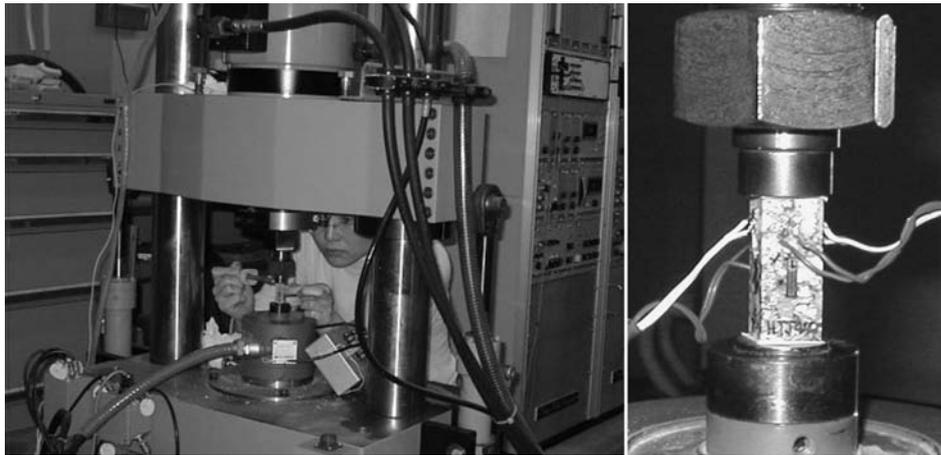


- ・石がおしえてくれる地殻応力のこと
- ・地震の調査研究や予知、防災対策などに関わる政府機関の役割

- ・続・揺れのお話 第7回 幻の報告書



変形率変化法による応力測定の準備風景（左）、測定を待つ試料（右）。試料やリード線に風が直接当たらないようにカバーをしたのち、試料上部のピストンで試料を圧縮して、測定がはじまる。試料寸法は約1.5 × 1.5 × 3.8cm。（詳しくは、p.2-3の記事「石がおしえてくれる地殻応力のこと」をご覧ください）

2002年10月～2002年11月のおもな地震活動

2002年10月～2002年11月に震度4以上が観測された地震は5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、1244回発生し、このうちM5.0以上の地震は22回でした。

福島県沖
東北地方から関東・中部地方までの広い範囲で震度1～3を観測しました。

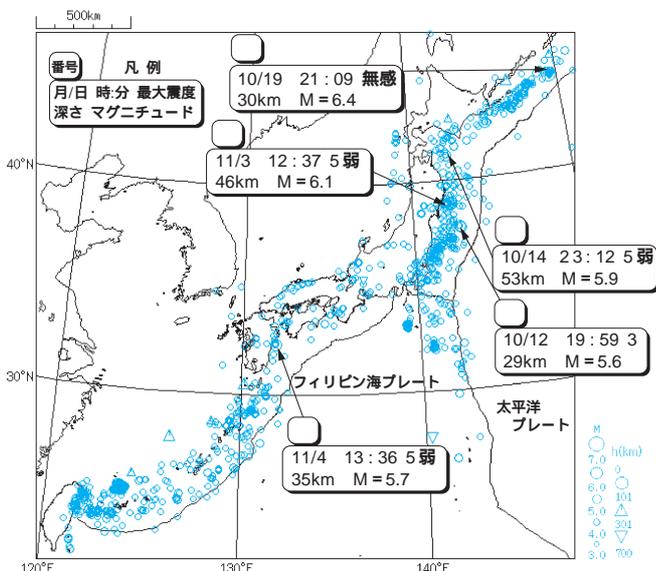
青森県東方沖
青森県野辺地町で震度5弱を観測したほか、北海道地方から東北地方までの広い範囲で震度1～4を観測しました。

択捉島付近
震度1以上を観測した地点はありませんでした。

宮城県沖
宮城県の桃生町、田尻町、金成町及び登米町で震度5弱を観測したほか、東北地方を中心に北海道から関東・中部地方までの広い範囲で震度1～4を観測しました。

日向灘
大分県の鶴見町と蒲江町で震度5弱を観測したほか、九州地方を中心に近畿・中国・四国地方の広い範囲で震度1～4を観測しました。

2002年10月1日～2002年11月30日 M 3.0 地震数 = 1244



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。（発生日は日本時間、Mは米国地質調査所によるものです。）

- ・10月10日19時50分
インドネシア、イリアンジャヤ付近（M7.4）死者6名以上、負傷者170人以上
- ・11月02日10時26分
インドネシア、スマトラ北部（M7.4）死者3名以上、負傷者60名以上
- ・11月04日07時12分
アラスカ中央部（M8.5）負傷者1名、広範囲で道路被害等
- ・11月17日13時53分
オホーツク海南部（M7.3）深さ496kmの深発地震、被害なし（気象庁、文責：真坂精一）

図の見方は「なみふる」No.31 p.7をご覧ください。

石がおしえてくれる地殻応力のこと

地震と断層のすべり

ふだん静止している断層の両側の岩石が急激にすべって揺れをおこすのが地震です。このすべりは、断層をすべらせようとする力がとめておこうとする力に勝ったときに生じます。断層面にはたらいっている力を時間的に追跡することができれば、地震がいつおこるかを知ることができそうです。これは地震予知のための考え方の一つです。

断層面にはたらく力 応力

断層面にはたらく力は、面の両側の岩石を互いに押しつけあう成分と両側の岩石をすべらせようとする成分に分けられます。力の大きさをそれがはたらいっている面の面積で割ったものを応力とよびます。押しつけあう成分が法線応力、すべらせようとする成分がせん断応力です。断層面にはたらく力の大きさは応力の大きさをもちいて議論されます。

断層のまさつ強度

断層にすべり運動が始まるときのせん断応力を断層のまさつ強度といいます。岩石試料を用いた室内の実験では、せん断応力が法線応力のだいたい60%の大きさになるとすべりがおこることが知られています。しかし、米国カリフォルニア州のサンアンドレアス断層では、これよりもかなり小さなせん断応力しか断層面にはたらいっていないことが応力測定やさまざまな観測・調査によってほぼ明らかになってきました。この断層は年平均数cmの速さで動いています。このように小さなせん断応力で動いてしまう断層をウィークフォールトとよんでいます。どうして小さなせん断応力で動くのか、また、このような特徴はサンアンドレアス断層だけのものなのかということは今日的な問題です。この問にたいする的確な答えを得るためには丹念な応力測定が必要だと考えられています。

地殻応力の測定

地殻にはたらいっている応力を地殻応力とよびます。これまで地殻応力はボーリング孔をつかって応力解放法*や水圧破碎法**によって測定されてきました。応力測定は、孔内の岩石の状態に左右され、どこでも確実にできるわけではありません。また、得られる結果は、ボーリングの孔径程度でしかない小さい領域の応力ですし、測定深度も地震が発生している深さまではなかなか達しません。応力を測る人たちはこの応力を現位置応力 (in-situ stress) とひかえめによんできま

した。とはいえ、地殻応力はあらたな測定量です。この測定から、あらたな考えが生まれてくることがおおいに期待されます。

*応力解放法：ボーリングによって解放される地殻応力を、埋め込んだひずみ計などをつかって測定する方法。

**水圧破碎法：水圧でボーリング孔壁に亀裂を生じさせ、そのときの水圧や亀裂の方向をつかって応力を測定する方法。

変形率変化法

いくらかでも応力測定のを機会をふやし、地殻応力を身近な研究対象にするために、ボーリングなどで得られた岩石試料から応力を測定する方法が研究されてきました。以下にお話する変形率変化法もこうした方法の一つです。

岩石は異なる鉱物の集合体です。力を加えると鉱物はそれぞれが異なる変形をしますから、その接合面などには破壊が生じるほどの大きい応力が生まれます。このようにして生まれる大きな応力は、鉱物の形が少しずつかわることなどで、時間とともに小さくなります。これを緩和といいます。緩和はより安定な状態を実現するようおこるはずですが、長期間にわたって地殻応力をうけている岩石では、その応力のもとで最も居心地のよい状態が生まれるように緩和がすすんでいるはずですが、変形率変化法は、「岩石は地殻応力のもとでリラックス(緩和)している」という仮説を測定原理とする地殻応力の測定方法です。

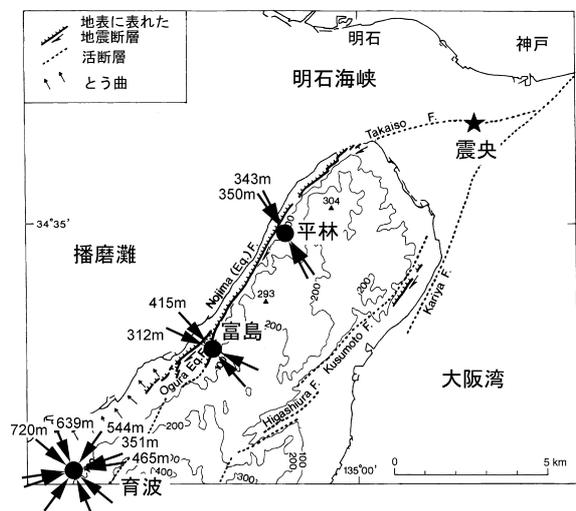


図1 野島断層沿いの岩石試料から変形率変化法で測定された最大主応力(圧縮)の方向[佐藤・他(1999)、栗田・他(1996)による地図に加筆。]

力を加えると岩石はひずみます。ひずみは弾性ひずみと非弾性ひずみからなります。力をぬくと完全に元に戻って消えてしまうのが弾性ひずみです。それ以外のひずみを非弾性ひずみといいます。地中から採取した岩石から測定試料をつかって力を加えると、非弾性ひずみは試料が壊れるまで単調に増加するようにみえます。しかし、一桁小さな ($< 10^{-7}$) ひずみまで測定できるように工夫して、力を繰り返し加えて測定すると、ある応力レベルを境に非弾性ひずみの振る舞いが変わるのがわかります。この変わり目の応力をリリースしていた時の応力、すなわち地殻応力として計測します (表紙に、変形率変化法の実験風景をお見せします)。

このようにして測定された鉛直方向の応力は岩石の密度と深さから計算される応力 (かぶり圧) 値と一致します。また、室内に数年間放置した岩石からでもその応力を測定することができます。このような実験結果から、測定される応力は、現在の地形がつけられたときよりもあたらしく、採取よりも数年以上ふるい時期に岩石が獲得した記憶だろうと考えられています。変形率変化法は、石が憶えている地殻応力を石に教えてもらうための方法といえるでしょう。

野島断層にはたらく応力

1995年の兵庫県南部地震ですべった野島断層は、鉛直に近い断層面をもち、大きな右横ずれ成分をもった断層です。地震の約1年後にこの断層沿いにボーリングが行われました。変形率変化法をつかった応力測定も行われました。図1はその結果です。矢印は最も大きな法線応力がはたらいっている面の垂線方向です。この面にはせん断応力ははたらきません。地表に

断層が認められている測定点 (平林、富島) では、矢印の方向は断層の走向にほぼ垂直です。この方向は水圧破砕法による結果でも同じです。これは、規模も小さくプレート境界にあるわけでもない野島断層でも、サンアンドレアス断層と同様に断層面には小さなせん断応力しかはたらいていないことをあらわしています。

東北日本の応力と地殻の運動

北上山地と日本海のODP SITE 794では変形率変化法をもちいて応力が測定されています。海底で採取された岩石試料からでも応力を測定できます。図2には最も大きな '張力' (ここでは、'鉛直方向の応力よりも小さな圧縮応力' の意味) がはたらいている面の垂線方向を外向きに白い矢印、また地表のある点が地図上で移動する速さと方向を黒い矢印で示してあります。陸上の位置の移動はGPSによって測定されました。日本海の矢印はアムールプレートのものです。この向きは地磁気縞模様のならびに垂直で、地震のP波速度が最も速く伝わる方向に一致しています。この図でみる限り、最大 '張力' がはたらいている方向と地表の移動方向が一致しています。

東北日本は、沈み込む太平洋プレートに圧されて、東西方向に縮んでいるというのが今日の考えです。でも、図2を見ると、その圧され方は単純ではなさそうです。では、この図は、東北日本と太平洋プレートの相互作用や応力場の成り立ちについて何を教えてくれているのでしょうか？

(東北大学 山本清彦)

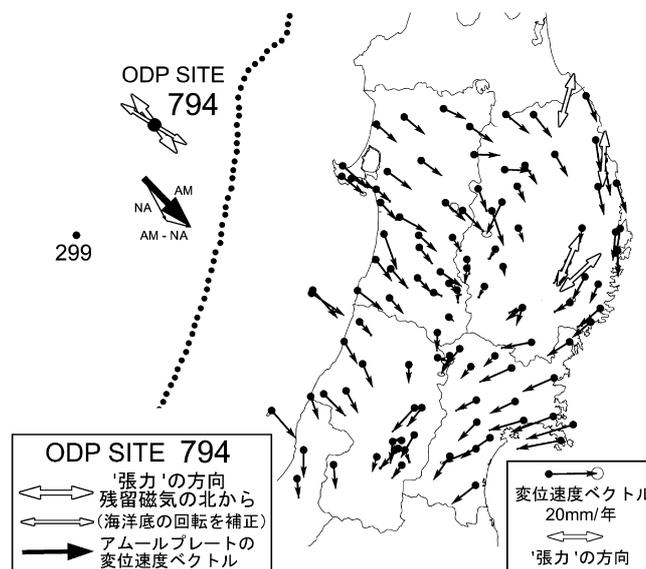


図2 東北日本と日本海における '張力' (最小主圧縮応力) の方向と位置の移動速度 (変位速度) ベクトル。北上山地の応力は山本・他 (1997)、日本海の応力は Tamaki & Yamamoto (1992)、東北日本の変位速度ベクトルは佐藤・他 (2002)、北米 - アムールプレートの相対運動は瀬野による。

地震の調査研究や予知、防災対策などに関わる 政府機関の役割

最近では、活断層や東南海・南海地震の発生確率、東海地震防災対策の見直しなど、地震関連の情報が各種の政府機関から発表されています。それらの情報の発信元はどこでしょうか？ 広報委員会からの依頼に応じて、それらの機関の役割などを手短かに解説します。

地震調査委員会 国としての調査研究と評価

阪神・淡路大震災の直後に成立した「地震防災対策特別措置法」の定めに基づいて、地震活動に関して関係行政機関（気象庁、国土地理院など）や大学の調査結果を収集、整理、分析し、国としての調査研究と評価を行う組織です。文部科学省の地震調査研究推進本部内に設置されています。メンバーは学識経験者と関係官庁職員の15名からなり、地震活動について現状評価や長期評価などを行っています。1995年8月より、毎月定例会を開催し、前月の現状評価を行っていますが、大きな地震や群発地震が発生した場合にはそのつど臨時会も開いています。2000年の三宅島噴火に端を発した新島・神津島近海の群発地震では、活動の見直しを検討するために5回も臨時会を開催しまし

た。委員会に付置された長期評価部会は、活断層や海域で起きる大地震の長期的な発生可能性を評価するように努めています。最近では、活断層による地震や宮城県沖地震、東南海・南海地震の発生可能性を確率などによって公表しています。一方、強震動評価部会では、これらの成果を受けて全国地震動予測地図の作製に目下努めています。1998年には余震発生の確率評価手法も公表しました。

発足当初は地震予知連絡会との関係が分かりにくかったために第2予知連と陰口されたこともありましたが、現在では、調査委は国としての総合的な評価、予知連は情報の意見交換という住みわけがはっきりしています。行政主導の機関といわれることもありますが、科学的に相当突っ込んだ見解を出すときもあり、いちがいに決めつけられません。調査研究の成果は地方自治体にも詳しく説明しています。

地震防災対策強化地域判定会 東海地震の予知

「大規模地震対策特別措置法」の定めに基づいて、現業機関としての気象庁は判定会を1979年に設けました。それは今のところ東海地震の発生のおそれについて判定を行うための組織で、気象庁長官の私的諮問機関です。首都圏に住む6人の学識経験者から成り立っています。気象庁が24時間監視している東海地域の観測データに異常が検出されると、直ちに招集され、データを検討することになっています。判定会の意見を参考に気象庁長官は地震予知情報を直ちに総理大臣に報告し、閣議を経て総理大臣は警戒宣言を発令するという段取りになっています。地震予知情報を出す行政責任は長官が負うことになっています。なお、東海地震に関連して、判定会の招集には至っていないが、観測データの推移を見守る必要が生じたときには、観測情報という情報を発表することになっています。

判定会は東海地震の直前予知を目的としている唯一の公的な組織です。平常は、月に1回、委員打ち合わせ会を開いてデータを検討しています。最近になって気象庁は観測情報という情報をいかに防災情報として役立たせるかについて検討を始めました。

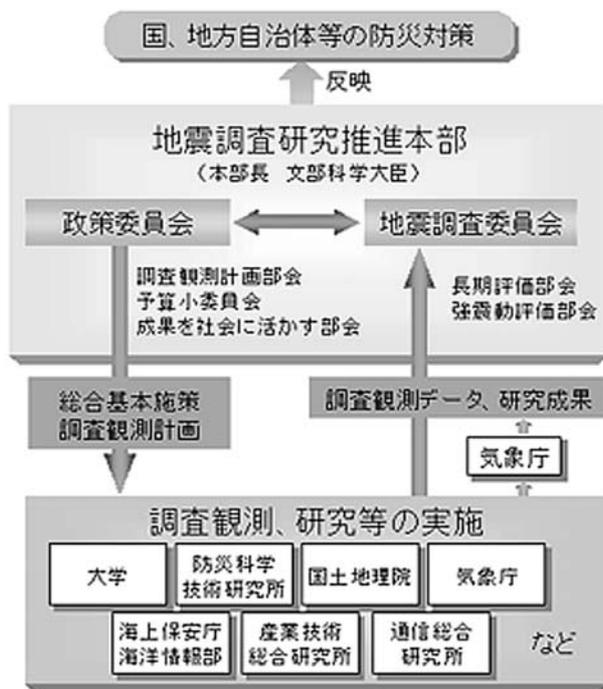


図1 地震調査委員会のはたらき（地震調査研究推進本部のホームページより）



図2 地震防災対策強化地域判定会の委員打ち合せ会のようす。

地震予知連絡会 情報の交換

地震予知計画に加わっている官庁や大学の専門家が最新の観測資料をもちよって情報を交換する組織です。国土地理院長の私的諮問機関として1969年に発足しました。委員の定数は30名です。3か月ごとに定例会議を開き、提出されたデータや興味深いトピックスについて情報と意見の交換を行っています。最近の会合でのトピックスは、地震活動予測シミュレーション、東海地方のスロースリップ、海底諸観測の開発状況、沈み込むプレート境界付近のアスペリティ、兵庫県南部地震の前兆と予測可能性、などです。観測データの資料集として定評ある地震予知連絡会会報を発行しています。

発足当初は予知に関する唯一の組織であったために、かつては大地震や群発地震、異常地殻変動の発生などで、総合的な判断を下してきました。現在では、予知は情報と意見の交換に目的をしばっており、総合的な評価機能は地震調査委員会が担っています。しかし、長い歴史をもつために社会的に知名度が高く、他の公的機関が見解を発表しても多くの人は予知連が発表したと今日でも誤解しているようです。

中央防災会議 国の防災対策

「災害対策基本法」に基づいて、中央防災会議は国の防災対策をとりまとめています。総理大臣を会長として、国の防災基本計画や非常災害時の緊急措置計画などの作成を担当しています。「大規模地震対策特別措置法」による防災対策も役割の一つです。個別の問題は中央防災会議のもとに設けられた専門調査会で審議されます。最近では、東海地震、東南海・南海地震

等、東海地震対策、今後の地震対策のあり方、などに関する専門調査会が次々にできました。東海地震に関する専門調査会では、これまでに蓄積された科学的知見を取り入れて東海地震の震源モデルを見直し、22年ぶりに防災対策強化地域の指定範囲を変更しました。東南海・南海地震等に関する専門調査会では、被害想定を進めながら、このほど成立した「東南海・南海地震に関する防災の特別措置法」に関連して防災推進地域の指定についても検討を進めることにしています。東海地震対策専門調査会では、東海地震の事前対策や警戒宣言発令後の対応の見直しを進めています。

元々は旧国土庁が事務局を担当していましたが、2001年1月の省庁再編により内閣府防災担当が担っています。そこは企画立案の機能を持つようになりましから、以前よりも国としての防災対策の推進に実行力が増えています。地震調査研究推進本部との連携により国の防災力はさらに増強されます。

ここまで紹介した各機関には日本地震学会の会員がたくさん参加しています。念のために学会と地震情報との係わりに触れておきます。地震予知に関連して学会の名前を新聞やテレビなどでときどき目にします。それらのニュースは学会活動の中で個人または団体が発表した研究成果を元にしたものです。政府の組織とは違って、学会自らが予知情報を出すことはありません。

詳しくは各機関のホームページをご覧ください。

- ・地震調査委員会

<http://www.jishin.go.jp/main/index.html>

- ・気象庁

http://www.jma.go.jp/JMA_HP/jma/index.html

- ・地震予知連絡会

<http://cais.gsi.go.jp/YOCHIREN/ccephome.html>

- ・中央防災会議

<http://www.bousai.go.jp/jishin>

- ・日本地震学会

<http://wwwsoc.nii.ac.jp/ssj>

(東京大学地震研究所 阿部勝征)

新セッション「学校教育と知識普及」の報告

今年秋の学会から、学校教育への取り組みや、地震学の知見を社会に普及するための活動についての研究・報告・議論の場を定常的に設ける目的で、セッション「学校教育と知識普及」が新設されました。このセッションの様子を、座長の体験をもとに、独断と偏見で紹介いたします。

最初に、広報委員会の武村雅之さんが、1995年の兵庫県南部地震の後に同会が設立された経緯を詳しく紹介されました。地震直後の混乱を極めたマスコミ対応や、研究者以外の会員が増えたことなども設立の理由のひとつのことでした。なみふるメーリングリストの紹介、記者懇談会の説明などのあと「自分の専門でボランティアができることは、楽しく素晴らしい。ぜひ手を挙げて参加してもらいたい!」と呼びかけられました。

二番目に、私から、学校教育をめぐる現状分析と提案を行いました。「地学教育を巡るデフレスパイラル」や「教室におけるモラルハザード」などをキーワードに、ちょっと過激に問題の提起を試みました。さらに今後の教育活動として、「中高生向け地震副読本の作成」、「教材用地震計の製作と観測網の展開」、「Teacher Workshopの開催」などを提案しました。

次に小山真人さん（静岡大学）が、三年目になる「地震・火山こどもサマースクール」の成果と問題点を報告されました。自然がもたらす災害と恩恵の両面性をバランス良く伝えることが大切であるとの認識や、このイベントを含むいろいろな理科教育の場をとおして、こどもたちに研究者と直接語り合う機会を提供したいとの想いを語られました。

松浦律子さん（地震予知振興会）は、学習指導要領の改訂で中学校の教科書は絵本ようになってしまっ

たという所見のあと、制約の少ない総合学習は地震を詳しく学習する場としてうまく活用できるとの考えを述べられました。そこで、文部科学省からの委託で中学生向けに作成している地震・火山関係の教材用パソコンソフトを紹介されました。このソフトは、地学専門の教員でなくても簡単に使用できて、生徒の自学自習を助けるようにオートアニメーションやキーワード検索機能などが取り入れられているとのことでした。会場での実演には、きれいなアニメーションに驚きの声があがりました。

この他、井野盛夫さん（富士常葉大学）は、静岡での新しい防災教育プログラムを紹介され、特に命を大切にす心の教育の重要性を強調されました。さらに杉憲子さん（共立女子大学）は、特に母になる学生への教養教育の必要性を強調されました。山崎謙介さん（東京学芸大学）は情報教育の中で如何に地学を扱っていくかについての展望を述べられ、南島正重さん（東京都立向丘高校）は地学教育と防災教育の繋がり、根本泰雄さん（大阪市立大学）は「地震を学べる大学一覧Webサイト」の構築の現状、福島毅さん（千葉県立行徳高校）は地学学習リンクサイトの運用を報告されました。

このようにして、今回新設された「学校教育と知識普及」セッションの会場は最後には満員となりました。正直、これだけの盛況を見るときは予想していませんでした。会員の皆さんの熱意と意気込みを感じてちょっと嬉しく思いました。来年もぜひ、このセッションに多数の方に参加いただき、教育と普及についての関心がさらに高まることを願っています。

（学校教育委員会委員長 岡本義雄）



図 小山真人さんの講演で紹介された、こどもと研究者の交流。第2回地震・火山こどもサマースクール「有珠山ウォッチング」での野外学習。

詳細な地震マップ作成の横浜市で 地震セミナー

日本地震学会は、学会大会の前日の11月10日、地元の横浜市と文部科学省の共催で「地震マップの市民防災への活用～横浜市から発信するこれからの防災」と題した一般公開セミナーを、大会会場となったパシフィコ横浜で開催しました。

横浜市は昨年、直下型地震など4種類の地震を想定した50メートルメッシュの地震マップを、全国で初めて作成して市民に公表しました。今回のセミナーでは、その地図の作成に関わった専門家らの講演や、パネルディスカッションが行われました。

トップバッターは、東京大学地震研究所の菊地正幸教授で、どんな地震が横浜を襲うかについて説明をし、強い揺れを起こす地震にならずにぬるぬると動くところとか、日頃から起きている小さな地震がアスペリティ（なみふる33号参照）の周辺にみられると解説。将来の地震をなるべく正確に知るためにアスペリティの見極めが大切だと、最新の地震研究の成果の一端を紹介しました。

東京工業大学の翠川三郎教授は、政府の地震調査研究推進本部で進めている1キロメッシュで地震動を予測する地図のプロジェクトを紹介。特定の地震を想定するシナリオ地震動地図と、地震の起きやすさを想定した確率論的地震動地図の違いを説明し、目的に応じた使い分けが必要としました。横浜市では、地図の公表後に耐震診断の申し込みが増えており、さらに狭い道路や老朽木造地帯、出火危険地帯などの地域のミクロな情報を重ね合わせるなどして、使いやすい地図を作って地域の防災力を向上していくことが重要としました。

横浜市の阿部進危機管理対策室室長から同市の防災対策について説明があった後、横浜市立大学の齋藤正徳教授や、東京大学社会情報研究所の廣井脩所長、鹿島建設小堀研究室の武村雅之地震地盤研究部長、文部科学省の前田豊地震調査研究課課長補佐を交えて、地震マップをテーマにパネルディスカッションが行われ、約250人が参加した会場とも熱心なやりとりが行われました。

（日本地震学会広報委員 中川和之）

第13回記者懇談会の報告

11月11日午後6時より、学会会場のパシフィコ横浜会議センターにおいて、第13回記者懇談会が開かれました（参加者31名、マスコミ関係者12名）。

はじめに大竹会長から、日本地震学会の発祥地である横浜において今回初めて学会が開催されたこと、来年に大きなイベントとして、6-7月の札幌での国際地球物理学測地学連合総会（IUGG）8-11月の国立科学博物館での地震展が予定されていることが紹介されました。

レクチャーでは、東京大学地震研究所の平田直教授から、最近の地震予知研究の流れと今後の方向性に関する説明がありました。研究の大きな流れとして、大地震の前兆現象をつかまえることだけにとらわれず、準備過程を含めた大地震発生のプロセスを観測・解析や数値シミュレーションによって理解し、その中で前兆現象の存在や地震予知の可能性を考えるようになってきているとのことでした。

近年の大きな成果としては、沈み込み帯のプレート境界で、大きな地震動を発生させるアスペリティとそれ以外の場所との見分けができるようになってきたという紹介がありました。今後、隣接するアスペリティの相互作用を研究することによって、現実の地震発生様式の多様性を理解できる可能性が語られました。記者からは「アスペリティ」の実体は何かという質問がありましたが、海山など沈み込むプレート上の凹凸がその実体の一つとして考えられるもののまだ不明な点が多いという現状が紹介されました。

総合的な質疑では、地震関係の記事を書いていて問い合わせをしたい時にはどうしたら良いかとの質問に対して、学会としては窓口担当者を常時決めておくのは難しいので、なみふるメーリングリストやこの懇談会などの学会活動の場をとおして研究者との交流を深めておくのもひとつの方策ではないでしょうかなどの回答がありました。最後に、IUGG組織委員会からの札幌総会の詳しい紹介をもって、記者懇談会は終了しました。

（日本地震学会広報委員長 末次大輔）

広報紙「なみふる」購読申込のご案内

日本地震学会の広報紙「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（日本地震学会会員：800円、非会員1200円、いずれも送料込）を郵便振替で振替口座00120-0-11918「日本地震学会」にお振り込みください（通信欄に「広報紙希望」とご記入ください）。なお、「なみふる」は日本地震学会ホームページ（<http://www.soc.nii.ac.jp/ssj/>）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。

日本地震学会広報紙「なみふる」 第35号 2003年1月1日発行 定価150円（郵送料別）

発行者 （社）日本地震学会/東京都文京区本郷6-26-12 東京RSビル8F（〒113-0033）

電話 03-5803-9570 FAX 03-5803-9577（執務日：月～金）

編集者 広報委員会/

末次大輔（委員長）、吉本和生（編集長）、五十嵐俊博、石井透、加藤護、桑原央治、小泉尚嗣、武村雅之、東田進也、中川和之、中村浩二、山田知朗

E-mail zisin-koho@ml.asahi-net.or.jp

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。