

地震調査研究への期待 夢のある研究が災害に強い社会を創る

スマトラ地震（2004年）、四川大地震（2008年）、ハイチ地震（2010年）など、21世紀となったこの10年間においても、巨大地震により数多くの犠牲者と膨大な被害が生じています。1901年に「二十世紀の預言」という報知新聞社の特集記事で、20世紀中に実現されるであろう夢が掲載され、二十数項目のうち「地震の動揺は免れざるも家屋道路の建築は能く其害を免る」と予言がされています。このことがどの程度達成できたのかは評価が難しいところですが、百年前と今日の科学技術水準に格段の差異があることを前提にしても、現代のIT技術と相まって、宇宙空間を活用したGPS測地技術、海洋深海底部での地震計設置、地中での高感度ひずみ計測など、宇宙・海洋・地中、いわばニューフロンティア空間における科学技術の進展には目を見張るものがあります。殊に、この20年～30年の地震科学の進歩、発生メカニズムの解明、観測・監視システムの充実、私たちが安全・安心に暮らせる社会を創造することに貢献していることには間違いありません。

内閣府では、このような地震調査研究の発展のもと、東海地震、東南海・南海地震など揺れや津波で広域的被害をもたらす海溝型地震や、人口稠密で人的被害だけで

なく経済活動にも大きなダメージをもたらす首都直下地震などの直下型地震に対する防災・減災の取組を行っています。大規模地震が宿命的に起こり得る我が国で、地震発生時の人的・物的被害を限りなく小さくするためには、建物の耐震化や家具固定などの予防対策をあらかじめ講じておくことは言うまでもありませんが、地震発生直前の身構えや避難などの被災回避行動、地震発生直後の応急対策活動を的確に行うことも重要であり、なお一層の地震調査研究が進むことを期待しています。2000mを超える海底で、ロボットが自走し、穴を掘って地震計を埋め、機器を次々と接続する映像に、夢のある研究と災害に強い社会が重なって見えてきます。



越智 繁雄（おち・しげお）
内閣府参事官（地震・火山・大規模水害対策担当）。昭和58年建設省入省、建設省大臣官房技術調査室技術管理官、国土交通省河川局治水課事業監理室長などを歴任し現職。また、平成5年～8年にかけてJICAチーフアドバイザーとして中国へ派遣。東海地震や東南海・南海地震、首都直下地震、中部圏・近畿圏直下地震などの大規模地震対策、火山災害、大規模水害対策などを担当。文部科学省の地震調査研究推進本部専門委員、気象庁の火山噴火予知連絡会幹事など。

The Headquarters for Earthquake Research Promotion News

地震本部 ニュース

2010年 10月号

「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。

お知らせ 「防災教育推進フォーラム」開催のお知らせ

文部科学省では、関係機関と連携し、地震・津波災害などの自然災害を正しく理解し、自らの確かな判断の下で防災・減災行動を取れるよう、地域や学校で実践的な防災教育を推進し、地域社会全体の防災力を高めることを目的として以下のとおり防災教育推進フォーラムを開催します。

10月19日 徳島県

- 日時：平成22年10月19日（火） 13時～17時（開場12時30分）
- 会場：あわぎんホール（徳島県徳島市藍場町2丁目14番地）
- 主催：文部科学省、徳島地方気象台、徳島県、徳島県教育委員会
- 後援：内閣府（防災担当）、徳島市、NHK徳島放送局、四国放送（株）、（社）徳島新聞社、（株）エフエム徳島、徳島県自主防災組織連絡会、とくしま地震防災県民会議、徳島県PTA連合会、NPO法人防災情報機構
- 内容：研究成果報告
鈴木 良典（文部科学省研究開発局地震・防災研究課長）
ミニ講座「緊急地震速報について」
講師：藤 時久（徳島地方気象台地震津波防災官）
基調講演「南海地震の特徴と防災教育の必要性」
講師：村上 仁士（徳島大学名誉教授）

実践事例発表を交えたパネルディスカッション
「防災教育を地域に定着させるために」
コーディネーター：伊藤 和明（NPO法人防災情報機構会長）

- 参加人数・参加費：定員400名（先着順）。参加費無料。10月15日（金）メ切。定員になり次第、締め切らせていただきます。
- 申込先：徳島県危機管理部南海地震防災課 防災センター・啓発担当 〒771-0204 徳島県板野郡北島町鯛浜字大西165番地 E-mail：tokushima_forum@creomuinan.co.jp FAX：088-683-2002
- 申し込み方法：氏名、郵便番号・住所、電話・FAX番号及び「防災教育推進フォーラム参加希望」と明記の上、EメールまたはFAX、ハガキにてお申し込みください。

2 地震調査委員会〔第213回〕
定例会（平成22年9月9日）
2010年8月の地震活動の評価

4 地震調査委員会
「伊豆東部の地震活動の予測手法」報告書を公表

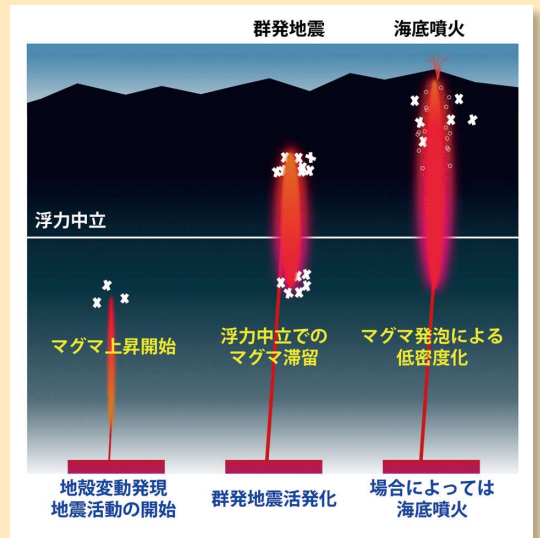
6 防災教育支援事業
宮城県気仙沼市の取り組み
子どもたちを津波から守る

8 謎解き地震学 No. 06
東京大学地震研究所 広報アウトリーチ室
地球内部のダイナミクス

12 地震調査研究への期待
政策委員会 総合部会
委員 越智 繁雄

お知らせ

「防災教育推進フォーラム」開催のお知らせ



伊豆東部の群発地震のイメージ
〔地震及び火山噴火予知のための観測研究計画〕
平成21年度年次報告〔成果の概要〕より）



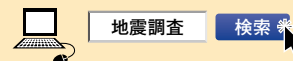
唐桑半島ビジターセンターでの津波体験学習のようす
（津波の高さを示しているところ）

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）

*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/] で見ることができます。

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。

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

● 8月14日に日高地方西部〔胆振地方中東部〕の深さ約110kmでマグニチュード(M)4.6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型で、太平洋プレート内部で発生した地震である。

東北地方

● 8月10日に三陸沖でM6.3の地震が発生した。

関東・中部地方

● 8月3日に茨城県北部の深さ約80kmでM4.6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。

● 8月14日に父島近海の深さ約110kmでM5.2の地震が発生した。この地震の発震機構は北東-南西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。

● 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。

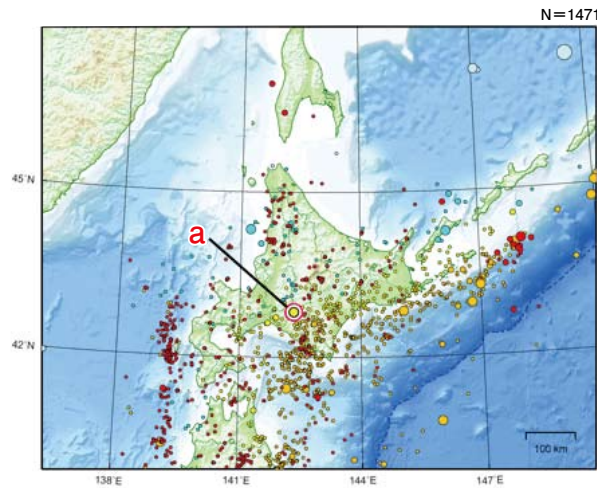
補足

● 9月1日に宮城県沖の深さ約45km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。

● 9月4日に釧路沖でM5.1の地震が発生した。

注：〔 〕内は気象庁が情報発表で用いた震央地域名である。

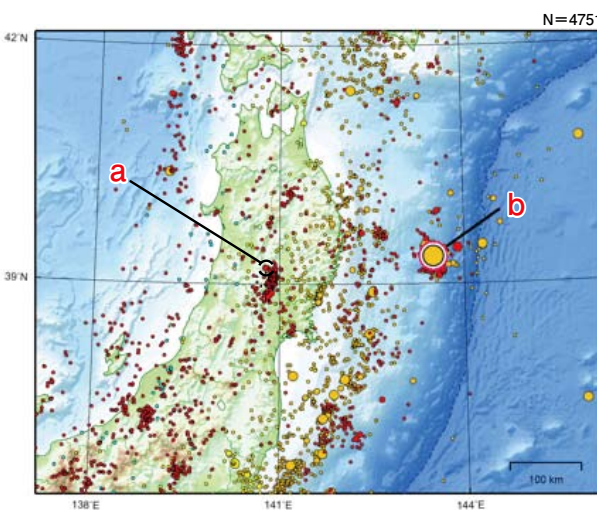
1 北海道地方



a) 8月14日に日高地方西部でM4.6の地震(最大震度3)が発生した。気象庁はこの地震に対して〔胆振地方中東部〕で情報を発表した。

〔8月期間外〕
9月4日に釧路沖でM5.1の地震(最大震度4)が発生した。

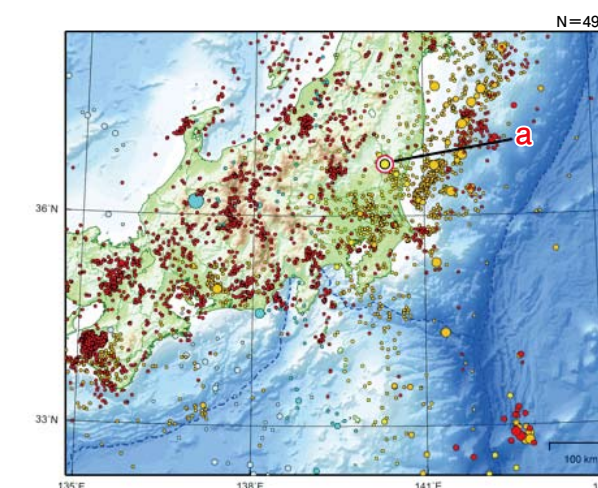
2 東北地方



a) 岩手・秋田県境付近で、7月31日頃から続いていたやや活発な地震活動は収まってきている。
b) 8月10日に三陸沖でM6.3の地震(最大震度4)が発生した。

〔8月期間外〕
9月1日に宮城県沖でM5.0の地震(最大震度3)が発生した。

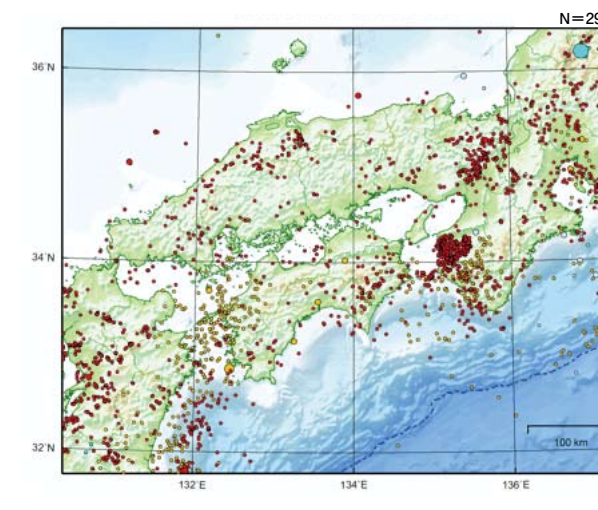
3 関東・中部地方



a) 8月3日に茨城県北部でM4.6の地震(最大震度3)が発生した。

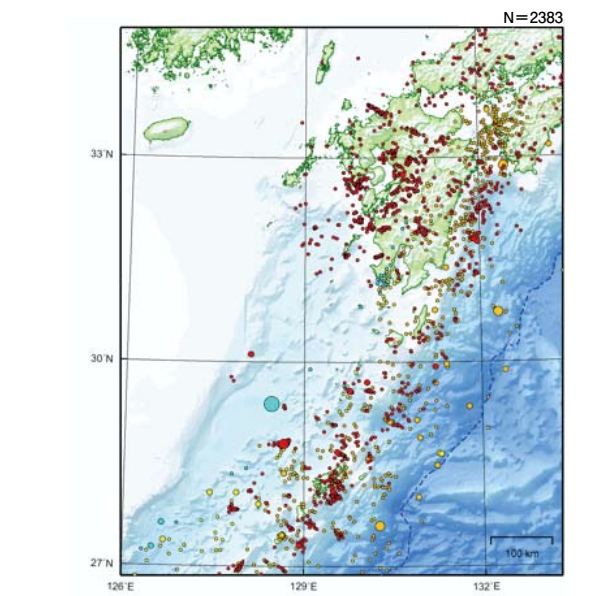
〔範囲外〕
8月14日に父島近海でM5.2の地震(最大震度3)が発生した。

4 近畿・中国・四国地方



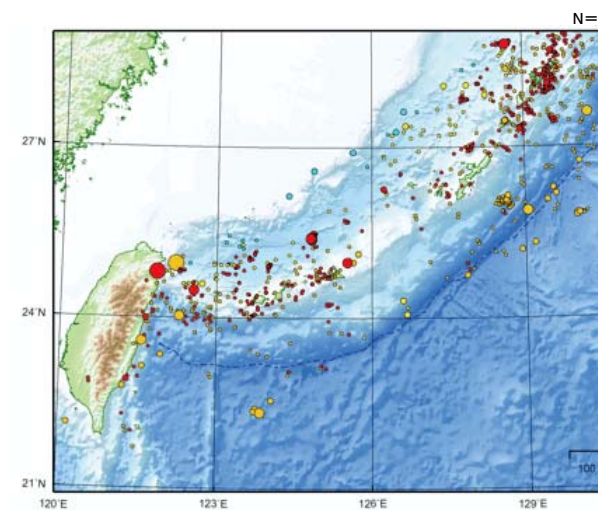
特に目立った活動はなかった。

5 九州地方



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。

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。

「伊豆東部の地震活動の予測手法」報告書を公表

1 はじめに

被害が発生するような大きな地震が発生したときや、群発的な地震が発生したとき、気象庁から地震についていろいろな情報が発表されていますが、現時点では、余震の確率評価以外には、地震活動の見通しなどの予測的な情報は発表されていません。これは、現時点では、地震活動の推移・見通しを予測する手法が確立されていないためです。

しかし最近では、関係機関の観測の成果等、地震データの蓄積が進み、過去の地震活動の特徴を抽出・整理することにより、地震活動の予測的な評価が可能となる事例がいくつか見られています。

このことから地震調査委員会では、「地震活動の予測的な評価手法検討小委員会」を設置して、群発地震の性質等、過去の地震活動から得られる特徴の抽出・整理を行い、地震活動の推移・見通しについての評価手法を検討してきました。

今回、伊豆東部で発生する群発的な地震活動を対象に、地震活動の推移・見通しについての評価（予測）手法を検討し、「伊豆東部の地震活動の予測手法」としてとりまとめ、公表しましたので、その概要について紹介します。

2 伊豆東部で発生する群発的な地震活動

伊豆半島東部の伊東市の沿岸から沖合にかけての領域（以下、「伊豆東部」、図1）では、1978年以降、群発的な地震活動が繰り返し発生し、1989年7月の活動では海底噴火が発生しました。これらの地震活動は、これまでの観測・調査結果から、地下のマグマ活動によって引き起こされることがわかっています。また、この地震活動では、しばしば顕著な地殻変動を伴います（図2）。

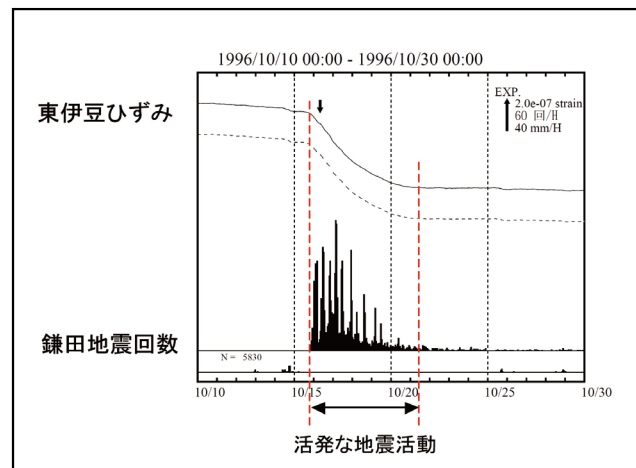


図2 地震活動と地殻変動の関係

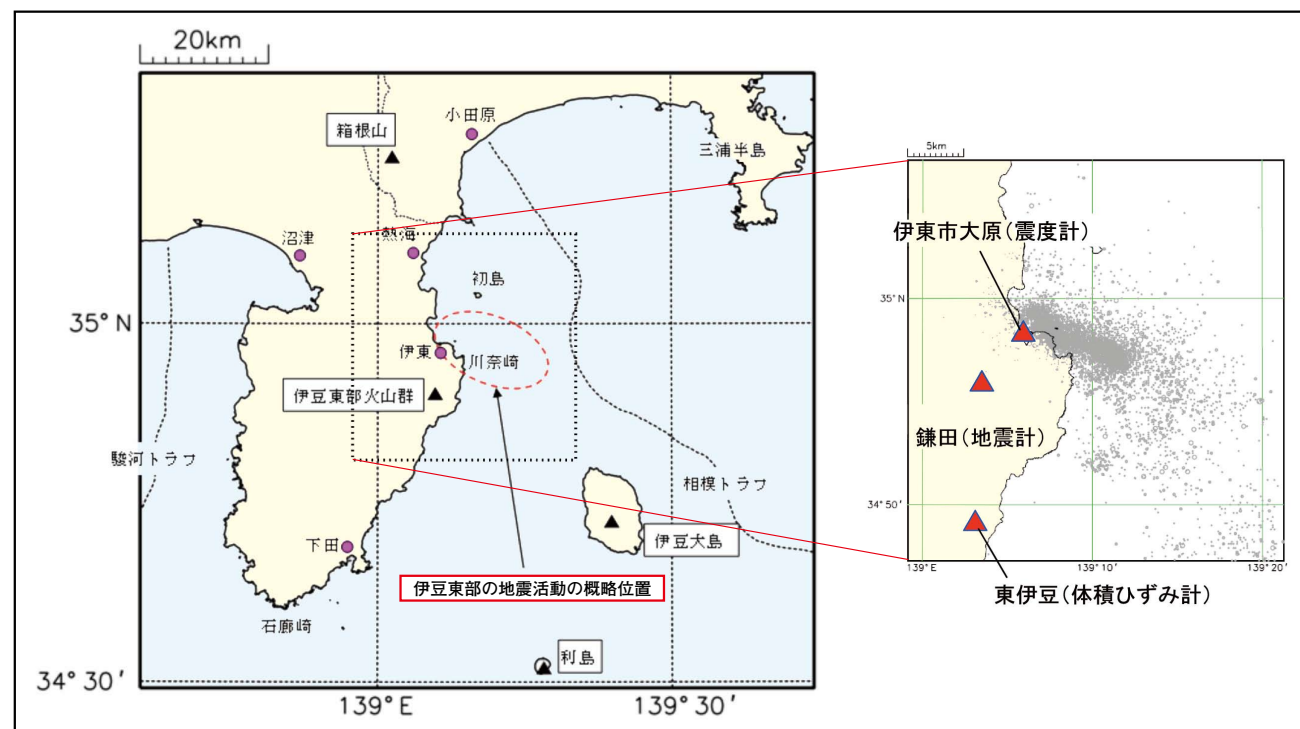


図1 伊豆東部の地震活動の概略位置図

3 伊豆東部の地震活動の特徴

過去に発生した地震活動を基に抽出した地震活動の特徴は、以下のとおりです。

- ・ マグマ貫入量と地震活動の規模（地震回数）が比例関係
- ・ マグマ貫入量と東伊豆ひずみ観測点（以下、「東伊豆」）の24時間ひずみ変化量に相関
- ・ マグマ貫入による地殻変動は地震活動に先行
- ・ 1回のマグマ貫入に伴う主要な活動期間は平均4日、長くて1週間程度
- ・ 東伊豆におけるひずみ変化が収まるとともに、主要な地震活動も終息

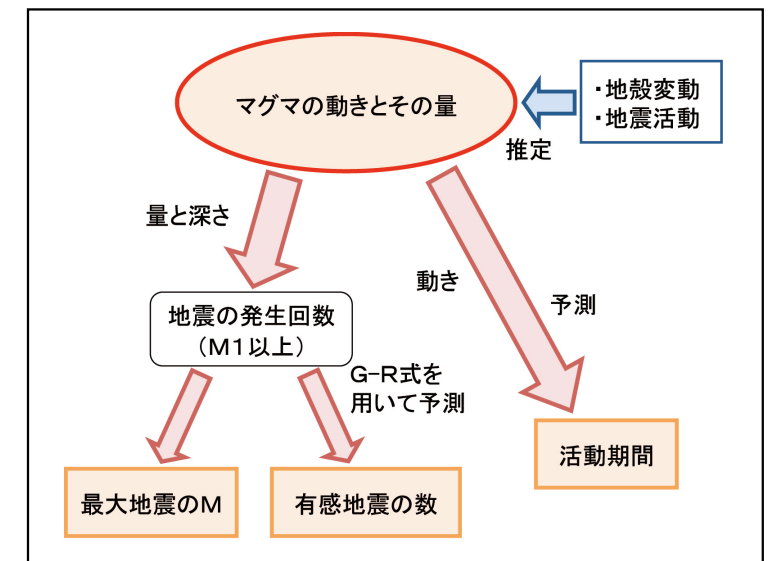


図3 今回とりまとめた予測手法の概念図

4 伊豆東部の地震活動の予測手法

3. で示した特徴に基づき、とりまとめた予測手法を以下に示します。

○予測の対象とする現象

マグマ貫入による地震活動（マグマの動き自体を予測するのではなく、貫入したマグマの動きとその量を推定し、それによって発生する地震活動を予測します。）

○予測を行う項目

- ①活動期間中の最大規模の地震のマグニチュード（M）とその地震による震度
- ②震度1以上を観測する地震の回数
- ③主たる活動期間

○予測手法の概要

予測の流れを以下に記し、その概念図を図3に示します。

- 1) マグマ貫入に伴う地殻変動を検知
- 2) 検知した地殻変動の大きさよりマグマ貫入量を推定
 - ・ 東伊豆の24時間ひずみ変化量とマグマ貫入量の関係式
- 3) 推定したマグマ貫入量から、地震回数を予測
 - ・ マグマ貫入量とM1以上の地震回数との関係式
- 4) 最大規模の地震のM（項目①）及び震度1以上を観測する地震の回数（項目②）を予測
 - ・ 3) で予測したM1以上の地震回数から、地震の規模と発生回数の関係式（グーテンベルク・リヒターの式：G-R式）を用いて、最大規模の地震のMと震度、震度1以上を観測する地震の回数を予測（震度予測は伊東市役所が対象）
- 5) 主たる活動期間（項目③）を予測
 - ・ (有感)地震が多発する、主たる活動の期間が予測対象
 - ・ 1回の（マグマ貫入に伴う）地震活動期間は概ね4日、長くて1週間程度

- ・ マグマの動きを監視し、2回目以降の貫入があれば、さらに4日～1週間程度地震活動が継続すると予測
 - ・ ひずみの変化が収まるとともに、主たる活動も終息すると判断
- 実際には、マグマの動きに伴う地殻変動データや震源分布をリアルタイムで監視しつつ、地震活動の予測を行うことになります。

5 今回とりまとめた予測手法の適用範囲

本手法は過去の地震活動から抽出した特徴を基にとりまとめたものであり、過去の活動と同様の様式で発生する地震活動を予測する手法です。そのため、過去の活動とは異なる様式で地震活動が発生した場合は、本手法による予測の適用外となります。

さらに、マグマが地表付近まで上昇した場合には、1989年の群発地震活動のように火山噴火に至る可能性もありますが、本手法はあくまで地震活動の推移を対象とした予測であり、火山噴火そのものの予測については適用外となります。

6 情報発表に向けて

今後、この手法を用いて気象庁が予測情報を発表することになりますが、平成23年度からの運用開始を目指し、発表する情報の内容や発表時期等について、気象庁が関係防災機関等と協議しているところです。

過去において、マグマ貫入による活発な活動が収まった後、活動域の端あるいはその周辺で、やや規模の大きな地震が発生することがありました。また、マグマ活動によるもの以外の地震が発生する可能性もあります。これらのことも理解した上で、この情報を防災に役立てていく必要があります。

子どもたちを津波から守る

～宮城県気仙沼市の取り組み～

はじめに

気仙沼市は宮城県の北東部に位置し、水産と観光を柱に「人と自然が輝く 食彩豊かなまち」を目指し、まちづくりに取り組んでいます。

しかし、過去には明治・昭和三陸津波などで被災しており、現在は宮城県沖地震と津波による被害が懸念されています。全市民の防災意識を高めることでの減災対策に取り組んできましたが、子ども達には大人になってからも防災意識を持ち続け、防災リーダーを担えるように「未来の防災戦士」のキャッチフレーズのもと教育機関と連携しながら、防災教育に取り組んできています。

以下、気仙沼市が取り組んでいる文部科学省防災教育支援事業の3点のテーマについて紹介します。

テーマ1 「フィールドミュージアムシステム（仮称）」

このシステムは、学校で防災教育の教材として使用することも、家庭での自主学習にも活用ができますが、コンセプト(学習機能)は大別して3つに分けられます。

「事前学習：つなみのことを調べよう」

津波発生のメカニズム、威力、速さなどについて、イラストなどを用いながらわかりやすく説明します。



■フィールドミュージアムシステム（仮）のイメージ



■フィールドワークとオリジナル防災マップのイメージ

また、身の守り方を身につけることも学習できる内容を構成中です。

「補足学習：過去におきた津波、現在の対策」

過去津波の写真やデータ、また「デジタル語り部」によって実際に昭和三陸津波を体験した方々のお話を聞くことや現在に残る津波の跡を学習することで、自分達の住んでいるまちが過去に津波被害に遭ったことを学び、災害が他人事ではないということを確認するとともに、現在の防災対策を学びます。

「現地学習：フィールドワークに行こう」

GPS機能付き携帯電話を使用して「オリジナル防災マップ」を作成することができます。

通学路や学校・家の近隣調査、いわゆるフィールドワークの時に「危険」と感じた所や「ひなん場所」と考えた所を撮影しメモを付けて送信します（この時に防災データを参照しながら調査することも可能）。これだけでマップを作成することができますが、さらに添付したメモを編集しての詳しい記述や、インターネットを用いての追記・見返しのほか保護者が閲覧することもできます。（防災マップのほか防犯安全マップ等にも使用可）

知識の習得のみならず、子ども達も楽しみながら取り組めて、そして「データと実地活動の融合」という、これまでにないシステムによって高い学習効果が得られるものと考えています。

さらに深く学習したい時には、関係機関の協力により「津波デジタルライブラリ」をはじめとするホームページとリンクすることで、一層深い学習にも応えられます。

活動名	ねらい	学習内容
発展型の防災教育	・積極的な防災対策 ・防災リーダーとしての意識	・救命講習、応急手当講習 ・消火訓練、キャブハンディ体験 ・空き缶炊飯、防災キャンプ等
・救命講習、AED講習		・炊き出し訓練、空き缶炊飯、オリジナルかまど等
・少年者への指導(地区防災マップ)		・防災看板の作成・設置(地域への貢献)
・登下校時の避難、身の守り方		・登下校時の避難、身の守り方
		・人力搬送訓練

■防災教育プログラムの内容（取組み事例）



■防災研修カリキュラムと防災教育プログラム



■防災教育テキスト（案）：小学校、中学校、一般、外国人向け

テーマ2 教職員との連携による取り組み

市の教育長を座長とし有識者の先生方を迎えた検討委員会を開催するとともに、教職員により構成する安全防災教育部会との連携により以下の取り組みを行っています。

「防災研修カリキュラム」の作成

防災教育を担当される教職員向けのカリキュラムで、段階的な研修内容としていますが、講義だけではなくシステムの使用や、各校の事例紹介・意見交換会など、研修が意見交流の場となることを想定して構成しています。

「防災教育プログラム」の作成

防災教育を実践する上での手引きとなりますが、年齢に応じた目標・ねらいのほか、先生方が参考にしやすいように取り組み事例などを掲載しています。また、学校で防災教育に取り組める時間が異なる点も踏まえた段階的な構成としています。

あわせて、市の観光キャラクター「ホヤぼーや」を用いたテキスト（児童（低学年・高学年）・生徒・一般・外国人向け）も作成しています。



■唐桑半島ビジターセンターの展示状況

テーマ3 既存施設の活用による防災教育・研修提供体制

気仙沼市には「唐桑半島ビジターセンター・津波体験館」という施設があります。

こちらは、唐桑半島の自然や文化を楽しみながら学べる施設ですが、日本初の津波体験施設でもあり、津波実験装置や災害のパネル展示もしています。

これまでも市内の小中学校がここを訪れ、防災教育に活用していましたが、さらに館内シアターでの「ぼうさい講座」には子ども向け・大人向けの2編を用意し、衛星写真によるリアス式海岸の説明や、過去津波の痕跡がわかる地層標本の展示などもしており、子供から大人までの防災教育・研修など、ぜひ多くの皆様にご活用いただければと思います。

おわりに

防災教育にどれだけの時間を費やせるかは学校によって異なり、レベルに差が生じるのが課題であり仕方の無いところですが、また、防災教育は「どこまでやればいい」ということはなく、継続的な取り組みが大切です。当事業は平成21～22年度と、現在も改良を重ねているところであり、防災部局・教育部局・地域住民の連携についても体制整備を進めているところです。

最後にご指導ご協力いただいている先生方に感謝致しますとともに、2月のチリ地震津波での被害に対し、ご心配いただきました全国の皆様に厚く御礼申し上げます。



鈴木 秀光（すずき・ひでみつ）
気仙沼市総務部危機管理課防災情報係 主査
平成12年度より防災担当に就任。防災教育、災害時要援護者対策、防災マップワークショップ、出前防災講座など市民の防災意識・防災力向上の支援に努める。

謎解き地震学

地球内部のダイナミクス

レイ先生が珍しく宝石の話なんかをしている。ダイヤモンドを2つ組み合わせるのがいいとか、8月の緑の誕生石が素敵だとか何とか。まさか宝石に興味があったとは。僕はすっかり驚いてしまった。

地球内部の構造

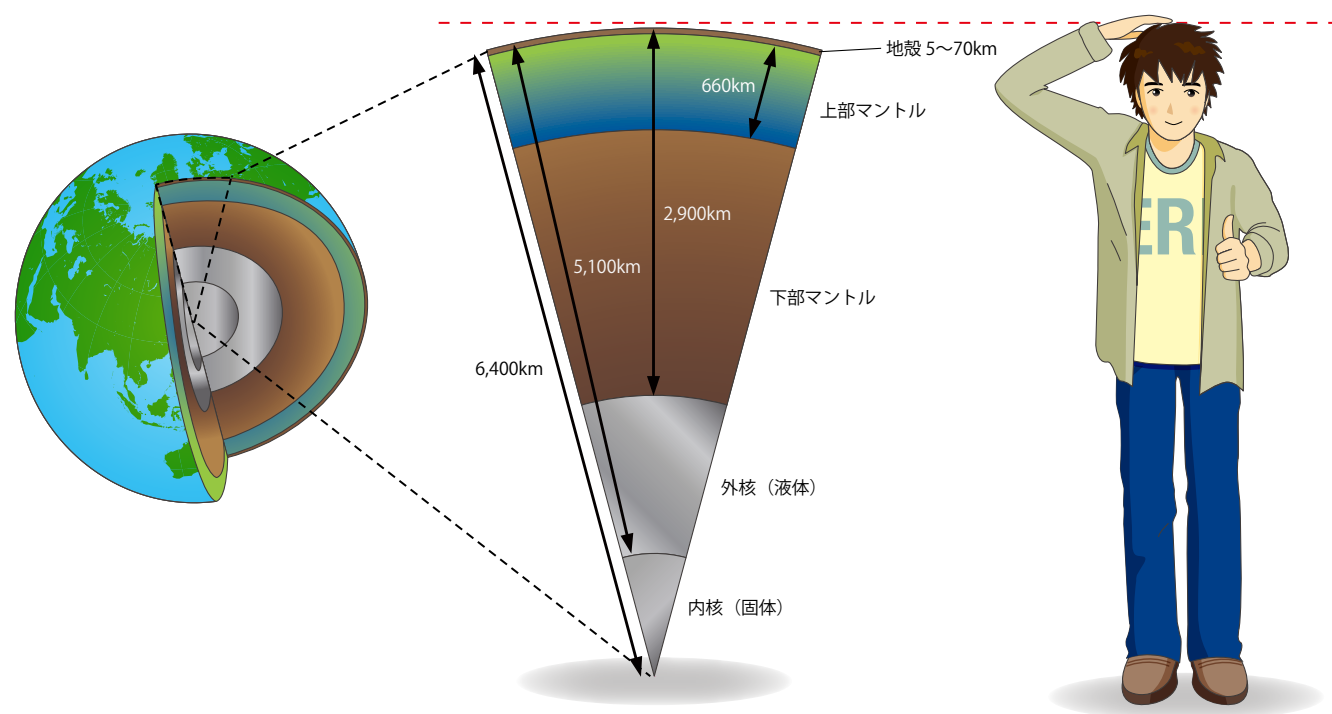
大地 レイ先生もやっぱり宝石がお好きですか。

レイ え？ 宝石？

大地 8月の誕生石がなんとか、と。

レイ そうね、8月はいいわね。なんといっても「かんらん石」、マントルを構成する鉱物だもの。マントルは宝石箱だわ、きっと。行って見てみたいわねえ。美しい緑色から濃いブルーへと変化してゆく上部マントル、やがて茶褐色になる下部マントル。そこから先は鉄の世界。岩石と鉄の境界では何が見えるのかしら。

レイ先生の世界観についていくべく、僕は地球内部の勉強をすることにした。地球の内部構造はさっきレイ先生が言っていたとおりだ。地表を覆うのは地殻といって、薄い岩石の殻だ。半径が6,400kmある地球を卵に例えると、ちょうど卵の殻くらいの薄さになる。僕の身長に例えると、指の厚みほどもないくらいだ。この地殻の下にはマントルがある。レイ先生が緑やブルーや茶褐色の宝石箱と言っていた世界がここで、地球の半径の半分くらい、約2,900kmを占める。これまた卵の白身と同じくらいの割合だ。そして卵の黄身にあたる部分を核という。中心から3,500kmに及ぶ核は、これまでの岩石の世界から一転して、鉄でできている。



大地 僕たちの暮らす地表を見れば、地球が岩石で構成されているというのはわかりますが、地球の中心は鉄でできていたんですね。

レイ 鉄は岩石よりも重いので下へ下へと沈んで行って、核を構成しました。核も2つに分けることができ、中心に近い側を内核、その外側を外核といいます。違いはなんでしょう？

大地 外核は液体、内核は固体の鉄でできています。外核が液体であるということは地震波の解析からわかりました。前回『S波が来る前に！緊急地震速報の活用』（謎解き地震学No.05）で学んだS波が重要な役割を果たしたんですね。S波は液体の中では伝わらない性質を持っているので、地球内部の深くに液体の層があることがわかった。災害に関する研究だけじゃないんだなあ、地震学って。

レイ そう。地震波は地球内部のトラベラー。耳をすましてそこからいろいろな情報を得るのが地震学者の仕事であり、醍醐味でもあるわね。

マントルは宝石箱

大地 さっきレイ先生がおっしゃっていた緑やブルーや茶褐色の世界、それがマントルですね。

レイ そう。マントルも2つに分けることができます。

大地 はい、660kmくらいの深さで上部マントルと下部マントルとに分けられます。どちらも「かんらん岩」で構成されています。

レイ かんらん岩と、緑の宝石かんらん石の関係はわかる？

大地 ○○岩というのは○○石と呼ばれる複数の鉱物から構成されます。例えば、かんらん岩はかんらん石と輝石とザクロ石から構成されています。

レイ ザクロ石は1月の誕生石、ガーネット。濃い赤のきれいな宝石です。

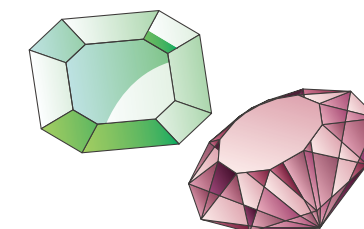
大地 へえ、マントルは本当に宝石箱なんだなあ。

レイ 色についてももう少し補足しましょう。同じ岩石でも、深さが変わると色が変化するのよ。

大地 へえ！ なんてだろう？ 深さの変化、というのがヒントかな。

レイ そう。地球内部では深くなるほど大きな圧力がかかります。それで鉱物の結晶の構造が変化して、色も変わるのよ。

大地 へえ、面白い。鉱物について、もう少し勉強してみます。



物質境界と力学境界

レイ 今度は意地悪な質問です。プレートとはどの部分を指すのでしょうか？

大地 あれ？ 地殻とは違うんですか？

レイ きわめて初歩的なミスですね。さっき挙げてくれた区分は物質的な境界によります。構成する岩石の種類の違いによる境界だったり、岩石と金属との境界だったり。プレートは『プレートテクトニクスと地震の起きるところ』（謎解き地震学No.01）で勉強したとおり、動いているでしょう。だから地球内部には、力学的な境界というのが別に定義されているのです。

大地 なるほど。そういえばプレートの厚さは100kmくらいあって、地殻よりも厚いですね。


レイ 上部マントルの中でも最上部の硬い部分と地殻とを合わせてリソスフェアと呼んでいます。その下はアセノスフェアと言って、柔らかい、つまり少し粘性の低い状態です。

大地 柔らかいアセノスフェアの上に硬いリソスフェアが載っている。載っているだけではなく動いている。この動いている部分をプレートと呼ぶのですね。


地球内部の対流

- レイ** マントル対流という言葉聞いたことはあるかしら？ 宝石箱のマントルは長い時間スケールで見るとゆっくりと動いています。プレートが動いていることがその証なのですが。
- 大地** はい。味噌汁を作っているときに想像したりしていました。鍋の底からモコモコと上昇してきて、味噌汁の表面で冷やされてまた沈んで行く。外核は液体なのでマントルよりも容易に対流しているのでしょうか。
- レイ** ええ。マントルの対流はプレートの移動速度から考えれば年間10cmといったところでしょう。液体の外核は年間10kmとだいぶ速い速度で対流しています。でも鉄と岩石とが混ざり合っただけで対流することはありません。外核は外核で、マントルはマントルで、地球内部には大きく2つの対流があるのです。
- 大地** 今度はずいぶんダイナミックな地球の姿が見えてきたなあ。
- レイ** 人類が到達したことがある深さはたったの4kmよ。細い穴を掘削してもせいぜい12kmで限界です。地球の半径6,400kmのほとんどを私たちは見たことがありません。地球内部は宇宙よりも遠いと思わない？

なんだか今日のレイ先生は口マンチストだ。でもなんで相手が地球かなあ……。

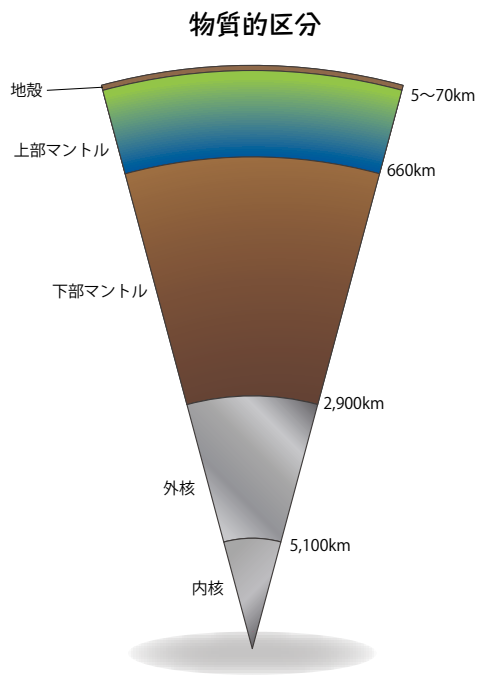


大地君の学習ノート

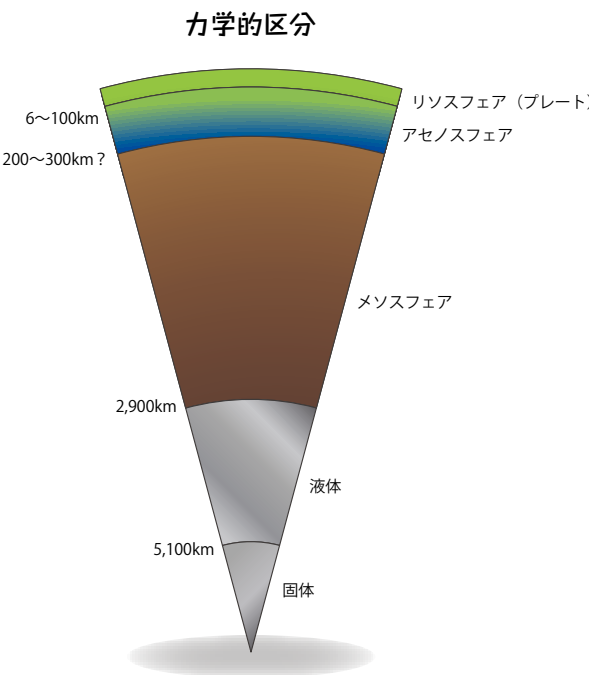


地球内部の構造

物質的区分



力学的区分



地球内部の対流

- ・液体の外核は対流をしている (10km/年)
- ・固体のマントルも長い時間スケールでは対流をしている (数cm/年)

新堂教授の素朴な質問：対流する理由

- 新堂** 物質境界と力学境界のように、地球内部を調べるにはいろいろな切り口がある。地震波の解析、鉱物の高圧実験、コンピュータシミュレーション、それから外核の対流が地球の磁場を生んでいるので電磁気学的な解析も必要だ。
- 大地** 未知の領域がすぐ足元にあったなんて驚きです。僕たちが直接目に見ることができないものは、地震波や電磁場で見るわけですね。
- 新堂** その通りだ。ところでどうして対流が起きるか知っているかい？ そもそも対流の原動力は何だろう？

地球内部の対流の原動力は何だろう？ どうして対流が起きるのだろう？




新堂教授の素朴な質問

- 大地** 味噌汁と同じだと考えると、熱でしょうか。けど熱源はなんだろう？ 地球の中心に熱？ いつからあるんだろう？
- 新堂** 原始地球の頃からだよ。ちりや隕石が集まって地球が形成された時に、それらが互いに衝突して熱が発生した。他にも放射性元素の崩壊による発熱などもあるがね。地球の中心部では6,000°Cに達していると言われている。
- 大地** 対流はその熱を外に運ぶ運動なのですか？
- 新堂** そうだ。私たちの暮らす地表から地球内部の熱を逃がすために、核での対流とマントルでの対流が起きている。熱伝導で熱を逃がすのを待っていたらとても効率が悪いので、外核やマントルで対流がおきる。
- 大地** 外核の対流で熱が逃げて冷えるから、固体の内核が形成されるのでしょうか。
- 新堂** そう考えられているよ。その熱を受け取ったマントルも対流をして、よく冷えている地表へと向かう。地表で冷やされた部分は固い岩盤のプレートとなり、年間数cmの速さでゆっくりと旅をして、海溝から再びマントルの中へ沈み込んで行く。その過程で、火山活動を起こしたり、地震を起こしたりする。どうだい、地球はダイナミックな星だろう。暑がりだけだな。

地震は、地球のこんな大きな活動の一部だったなんて。僕の住む世界の足元ではなんてすごいことが起きているんだ。輝く宝石箱のマントル、その下にはサラサラの鉄の液体である外核があり、地球の中心には固体の鉄の球がある。外核もマントルもそれぞれ大きく対流をしていて、地球は自分自身を冷やそうとしている。地震は確かに嫌だけど、でも対流を失くなって、地震や火山もない、冷えて固まった地球はなんだか想像したくないな。それにしても、一体地球はどれだけの驚きを僕らに見せてくれるんだろう。僕はまたあらためて、地球科学のとりこになった。

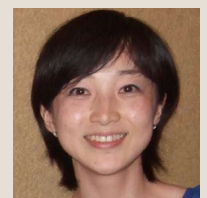
次号へつづく



『謎解き地震学』 Web版はこちら → <http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/charade/>

大木 聖子 (おおき さとこ)

東京大学地震研究所広報アウトリーチ室助教。高校1年生の時に起きた阪神・淡路大震災を機に地震学を志す。2001年北海道大学理学部地球惑星科学科卒業、2006年東京大学大学院理学系研究科にて博士号を取得後、カリフォルニア大学サンディエゴ校スクリプス海洋学研究所にて日本学術振興会海外特別研究員。2008年4月より現職。



デザイン・イラスト/溝口 真幸