年 その3 (最終回)

新潟県中越沖地震の余震分布と震源断層

国立大学法人 東京大学地震研究所 岩崎 貴哉

座長リレー 第8回 宇宙からの地震・火山観測は日本の役割 12

衛星データ解析検討小委員会主査 村上 亮

会議レポート 第12回新しい総合的かつ基本的な施策に関する専門委員会を開催 — 「中間報告」への意見募集の結果を受け審議 —

会議レポート 第12回新しい総合的かつ基本的な施策に関する専門委員会を開催 — 「中間報告」への意見募集の結果を受け審議 —

地震調査研究推進本部では、「地震調査研究の推進について—地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策—」（平成11年4月23日）が間もなく10年をむかえることから、来年度から10年間の地震調査研究の基本方針となる新総合基本施策について審議を行ってまいりました。



第12回委員会の様子

8月末には、本部会議において中間報告を決定し、9月3日から10月2日までの期間に意見公募を行い、その結果、47名からのべ118件の意見が寄せられました。

第12回委員会では、寄せられた意見に対する本委員会の考え方や中間報告をどのように修正していくのかについて議論を行いました。

今後は、次回の第13回委員会において、本委員会としての新総合基本施策(案)の取りまとめを行い、その後、政策委員会、本部会議に諮る予定としています。

<地震調査研究推進本部ホームページ> 地震調査 検索

これまでの審議の経緯を見ることが出来ます。

- 会議資料
http://www.jishin.go.jp/main/p_hokokukaigi02.htm
第12回新しい総合的かつ基本的な施策に関する専門委員会
- 新総合基本施策の策定に向けた取り組み
http://www.jishin.go.jp/main/p_sesaku.htm

地震本部ニュース 平成20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)
電子メール news@jishin.go.jp

本誌は資源保護のため再生紙を使用しています。
*本誌についてのご意見、ご要望、質問などありましたら、電子メールで文部科学省研究開発局地震・防災研究課までお寄せ下さい。
*本誌を無断で転載することを禁じます。
*本誌で掲載した論文等で、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。



2008年
10月の地震活動の評価

1 主な地震活動

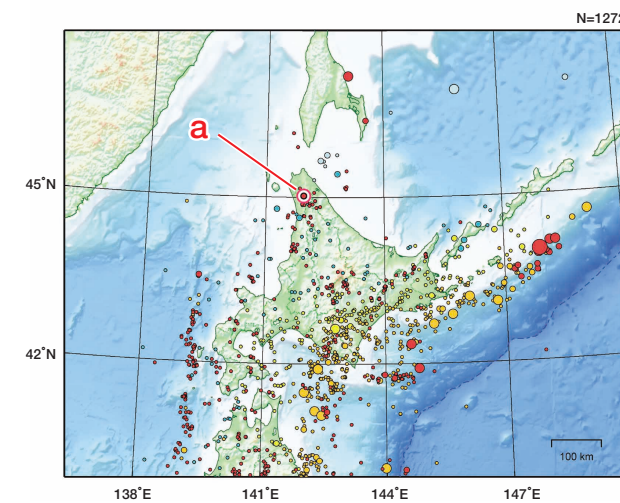
目立った活動はなかった。

2 各地方別の地震活動

北海道地方

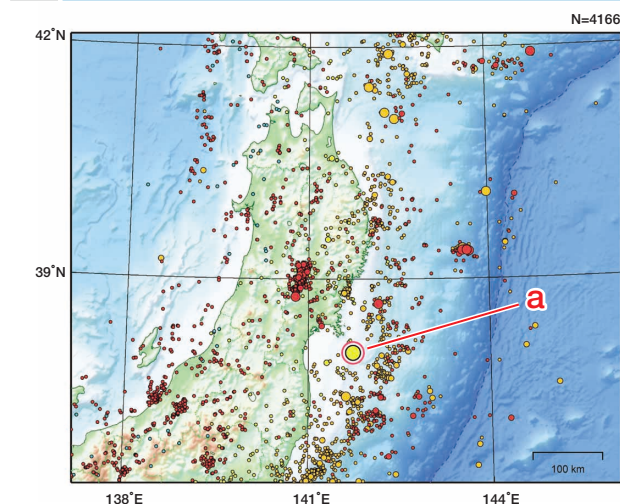
- 10月4日に留萌支庁中北部の深さ約10kmでマグニチュード(M)3.5の地震が発生した。

1 北海道地方



a) 10月4日に留萌支庁中北部でM3.5 (最大震度4) の地震があった。

2 東北地方



a) 10月30日に宮城県沖でM5.1 (最大震度4) の地震があった。

東北地方

- 10月30日に宮城県沖の深さ約85kmでM5.1の地震が発生した。この地震の発震機構は太平洋プレートの沈み込む方向に張力軸を持つ型で、沈み込む太平洋プレート内部で発生した地震である。

関東・中部地方

- 10月8日に千葉県北西部の深さ約65kmでM4.7の地震が発生した。この地震は沈み込む太平洋プレートとフィリピン海プレートの境界付近で発生した地震で、発震機構は北西-南東方向に張力軸を持つ型であった。
- 10月14日に千葉県北東部〔千葉県東方沖〕の深さ約25kmでM4.3の地震が発生した。この地震の発震機構は南北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。

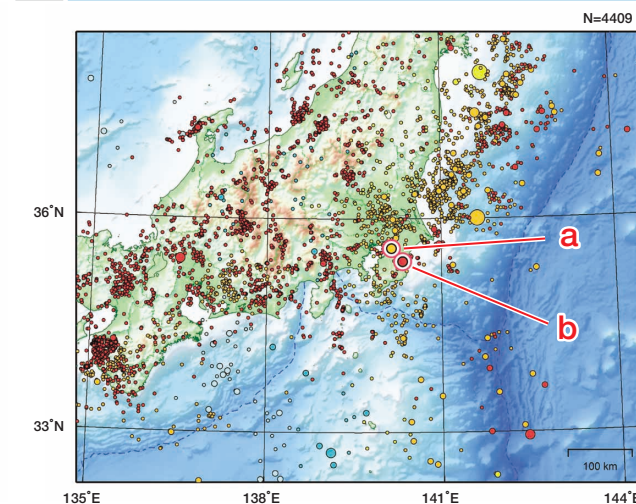
近畿・中国・四国地方

目立った活動はなかった。

九州・沖縄地方

目立った活動はなかった。

3 関東・中部地方



a) 10月8日に千葉県北西部でM4.7 (最大震度3) の地震があった。
b) 10月14日に千葉県北東部〔千葉県東方沖〕でM4.3 (最大震度4) の地震があった。

「2008年7月24日
岩手県中部の地震の評価」について

2008年7月24日に発生した岩手県中部〔岩手県沿岸北部〕の地震(M6.8)につきましては、発生当日の臨時会及び翌月の定例会における地震活動の評価の中で、気象庁の震度情報に基づき最大震度6強を観測したと記載しました。

しかし、気象庁は、この地震で観測された震度について精査した結果、震度6強を観測した観測点(岩手県洋野町大野)の震度の品質が適切でないと判断しました。そのため、当該観測点の震度を不明として取り扱うこととして、この地震の最大震度を6強から6弱に修正しました。

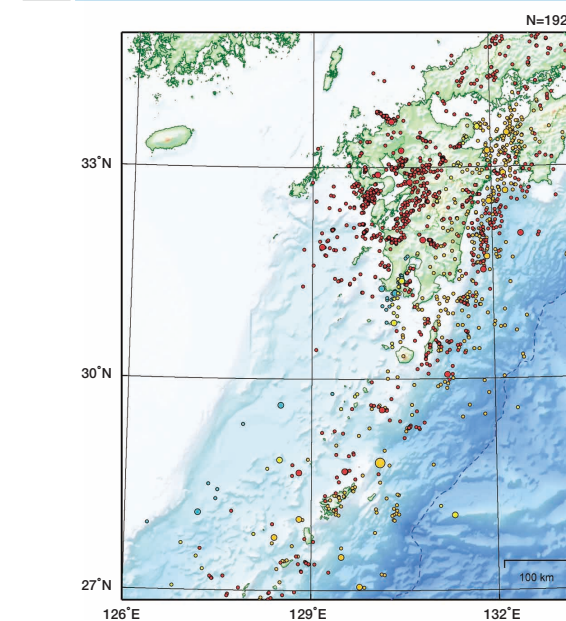
つきましては、地震調査委員会の評価においても、上記の修正を受けて最大震度を6強から6弱に修正します。

修正後の評価内容につきましては、地震調査研究推進本部HPの「2008年の主な地震活動の評価」ページをご覧ください。

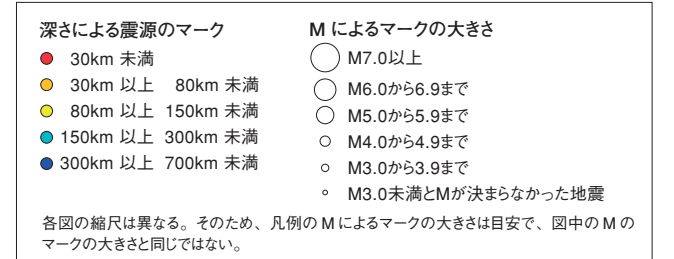
「2008年の主な地震活動の評価」
(http://www.jishin.go.jp/main/chousa/major_act/)

注:〔〕内は気象庁が情報発表に用いた震央地域名である。

5 九州地方

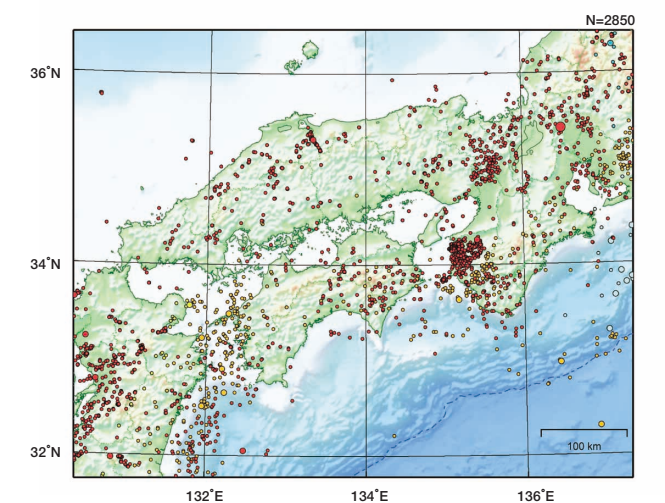


特に目立った活動はなかった。



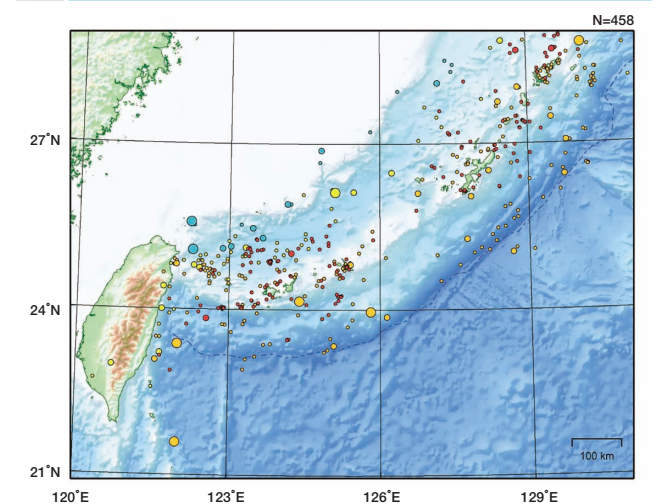
注:この図の詳細は地震調査研究推進本部ホームページの毎月の地震活動に関する評価に掲載。地形データは日本海洋データセンターのJ-EGG500、米国地質調査所のGTOPO30、及び米国国立地球物理データセンターのETOPO2V2を使用。

4 近畿・中国・四国地方



特に目立った活動はなかった。

6 沖縄地方



特に目立った活動はなかった。

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。

緊急地震速報の開発と将来展望

独立行政法人 防災科学技術研究所 堀内 茂木

日本は世界に先駆け、信頼性の高い緊急地震速報システムを開発し、その運用を開始しました。東海、東南海、南海地震等の巨大地震は、将来必ず発生し、国家予算規模の甚大な被害をもたらすと考えられています。数値シミュレーションの結果は、緊急地震速報を普及させ、活用することにより、被害を大幅に軽減できることを示しています。しかし、現在開発されているシステムには、1) 受信装置が高価で、普及が進んでいない、2) 直下型地震に対応できない、3) 精度の高度化、等の課題や技術的限界があります。本稿では、緊急地震速報システムの開発状況、課題、広く普及させるための展望について述べます。

I 緊急地震速報システムの開発

防災科学技術研究所は、文部科学省「高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクト」等により、気象庁と共同で、緊急地震速報を実用化するための研究開発を行ってきました（詳細は、防災科研ニュース、2007年秋号、No. 161、特集「緊急地震速報を支える防災科研の技術」(http://www.bosai.go.jp/library/k_news_img/k_news161.pdf) をご覧ください)。緊急地震速報を早く配信するには、多くの観測点にデータが集まるのを待つ解析を行うことはできません。我々は、着未着法といって、地震検出後2～3秒間で震源位置を推定する手法を開発しました。この手法は、地震を検出していないという情報を不等式で表し、数値的に解く方法です。この方法は、ノイズが混入した場合や、2個の地震が同時に発生した場合の対策にも応用で



堀内 茂木 (ほりうち・しげき) 氏

独立行政法人防災科学技術研究所研究参事。昭和46年東北大学大学院修士課程修了。理学博士。平成元年東北大学助教授。平成8年防災科学技術研究所研究部長、平成19年から現職、同年、(株)ホームサイスマメータ設立。緊急地震速報システムの開発で、平成18年、気象庁長官賞、つくば奨励賞、平成19年日経BP技術賞、ナイスステップな研究者2007、受賞。

き、この結果、99%の震源位置がほぼ正確に決定できるようになりました(図1)。また、震度をより正確に推定するための新しいパラメータ(震度マグニチュード)の開発にも成功しましたが、これは緊急地震速報には未だ導入されていません。

緊急地震速報の一般運用では、震度5弱以上の揺れが予測される場合、テレビやラジオで警報が放送されることになっています。しかし、これまで5弱以上の地震でも、予測精度の関係から緊急地震速報の警報が発表されない場合がありました(このような場合でも緊急地震速報の予報は発表されてい

ます)。地震の揺れの強さは、地盤により大きく変わり、100m程度の違いで、揺れが数倍変わる場合があります。また、断層の向きや、断層運動の伝播方向等により、揺れの分布が変わります。これらの影響で、震度の推定には誤差が生じます。この誤差のため、震度5弱前後の地震の警報が発表されないことがあるのです。しかし、約10年間分の過去のデータを使った私の見積もりでは、大きな被害をもたらす震度6以上の地震の場合に限れば、90%程度の確率で、マグニチュード8の地震の場合には、ほぼ100%の確率で警報配信が行われます。

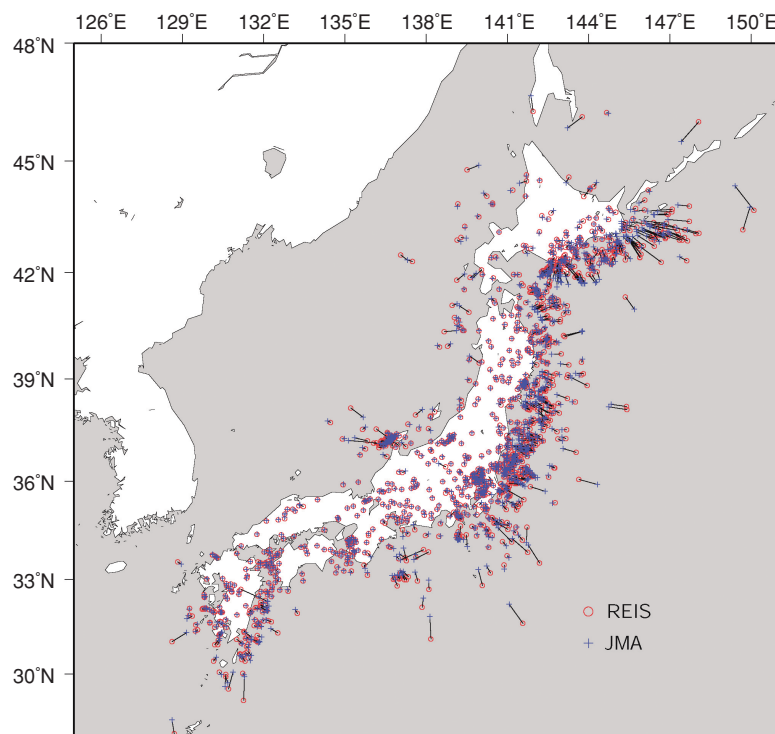


図1 着未着法による震央(○)と、気象庁による全観測データを用いた計算で得られた最終結果(+)との比較。期間:2005.1~2008.5、M>3.0、地震数4,050個。

II リアルタイム観測点情報公開の重要性

現在の緊急地震速報には、震源までの距離が30km以内の直下型地震の場合、情報が間に合わないという技術的限界があります。間に合わない範囲を10km程度以下にするには、現在の10倍以上の観測点が必要です。防災科学技術研究所は、民間企業と共同で、緊急地震速報の受信装置に、安価な民生用の地震計を組み込んだ受信装置を開発しました。内蔵の地震計を用いたいわゆるオンサイトのウォーニング機能も含まれています。安価な地震計でも、震度をほぼ正確に測定できます(図2)。このような装置が普及すると、伝達が間に合わない範囲を狭め、地震への対応がさらに進むことが期待されます。

現在の緊急地震速報は、点震源モデルで震度を計算しています。このため、断層が100kmを超える巨大地震の正確な揺れの予測は困難です。この課題は、震源とマグニチュードのみを配信する現方式では決して解決できません。しかし、各観測点の揺れの情報をリアルタイムで流通させる仕組みができれば、解決は意外に容易です。なぜなら、ユーザーが位置する地点での揺れは、その近傍や周辺に位置する観測点の揺れから、容易に予測できるからです。長周期地震動が自分の近くの観測点で大きければ、エレベータを止めればよいのです。インターネットが高速化されているので、観測点情報の流通が可能となれば、防災上有益な活用が促進されると思われます。

データ流通の重要な効果は、多くの国や民間の研究者が研究に参画できる点です。震源とマグニチュードだけを配信する現方式では、参画する余地がありません。しかし、観測点情報を利用できれば、例えば、ある特定の高層ビル用に、長周期地震動等の最適予測システムや制御システム、被害軽減システム等を構築できます。観測データの中には、雷や、工事による各種ノイズも含まれていますが、今後、ノイズの除去が、信頼性の高い観測点情報の流通では大変重要です。

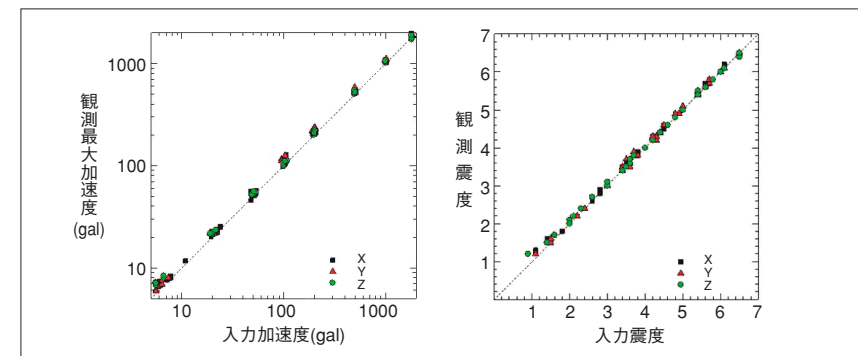


図2 安価な民生用地震計の測定精度。最大加速度の測定誤差は8%、震度は0.04。

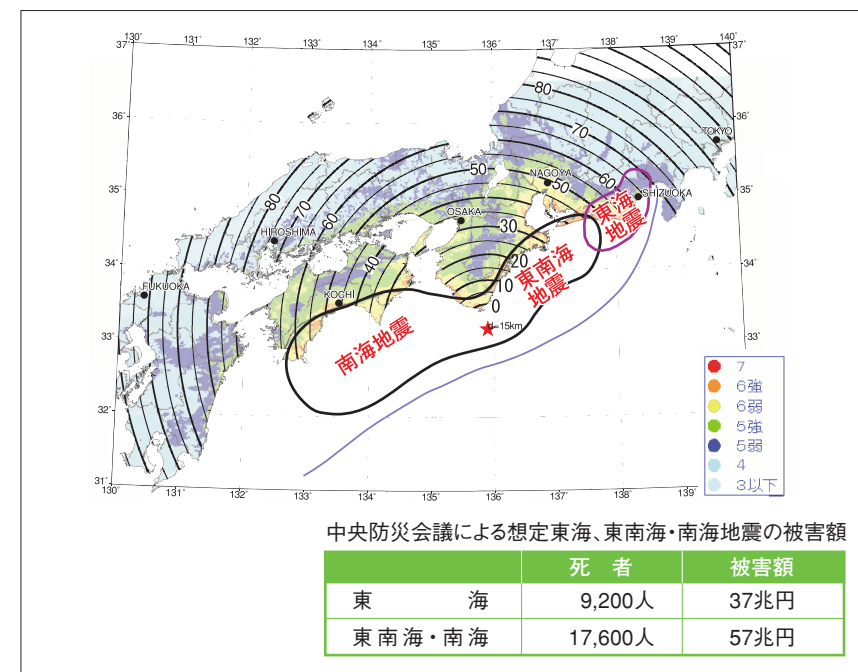


図3 東南海・南海地震が同時発生の場合の緊急地震速報の猶予時間の分布(秒)

III 安価な受信装置開発のための体制整備の必要性

現在の緊急地震速報のもう一つの課題は、安価な緊急地震速報受信装置の開発が遅れている点です。緊急地震速報は、大多数の国民に伝達されて、初めて有効に機能するシステムです。テレビやラジオによる放送とともに、国民一人ひとりが直接知る機会を得ることが自らの安全・安心の向上に重要と考えられます。一般に、多くの国民は日々の生活に追われ、防災に投資するのは後回しになりがちです。安価な受信装置の開発には、日本全国、どこでも容易に、遅延時間なしで受信できる緊急地震速報(災害)専用放送が不可欠であると思われます。受信に外部アンテナが必要だとコストがかかります。時刻の専用放送は、安価で、高精度な

大量の電波時計を生み出しました。同様に、災害放送が開始されると、それを受信する安価なチップが開発され、時計、火災報知機、玄関のチャイム、スピーカー等、多くの機器に組み込むことができます。チップに、安価な地震計が同時に組み込まれば、オンサイトのウォーニング機能も利用できます。緊急地震速報は、大多数の国民に伝達されて、初めて有効に機能するので、それを可能とするインフラ整備は是非必要であると思われます。

緊急地震速報の本格的な研究の歴史は浅く、試行錯誤で各種システムの開発が行われていますが、改良の余地は大きいと思われます。次の東海・東南海・南海地震(図3)発生までに、大多数の国民に緊急地震速報を伝達し、被害を確実に軽減できる体制整備を行う必要があります。

地震・津波観測監視システム (DONET) — その1 紀伊半島沖海底ネットワークの構築

独立行政法人 海洋研究開発機構 金田 義行

背景

南海トラフではM8級の海溝型巨大地震が約100-200年間で繰り返し発生しています。最近では昭和の東南海地震(1944年)/南海地震(1946年)、安政の東南海・東海地震/南海地震(1854年)、宝永の東南海・東海・南海地震(1707年)が発生しており、宝永の地震は日本周辺で発生した地震では最大のM8.6と想定されています。では、次の南海トラフで発生する海溝型巨大地震にどのように備えるか? これは日本の最大級の地震研究課題であり、早急に取り組むべき防災・減災施策の課題です。そのためには震源域である海域の観測網整備が不可欠です。陸域の地殻活動の観測網は、1995年の兵庫県南部地震を契機に、地震観測網やGPSの整備が推進され、世界有数のリアルタイムの地殻活動観測体制が整備されています。



金田 義行 (かねだ・よしゆき) 氏
独立行政法人海洋研究開発機構 海底地震・津波ネットワーク開発部長。専門分野は地震学。理学博士。地震調査研究推進本部地下構造モデル検討分科会委員、科学技術・学術審議会専門委員会(測地分科会)地震部会観測研究計画推進委員会なども務める。

一方、海域観測網に関しては、東海沖の想定東海地震の震源域に整備された気象庁の海底ケーブルや十勝沖地震震源域における海洋研究開発機構の釧路沖海底ケーブルなどがありますが、稠密な陸域観測網と比べればほとんど未整備に近いのが現状です。

海域の震源域の地殻活動をリアルタイムでモニタリングする海域ネットワークの整備は、海溝型巨大地震発生メカニズムの研究において必要不可欠であるとともに、海溝型巨大地震やそれに伴う津波をいち早く検知評価出来る点で、地震・津波防災においても非常に重要な役割を担います。

特にM8クラスの高溝型巨大地震の再来が危惧される南海トラフ域における観測網の整備は最優先の課題となっています。

南海トラフにおける海底ネットワークの構築

昭和(1944/1946)と安政(1854)で発生した南海トラフ海溝型巨大地震では、東南海地震あるいは東南海・東海地震震源域が南海地震震源域に先行して破壊しています。

つまり連動発生の時間差は、昭和(1944/1946)で約2年、安政(1854)で約32時間と異なりますが、いずれも紀伊半島東方海域が破壊開始域であること、少なくとも過去2回の地震では、紀伊半島東方海域つまり熊野灘域が重

要なエリアであることを示唆しているのです。

このことから、平成18年度より文部科学省は、次の南海トラフ海溝型巨大地震に向けた観測体制整備を目的とした「地震・津波観測監視システム」を構築する研究プロジェクトを開始しました。「地震・津波観測監視システム」つまり震源域直下の地殻活動をリアルタイムでモニタリングする海底ネットワークを構築するプロジェクトです。

海底ネットワークの概要

紀伊半島沖に設置する海底ネットワークの展開を図1に示します。この展開にあたっては海底状況、震源決定精度向上、地殻変動評価等の観点から総合的評価によって決定されました。

本海底ネットワークは基幹ケーブル・分岐装置・ノードシステムによって展開された20の観測点に広帯域地震計、強震計や精密水圧計等を組み込んだ観測装置を配置する先進的な稠密・多点観測による海底ネットワークです(図2)。

本海底ネットワークの目的は、下記の3点です。

- 目的1 地震・津波の早期検知・解析評価**→緊急地震速報への貢献
- 目的2 地震発生予測モデルの高度化**
 - 海底ネットワークデータ等を活用したデータ同化による予測モデルの高度化
 - 先行現象が発現した場合の早期検知と解析評価

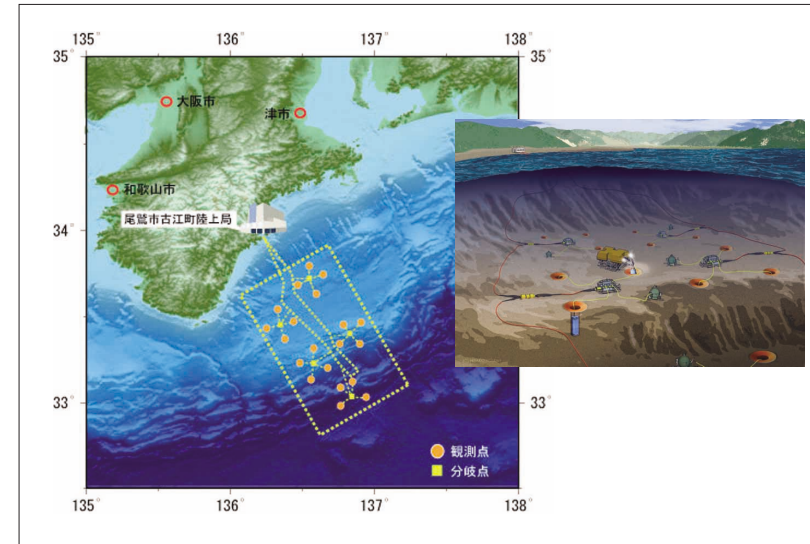


図1 海底ネットワーク概念図

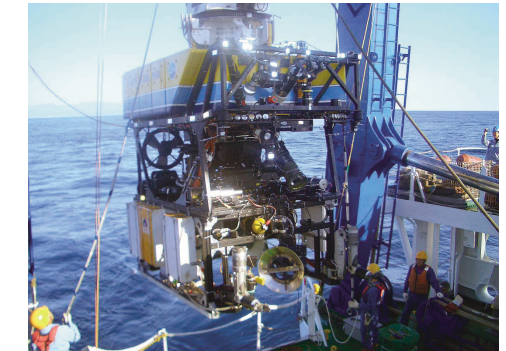


写真1 ケーブル展張装置

目的3 先進的な技術開発

海域リアルタイムモニタリングシステムの構築・整備

にリアルタイムで配信することで緊急地震速報等への貢献が期待されます。

目的2 活用例

観測装置に組み込まれた精密水圧計等より得られる海底地殻変動データを用いたデータ同化手法により、地震発生予測モデルの高度化を推進します。

また、震源域において先行現象が発現した場合の早期検知と総合評価への貢献が期待できます。

目的3 活用例

先進的な海底ネットワークにおいては、ケーブル分岐技術、ケーブル展張技術、観測センサー選定・設置技術(図

3)ならびに長期観測を維持するための保守管理システムの開発が必要不可欠です(写真1)。さらに今後の海底ネットワークの整備のための基盤技術の構築を目指します。

現在、構築中の紀伊半島沖海底ネットワークは東南海地震震源域に展開するものですが、南海トラフ海溝型巨大地震震源域の地殻活動をリアルタイムモニタリングするためには、紀伊半島沖西方の南海地震震源域における海底ネットワークへの展開や気象庁の東海沖海底ケーブルとの連携した広域・稠密な観測網の構築が必要不可欠です。

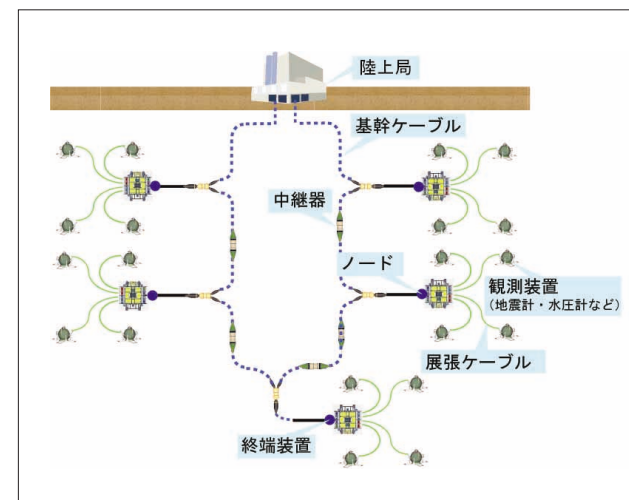


図2 システムコンセプト

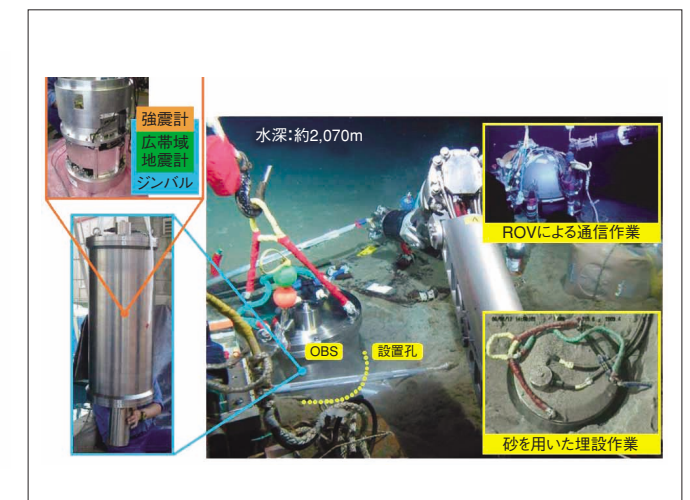


図3 センサー設置方法の試験の様子

海上保安庁の自然災害対策 災害に備える — 迅速かつ的確な応急対策実施のために

海上保安庁総務部政務課

はじめに

海上保安庁では、防災に関しとるべき措置などを規定した「海上保安庁防災業務計画」等に基づき、災害に対し、常に迅速かつ的確に対応できるよう努めています。

海上保安庁における対策は、平素からの準備と事案発生後の応急対策の実施の二つに大別できます。前者としては、応急対策の実施に当たる巡視船艇・航空機の配備、海上保安部や航空基地等の陸上の事務所における24時間の当直体制、迅速かつ的確な対応のための関係機関等との情報伝達体制の確保、各種計画の策定等があります。また、後者としては、各種計画等に基づき、保有する勢力等を用いて迅速かつ的確に被害の局限化に資する各種の措置を講ずること等が挙げられます。

本稿では、海上保安庁における自然災害への対応及び今後の取組みについてご紹介します。

自然災害への対応状況

平成19年7月16日に震度6強を観測する「平成19年(2007年)新潟県中越沖地震」が発生しました。海上保安庁では、灯台や岸壁の破損等があった場合船舶交通に影響するおそれがあることから、強い揺れが観測された地域の航行船舶等に対し航行警報により地震発生にかかる注意喚起を行いました。また、巡視船艇・航空機により沿岸部における被害状況調査を実施するとともに、自治体からの要請に基づき、巡視船による給水作業(写真1)や航空機による急患輸送等の救援活動を実施

しました。さらに、この地震による海底の変化を調査するため、測量船「天洋」による震源域周辺の海底地形調査を実施しました。

また、平成20年においては、6月14日に岩手県と宮城県で震度6強を観測する「平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震」が、さらに7月24日には、岩手県中部(岩手県沿岸北部)において震度6弱を観測する地震が発生しました。海上保安庁では、これらの地震発生を受け、ただちに巡視船艇・航空機を出動させ沿岸部の被害状況を調査するとともに、航行警報を発生し航行船舶等に対して注意喚起を行いました。特に、岩手・宮城内陸地震においては、自治体からの要請を受け、ヘリコプターにより、山間部等に取り残された153名の被災者の救助活動や救援物資

の輸送等を行いました(写真2)。

今後の取組み

1. 機動性の高い救助体制の構築

海上保安庁では、機動性の高い救助体制を構築し、自然災害における人的被害の軽減を図るため、機動救難士の航空基地への配置を引き続き拡充します。また、机上訓練、実働訓練等を通じ、自然災害対応における関係機関との連携を強化します。

2. 地震の予測精度向上のための調査

海底の地形・地質に関する調査やプレート境界域における海底地殻変動観測を実施します。得られた情報は、地震調査研究推進本部等へ報告し、地震発生の予測精度向上に役立てていくとともに、津波防災情報への活用や各種防災図の作成のために活用していきます(図1)。

3. 港内における津波対策

地震が発生し大きな津波の来襲が想定される場合、港内に船舶への甚大な被害の発生が懸念されます。津波は港

ごとに地震発生から来襲までの時間が様々であり、津波の規模や船舶への影響等も港の形態、利用状況等によって異なります。このため、主要な港を中心に「船舶津波対策協議会」を設立し、海上保安庁が収集・整理した津波防災に関する情報を活用しながら必要な対策の充実を図ります。

4. 防災情報の整備

離島や沿岸域において、地震や津波、火山噴火等自然災害時の住民避難や支援物資の搬入等を迅速に行うため、海底地形等の自然情報に加え、防災機関、医療機関、ヘリポートとして使用できる場所の位置や地域の人口等の社会情報等を収集し、これらの情報を記載した「沿岸防災情報図」(図2)を整備して地方自治体等の防災関係機関へ提供していきます。

5. 海域火山の監視

現在も活動している31か所の海域火山について火山付近の地質構造やマグマの位置を把握するため測量船による海底地形、地質構造、海上重力等の調査や航空機による火山の活動状況の監視、磁気調査を引き続き行っていきます。また、船舶による調査は海底火山の爆発に巻き込まれるおそれがあり大変な危険を伴うことから、無人で調査を行える測量船「じんべい」(写真3)や特殊搭載艇「マンボウII」を活用した調査を実施していきます。これらの監視や調査で収集したデータは航行船舶に提供されるほか、防災対策の基礎資料として活用していきます。

また、船舶による調査は海底火山の爆発に巻き込まれるおそれがあり大変な危険を伴うことから、無人で調査を行える測量船「じんべい」(写真3)や特殊搭載艇「マンボウII」を活用した調査を実施していきます。これらの監視や調査で収集したデータは航行船舶に提供されるほか、防災対策の基礎資料として活用していきます。

6. 業務継続計画の策定

海上保安庁は、従来から海上保安庁防災業務計画等にもとづき、船艇・航空機を有する実働省庁として地震発生時における対応体制の整備を図ってきたところですが、平成20年4月、首都直下地震が発生した場合においても、海上保安庁に与えられた任務を継続的に遂行するための「海上保安庁業務継続計画」を策定しました。今後も、全管区において業務継続計画を順次策定し、更なる対応体制の強化に努めてまいります。



写真1 給水活動を行う巡視船「いず」



写真2 ヘリコプターによる孤立者の救助



写真3 無人測量船「じんべい」

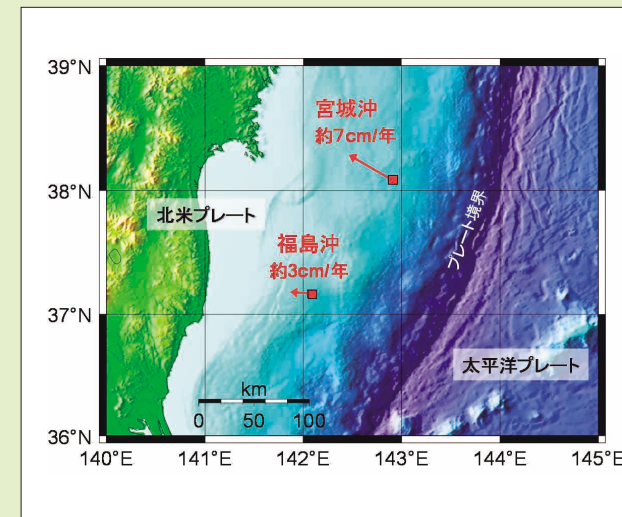


図1 宮城沖、福島沖における海底地殻変動観測の結果



図2 沿岸防災情報図表示例

はじめに

2007年7月16日に新潟県中越沖地方でM6.8の地震（新潟県中越沖地震）が発生し、震度6強の揺れが観測されました。それに伴い、周辺地域では約20cmの津波と約16cmの地殻変動も観測されています。本震の発震機構解は、北西-南東方向に圧縮軸を持つ逆断層型であると推定されていますが、この地震の発生メカニズムの詳細を知るには、余震観測をはじめとする詳しい調査観測が必要となります。特にこの地震は日本海の海底下で発生したため、陸域の既設観測網からでは正確な余震の震源位置がわかりません。そこで陸域だけでなく海域観測も必要となりました。そのため、大学・関係諸機関の観測とともに、文部科学省の科学研究費補助金（特別研究促進費）⁽¹⁾ や科学技術振興調整費による大規模な調査観測が実施されました。本稿では、これらの調査観測の成果から得られたこの地震の特徴や震源域の構造に焦点を当てて述べることにします。

中越沖地震の余震分布

地震は地下の断層運動で生じるもの

で、その断層の位置や形状を知るには本震後の余震分布や断層に伴う地殻変動が重要な情報となります。ところが、中越沖地震は日本海の海底下で発生したため、陸上の既存の観測点から決めた余震分布は北東-南西方向に並ぶものの、その詳細を知ることはできませんでした。そこで、東京大学地震研究所をはじめとする全国の大学・関係機関の研究者は、合同で陸域と海域に臨時観測点を展開し⁽²⁾⁽³⁾、大規模な余震観測を実施しました。陸域の臨時観測では47観測点が臨時に設置され、海域では32台の自己浮上型海底地震計(OBS)が投入されました。これらの観測データからこれまでの解析によって得られた余震分布を図1に示します⁽³⁾。これらの震源は、気象庁一元化震源に対して総じて約7km程度浅く、余震分布の北東部（本震付近）では、互いに共役な高角・北西傾斜の面と低角・南東傾斜の面が混在し、本震の震源は北西傾斜の面の深部に位置することがわかりました。一方、震源域中央部から南部では、南東傾斜の余震分布が支配的です。この南東傾斜の余震分布は余震域全体の約2/3の面積を占め、その中央部の余震が発生しない広い領域は、波形解析から得られた本震のす

べり量が大きな部分と一致しています。

地殻構造の調査

最近の内陸地震に対する稠密余震観測の成果によれば、地震断層と周辺の地殻構造の間には密接な関係があります。例えば2004年中越地震では、この地域に発達している厚い堆積層と基盤層の境界域や基盤内の低速度域の近傍で破壊が生じたとされています。地殻構造を探るには、制御震源による構造探査と自然地震観測（余震観測）によるトモグラフィ解析といった方法があります。中越沖地震でも、これら二つの方法で地殻内の構造が調べられました⁽⁴⁾。制御震源探査では、P波速度3-5km/sの堆積層が3-4.5kmの厚さで存在し、日本海側に向かって更に厚くなっています。日本海沿岸の強い揺れは、この厚い堆積層が原因です。この堆積層は、中新世の日本海の生成と拡大、その後のプレート沈み込みに伴う圧縮応力によってできたもので、得られた構造もその発達過程を示しています。堆積層の中に発達している活断層や活褶曲も、実はこのような地質的環境で生成されたものなのです。また、この堆積層はその東側の

魚沼丘陵西縁下で急激に薄くなります。余震は、日本海側の厚い堆積層の下の、深さ10-18kmの場所で発生していることがわかりました。

トモグラフィ解析では、余震域全体の3次元的構造を得ることができます。その結果、震源域北部では上に凸の形状を呈する高速度体がイメージングされています⁽²⁾（図2）。また、震源域中央部から南部では、逆に高速度体は凹部で、その境界に沿って地震が発生しています。震源分布とともに、構造も北部と中部・南部で大きな違いのあることがわかりました。

地震波形から断層モデルを推定

この地震の断層面を、実際に観測された地震波形から推定する研究も行われました⁽⁵⁾。この研究では、断層面が北西傾斜の場合と南東傾斜の2つの場合を想定して地震波形を理論的に計算し、実際の波形との比較がなされました。しかし、断層が海域にあり、しかも観測点が陸域（即ち断層の東側）に偏在しているため、どちらのモデルが正しいかを特定するには至りません

でした。しかし、柏崎刈谷原子力発電所の記録では大震幅のパルス状の波が観測されており、それを断層面状のアスペリティから出たと仮定してその位置を推定すると、南東傾斜の断層面の方が都合のよいことがわかりました。しかし、先に述べたように北東側の余震の中には明らかに北西傾斜の分布を示すものもあり、しかも本震の位置はこの北西傾斜の地震群の中にあります⁽²⁾⁽⁶⁾。従って、大局的にはこの地震は南東傾斜断層であるとしても、破壊開始は北東部の北西傾斜の面であった可能性が残されています⁽⁶⁾。この考えに立てば、地震の破壊はまず北東部で始まり、構造的な境界を越えて南西部に進展し、そこで大きなエネルギーの地震波を放出したということになります（図3）。

震源域の西方海域には、今回の震源断層と平行な走向を持つ活断層や活褶曲が報告されています。地表（海底）で見られるこれらの断層帯と地下の震源断層との関係についてはまだ明確になってはいません。また、この地震の初期破壊が、上述のように北西傾斜の面であったとすれば、震源域の東側の活断層群、特に長岡平野西縁断層帯との関係も考慮する必要があるでしょう⁽⁶⁾。

おわりに

2004年の中越地震、そして今回の中越沖地震は、歪み集中帯と呼ばれる日本海側の極めて構造の複雑な地域に発生した地震です。その構造が極めて不均質であり、余震分布から推定される震源断層や破壊過程も複雑です。このような地震を理解し、その発生メカニズムを解明するには、今回行われたような迅速かつ大規模な調査観測を実施するとともに、その背景である場の性質を理解するための調査（活断層・活褶曲の調査や地殻の3次元的構造調査等）を地道に推進することが重要でしょう。

参考文献

- (1) 岩崎他, 2008, 2007年新潟県中越沖地震に関する総合調査, 平成19年度科学研究費補助金(特別研究促進費)研究成果報告書.
- (2) Kato et al., 2008, Earth Planet Space, 60 (印刷中).
- (3) Shinohara et al., 2008, Earth Planet Space, 60 (印刷中).
- (4) 蔵下他, 2008, 地球惑星科学関連学会予稿集.
- (5) 瀧本, 2008, サイスマ, 第12巻.
- (6) 平田・他, 2008, 科学, 第78巻.

岩崎 貴哉

(いわさき・たかや)氏

国立大学法人東京大学地震研究所教授。東京大学理学部地球物理学科卒。同大博士課程終了、博士号取得(理学博士)。北海道大学理学部助手、東京大学地震研究所助教授を経て現職。

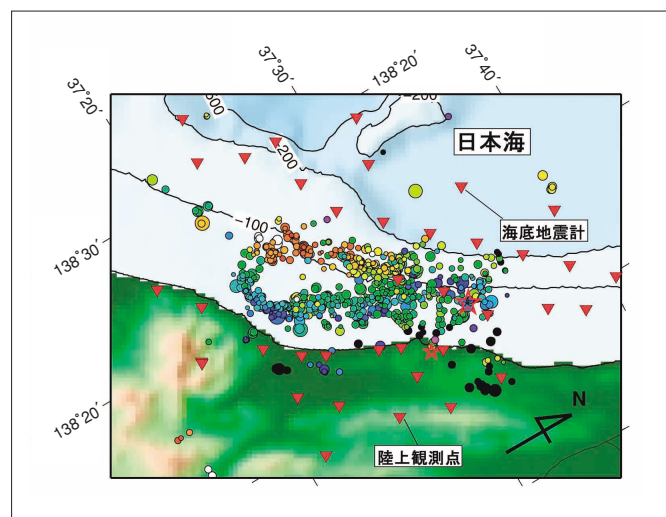


図1 2007年中越沖地震の合同余震観測による余震震央分布 (Shinohara et al. (2008), Earth Planets Space (印刷中) による。

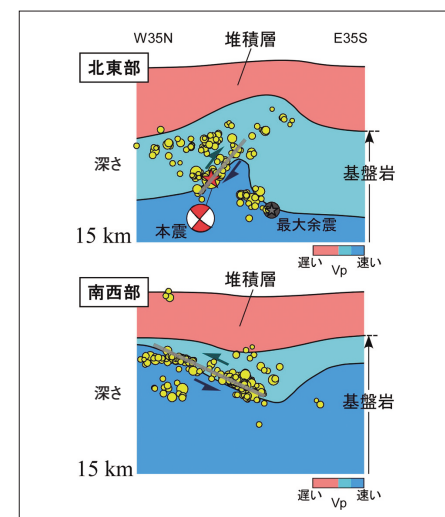


図2 地震波トモグラフィ解析による震源分布と速度構造断面 (Kato et al. (2008), をもとに加筆)。

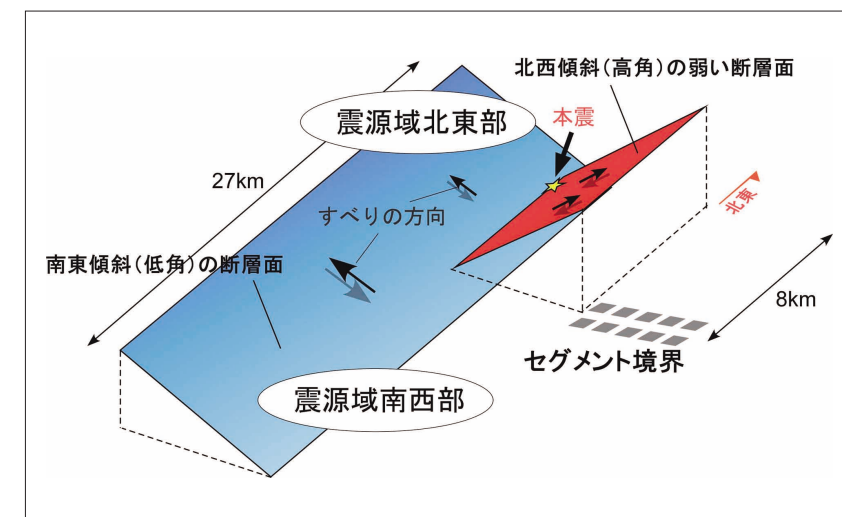


図3 2007年中越沖地震の断層の概念図 (平田他 (2008) に加筆)。