

The Headquarters for Earthquake Research
Promotion News

地震本部 ニュース

2013年

1

月号

2

地震調査委員会〔第245回〕

定例会（平成24年12月11日）

2012年11月の地震活動の評価

4

シリーズ：地震調査研究機関 海洋研究開発機構〈その2〉

地震研究の現状

6

科学技術・学術審議会 測地学分科会

「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の見直しについて

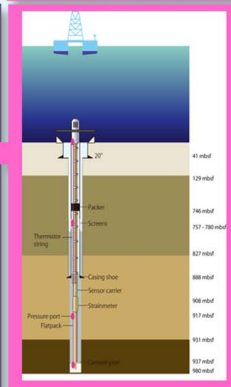
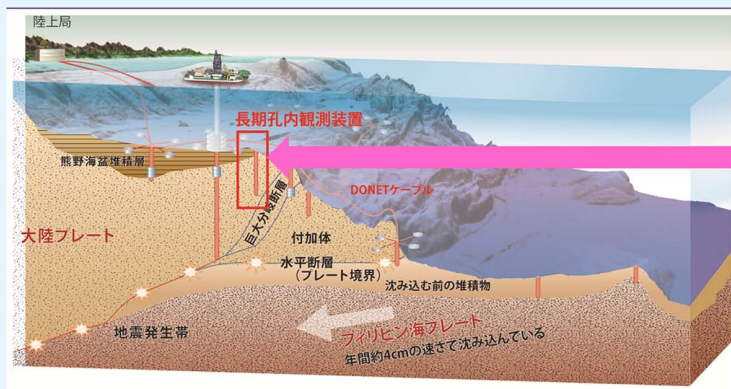
8

地震調査研究の最先端

東北大学災害科学国際研究所 准教授 木戸 元之

用語解説

距離減衰式



■「ちきゅう」で設置した長期孔内観測装置が海底ケーブルネットワークDONETに接続され、リアルタイムモニタリングが実現

画像提供：（独）海洋研究開発機構

月例地震活動評価

2012年 11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

目立った活動はなかった。

東北地方

- 11月3日に福島県沖の深さ約30kmでマグニチュード(M)5.0の地震が発生した。この地震の発震機構は北北西-南南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型で、陸のプレートの地殻内で発生した地震である。
- 11月9日に福島県沖でM5.5の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西-東南東方向に張力軸を持つ正断層型で、陸のプレートの地殻内で発生した地震である。
- 11月22日に宮城県沖の深さ約50kmでM5.0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、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。
- 11月24日05時21分に宮城県沖の深さ約60kmでM5.2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、太平洋プレート内部で発生した地震である。また、同日10時30分に、この地震の震源近傍でM4.8の地震が発生した。

関東・中部地方

- 11月16日に千葉県東方沖でM5.5の地震が発生した。この地震の発震機構は北西-南東方向に張力軸を持つ正断層型であった。
- 11月24日に東京湾(千葉県北西部)の深さ約70kmでM4.8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逆断層型で、太平洋プレートとフィリピン海プレートの境界で発生した地震である。
- 東海地方のGNSS観測結果等には、東海地震に直ちに結びつくと思われる変化は観測されていない。

近畿・中国・四国地方

目立った活動はなかった。

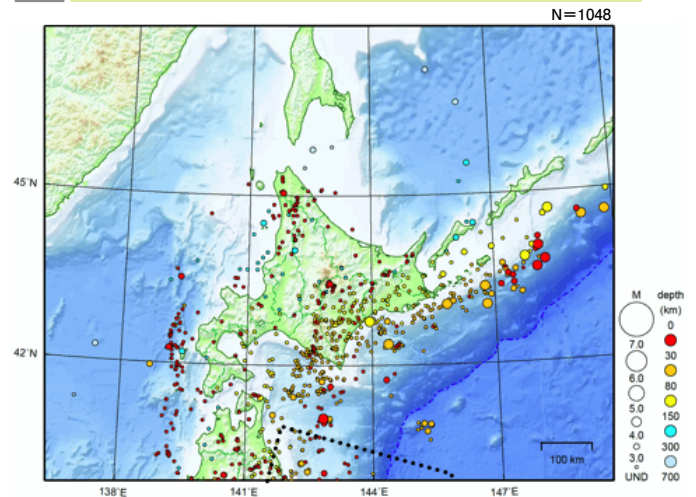
九州・沖縄地方

目立った活動はなかった。

補足

- 12月4日に秋田県内陸南部の深さ約10kmでM4.1の地震が発生した。この地震の発震機構は北西-南東方向に張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。☑

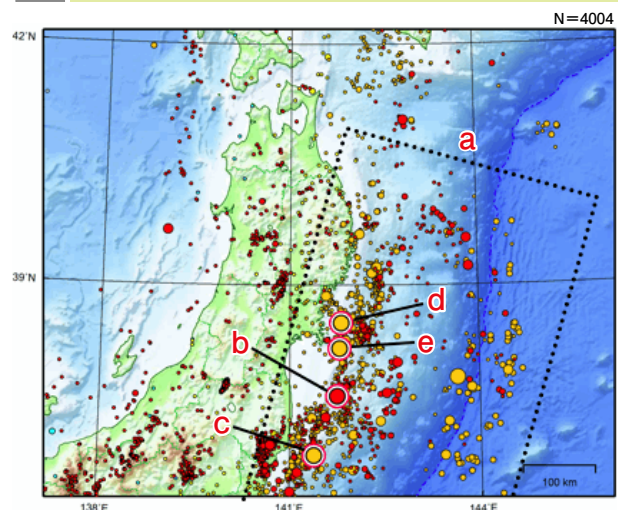
1 北海道地方



特に目立った活動はなかった。

※点線は「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震域を表す

2 東北地方



- a) 11月中旬に、「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震域内ではM5.0以上の地震が6回発生した。また、最大震度4以上を観測した地震が5回発生した。
- 以下のb)、c)、d)、e)及び12月7日の地震活動は、この余震域内で発生した。
- b) 11月3日に福島県沖でM5.0の地震(最大震度4)が発生した。
- c) 11月9日に福島県沖でM5.5の地震(最大震度4)が発生した。
- d) 11月22日に宮城県沖でM5.0の地震(最大震度4)が発生した。
- e) 11月24日05時21分に宮城県沖でM5.2の地震(最大震度4)、同日10時30分にM4.8の地震(最大震度4)が発生した。これらの地震は2011年4月7日に発生したM7.2の地震(最大震度6強)の余震域で発生した。

〈11月期間外〉

- 12月4日に秋田県内陸南部でM4.1の地震(最大震度4)が発生した。
- 12月7日に三陸沖でM7.4の地震(最大震度5弱)が発生した。この地震の発生後、M6.6の地震(最大震度3)が発生するなど活発な余震活動が続いている。

※点線は「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震域を表す

●12月7日に三陸沖でM7.4の地震が発生した。この地震は日本海溝付近で発生した「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震である。発震機構は複雑であり、東西方向に圧力軸を持つ逆断層型と、西北西－東南東方向に張力軸を持つ正断層型の地震からなる地震であった(速報)。また、この地震により、石巻市鮎川(宮城県)で1.0m、仙台港(宮城県)、相馬(福島県)で0.4mの津波を観測するなどした(速報値)。

注：〔 〕内は気象庁が情報発表で用いた震央地域名である。
GNSSとは、GPSをはじめとする衛星測位システム全般を示す呼称である。

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

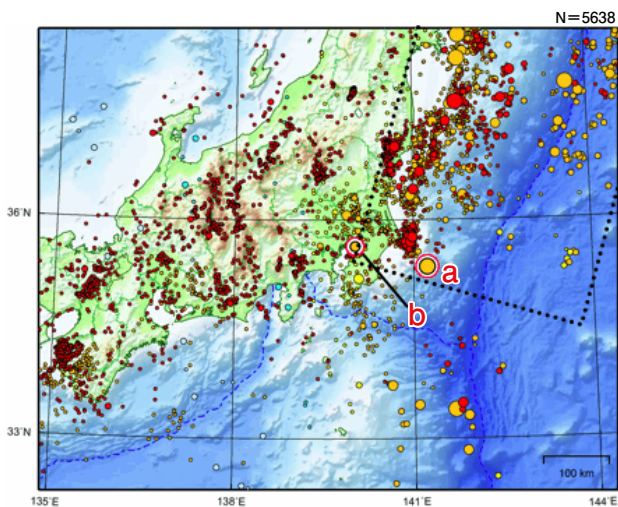
- 30km 未満
- 30km 以上 80km 未満
- 80km 以上 150km 未満
- 150km 以上 300km 未満
- 300km 以上 700km 未満

M によるマークの大きさ

- M7.0 以上
- M6.0 から 6.9 まで
- M5.0 から 5.9 まで
- M4.0 から 4.9 まで
- 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。

3 関東・中部地方

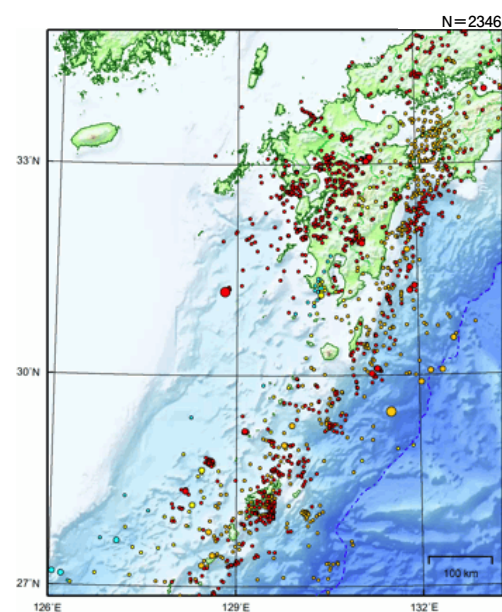


- a) 11月16日に千葉県東方沖でM5.5の地震(最大震度3)が発生した。
b) 11月24日に東京湾でM4.8の地震(最大震度4)が発生した。
気象庁はこの地震に対して(千葉県北西部)で情報を発表した。

(11月期間外)

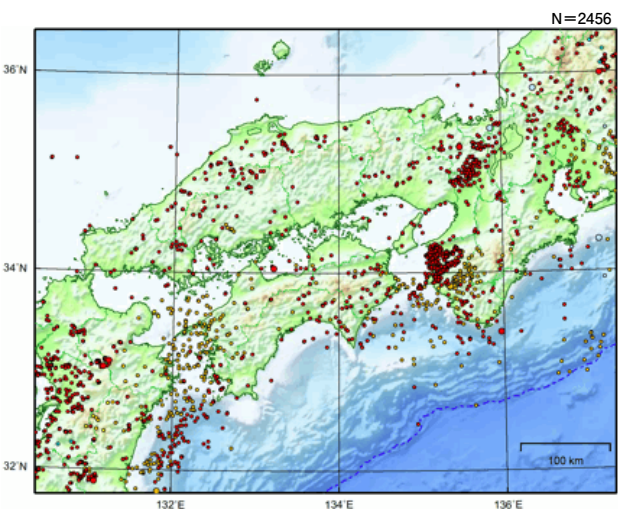
12月7日に千葉県北西部でM4.6の地震(最大震度3)が発生した。
※点線は「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震域を表す

5 九州地方



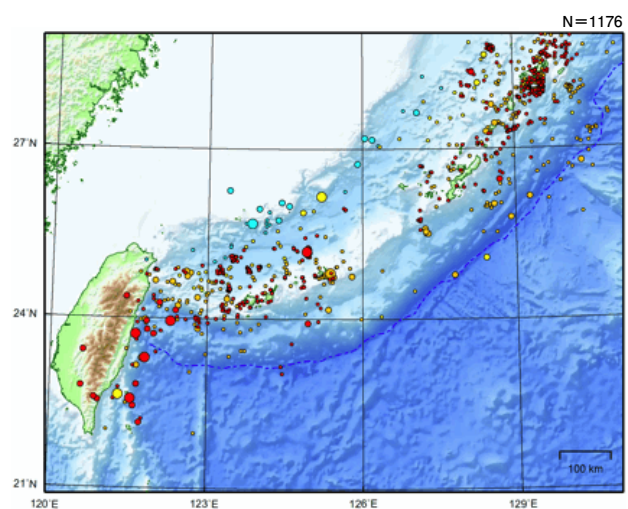
特に目立った活動はなかった。

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。



地震調査

検索

詳しくは、ホームページ [http://www.jishin.go.jp/] をご覧ください。

海洋研究開発機構<その2>

地震研究の現状

ー 海域調査観測研究、海底観測網、深海掘削、シミュレーション研究 ー

(独)海洋研究開発機構 地震津波・防災研究プロジェクトリーダー 金田義行

はじめに

海洋研究開発機構ではこれまで多くの海域調査研究を実施してきました。特に、海溝型地震震源域においては、「かいよう」、「かいいい」ならびに「なつしま」といった研究船を用いた海底地形、地殻構造や地震活動などの調査観測研究を行っています。

「かいよう」では主に海底地震計を用いた大規模な深部構造調査、「かいいい」では反射法システムを用いた大規模・高精度の構造調査、「なつしま」では海底地形調査を実施し、これまでに多くの成果を挙げています。また、海底観測網の整備に関しては、既存の海底観測ケーブルとして、釧路沖、初島沖、室戸沖ならびに豊橋沖ケーブルがあります。これらのケーブルは海底観測技術開発や海底観測を目的としたものです。また、南海トラフ巨大地震震源域のリアルタイムモニタリングを目的としたDONETはすでに2011年より本格運用が開始されており、DONET 2は現在整備中です。2013年2月には地球深部探査船「ちきゅう」により掘削坑内に設置された長期坑内計測システム（坑内地震計、坑内傾斜計、坑内ひずみ計等）とDONETとの接続に成功し、DONETデータと長期坑内計測システムデータをリアルタイムで入手することが出来るようになりました。また、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震（マグニチュード9.0）の宮城沖合の震源域で「ちきゅう」による緊急掘削を実施し、掘削時に孔壁の状態を計測するとともに、長期計測のための温度計を設置しています。この孔壁状態データの解析結果から、従来は圧縮と考えられていた応力場が、伸張場に変化していることが余震の発震機構と併せて明らかになりました。

シミュレーション研究では、地球シミュレータを用いた各種の地震津波のシミュレーション研究や「京」コンピュータを戦略的に活用し、科学技術や防災研究に活かすプロジェクトとして設定された戦略分野のひとつである「防災・減災に資する地球環境変動研究分野」における地震津波課題において、先端的な防災減災に資する地震津波シミュレーションを実施しています。

震源域の調査観測研究

海洋研究開発機構では、文部科学省の委託研究に基づく様々な巨大地震震源域の調査観測研究を行ってきました。その成果のひとつは南海トラフの様々な地下構造のイメージングです。図1ではフィリピン海プレートの沈み込み形状が詳細にイメージングされています。また、図2には海底地震計を用いた日向灘の深部構造イメージングを示します。九州パラオ海嶺周辺での不整形構造が明瞭に示されています。

震源域の掘削研究とリアルタイムモニタリング

紀伊半島熊野灘沖では「ちきゅう」による東南海地震震源域の掘削が実施され、掘削坑内に長期坑内観測システムとして地震計、傾斜計、ひずみ計を設置し、1月末にはDONETと接続を完了し、データはリアルタイムで古江陸上局舎に伝送されています（図3）。これによって、DONETで得られる稠密な海底観測データと長期坑内観測データを併せた先端的な海底・海底下観測システムが整備されました。図4には、DONETでこれまで精度よく震源決定された微小地震の累計を示します。この熊野灘の微小地震活動変化と東南海地震の

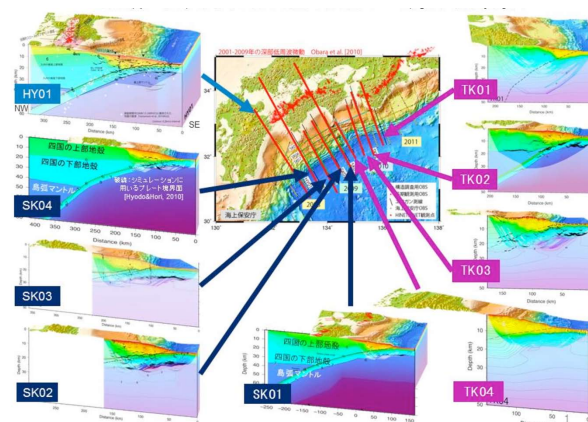


図1：日向灘から紀伊水道沖までの沈み込むプレート周辺の深部構造

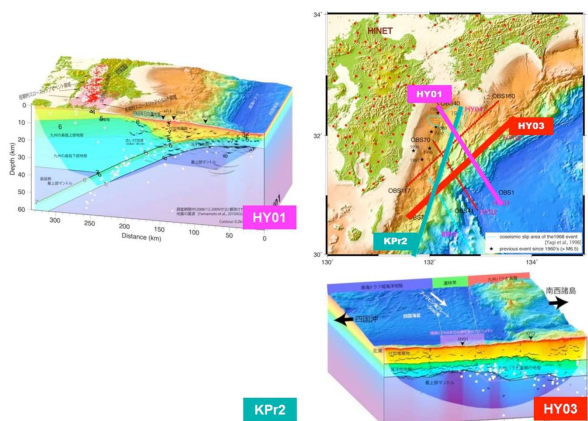


図2：日向灘の深部構造。プレート境界面が明瞭。薄い四国海盆側海洋地殻～厚い九州パラオ海嶺地殻を経て北部琉球弧の海洋地殻へと続く。

切迫度の関係も今後の重要な研究課題のひとつです。さらに、津波検知と海底地殻変動をモニタリングする新規ブイシステムを、宇宙航空研究開発機構（JAXA）および東北大と共同して開発しています（図5）。

シミュレーション研究

「地球シミュレータ」や「京」コンピュータを活用したシミュレーション研究を実施しています。具体的なシミュレーション例として、南海トラフ巨大地震の再来シミュレーション（図6）や、実際の津波被害を想定した精緻な津波被害シミュレーション（図7）があります。再来シミュレーションでは、DONET・長期坑内観測データやDONET 2ならびに海底地殻変動データなどの海域観測データを取り込んだデータ同化（図8）によるシミュレーション結果の信頼性評価とその向上が必要不可欠です。

おわりに

海洋研究開発機構は、以上ご紹介したような地震津波発生過程の研究、掘削科学研究、シミュレーション研究ならびにリアルタイムモニタリング研究などを行うとともに、地震津波の研究成果をどのようにわかりやすく伝えるか、ならびに防災・減災対策に活かすための情報発信のあり方についての勉強会も実施しています。こうした調査研究を通じて、地震研究の推進と地震津波被害軽減への貢献を目指します。

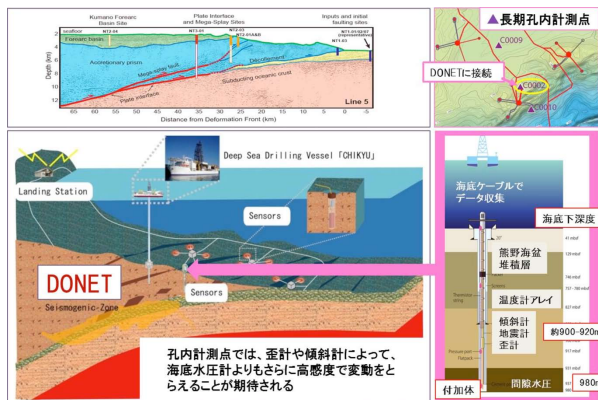


図3:「ちきゅう」で掘削した長期孔内計測点とDONETとの接続により、海底下でのリアルタイムモニタリングが実現した。

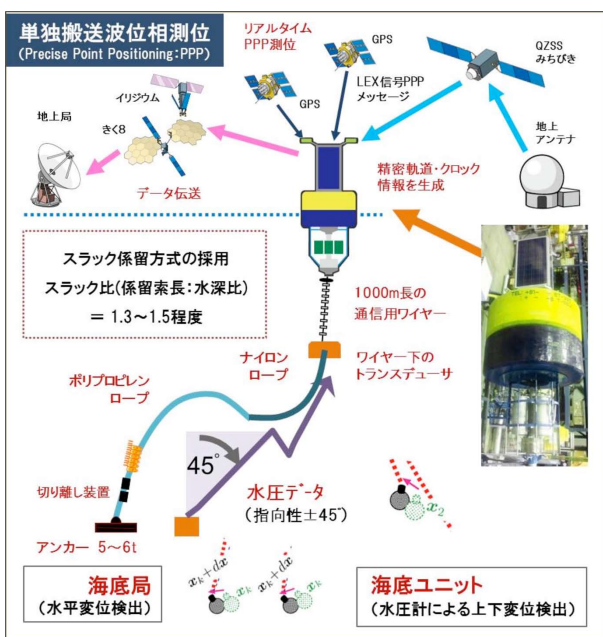


図5: 開発中の新規システム。津波と海底地殻変動（水平、上下）を独立に計測可能。

累積地震発生数（2011年1月-2012年12月）

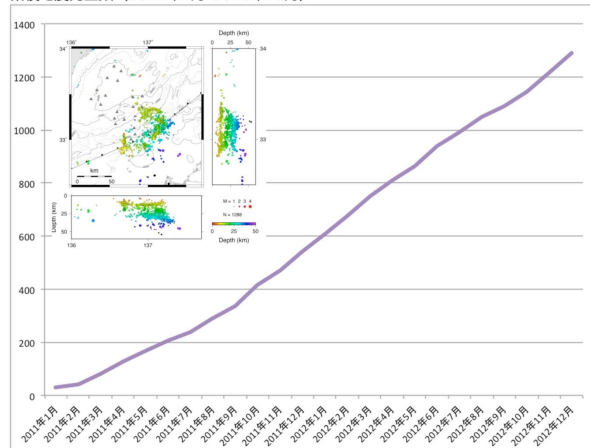


図4: DONETで観測された熊野灘の微小地震数の累計。HypoDDを用いて震源再決定したものに限定。対応する期間全体の震源分布を左上に示す。

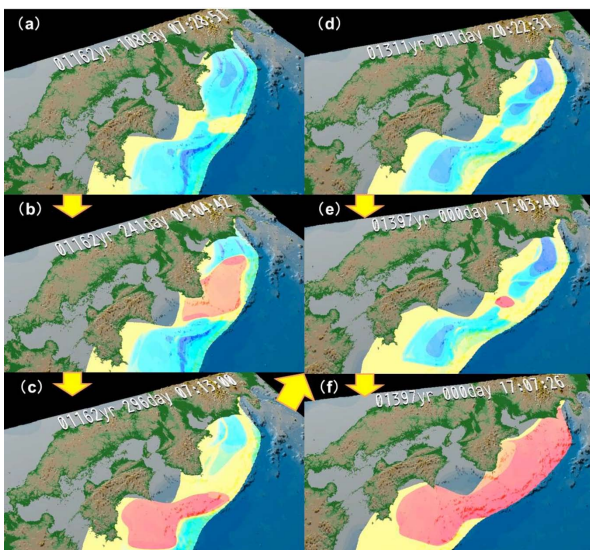


図6: 南海トラフにおける地震発生再来の数値シミュレーション。地震性すべりがトラフ軸に至らずに紀伊半島の東西で分かれて起きる場合(左)と、トラフ軸近傍まで破壊する場合(右)を示す。

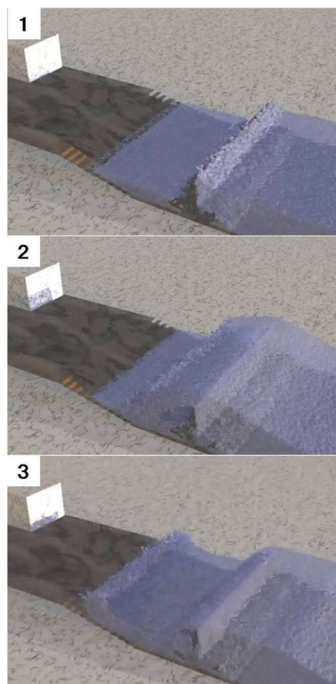


図7: 津波が防潮堤を越流する場合の数値シミュレーション

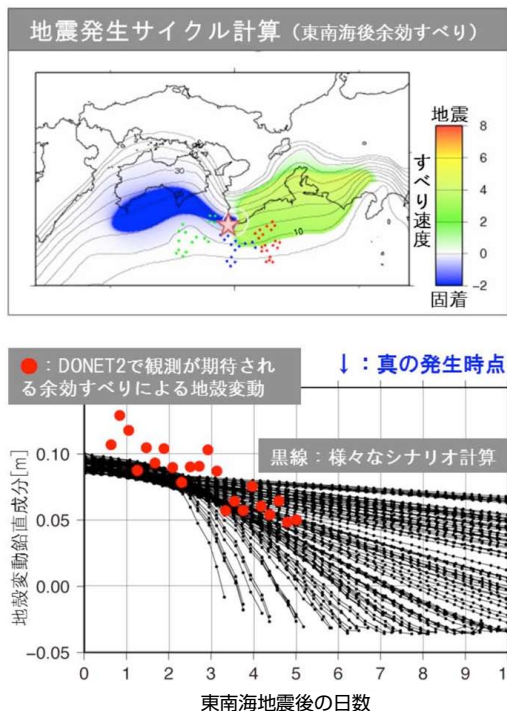
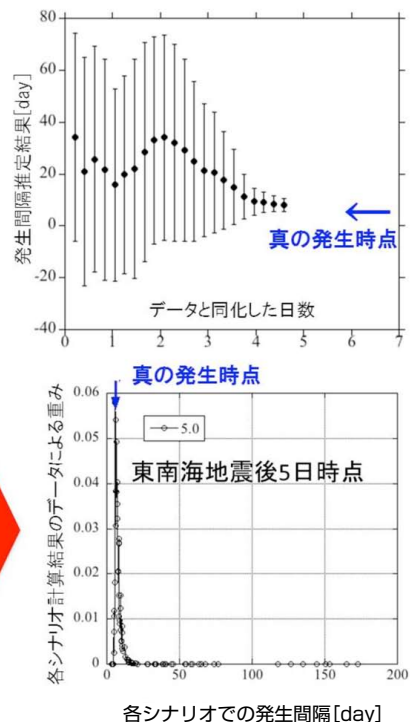


図8: DONETデータを用いたデータ同化の数値実験



画像提供: (独)海洋研究開発機構

「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の見直しについて

－平成24年11月28日 科学技術・学術審議会を開催－

科学技術・学術審議会（会長：野依良治（独）理化学研究所理事長）は、平成24年11月28日に総会を開催し、平成21年から5か年で進められている「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の見直し計画を取りまとめ、文部科学省設置法に基づき、文部科学大臣をはじめとする関係大臣へ建議しました。以下では、その概要について説明します。



■ 那谷屋政務官(右)に建議手交する野依会長(左)（東海大学校友会館）

文教ニュース社提供

背景

地震予知研究は昭和40年、火山噴火予知研究は昭和49年から、当時の文部省測地学審議会（現在の科学技術・学術審議会）が策定した研究計画に沿って、全国の大学や関係機関が協力・連携して推進してきました。「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」（以下、現行計画）開始後2年を終えようとしていた平成23年3月11日に東北地方太平洋沖地震（マグニチュード9.0）が発生しました。この地震の発生を受け、測地学分科会では、事前にこの地震の発生の可能性を追及できなかったことを真摯に反省し、現行計画の見直しを行いました。見直しの検討には、一般からの意見公募や学協会の意見、さらに、海外研究者からの評価や次期計画に向けた外部評価委員会の意見・提言などを踏まえ、現行計画の残りの期間で早急に取り組む必要がある内容とし、「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の見直し」（見直し計画）として取りまとめました。

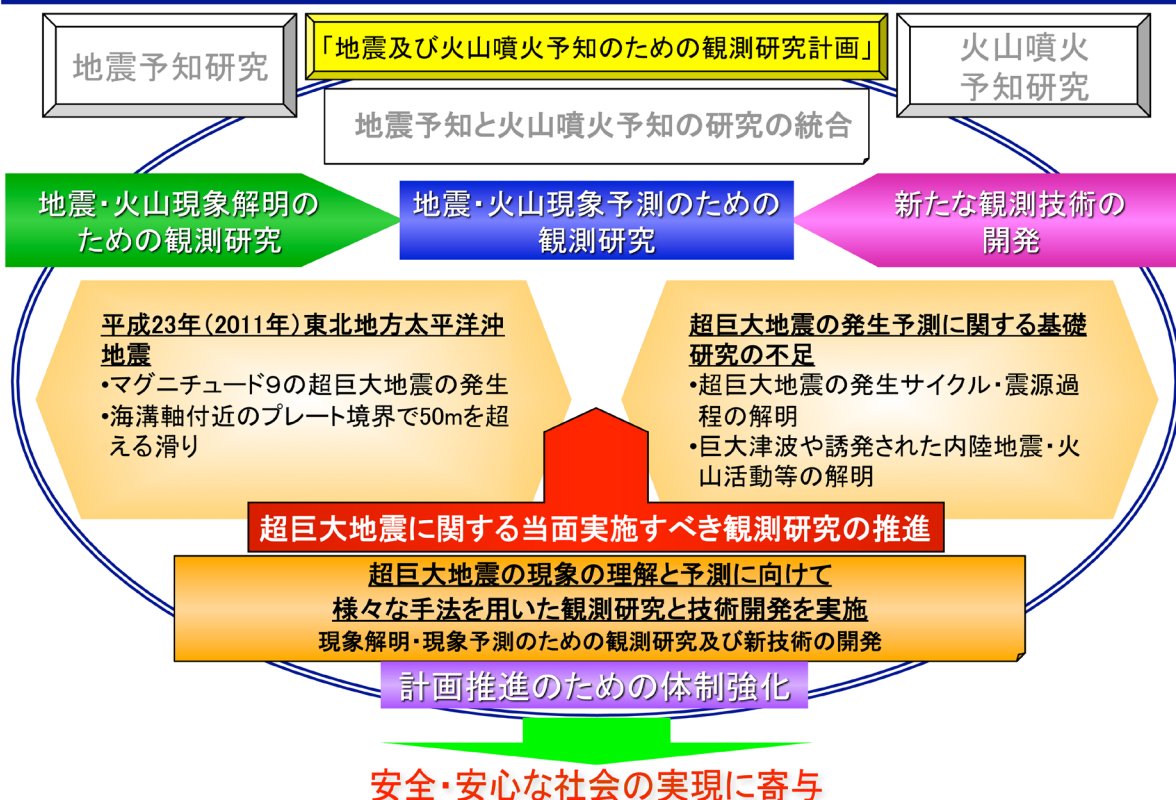
計画策定の方針

現状の地震発生予測研究では、発生履歴が判明している過去の地震については、シミュレーション技術を用いてその発生の特徴を再現することが可能なレベルに達していますが、将来の地震の規模や発生間隔を理

論モデルだけから推定することは困難です。プレート境界の広範囲な領域が一度に破壊されるような超巨大地震をはじめ、様々な規模の地震発生を予測するモデルの構築はいまだ研究途上です。特に、陸域から遠く離れた海溝軸付近では観測網が整備されていないため、プレート境界での固着状態の推定は難しく、変動地形的・古地震学的・地質学的手法による研究成果の情報も不足していたことから、プレート境界での滑りモデルは不完全なものでした。現在でも日本列島では、東日本をはじめとして、東北地方太平洋沖地震の余効的な地殻変動が大規模に進行しており、余震や誘発された地震活動、さらにはいくつかの火山においても活動が活発化しています。こうした現象を的確に把握し、プレート境界の地震発生モデルを再検討することにより、超巨大地震発生の可能性及び超巨大地震に関連した現象について徹底的に解明することが早急に必要です。

現行計画では、「1. 地震・火山現象予測のための観測研究」、「2. 地震・火山現象解明のための観測研究」、「3. 新たな観測技術の開発」、「4. 計画推進のための体制強化」の4項目を柱として推進しており、この考え方は今でも有効です。しかし、超巨大地震に関する観測研究が不十分であったことから、本見直し計画では、現行計画の残りの期間において、現行計画の一部を修正・縮小し、新たに「5. 超巨大地震に関する当面実施すべき観測研究の推進」の項目を実施することにしました。

地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の見直し(建議)の概要



実施内容

既存の4つの計画の項目については、5か年計画の途中であることから、一部を修正して基本的には計画を引き続き推進します。その上で、新たな項目である超巨大地震の項目については、これまで十分な観測研究事例がなかったことから、まず「現象の解明のための観測研究」に重点を置くこととし、次の3項目を柱として実施します。

(1) 超巨大地震とそれに起因する現象の解明のための観測研究

平成23年東北地方太平洋沖地震や今後発生が予想されている南海トラフ沿いなどでの超巨大地震に関する研究を進めます。幅広い時間スケールで、規模の大きな地震の発生サイクルや、サイクルの階層性についての研究を推進します。特に、歴史地震や地質学的なデータなどを重視した過去の地震発生履歴の研究が重要です。また、超巨大地震に先行する各種現象、地震時滑り、余効滑りに関する調査研究も行います。さらに、東北地方太平洋沖地震の本震や余効変動によって生じた日本列島の応力場の変化に伴って、現在でも活発に進行して

いる内陸地震や火山活動などの観測と研究を進めます。

(2) 超巨大地震とそれに起因する現象の予測のための観測研究

現象の推移を予測するためには、超巨大地震の震源域において、陸域と海域の観測による地殻活動のモニタリングを高度化する必要があります。また、低頻度現象である超巨大地震の発生予測に向けて、統計地震学的モデルと震源物理学的モデルに基づく数値実験的手法とを統合した新しい手法の開発を進めます。地震の発生予測については、古地震学的なデータに基づいた事象発生シナリオと分岐確率評価の研究を実施します。さらに、海域の巨大地震に起因する現象として重要な津波に関して、海底地震津波観測網の整備に基づいて得られるデータから津波予測を行うシステムの開発研究を行います。

(3) 超巨大地震とそれに起因する現象の解明と予測のための新技術の開発

海域で発生する超巨大地震を研究するためには、深海型の海底地殻変動観測技術が必要です。また、深海底での地震活動履歴解明のために必要な掘削調査などの技術開発にも取り組みます。

※詳しい内容については下記をご覧ください。

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu6/toushin/1328992.htm

海底GPS観測

海底GPS観測は、キネマティックGPS測位により位置がモニタリングできる船舶やブイなどの海上プラットフォームと、海底に設置した複数の音響トランスポンダとの距離を音響測距により求めることで海底の位置を計測するものであり、海底の水平地殻変動を直接計測する唯一の手段として、特に陸から離れた震源域を持つ海溝型地震のモニタリングにおいて重要な役割を果たしている。これまで国内では、主に海上保安庁、東北大学、名古屋大学がそれぞれ独自の観測点を設け、約10年近くにわたり技術開発をはじめとして定期的な観測を実施しており、cmオーダーの定常的なひずみ蓄積過程や地震時変位の検出で成果を挙げてきた。特に東北地方太平洋沖地震時には、20～30mにも及ぶ大きな変位を検出し、巨大地震を引き起こした数十mの断層すべりがあったことを決定付けたことは記憶に新しい。

この巨大地震の危険性を事前に予想できなかった要因のひとつとして、陸上のGPS観測網や陸寄りの浅い海域の海底GPS観測点では判別できない、海溝軸近傍の固着状態の把握の欠如があげられる。この反省から、政府は大幅な海底観測網の強化の一環として、日本海溝沿いに20点、南海トラフ沿いに8点の追加観測点の予算を措置し、上記研究機関が平成23年から24年にかけて設置お

よび観測を開始した。特に水深の大きな日本海溝沿いは、新たに水深6,000mでも測距可能な機器を開発した。今後のキャンペーン観測を経て、平成25年度中にはまとまった成果が出てくると期待される。

今後の課題として、長期的視点に立ち、多くの観測点を維持しながら成果を出し続けていくために、精度向上による観測の効率化（観測時間短縮）、自律海上プラットフォームによる観測自動化、観測手法の標準化による多くの研究機関の観測への参入が極めて重要な要素となってくる。また、特定の観測点においては、係留ブイと衛星通信を用いることでリアルタイム連続観測の実現も試みられている。一方、北海道沖、房総沖、琉球海溝沿いなどの観測の空白域を埋めることも必要であろう。



木戸 元之（きど・もとゆき）

東北大学災害科学国際研究所准教授。

1996年東京大学大学院理学系研究科地球惑星物理学専攻博士課程修了。東京大学海洋研究所、JAMSTEC、神戸大学、東北大学地震・噴火予知研究観測センター等を経て現職。理学博士。

用語解説

距離減衰式

「距離減衰」とは、地震の揺れや震度の大きさと震源からの距離との関係を示したもので、地震が発生した場所から遠くなればなるほど、地震の揺れが弱くなる現象のことを言います。例えば、震源に近いところの震度は大きくても、遠い場所では震度が小さくなるのは距離減衰といえます。

「距離減衰式」とは、この地震の揺れの強さと震源からの距離との関係を式に表したものです。「地震のマグニチュード」や「震源からの距離」などを計算式に入力すると、震源からの距離に応じて、「地震の揺れ」や「震度」が計算されるという仕組みです。例えば、M7.0の地震が、地点Aという場所で発生したと計算式に入力すると、地点Aから10km離れた地点Bでは震度7、50km離れた地点Cでは震度4になるといった具合です。ただし、実際の式はマグニチュードと震源からの距離だけではなく、地震の発生した深さや、「地盤増幅率」と呼ばれる揺れを知りたい地点での地盤の柔らかさの指標なども必要です。なお、「距離減衰式」は過去に発生した数多くの実際の地震のデータを統計的に処理して作成されている経験的手法に基づいた式です。

では、この「距離減衰式」とは一体何のために活用されるのでしょうか？それは地震の揺れを予測するためです。地震本部ニュース2012年5月号、6月号にも「強震動評価が

出来るまで」という記事でその事例が紹介されていますが、例えば、ある活断層で地震が発生した場合、その周りの地域でどの程度の震度分布になるかという予測計算に用いられています。計算した予測震度分布は、地震動ハザードの評価に用いられ、さらにその地震動ハザードを用いて、その場所でのどのような被害が発生する可能性があるかを評価することができます。また、緊急地震速報にもこの「距離減衰式」が活用されています。緊急地震速報は、震源に近い地震計が最初にやって来るP波をキャッチし、瞬時に震源の位置やマグニチュードの値を推測し、これを「距離減衰式」などに入力することで、各地の震度を予測する仕組みです。

もちろん、地震の揺れを予測するためには、地形や地下の構造をモデル化し、計算機によって地震の揺れを詳細に計算することも可能です。しかし、そういった手法は時間や労力を費やすため、用途に応じて、比較的簡単に短時間で計算可能な「距離減衰式」を用いるなど、使い分けがなされています。

地震の発生場所から遠くなれば揺れが小さくなる（＝「距離減衰」）は当たり前のことではないかと思うかもしれませんが、しかし、深い場所で発生した地震などでは、地震の波の通ってくるルートなどによって、地震発生場所から遠く離れた場所の方が揺れが大きくなる場合もありますから、一概にすべての地震に「距離減衰式」が当てはまるわけではありません。また、長周期地震動用の距離減衰式など、用途に応じて様々な距離減衰式が使われています。

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）
〒100-8959 東京都千代田区霞が関3-2-2 TEL 03-5253-4111（代表）

*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が公表した資料の詳細は、地震本部のホームページ [http://www.jishin.go.jp/] で見るができます。

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、質問などがありましたら、電子メールで地震調査研究推進本部事務局までお寄せください。

*「地震本部ニュース」最新号をウェブサイトに掲載後、電子メールにてお知らせします。ご希望の方はメールアドレスを添えて上記までご連絡ください。



地震調査

検索