

「なみふる（ナイフル）」は「地震」の古語です。「なみ」は「大地」、「ふる」は「震動する」の意味です。

02.....

「地震予報」ができるかも？

日本初の検証実験に91モデル
「中規模」なら予測に見通しも

04.....

2010年の主な地震活動

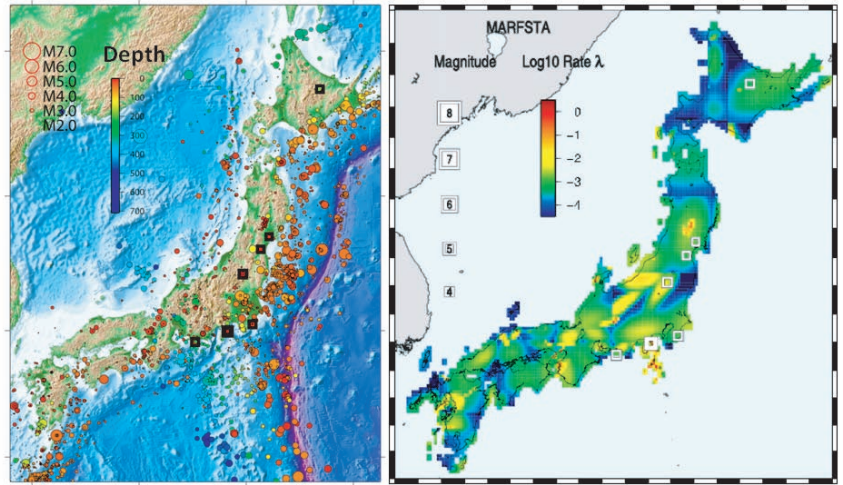
06.....

プロジェクトH₂O

「地殻流体を解明せよ！」

08.....

日本地震学会は公益社団法人の認定を受けました
日本地震学会在庫書籍頒布のお知らせ



(左) 2009年11月1日から2010年1月31日に発生した地震の震央分布と(右)地震発生予測検証実験で過去の地震活動から予測した結果。左図の黒い四角形と右図の白い四角形は同じ地震を示します。右図では、暖色系の領域に四角で示した地震が発生していれば予測の精度が高いことを示しています。詳しくは2-3 ページの記事をご覧ください。

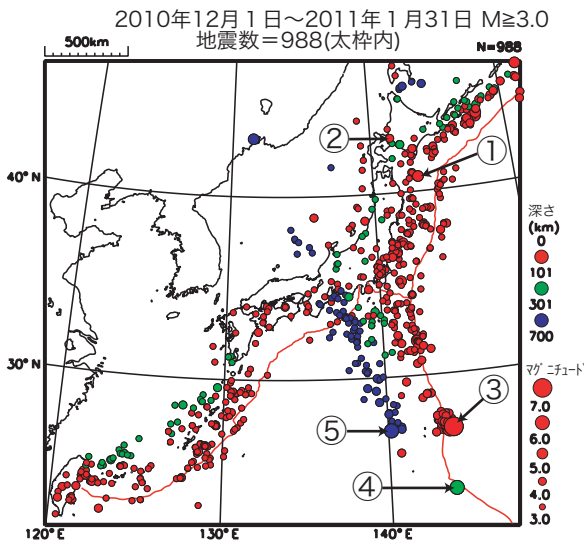


2010年12月~2011年1月

おもな地震活動

2010年12月~2011年1月に震度4以上を観測した地震は3回でした。図の範囲の中でマグニチュード(M)3.0以上の地震は988回発生し、このうちM5.0以上の地震は39回でした。

「M5.5以上」、「震度5弱以上」、「M5.0以上かつ震度4以上」、「被害を伴ったもの」のいずれかに該当する地震の概要は次のとおりです。



① 青森県東方沖

12/6 16:30 深さ7km M5.8 震度3
太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生したと考えられる地震で、北海道で最大震度3を観測しました。

② 石狩地方中部

12/2 06:44 深さ3km M4.6 震度3
地殻内で発生した地震で、北海道で最大震度3を観測しました。この地震により、建物破損や斜面崩落などの被害が発生し(札幌市清田区、北広島市のホームページによる)、気象庁が行った現地調査によると、震源に近いところでは局所的に震度4~5弱相当の揺れがあったと推定されました。

③ 父島近海

12/22	02:19	M7.4	震度4
12/22	05:18	M5.6	震度1
12/22	07:19	M5.5	震度1
12/23	06:49	M6.5	震度3
12/25	02:27	M5.5	震度1

太平洋プレート内部で発生した地震で、22日の地震により東京都小笠原村の父島と母島で最大震度4を観測しました。22日の地震に対し気象庁は津波警報を発表し、八丈島八重根で0.5m、父島二見で22cmなど、東北地方の一部及び関東地方南部から沖縄地方にかけて津波を観測しました。

④ 硫黄島近海

1/10 19:24 M6.0 震度1
東京都小笠原村の父島と母島で最大震度1を観測しました。

⑤ 小笠原諸島西方沖

1/13 06:32 深さ516km M6.3 震度2
深く沈みこんだ太平洋プレート内部で発生した地震で、東京都小笠原村の父島と母島で最大震度2を観測しました。

世界の地震

M7.0以上あるいは死者50人以上の被害を伴った地震は以下のとおりです。(時刻は日本時間、震源要素、被害は米国地質調査所(USGS)によるもの、Mwは気象庁CMT解あるいは米国地質調査所(USGS)によるモーメントマグニチュード、津波の高さは米国海洋大気庁(NOAA)による(2月8日現在)。)

●バヌアツ諸島

12/25 22:16 深さ12km Mw7.3
太平洋プレートとインド-オーストラリアプレートのプレート境界付近で発生した地震です。この地震により、地震の震央から約200km離れたバヌアツ共和国のポートビラでは15cmの津波が観測されました。

●アルゼンチン、サンティアゴデルエステロ州
1/1 18:56 深さ577km Mw7.0
南米プレートの地下に沈み込むナスカプレートの内部で発生した地震です。

●チリ中部沿岸
1/3 05:20 24km Mw7.2
南米プレートと地下に沈み込むナスカプレートの境界で発生した地震で、2010年2月27日のMw8.8の地震の余震と考えられます。

●ローヤリティ諸島
1/14 01:16 9km Mw7.0
太平洋プレートとインド-オーストラリアプレートの境界付近で発生した地震です。

●パキスタン南西部
1/19 05:23 68km Mw7.2
この地震により、死者2人以上、住家被害約200棟が生じました。

※「おもな地震活動」の見方の詳細は「なみふる」No.31 p.7をご覧ください。

「地震予報」が 日本初の検証実験に91モデル

地震は起こりやすい場所で 起こる

地震は地球上で特定の場所で起きています。地殻やマンテルの性質によって、地震の起きやすい場所と起きにくい場所があるためです。日本の周辺などのプレート境界では特に地震が発生しやすい条件が整っていますし、過去に地震が繰り返し発生している活断層の付近も地震が発生しやすい場所と言えるでしょう。こうした過去のデータから地震発生の法則を導く新たな試みが始まっています。

ルールを決めた予測結果の 比較が必要

過去の地震発生を法則化して将来を予測する試み(予測モデルの構築)はこれまでも行われてきました。地震の予測には、発生する場所と時期、マグニチュードを事前に示すことが必要です。また、予測した地震が実際に起きたのかを確かめることも重要です。

そこで私たちは、予測方法と予測と実際の地震活動の比較方法をあらかじめ厳密にルール化し、予測を実際に行って予測モデルの性能を評価する「地震発生予測検証実験」を始めました。その第1回の実験結果は、2010年の地震学会秋季大会で発表されています。

世界的なルールに基づく 予測検証実験

この実験で最も重要なことは、予測モデルの提案者とは別の研究者が、独立に予測モデルの評価を行うことです。このために、東京大学地震研究所に予測実験検証センター(テストセンター)を作り、予測モデルの提案者には、テストセンターに予測モデルの計算機プログラムを提出してもらいました。そして、テストセンターの研究者が、プログラムの実行および実際に起きた地震との比較を行いました。この研究は、Collaboratory for the Study of Earthquake Predictability (CSEP)と呼ばれる世界的な共同実験研究の一環です。現在、日本の他、米国カリフォル

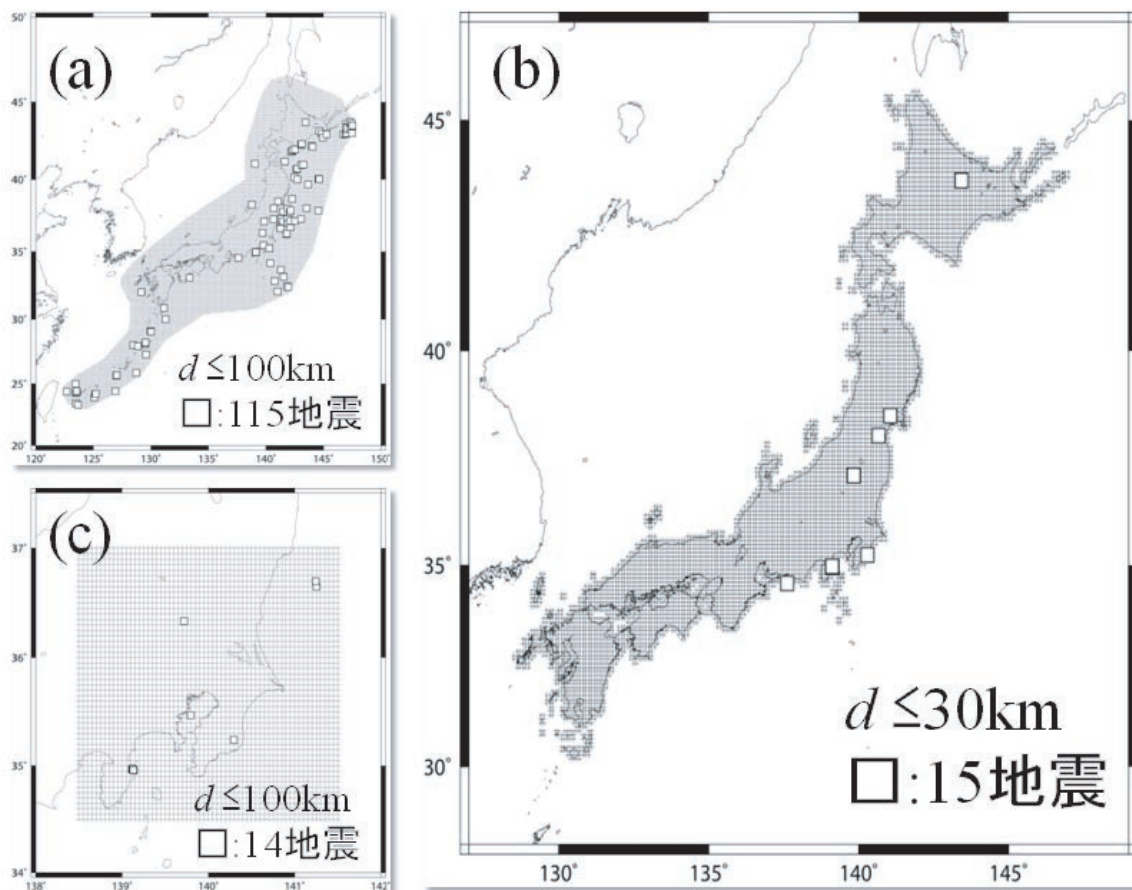


図1 予測領域 (a) 海域を含む日本全体、(b) 陸域部だけの日本全体、(c) 関東。dは、領域の深さを示します。図中の□は、2009年11月1日から2010年1月31日までに発生したマグニチュード4以上の地震です。

できるかも？

「中規模」なら予測に見通しも

ニア州、ニュージーランド、スイス、イタリア、ロシア、中国でも実施されています。日本では、「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画(2009-2013年度)」の研究計画の一つとして行われています。

今回の実験の予測領域は(a) 海域を含む日本全体、(b) 陸域部だけの日本全体、(c) 関東の3つとしました(図1)。この領域を経度-緯度0.1度毎の格子(約10km四方)に区切り、予測期間内に発生するマグニチュード4以上の地震の数をマグニチュード0.1刻みで予測します。予測期間は、1日、3ヶ月、1年、3年の4つとしました。ただし、(c) 関東領域では格子間隔は0.05度とし、予測期間が1年と3年の実験ではマグニチュード5以上の地震を対象とします。また、正解とすべき地震データは、気象庁による確定震源リストを用います。

第1回の実験には、のべ91の予測モデルが提出されました。これらの予測モデルは、提案者独自の仮説の下に構築されたものです。例えば、地震が多く起こった場所では今後もよく起こるとする説(日本・京都大学、図

2(A))、全ての地震は余震を伴うとする説(日本・統計数理研究所)、全ての地震は前震を持つとする説(ニュージーランドのグループ)、あるいは地震と地震の間にはある最適な空間的間隔があるとする説(スイスのグループ)です。

3ヶ月予測の結果

2009年11月1日から行われた「3ヶ月-陸域部だけの日本全体」の結果を図2に示します。この期間に15個の地震が発生しました。この予測部門に提出された9つの予測モデルのうち、全てのモデル評価テストに合格したのは3つの予測モデルでした。そのうちの2つを図2(A)と(B)に、1つを表紙右図に示します。不合格となった6つの予測モデルのうち3モデルは、予測数が少な過ぎたり、多過ぎたりして不合格になりました(図2(C))。残りの3モデルは予測した地震と実際に発生した地震の空間分布が合わずに不合格とされました。

物理的モデルとの統合が重要

実験の結果、マグニチュード4から5程度の地震の予測に見通しが得られました。もちろん、予測モデルの正しさはこの実験を何度も繰り返して初めて分かります。また、まれにしか起きない大きな地震についてのデータはまだ集まっていません。私たちは、この実験の枠組み(コンテストの土俵)を作ったばかりです。現在の予測モデルは過去の地震の統計的処理によって導かれたものだけですが、近い将来には、GPSによる地殻ひずみのデータなど、地震データ以外の物理データを考慮した予測モデルの登場が期待されています。

東京大学地震研究所

平田直・楠城一嘉・鶴岡弘・横井佐代子

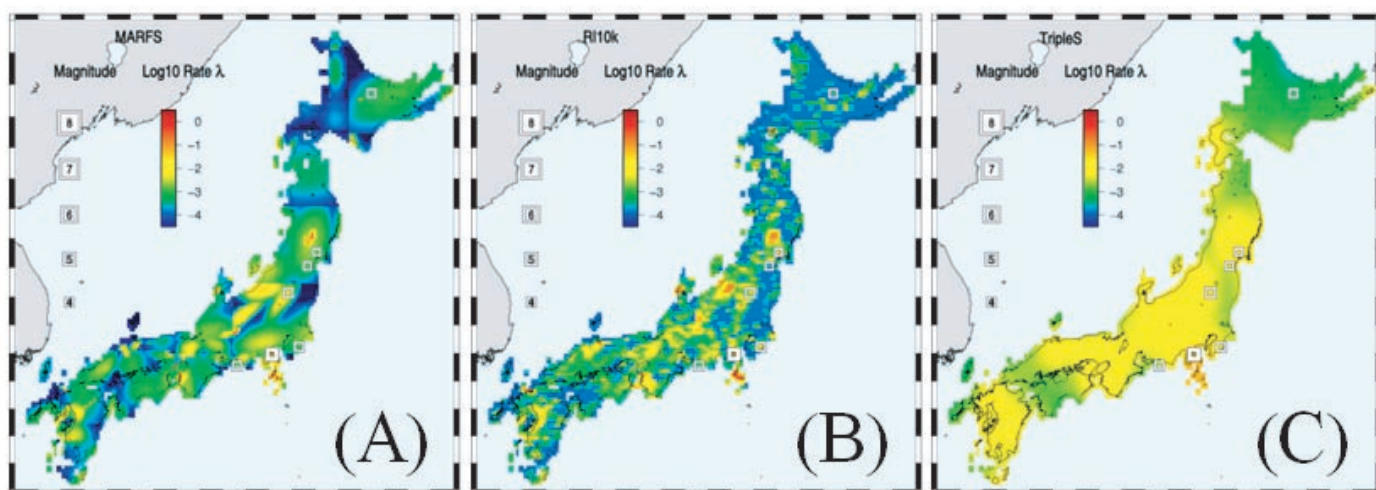


図2 3ヶ月-陸域部だけの日本全体の予測モデルと予測結果。(A)と(B)のモデルは、4つのテストに全て合格しました。(C)のモデルは、実際より多く地震を予測したと判定されました。

2010年の

日本付近の地震

概況

2010年に、日本国内で被害を伴った地震は11回(海外の1地震を含む、2009年は6回)でした。

震度4以上を観測した地震は37回(2009年は40回)でした。M6.0以上の地震回数は18回(2009年は17回)で、過去85年間の発生回数の平均が17.2回、標準偏差が8.0回であることから、ほぼ平均的な発生回数であったといえます。

日本で津波を観測した地震は4回(海外の2地震を含む、2009年は5回)で、過去85年間の平均が2.5回、標準偏差が2.0回であることから、ほぼ平均的な発生回数であったといえます。

2010年に観測した最大の震度は震度5弱で、2月27日の沖縄本島近海の地震(M7.2)、3月14日と6月13日の福島県沖の地

震(それぞれM6.7とM6.2)、7月23日の千葉県北東部の地震(M5.0)、10月3日の新潟県上越地方の地震(M4.7)で観測されました。

最も規模の大きかった地震は12月22日に父島近海で発生した地震(M7.4)でした。

以下にM7.0以上、津波を観測した地震を掲載します(負傷者10人以上の被害が発生した地震はありませんでした)。番号は図の番号と共通です。

① 沖縄本島近海

(2/27 05:31 深さ37km M7.2 最大震度5弱)負傷者2人、住家一部損壊4棟、水タンク被害53件など。沖縄県南城市で高さ13cmの津波を観測。

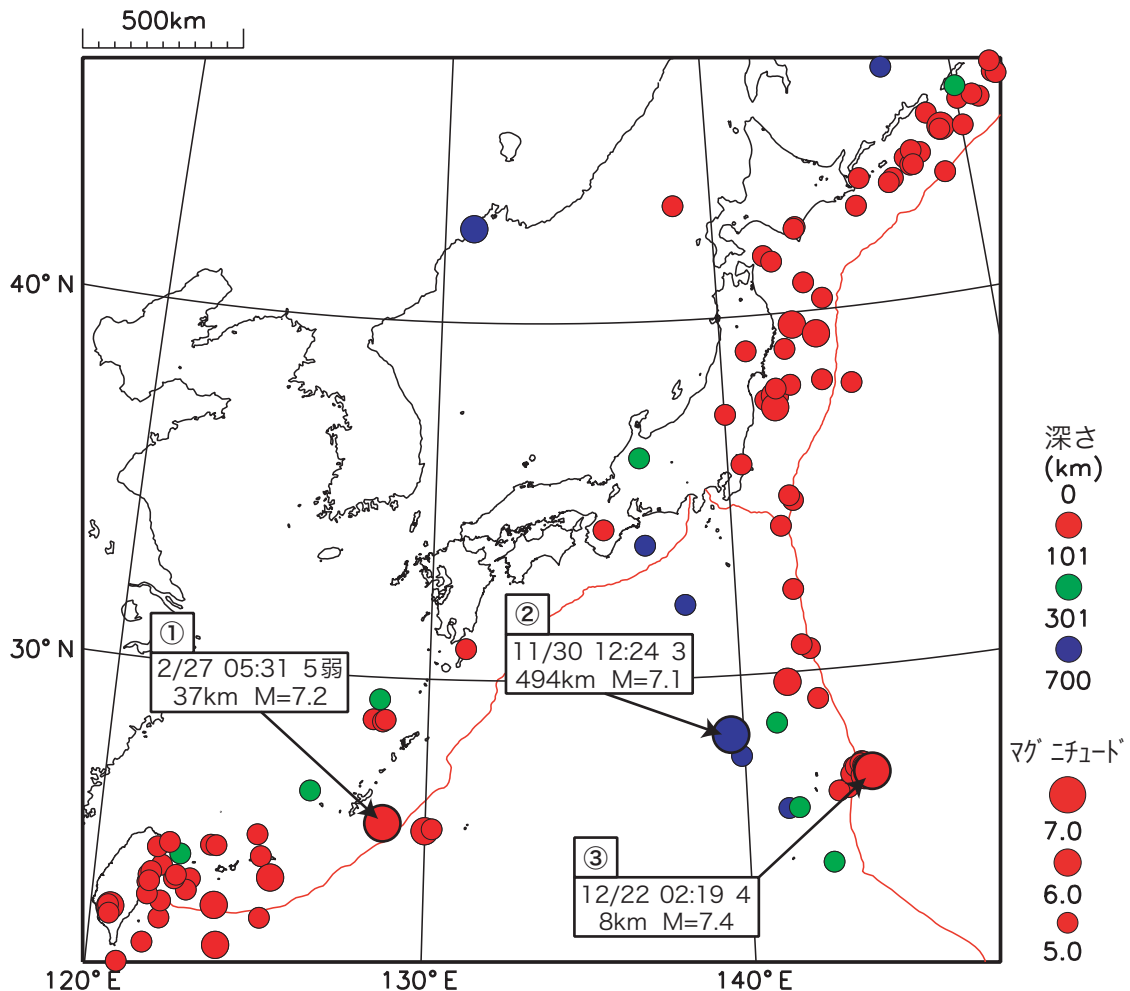
② 小笠原諸島西方沖

(11/30 12:24 深さ494km M7.1 最大震度3)深く沈みこんだ太平洋プレート内部で発生した地震で、東北地方南部と関東・中部地方で最大震度3を観測。

③ 父島近海

(12/22 02:19 深さ8km M7.4 最大震度4)八丈島八重根で高さ0.5m、父島二見で高さ22cmなど、東北地方の一部及び関東地方南部から沖縄地方にかけて津波を観測。

2010年1月1日~12月31日 M \geq 5.0 地震数=132



主な地震活動

世界の地震(日本付近の地震を除く)

概況

M7.0以上の地震は26回(2009年は17回)、死者50人以上の被害地震は5回(2009年は4回)ありました。最も規模の大きかった地震は2月27日にチリ沿岸中部で発生したMs8.5(Mw8.8)の地震でした。また最も人的被害が大きかった地震は、1月13日にハイチで発生した地震(Mw7.1)でした。

以下にM7.5以上、被害の大きかった地震(死者50人以上)、日本で津波が観測された地震を掲載します。番号は図の番号と共通です。(時刻は日本時間、震源と被害は米国地質調査所(USGS)によるもの、MsはUSGSの表面波マグニチュード、Mwは気象庁もしくはUSGSのモーメントマグニチュード(2011年1月13日現在)。)

①ハイチ

(1/13 06:53 深さ13km Mw7.1)死者222,570人以上、負傷者300,000人以上、住家被害285,677棟以上など。

②チリ中部沿岸

(2/27 15:34 深さ23km Mw8.8)死者

521人以上、行方不明者56人以上、負傷者約12,000人、住家被害370,000棟以上、建物被害4,092棟以上など。太平洋広域で津波を観測し、現地では高さ20m以上まで津波が遡上。日本では北海道から沖縄地方にかけての沿岸で津波を観測し(最大は高知県須崎で高さ128cm)、床上・床下浸水57棟や養殖施設等の被害が発生。

③トルコ

(3/8 11:32 深さ12km Mw6.1)死者51人以上、負傷者100人以上、建物被害987棟以上など。

④インドネシア、スマトラ北部

(4/7 07:15 深さ31km Mw7.7)被害の報告なし。

⑤中国、チンハイ省

(4/14 08:49 深さ17km Mw6.9)死者2,220人以上、行方不明者70人以上、負傷者12,135人以上、建物被害15,000棟以上。

⑥インド、ニコバル諸島

(6/13 04:26 深さ35km Ms7.5)被害の報告なし。

⑦フィリピン諸島、ミンダナオ

(7/24 07:51 深さ586km Mw7.6)被害の報告なし。

⑧マリアナ諸島南方

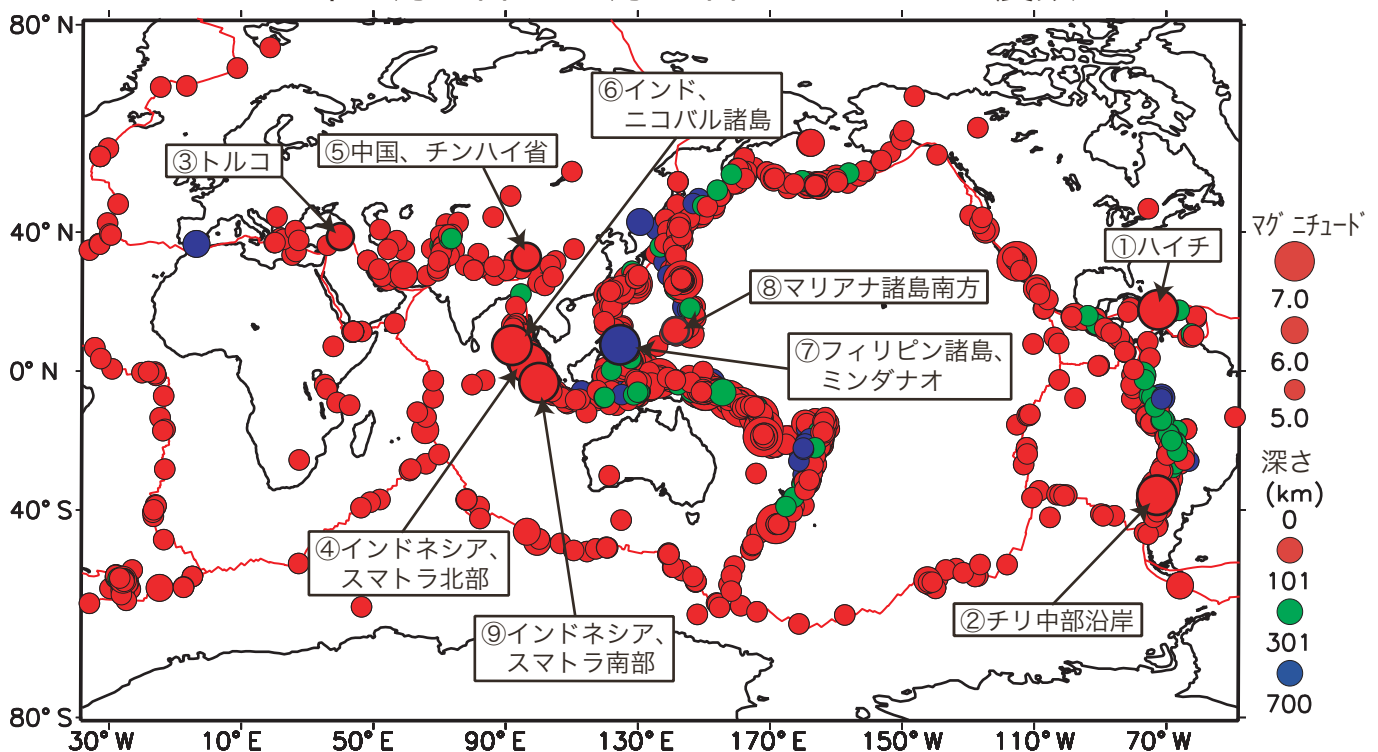
(8/14 06:19 深さ10km Mw6.9)被害の報告なし。グアム島で高さ7cmの津波を観測。日本では伊豆・小笠原諸島、東北地方から九州地方の太平洋沿岸、沖縄県で津波を観測(最大は八丈島八重根0.3m)。

⑨インドネシア、スマトラ南部

(10/25 23:42 深さ20km Mw7.7)地震と最高7mの津波により、死者445人以上、行方不明者58人以上、負傷者498人以上。

気象庁地震津波監視課 近藤さや

2010年1月1日~12月31日 M \geq 5.0 地震数=1994



「地殻流体を説明せよ！」

複数のプレートがせめぎ合う場所に位置する日本列島は、沈み込むプレートに伴う変動現象を研究する上で、地球上でもっとも恵まれたフィールドといえます。マグマ発生や火山噴火に沈み込むプレート由来のH₂Oが重要な役割を担っていることは火山学者の間では古くから知られていましたが、プレート境界地震や内陸地震の発生メカニズムにも流体が深くかかわっていることが近年明らかになってきました。新学術領域研究「地殻流体：その実態と沈み込み変動への役割」（H21～25年度）は沈み込み帯の各場所に存在する流体の実態とそれが沈み込み変動に果たす役割を、水溶液の分子構造から日本列島の水循環までのマルチスケールで解明することを目指しています。研究チームは全国の大学・研究機関に所属する60名で組織され、平成22年9月に開催した研究会・サマースクールには学生大学院生40人を含む100名が集まりました(写真1)。



写真1 地殻流体研究会・サマースクール(平成22年9月ラフォーレ修善寺にて)

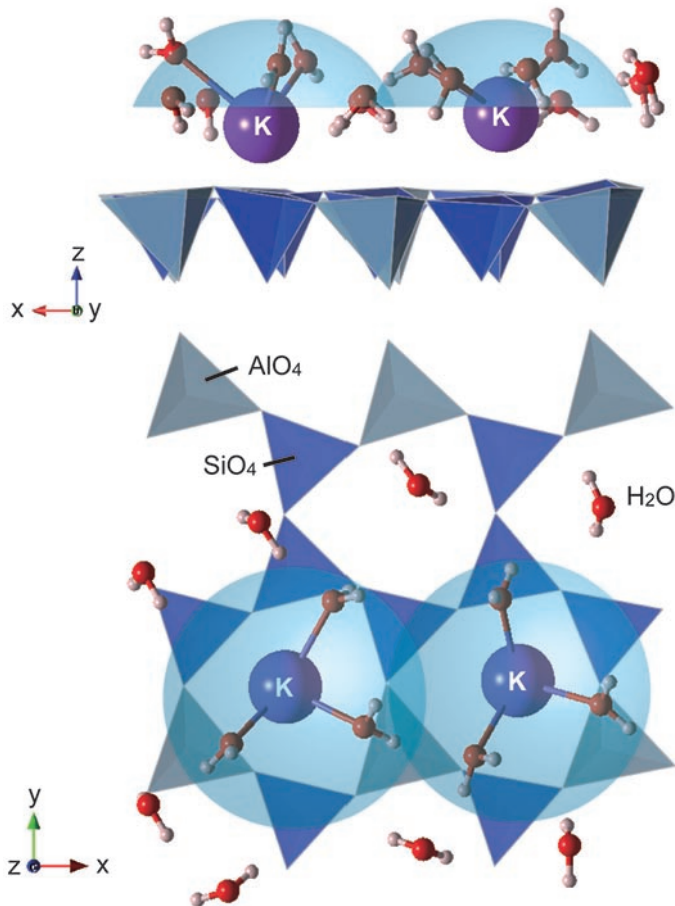


図1 雲母表面付近のH₂Oの秩序構造(分子シミュレーション)

「地殻流体」の定義

本プロジェクトでは地殻および最上部マントルに存する流体を総称して「地殻流体」と呼んでいます。この定義にしたがえば、地殻流体にはH₂O、CO₂、マグマなどが含まれます。日本列島のある場所で、いかなる理由で、いかなる規模の地震が、どのように起こるかを理解するためには、地下構造、応力分布、断層分布に加えて、地殻流体がどこにどれだけ蓄えられ、摩擦強度がどれだけ低下しているかなどの情報が極めて大切です。地殻流体の分布を把握するためには、高温高压実験に基づく含水鉱物の安定領域や流体組成が出发点となります。さらに、地震学や電磁気観測の結果を地殻流体分布に“翻訳”するためには、流体を含む岩石の弾性波の速度と減衰率、電気比抵抗、透水性などマクロとミクロを結ぶ物性が解明されなければなりません。本プロジェクトでは鉱物界面におけるH₂Oの構造と物性を実験と分子シミュレーションから求めるところから出発し(図1)、ミクロからマクロまでの各スケールで「地殻流体」の実態解明を進めています。

「地殻流体」の地球物理観測

地殻・マントルを構成する岩石の比抵抗値は、岩石に含まれる流体の量及びその連結度によって、その変動は8桁にも及びます(なみふる74号参照)。したがって岩石の比抵抗は地震波速度に比べて地殻流体の存在に敏感な指標と考えられます。そこで本プロジェクトでは東北地方の鳴子周辺において3km間隔にセンサーを配置した広帯域電磁気観測(周期0.01-1000秒)を実施し、地殻深部までの比抵抗分布を詳細に求めることを目指しています(図2)。平成22年以降は同じ地域に50点の臨時地震観測点を設置しており、地殻内の地震波速度構造についても3kmの分解能で詳細に推定できるようになると期待しています。さらに電磁気観測は本プロジェクトで導入した長周期観測装置(周期10-40000秒)を用いて20km間隔に配置して観測を実施し、地震波トモグラフィーと合わせて「地殻流体」の3次元分布(Geofluid Map)を明らかにしていきます。

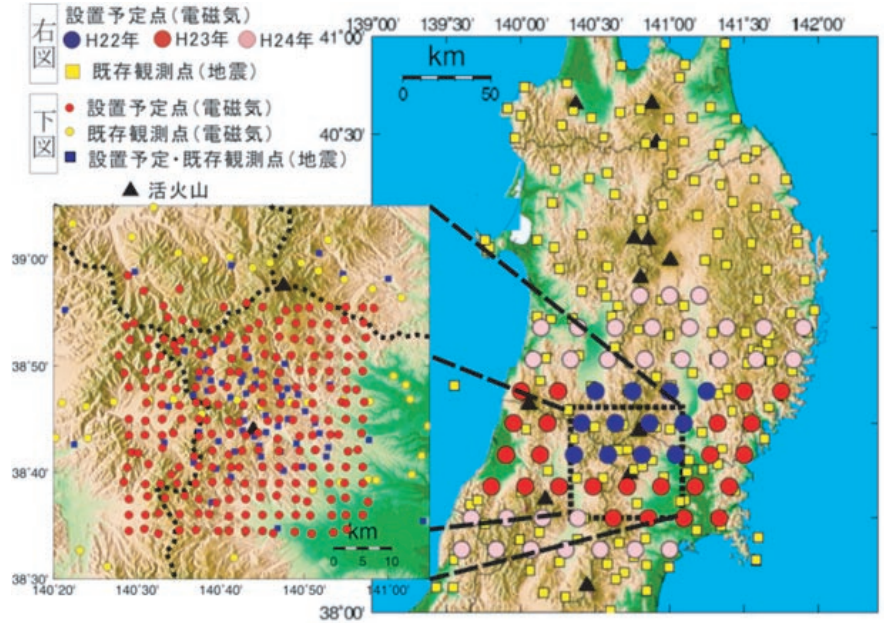


図2 鳴子火山周辺(左図)と東北地方広域の観測点(平成23年1月現在)。

「地殻流体」の地球化学観測

本プロジェクトでは様々な地球化学的手法で「地殻流体」の分布や移動を探索しています。東京工業大学、東京大学、産業技術総合研究所、海洋研究開発機構高知コア研究所などの共同チームは全国各地の地下水、火山岩、熱水性鉱床などの化学・同位体分析等を行い、地下深部に由来する流体成分の組成、分布の特徴を調べています。地下深部に由来すると考えられる有馬型塩水(海水の2倍以上のNaCl、高いCO₂、マグマに似た同位体組成等で特徴づけられる)の分布と深部低周波地震の震源が相関していることが本プロジェクトから明らかになりました(図3)。

研究プロジェクト 「地殻流体」のゴール

本プロジェクトでは流体を含む岩石の弾性波の速度と減衰率、電気抵抗などの物性を流体の組成、量、粒界組織の関数として明らかにする「標準岩石モデル」の構築を目指しています。さらに、沈み込むプレートの脱水中に直接由来する可能性がある火山岩・温泉水・深層地下水・鉱床に伴う熱水などの成分分析を行い、これらの流体の起源と非火山域での地殻流体の循環パターンを推定します。以上の観測結果に基づき、本プロジェクトの最終ゴールとして、沈み込むスラブ・マントル・地殻を一体の系として扱い、そこでの流体の発生・移動を定量的に予測可能な地殻流体ダイナミクス(Geofluid Dynamics)の創生を目指しています(図4)。

東京工業大学理工学研究科 地球惑星科学専攻
高橋栄一

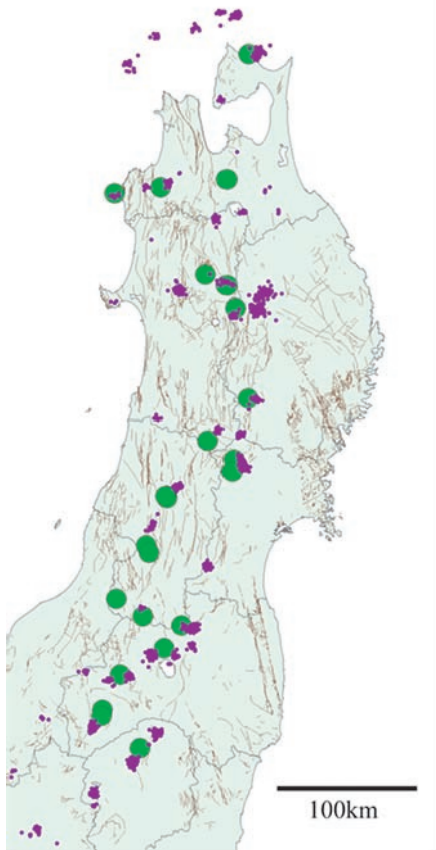


図3 有馬型塩水の分布(緑)と深部低周波地震の震源分布(紫)の相関(産業技術総合研究所による)。

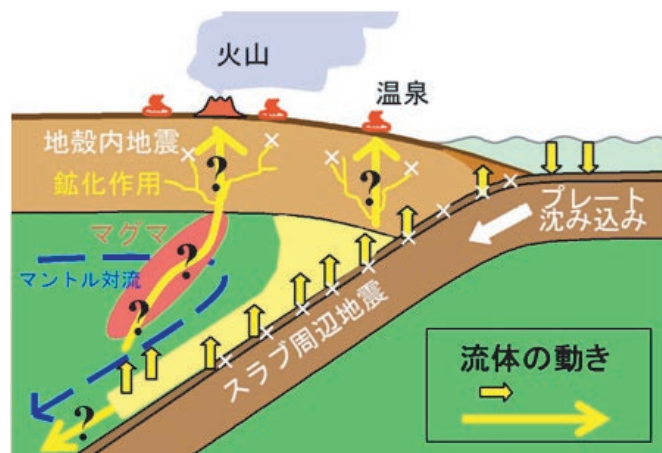


図4 「地殻流体」の発生・移動と沈み込み変動における役割



日本地震学会は公益社団法人の認定を受けました

日本地震学会は、2010年11月30日に内閣総理大臣により公益社団法人の認定を受け、12月1日に新法人の設立登記を行いました。地震学会は既に2000年に社団法人の認可を受けていましたが、「新公益法人改革関連3法」の2008年施行により、全ての社団法人は5年間の移行期間のうちに公益社団法人の認定を受け直す、あるいは一般社団法人に移行する、の二者選択が求められたのです。

地震学会は、すみやかな公益社団法人への移行をめざし、社員総会を何度か開催して新しい定款と諸規則を整備し、弁護士や公認会計士のアドバイスを受けながら学会活動の公益性を説明する資料と財務関連資料を整えて、2009年10月に内閣府公益認定等委員会に申請を行いました。審査は約1年にわたり、この間、同委員会事務局から追加資料の提出や規則の再修正の指導

がありました。

移行認定の過程では資料の作成法などわからないことが多く、誌面で書き尽くせない苦労がいろいろありました。しかし、最終的に地震学会のこれまでの活動実績とこれを客観的に裏付ける事業計画書と報告書、そして収支報告書の積み重ねが公益性を証明してくれました。地震学の最新の研究成果の普及を目的とする、広報誌「なみふる」の発行も公益活動を補強する重要な実績の一つでした。わずか8ページながら充実した内容、そしてnfmlメーリングリストを通じた読者と地震研究者の相互の意見交換と正しい地震の知識の普及活動など、実際に担当者にnfmlホームページやバックナンバーを読んでもらって確認してもらいました。

公益社団法人移行推進委員・前常務理事
古村孝志

日本地震学会在庫書籍頒布のお知らせ

下記の書籍について学会事務局に在庫がございますので、購入希望の方は学会事務局にお申し込みください。

- 文部省学術用語集 地震学編(増訂版) 2,070円(送料込み)
- 日本地震学会講演予稿集2007年度 秋季大会 2,840円(送料込み)
- 日本地震学会講演予稿集2008年度 秋季大会
(第7回アジア国際地震学連合総会) 2,840円(送料込み)
- 日本地震学会講演予稿集2009年度 秋季大会 2,840円(送料込み)
- 日本地震学会講演予稿集2010年度 秋季大会 3,340円(送料込み)
- 地震第2輯 第61巻 特集号「日本の地震学:現状と21世紀への萌芽」
7,000円(学生価格 4,000円)(送料別)
- ポスター(4枚セット) 1,000円(送料別)
(日本の地震活動、関東大地震の震度と被害、日本の活断層、地震波で探る地球内部)
- 地震暦 650円(送料別)
- ビデオ「地震はなぜ起こる—地震のなぞを探ってみよう—」
一般用 1,200円(送料込み) 教材用 1,200円(送料込み)
- 「強震動予測—その基礎と応用」第1回～第9回講習会資料
会員 各1,000円(送料別) 非会員各2,000円(送料別)

申し込み：郵便振替(口座00120-0-11918 日本地震学会)へ送金・ご注文下さい。

問い合わせ先：〒113-0033 東京都文京区本郷6-26-12
東京RSビル8階 日本地震学会事務局
TEL：03-5803-9570 FAX：03-5803-9577

日本地震学会広報誌「なみふる」第84号
2011年3月1日発行
定価150円(郵送料別)

発行者 公益社団法人 日本地震学会
〒113-0033
東京都文京区本郷6-26-12
東京RSビル8F
TEL. 03-5803-9570
FAX. 03-5803-9577
(執務日:月～金)
ホームページ
<http://www.soc.nii.ac.jp/ssj/>
E-mail
zisin-koho@tokyo.email.ne.jp

編集者 広報委員会
亀 伸樹(委員長)
伊藤 忍(編集長)
五十嵐 俊博、川方 裕則、小泉 尚嗣
武村 雅之、田所 敬一、田中 聡
西田 究、福満 修一郎、古村 孝志
八木 勇治、矢部 康男、山崎 太郎

印刷 創文印刷工業(株)

※本紙に掲載された記事等の著作権は日本地震学会に帰属します。

広報誌「なみふる」購読申込のご案内

日本地震学会の広報誌「なみふる」は、隔月発行(年間6号)しております。「なみふる」の購読をご希望の方は、氏名、住所、電話番号を明記の上、年間購読料を郵便振替で下記振替口座にお振り込み下さい。なお、「なみふる」は日本地震学会ホームページでもご覧になれ、pdfファイル版を無料でダウンロードして印刷することもできます。

年間購読料(送料込)
日本地震学会会員 800円
非会員 1200円

振替口座
00120-0-11918 「日本地震学会」
※通信欄に「広報誌希望」とご記入下さい。