

## 2007 年度地震火山・防災研究センター年次報告会要旨

### マグマ蓄積過程の解明をめざして：リフラクション誤差の検討による水準測量の高精度化

○木股文昭・石川溪太・松村智之(気象庁軽井沢測候所)

2004 年浅間火山噴火において、GPS 観測は前掛山西方 4km に位置する高峰高原直下にマグマ貫入を示唆する。貫入したマグマの動向を解明する目的で、高峰高原へ追分町から水準路線を延長し、2005 年 5 月から 2007 年 5 月まで 4 回の精密水準測量を実施した。2 年間に観測した上下変動は最大でも 1cm に過ぎない。

この路線は比高が 1000m に達し、大きなスケール誤差やリフラクション誤差となる。標尺の垂直性などスケール誤差に関する要因は測量時に最新の注意を払った。路線の日射率と測量中の気温とアメダス観測による日照量からスケール誤差を検討した。とりわけ、低木帯になる標高 1800m 以上の路線で日射率が高く、大きなリフラクション誤差を示す。このような検討のもとに観測を継続すれば、本路線でも 1cm の精度で上下変動の議論が可能でダイク貫入後におけるマグマ蓄積過程が考察できるだろう。そして、マグマ蓄積過程のあらたなモデル化が可能になると期待する。

### 弾性波アクロスはこの一年の成果と今後の計画

○渡辺俊樹・山岡耕春・生田領野(東京大)・羽佐田葉子

弾性波アクロス研究は、プレート間カップリングの時間変化の監視、およびスロースリップや深部低周波微動などの変動現象の理解を目的とした東海監視計画のための知見を積み重ねてきた。

土岐アクロス震源を送信源として鳳来における 2006 年地震計アレイおよび Hi-net 連続観測記録を解析した。2005 年のアレイ解析と比較して、アクロスの安定性、アレイ観測の再現性を確認し、2005 年のアレイ解析で検出された深部からの反射波を再確認した。また、これらの波群の時間変動について興味深い結果が得られた(詳細は羽佐田・古川・山崎の報告を参照)。

三河地殻変動観測所の敷地内に移設した 2 台の弾性波アクロス震源装置は、今年度初めに制御系の設置が完了した後、調整運転に入ったが、油冷却装置の改良工作、観測系の整備、鉄粉発生の原因追究などを行ってきた。また、震源近くの定常観測点での連続記録を解析して震源の性能評価を行った。さらに、2 台の震源装置の信号を相互に干渉させ指向性を制御する実験を予定している(報告会時に実験中の予定)。

また、今年度は淡路アクロスの修理を行い、11 月より長期連続観測の実験を再開した。2000 年 1 月から 2001 年 4 月、2003 年 3 月から 6 月の実験結果と比較すると、伝達関数の波形はよく一致した。P 波 S 波ともに走時は 7 年間で約 2ms 秒ほど早く振幅は約 30%増加しており、断層の固着と整合性がある。

今後の研究計画として、現在の研究を継続すると共に、静岡県西部の地震観測に伴う土岐および森町アクロス震源の伝達関数の取得、火山(桜島)、断層帯(Parkfield)における連続監視のための検討を行う。

## 御嶽山における地震活動 — 火山活動の推移と深部の地震活動

○山崎文人・山田 守

1976年2月以来30年以上継続している御嶽山山麓の群発地震活動は、その活動期間の長さが特異的だけでなく、発生域の中で生じた1984年長野県西部地震(M6.7)や、1979年の噴火以来小規模ながらも断続的に活動している御嶽山の火山活動との関連性という意味でも興味深い活動である。

今年度は2006年末に始まり、3月に小規模噴火に至った御嶽山での火山性の活動もあったため、速報性に留意して、御嶽山およびその周辺域の日別(部分サンプリング)地震活動分布を当日〜数日遅れでウェブサイト上に公開し、現在も継続している。この地域に関してのデータ処理・解析は、御嶽山山頂を含む長野・岐阜両県のテレメーター観測点データを含めた御嶽山およびその周辺域の観測データのみの特化しての統合処理というかたちですすめている。課題であった山頂での長期欠測は現時点では正常化し、震源の深さ精度の向上に役立っている。

この間の小規模火山活動に関しては、火山性微動の消長とともに御嶽山山頂直下浅部での地震活動とその震源分布の変動にも注目した結果、火山性微動だけでは解明するに至らなかった小規模噴火の時期を3月24日に特定することができた。山頂直下の火山性浅部地震活動は消長を繰り返しながら、現在は極めて低調なレベルに留まっている。

御嶽山およびその周辺での地震活動は、その活動の特徴から、山頂直下極浅部の極微小地震群、山頂直下の火山性浅発地震活動、山麓での群発地震活動、群発地震活動域内で発生した長野県西部地震とその余震活動、地殻下部でクラスター状に発生する地震群、およびマントル最上部で発生する低周波地震群などに分類される。火山性の地震活動と考えられる地殻下部以深での活動は、すでに報告してあるように、群発地震活動との相関が認められている。また、これらの火山深部での地震活動は、他の火山の直下でも通常認められることのある火山固有の地震活動であるが、地殻下部でクラスター状に発生している地震群に関しては、含まれる周波数成分を始め、その特徴が地殻内で通常に発生する地震活動と同様な性質を示し、火山直下深部の火山性地震活動としては極めて特異的である。

### 2007年の御嶽山の火山活動と観測研究

○中道治久・木股文昭・山崎文人・山田守・石川溪太・橋田悠・大久保慎人

2007年3月下旬に御嶽山において小噴火があった。2006年12月中旬からGPS観測で変化があり、山頂直下の地震が2006年12月末から観測され、2007年1月から3月は山頂直下の地震活動が活発であった。

1月中旬は高周波地震の活動が活発であったが、2月-3月は衰退し、低周波地震と火山性微動の活動が活発であった。この一連の活動を理解するために我々は地震観測と測地観測を行ってきた。1月23日には東濃地震研と共同で広帯域地震観測点を設置して、2日後に超長周期イベントを観測し、メカニズム解析から山頂直下の地表から2kmより浅部においてダイク状の振動源が示唆された。2007年4月に水準測量を行い、GPSデータと統合して圧力源モデル推定を行った。また、8月末から10月上旬に山頂周辺で

臨時地震観測を行い、精密震源決定を行った。これらの結果をあわせて概要を説明する予定である。

## Postseismic deformation of the Aceh region following the 26 December 2004 Great Sumatra-Andaman earthquake

○Meilano Irwan<sup>1,3</sup>, Fumiaki Kimata<sup>2</sup>, Takeo Ito<sup>2</sup>, Takao Tabei<sup>3</sup>,  
Hasannudin Z. Abidin<sup>1</sup>, Didik Sugiyanto<sup>1,4</sup>, Agustan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Geodetic Eng. Institute of Technology Bandung, Indonesia <sup>2</sup>Research Center for Seismology, Volcanology and  
Disaster Mitigation Nagoya University Japan <sup>3</sup>Faculty of Science, Kochi University

<sup>4</sup>Dept. of Physics, Syiah Kuala University Aceh, Indonesia

We use campaign and continuous GPS data to constrain post-seismic slip from the 26 December 2004 great Sumatra-Andaman earthquake. Three years after the mainshock the 1.8 m WSW coseismic displacement at Aceh, had increased by 67 cm. Postseismic uplift has a constant velocity 4 cm/yr. By 2008 GPS observation point at Aceh had risen more than 12 cm. A model of frictional afterslip explains to first order the evolution of postseismic deformation. Although its spatial distribution is poorly resolved, after slip seems to overlap slightly with the coseismic but most of the moment release is further down dip.

## スマトラ断層沿いにおける稠密 GPS 観測:AGNeSS

○伊藤武男・Agustan・Irwan Meilano・木股文昭・田部井隆雄

2004 年スマトラアンダマン地震の発生後、スマトラ断層は非常に活動が活発になっている。このスマトラ断層はスマトラアンダマン地震の近傍に位置し、1200km を超える世界でも有数の断層の一つである。アチェ州におけるスマトラ断層のセグメントは大きな地震が過去 200 年間発生しておらず、今後の地震の発生が懸念されている。この地域での地質学的な知見から推定した歪みの蓄積速度は 30mm/yr を超えており、歪みの蓄積速度と地震の発生間隔から推定すると、マグニチュード 8 を超える地震の発生が危惧される。しかしながら、過去のスマトラ断層の発生様式から最大でもマグニチュード 7.5 を超えることはなく、何らかの形で、蓄積された歪みが地震を伴わず解消されていることが予想される。このことから 1 つの可能性として、この地域のスマトラ断層がクリープをしており、歪み蓄積の一部分はクリープによって解消されていることが考えられる。我々は 2004 年スマトラアンダマン地震の発生後、活動が活発になっている、スマトラ断層の歪み蓄積過程を明らかにするために、稠密な GPS 観測網を 2007 年 11 月に構築した。我々はこの GPS 観測網を AGNeSS (Aceh GPS Network for Sumatran fault System) と呼んでいる。この観測網はインドネシアのアチェ州において、スマトラ断層を横切る形で構築した。AGNeSS は断層近傍の歪みの蓄積様式を明らかにするために、最小の観測点間隔は数 km 程度の稠密な観測点で構成されており、より空間的な解像度が必要とされる、断層近傍に観測点が集中ようにデザインされている。これらの観測網のねらいと観測システム等について報告する。

## 次の地震予知と火山噴火予知研究計画

○山岡耕春

平成21年度から、地震予知及び火山噴火予知研究ともに次の5カ年計画が始まる。同時に国の地震調査研究推進本部により、新しい総合基本施策にしたがった地震調査研究が開始される。

前者は、地震予知および火山噴火予知の基礎研究を推進するためのもので、一定の予算配分がなされるとともに科研費等の競争的資金による研究推進が期待されているものである。一方後者は文部科学省の施策であり、大学や研究機関に研究委託がなされる性格のものである。

当センターの、今後の5-10年の研究の方向もこれらとは無関係でいられることはあり得ず、むしろこれらの計画を先導して研究のフロンティアを切り開いていけるセンターでありたいと考えている。そこで、年次報告会ではこの1年の動きをまとめたい。具体的内容は(1)これまでの地震予知および火山噴火予知研究の主な成果。(2)今後の地震予知および火山噴火予知研究の方向。(3)関連組織の位置づけ。(4)その他。

平成11年から「地震予知のための新たな観測研究計画」が開始され、それまで前兆現象の研究を主体としていた研究計画から地震のプロセス全体を理解して物理モデルに基づく予測をするという計画に変更された。この計画により、基礎的な研究から予知に結びつく研究までのつながりが示されたと言えよう。その計画のもと研究は既に9年間実施された。その中でプレート境界の地震発生に関する知見は飛躍的に増大し、かつ地震発生のシミュレーションも原理的には可能となり、当初計画が目指した地震予知像がかなり明確に見えるようになってきた。また推本(文部科学省)による調査研究も地震予知研究計画の成果を利用するという図式が明確になってきており、実質的に地震予知研究が災害軽減に生きる流れもできてきた。今後は、大学においても各大学の役割を明確にした連携が必要となると予想され、わがセンターにおいても議論を重ねる必要がある。

## 遠地実体波解析から見えてきたすべりの多様性

○山中佳子

これまで世界で起こった巨大地震の震源過程を遠地実体波解析で求めてきた。同じ手法で数多くの解析を行っているるとすべりに特徴のある地震の存在が見えてくる。その一つが一般の地震に比べ『断層面積は大きいがすべり量は小さい』という地震である。

ここではこれらの地震を取り上げて考えていく。

一般に津波地震と呼ばれる地震がある。体に感じる揺れの程度とは不相応に大きな津波を伴う特殊な地震のことをいうが、はっきりした定義はない。これらを解析すると大抵『断層面積は大きいがすべり量は小さい』という特徴が見られる。しかし、こういう特徴を示す地震がすべて津波地震というわけではない。これらが浅いところで起きれば津波地震となるが、深いところで起きれば津波地震とは認識されていない。たとえば1982年茨城沖地震がそれである。この地震は海山の沈み込みが関係していると考えられる。この『断層面積は大きいがすべり量は小さい』特徴を持つ地震のすべりにはなんらか水が関与していると考えられる。

## 弾性波アクロスによって得られる伝達関数の解析

○羽佐田葉子・渡辺俊樹・山岡耕春

弾性波アクロスによる地下構造のモニタリングにおいては、ターゲット構造からの散乱波をあらかじめ分離・同定する必要がある。通常の弾性波アクロス観測で得られる伝達関数は様々な経路を通った地震波の情報が含まれており、走時解析によってそれぞれの経路を通った波を分離する手法をこれまで開発してきた。

しかし、ターゲット構造の時間変化を観測するためには、伝達関数の特徴が伝播経路上のどこに起因するかを知る必要がある。

これまでに、土岐の弾性波アクロス送信装置を用いた観測結果から得られる伝達関数に顕著な周波数依存性が存在することが分かり、短波長不均質構造による影響が示唆されていた。これを検証するために、複数の受信点で得られた伝達関数を比較した。その結果、周波数依存性のおおまかな傾向は各観測点で共通のものがあり、これらは送信点近傍の不均質構造によって形成されたと解釈できる。

受信点近傍の不均質構造による影響はアレイ観測によって低減することができる。このために、アレイデータからの入射平面波成分の推定、散乱波成分の分離を行った。このようにして、アレイのセンサー間隔よりも小さい空間スケールの不均質構造の影響を取り除いた入射平面波成分を推定できることが分かった。

さらに、センサー間隔よりも大きい不均質構造の影響についても評価する方法を検討した。アクロスによる観測では、送信装置からの信号のほかに背景ノイズのスペクトルも同時に観測できる。ノイズのパワースペクトルやセンサー間のクロススペクトルをスタッキングすることで、受信点近傍の不均質構造に起因するスペクトルパターンを得る。これらを適切に用いることで、将来的に受信点近傍の環境変化の補正にも役立つと考えられる。

## 新菊川観測点地電位観測と近隣観測点の比較

○山田 守

センターでは静岡県御前崎付近に新野、菊川、掛川に地殻及び地震の観測点がある。旧菊川は牧ノ原台地に掘られたトンネルで、他は縦穴である。旧菊川は静岡空港バイパス道路の影響により観測状況悪化のため牧ノ原台地から菊川インター近くの内田小学校校庭に新しく作られた。地電位観測もトンネル内で、現地収録方式で観測が続けられていたが、移転に伴い縦穴に変更し、校庭に東西南北に2.5m間隔になるよう3本の縦穴を掘って、新型電極を作り地上より5m及び10mの位置に設置した。

2007年4月から観測が開始され、GL200 記録計を用い10Hz サンプリングで現地収録している。他の観測点が100Hz サンプリングに対して劣るが、旧菊川が2分間隔のアナログ記録に比べれば随分進歩している。

1年ほどの観測記録（一部欠測有り）からはまだ何も見えてはこないが、記録からはノイズが結構大きく、東海道線の電車と思われる物が記録されている。

残念ながら掛川付近に群発する地震に対しては、今のところノイズに隠れて何も見えないが、フィルター等を利用することによりわずかだが見えそうな気配である。

また、夏場に頻発した雷の記録からも変化が見られ、掛川の記録との比較などにより雷発生を利用し、地電位変化が解明出来ないか思案中である。

最近、L4C 地震計（上下動）も設置し、LS8000WD（100Hz サンプリング、3CH）を用い地震と地電位を同時に観測し始めた。これにより掛川、新野と比較でき、より精度を上げることにより、菊川観測点の状況を詳しく把握したいと思っている。

観測に対し静岡県、当センター、システム技電、中山氏等の協力を受けお礼申し上げます。

## 美杉観測点のボアホールを利用した地中電磁波パルスの波源位置特定と

### その地殻変動との関連研究の現状

○筒井 稔（京都産業大学工学部）・古本宗充・山田 守

平成 18 年 1 月 13 日に本センター会議室で、宇賀溪地震観測施設にあるボアホールを利用した地中電磁波パルスの観測は不調であり、新たに美杉観測施設のボアホールの利用が提案され、早速、美杉周辺の電磁波環境の測定を行った結果、極めて静穏であったので、そこでの観測のための作業に取り掛かった。

同年 6 月 17 日（土）からボアホール内の排水作業を行ったが、漏水（ホール内で 2 ヶ月間に 1.8m の増水）がある事が判明し、その漏水対策を 11 月頃まで続けてきたが、それを止める有効な手立ては見つからないままである。この合間を縫って、専用の電磁波センサーの製作と観測点での準備を行い、9 月はじめに観測装置の搬入と信号ケーブルの配線・通信回線の設定等を行った。そして 12 月末に 2 地点観測を開始した。しかし、平成 19 年になって観測データをチェックすると、センサーには様々な問題点がある事が分かり、その改修を続けてきた。この間、3 月の末から 4 月に掛けて能登半島で、また 7 月 16 日には中越沖地震があったが、センサーに問題があったので、有意なデータを得る事ができなかった。平成 19 年末に掛けて行ったセンサーの大改修で、やっと信頼できる観測データが得られるとの感触を持てるようになった。今後も細かい部分の改修の可能性はあるが、東海沖に波源位置を特定しているデータも得られるようになってきたので、今後の観測が期待される。

## 内陸地震の応力蓄積・発生様式

○鷺谷 威

日本列島のプレート内部の活断層で発生する地震については、その発生に至る物理メカニズムが未だ解明されていない。しかし、活断層周辺における稠密な GPS 観測によって、その応力蓄積様式が少しずつ明らかになりつつある。岐阜-富山県境の跡津川断層においては、右横ずれの変形が断層を挟む約 30km 程度の範囲内で生じており、この周辺で認められているひずみ集中帯の中でも一段と変形の集中した領域となっている。一方、糸魚川-静岡構造線中央部の牛伏寺断層では、断層周辺にひずみの集中は見られず、100km 近い幅広い領域にひずみが分散しているように見える。こうしたひずみ・応力の蓄積様式の違い

は、これらの断層の地震発生からの経過時間の差の結果と考えることが可能である。跡津川断層では約150年前の1858年に飛越地震が発生しているのに対し、牛伏寺断層では過去1200年近くにわたって大地震発生の形跡が見られない。こうした経過時間の差によるひずみ・応力の蓄積様式の違いを説明する一つの仮説として、下部地殻がべき乗則クリープ等の非線形な変形特性を持つことが考えられる。また、過去約400年間の内陸大地震の発生履歴を見ると、時空間的な相関を持っていることが読み取れるが、下部地殻のレオロジーは、こうした大地震間の関連を考慮する上でも重要な要因になると考えられる。

## 熊野灘および駿河湾における海底地殻変動観測

○田所敬一・渡部 豪・杉本慎吾・奥田 隆・武藤大介・木元章典

我々は、熊野灘に3カ所、駿河湾に4カ所からなる海底ベンチマーク網を設置し、観測を行っている。2004年からは同一海底ベンチマークの繰り返し観測を行なっている。これまでの繰り返し観測結果から、観測精度が水平各成分約2~3cmであることを確認している。2007年は、熊野灘 KMS 観測点で7回、駿河湾 SNW 観測点で5回の繰り返し観測を行なった。観測日は下記の通りである。

熊野灘：5月28~30日、6月26~28日、7月24~26日、8月21~22日、11月27日、12月11~13日、12月17~20日

駿河湾：5月30~31日、6月21~22日、7月30~31日、9月26~27日、10月29~30日

これまでの繰り返し観測結果から、3ベンチマーク（熊野灘2カ所、駿河湾カ所）においてプレート収束に伴う変位速度場の検出に成功した。

また、海底ベンチマーク位置と海中音速構造の同時決定をめざして、音響トモグラフィ的手法を用いた観測システムの構築も始めた。しかし、海況が悪かったため、清水港内での実験を行なったのみで、実海域での実験には至っていない。

## 海底地殻変動観測のためのRTK実験について

○奥田隆・田所敬一・木元章典・杉本慎吾・渡辺豪

GPS/音響結合方式による海底地殻変動観測における船体(トランスデューサー)の位置決定は現在、後処理によるキネマティックGPSを用いている。当然、解析結果をリアルタイムで得ることは難しい。海底地殻変動観測の成果を防災に生かすためには、次のステップとしてリアルタイムで連続観測手法の開発が必要

となる。そしてそれを活用するための場として熊野灘に設置が進められつつある海底ケーブルやブイと連携した手法が考えられている。そのステップとしてRTK-GPS実験を行った。いくつかの課題もあり、まだ詳細な解析結果は得られていないが、実験の概要と可動台の製作について紹介する。

実験は距離による誤差を見積るため、3カ所の2周波GPS固定点と1カ所の移動点を設けそれぞれの間を補正情報が取得できるようにした。固定点として犬山、瑞浪、中津川を選定した。距離はそれぞれ2

1 km、35 km、63 kmである。移動点は理学部E館屋上に可動台を製作し設置した。具体的な実験は可動台に載せたGPSアンテナを10mの区間一定速度で往復運動させる。得られたデータを固定点から約1秒ごとにネットワークを通じて送信される補正情報と併せて処理することにより、ほぼリアルタイムで位置を決定していくというものである。

## 熊野灘における海底地殻変動観測

○渡部 豪・田所敬一・杉本慎吾・奥田 隆・武藤大介・木元章典・久野正博（三重県科学技術振興センター）

海溝沿いで発生するプレート間巨大地震の発生メカニズムを解明するためには、陸域だけでなく、震源域により近い海底での地殻変動データが必要不可欠である。名古屋大学では、南海トラフ近傍（熊野灘）でのプレート沈み込み帯における地震発生予測の研究に関連し、GPS/音響結合方式による海底地殻変動観測をくり返し実施してきた。これは、キネマティックGPS測位による観測船位置の決定、および超音波による観測船と海底に設置されたベンチマーク間距離の決定、という2つのプロセスから、海底における地殻変動を監視するシステムである。2005～2007年に行われた海底地殻変動観測より、熊野海盆に設置された2つの海底ベンチマークは、アムールプレートに対して西北西方向に年間約6～7cmで変位していることが明らかとなった。陸域の国土地理院GPS連続観測網(GEONET)観測点の地殻変位速度と比較すると、変位の大きさはやや大きめに推定されているものの、変位方向は調和的であった。これに関しては、観測期間や観測回数を増やすことにより、真の値に近づくことが期待される。本研究では、これらの結果と併せて陸域のGEONET観測点の変位速度を用いて、南海トラフ沿いのプレート間カップリングについて、矩形断層モデルより議論を行う。

## 海中の温度・圧力連続計測を用いた海底測位手法の開発

○杉本慎吾・田所敬一・奥田隆・渡部豪・武藤大介・木元章典・佐柳敬造・長尾年恭（東海大学）

海底での地殻変動観測は、プレート境界型地震の発生機構、歪の蓄積過程などを解明する上で非常に重要である。海底地殻変動観測グループは、駿河トラフでは2002年8月から、熊野海盆では2003年6月から観測システムの開発を行っており、海底のベンチマーク（海底局）の位置推定の精度向上を行なっている。その観測システムは、観測船と海底局間の距離を超音波走時で測定する技術（音響測距）と、移動する観測船の位置を決めるキネマティックGPS測位技術を組み合わせたものである。当観測システムで繰り返し海底局の位置を測定することによって、震源域近傍での地殻変動を明らかにする。

近年の我々の観測の成果の一つは、フィリピン海プレートの沈み込みに伴ったプレート境界近傍での定常的な地殻変動を駿河トラフ、熊野海盆の両観測領域で実測したことである。しかしながら、現行の海底局位置解析手法では、地殻変動の鉛直成分の検出には至らず、水平成分の海底測位精度は $\pm 3\text{cm}$ 程度(RMS)である。現在の地殻変動解析から判断すると、プレート境界面での固着域の上端を推定するには測位精度 $\pm 1\text{cm}$ 程度が必要とされる。



海底測位誤差の低減の試みとして、海中音速の時間変化データを制約とした海底局位置解析手法の開発を行なった。その手法での制約音速データのために、2006年1月から6回の海中の温度・圧力連続計測を通常の洋上観測と並行して行なった。その計測データを参考にして、開発中の解析手法の測位精度を数値シミュレーションで評価した。その結果、制約に与える音速データがある程度正確であれば、目標の測位精度は達成可能であると分かった。さらに現在は、2006年1月以降の実観測データに対しても同手法を用いて解析を行なっている。この解析結果についても報告する予定である。

## 2007年新潟県中越沖地震の震源域の活構造

○鈴木康弘・渡辺満久（東洋大）・中田 高（広島工業大）

2007年中越沖地震の震源断層については、様々な見解が出され、決着するまでに多くの時間を要した。しかし、この地震の震源断層が活構造と関連するという一般論が成り立つとすれば、その答えは比較的早く出ていた。原発安全審査において、原発から30km以内の海域は音波探査が義務づけられ、2kmメッシュのデータが完備していたためである。演者らは地震発生後1週間以内に震源海域の活構造分布図を明らかにし、佐渡海盆東縁付近を限る南東傾斜の逆断層（長さ30km以上）の一部が震源断層の可能性が高いことを主張した。

ところがこの活構造分布図は、柏崎刈羽原発の設計の際の調査結果とは全く異なるものであり、ほとんどの活断層が見逃されていた。2007年12月になって東京電力は、2003年の段階で長さ23kmの活断層を見つけていたことを初めて明らかにするなど、混乱が続いている。また、23kmという長さもまだ過小評価の可能性が高い。このように活断層が過小評価されているのは本原発に限ったことではなく、大きな社会問題であり、これを機に改めることが必須である。何を改めるべきかを明確にするためにも、活断層認定手法のどこに問題があるかについて議論する。

## 変動地形からみた糸静線活断層帯中南部、諏訪～白州の浅部地下構造と変位様式

○杉戸信彦・鈴木康弘・糸静線活断層帯重点的調査観測変動地形グループ

「糸魚川－静岡構造線断層帯における重点的調査観測」の変動地形グループは、2007年度、断層帯中南部の諏訪～茅野～富士見～白州を対象として詳細な変動地形学的調査を実施した。目的は、活断層の位置精度・変位量情報を高精度化し、「地震時の断層の挙動（活動区間・変位量分布）の予測精度向上」を実現することである。変動地形グループはすでに断層帯北部～中北部の調査結果を公表しており（松多ほか、2006；澤ほか、2006、2007；田力ほか、2007）、調査結果に立脚した平均変位速度分布と地震時変位量分布の考察や活断層GISの構築も本格化している（鈴木ほか、2006、2007）。

本発表では、諏訪～白州の主な変動地形の分布と平均変位速度を概略したのち、変動地形から推定される活断層の浅部地下構造と変位様式、平均変位速度分布について議論する。とくに富士見付近については以前よりさまざまな意見が出されている。他の手法による研究との整合性も含め、くわしく議論する予定

である。

## 被災者体験談をもとにした 1944 年東南海地震における津波避難

○木村玲欧・林 能成

津波が人々に与えたインパクトを明らかにする

1944 年(昭和 19 年)12 月 7 日の東南海地震によって発生した津波は、伊豆半島から紀伊半島までを襲った。特に三重県では、最大 9m(尾鷲)の津波に襲われ、三重県の死者・行方不明者は 589 名を数え、津波の衝撃は沿岸住民に対して大きな衝撃を与えた。

本報告では、三重県に現存する津波の体験談・郷土史の分析および、被災者へのインタビュー調査を行うことで、津波が人々にどのような環境変化やインパクトを与えたかを明らかにし、津波来襲における人々の心理・行動状態を整理する。

津波に追われる・浸る・流される・飲み込まれる

津波の体験談を見ていくと、津波と物理的に近接したり接触したりすることによって、津波のインパクトを表現しているものが多い。それらをまとめていくと、1) 津波に追われる、2) 津波に浸る、3) 津波に流される、4) 津波に飲み込まれる、の 4 つの体験に集約される。

1 は「どろどろになって押し寄せてきた」「どこまで追いかけてくるのか」というように、必死で逃げながらも執拗に追ってくる津波を描いている。2 は「私の首まで潮が来たときには『これが最期か、運命か』と思った」というように、津波避難が間に合わず津波に浸っているようす、3 は「戸板にのりながら流された」「津波に押し流された」という、津波の流れによって流されている体験。4 は「2メートル以上の波にもまれて気絶した」「目や鼻や耳、そして口の中には泥塩水がつまりとにかく苦しかった」という津波に飲み込まれながらも助かった体験談である。

体験談によってわかったことは、WAVE としての津波では命を失う危険性が高いが、FLOOD としての津波では津波との接触等がありながらも津波から難を逃れている人もいることがわかる。特に FLOOD の津波における「津波との近接」は、「要援護者介助」「出戻り」という 2 つの条件がその原因であることが考えられ、この 2 つの条件を低下させることで迅速な避難が可能になり、津波のインパクトも極小化できることが考えられる。

人の記憶から津波の挙動をさぐれるか？ -人間津波計の試み-

○林能成・安藤雅孝(台湾中央科学院)・木村玲欧

津波がもたらす災害は固体地球に起因する自然災害の中で最大級のインパクトを持っている。海洋に囲まれた地震国である日本では、津波とのつきあいは将来にわたり避けて通ることができない。それゆえ、滅多に起きない津波災害からは、可能な限り多くのことを学び、その観測記録や災害教訓を社会全体で共

有していくことが必要である。だが、津波の観測記録は、地震や火山噴火などに較べると、明らかに不足している。

我々は2004年から1945年三河地震による災害の様子を、被災者へのインタビュー調査から明らかにする研究を進めてきた（木股・林・木村，2005など）。この研究を通じて、多くの地球科学研究ではノイズ要因と考えられる「人間」に注目するようになった。被災者の記憶には十分な時間分解能があり、情報の収集方法を工夫することで、これまでと知られていない貴重なデータが得られる場合も多い。

津波災害の場合、現象の発生から被災までの間には、最短でも数分、長い場合には数時間もの余裕があるため、同様のインタビュー調査で更に多くの証言が得られる可能性が高い。また、人間の目は水位といったスカラー量だけでなく、流速や流向といったベクトル量も識別できる。それゆえ、津波現象についての地震現象と同様の聞き取り調査を行えば、相当のデータが得られるはずである。

今回の発表では、バンダアチェおよび三重県南部で実施した、パイロット調査の実施手法とそこから得られた津波目撃証言（データ）を紹介し、今後の地球物理的研究および防災科学的研究につなげるための方向性について議論する。

## 大都市圏強震動総合観測ネットワーク：2007年の観測状況とデータ利用例 ○飛田 潤

大都市圏強震動総合観測ネットワークは、東海地域の様々な機関による強震観測ネットワークを統合したスーパーネットワークであり、2000年以降の観測記録をデータベース化している。参加機関は自治体（計測震度ネットや防災用）、ライフライン機関、大学などであり、2008年2月現在で観測点は約600地点（オフライン観測点を含む）である。2007年1～12月には、愛知・岐阜・三重・静岡のいずれかで震度を観測した146地震で、のべ5724記録が得られた。この中には3月25日の能登半島地震、4月15日の三重県中部地震、7月16日の新潟県中越沖地震などによる記録が含まれる。特に三重県中部地震では、最大震度5強を含む多数の記録が得られた。

ここでは観測の現状をまとめ、システムの現状と将来、得られた記録の特徴などについて分析する。また、設置から10年以上が経過してリプレース時期に入った自治体計測震度ネットワーク、長周期地震動の懸念に対する建物強震観測など、東海地域の強震観測の状況について検討する。

## 地震予知に関わる測定技術（低消費電力をキーワードとして） ○山内常生

私は今まで多くの測定装置を開発してきたが、実感として、得られた成果はつぎ込んだエネルギー総量の10%程度である。測定装置の開発は、誰かが従事しなければならない分野であるが、論文に仕上がる効率が悪い。開発した測定装置に興味がある方は、「測地学会誌」や「地震」に投稿した論文を参照して頂きたい。通常の人には理解できないが、坑道における地殻変動観測では、落雷、湿度、鼠との闘いが避けられない。最近開発しているボアホール用の測定装置は、落雷対策を考えるだけでよいため簡単である。私は、概ね20年前から低消費電力化を試みてきたが、やっと、世間でその重要性が認識されるようにな

ってきた。論文として公表した高精度の水晶温度計、応力測定用のインテリジェント型歪計、地殻変動連続観測用のデジタル式地殻活動総合観測装置、水温水位測定装置、地震観測用のデータロガー等は何れも低消費電力であり容易には模倣できない。

2007年はデジタル式2連地殻活動総合観測装置の設置(菊川の移設)と、メモリー式歪計の設置(瑞浪:日本原子力研究開発機構及び東濃地震科学研究所との共同研究)を行った。何れも、新規開発のFRP(Fiber Reinforced Plastics)ロッドを設置ツール・電力兼通信ケーブルに利用した。デジタル式2連地殻活動総合観測装置では、深度500mに設置した観測装置用FRPロッドを、深度400mに設置した中空構造の地殻活動総合観測装置を貫通させる方式とした。信号ケーブルはかなり太くても1Km当たり30Ω程度の線抵抗がある。17チャンネルの観測装置は、消費電流を300mA以下に抑えている。それでも500mの深度では、約10V電圧が降下し、地表の電源をDC24Vにする必要がある。大深度では、低消費電力化が必須の条件であることが理解できると思う。

瑞浪では、原子力研究開発機構が掘削しているφ6.5mの立て坑、及び、φ4.5mの換気立て坑に掘削された調査ボーリング孔(それぞれ完成時の予測深度は1000m)にFRPロッドを用いてメモリー式歪計を設置した。歪計は、水平6成分、垂直1成分の7成分構成で、リチウム電池(28Ah)を電源とする。サンプリング間隔5分で、約12年間観測を継続できる。この機能は、現時点で到達できる限界のスペック(低消費電力化)である。新規掘削の爆破工事が中断され、坑道周辺の調査が実施される時期に合わせ、月1回程度の頻度でデータ回収される予定である。ここでのデータは、工事の影響による擾乱が大きく、地震予知研究には直接貢献しない。しかし、立て坑の掘削が進行すると共に、掘削工事に伴って水を汲み上げるため、歪計直上の地下水面が歪計に近づく。この地下水面の影響量は、今後、地殻活動総合観測装置を設置する際に、工業用の揚水深度からどの程度深くする必要があるかを見極めるための貴重な基礎資料になる。瑞浪の地殻変動連続観測は、原子力研究開発機構の立て坑掘削の影響で設置時に目的とした観測機能が麻痺状態であるが、今後は別の意味で、地震予知研究に貢献する地下深部のデータを提供する。立て坑が500m深度になった時点で、オーバーコアリングを実施し、歪計を回収する。その際、初期応力測定が自動的に実施できるし、電池を入れ替えて再度パイロットボーリングに設置すれば更に深い深度での歪み観測が実施できる。また、この歪計は電源を供給すれば、5秒サンプリングの連続観測が可能である。

最後に、世界特許になっている周波数測定方法の紹介をする(権利者は総長)。特許では物まねは許されず、新規性の厳しい審査がある。この特許の対象は、広く知られた周波数測定方法で、物理現象を低消費電力で長期間モニターすることに適した手法である。

## 研究生活 40 年で学んだこと

○山田功夫

私が、当時の犬山地震観測所に所属していた地震移動観測班で地震の研究を始めたのは40年前。東海地域の各所で臨時の地震観測網を設置し、2~3ヶ月間の観測を行い、微小地震の分布を調査した。その結果、濃尾平野では最上部マントルに、北部の岐阜県や長野県では上部地殻にのみに微小地震の活動が観

測されることが分かった。その後、観測網が整備されたが、特に新しいことはなく、時々観測される小規模な群発地震の活動などが気になる程度であった。

地球科学教室に籍を移し、月探査計画に加わり、工学系の研究者達との共同実験の機会が多くあり、その進め方があまりにも計画的で無駄のないことに驚いた。これに比べると地震予知の研究とは「宝探し」であり、あまりにも無駄の多い研究スタイルであることを痛感した。

1985年頃から POSEIDON 計画と称して、西太平洋の各地に広帯域地震計を設置し、広域地震観測網を作ることになった。色々な国でお世話になったが、私にとってミクロネシア連邦のポナペという国は忘れることのできないところとなった。この小さな国の PATS という高校に観測点を置き、ミクロス先生(故人)に記録を見ていただくことになった。当初すでに 75 歳を越えていた先生は新しいことには特に興味を持ち、地震についても私がプレゼントした本でよく勉強されていた。85 歳を超えて、パソコンをまったく使ったことのない先生が、私との連絡が電子メールになった。ミクロス天気予報も気圧計と湿度計からノアの衛星画像に変わった。けっして急がないが、老いたからといって新しいことを避けず、常に挑戦し続けるミクロス先生には多くを教わった。

## ポスター発表要旨

### 1891 年濃尾地震の余効変動による中部日本のレオロジー構造の推定

○朝日友香

地震の発生を理解するためには、地球内部における歪み、応力の蓄積様式を理解する必要があるが、これは地球内部の粘性構造に大きく依存するため、地球内部の粘性構造推定は、活断層地震の発生を理解する上で不可欠であり、さらには地震予知にもつながる重要な課題である。

本研究では 1891 年の日本史上最大の内陸地震である濃尾地震 (M8.0) 後の余効変動を解析することで、中部日本における地下の粘性構造を推定した。中部日本におけるこのような研究は過去に例がなく、本手法でこの地域の粘性構造を推定することは非常に意義深い。

様々な粘性構造モデルを仮定して濃尾地震による余効変動を計算し、水準測量データを比較することで、両者が最も良く合うリソスフェアの厚さ (H)、およびアセノスフェアの粘性係数 ( $\eta$ ) を、中部日本における地下粘性構造として推定した。扱った水準測量データは、断層帯周辺の 6 つの水準路線で、1944 年東南海地震以前に行われた測量のデータを使用し、述べ 344 点について解析を行った。又、余効変動のモデル計算は、ソフトフェア VISC01D (Pollitz, 1997) を用いて行い、このとき濃尾地震の断層モデルは、Mikumo and Ando (1976) および Nakano et al. (2007) をそれぞれ仮定した。

本研究により、中部日本地下における粘性構造は、リソスフェアの厚さがおよそ 33km、アセノスフェアの粘性係数がおよそ  $1.0 \times 10^{18} \text{Pa} \cdot \text{s}$  と推定された。Iidaka et al. (2003) は近年、地震探査によって、中部日本の地殻の厚さを 30km と求めており、これを本研究結果と合わせると、弾性リソスフェアは地殻に一致し、その下の上部マントルが粘弾性的に振る舞っているということが出来る。また Thatcher et al.

(1980) は 1896 年に発生した陸羽地震の余効変動を用いて、東北日本における粘性構造を、リソスフェアの厚さ 30km, アセノスフェアの粘性係数  $1.0 \times 10^{19} \text{Pa} \cdot \text{s}$  と推定しており、こちらとの比較も議論する。

## ブロック断層モデルによる中部日本の地震テクトニクス

○小澤和浩・鷲谷 威

南海トラフ近傍に位置する紀伊半島の東岸沖では、繰り返し大地震が発生しており、定常的に応力が蓄積されている。中部日本内陸部では、東北日本と西南日本の東西短縮が生じており、ひずみ集中帯 (NKTZ) [Sagiya et al. 2000] や活断層のような内陸部の変形が見られる。このような中部日本における変形過程と地震活動の関連を調べるため、ブロック断層モデルを用いた解析を行った。用いたのは中部日本の GPS 連続観測点 227 点における 1996 年 4 月から 2000 年 3 月の期間のデータである。解析には、McCaffrey (2002) によるソフトウェア DEFNODE を使用し、GPS 観測データを説明するような各ブロックの回転運動、ブロック内部のひずみ、およびブロック境界断層上でのすべり欠損の分布を推定した。南海トラフでの沈み込み帯プレート境界形状は微小地震分布と構造探査データに基づいて推定した。内陸ブロックの分割は、活断層分布、GPS の速度ベクトルなどを参考にし、様々なブロック分割の中から最適なモデルを赤池情報量基準 (AIC) を用い推定した。

得られた最適なモデルは、中部日本の内陸部を NKTZ、養老断層、糸魚川・静岡構造線 (ISTL) などで分割したモデルである。内陸ブロック境界における相対変化速度と地質学的なデータに基づく内陸活断層の平均変位速度を比較すると、中央構造線や養老断層、ISTL など比較的平均変位速度の大きな断層ではほぼ整合的な結果が得られた。これより GPS の観測結果は、より長期的な内陸活断層の活動を表す変動も反映しているとわかる。さらに、今回の解析で求められたブロック内部のひずみ速度から、Kostrov (1974) の式を用いて地震モーメントの蓄積速度を求めると、ひずみ集中帯については、過去 85 年間 (1923-2007) の地震活動データから求めた地震モーメントの解放速度と同程度の値となった。この結果から、ひずみ集中帯における変形は基本的に弾性変形であり、蓄積されたひずみエネルギーは主として地震により解放されていると考えられる。

## ACROSS 連続データを用いた地下深部からの反射波の検出と時間変化

○古川俊之・○山崎賢志・羽佐田葉子・渡辺俊樹・山岡耕春

ACROSS (Accurately Controlled, Routinely-Operated Signal System) とは周波数, 位相, 振幅を精密に制御した弾性は信号を定常的に送受信することにより地下の弾性的な構造と状態の変化を能動的に監視するシステムである。

これまでに、岐阜県土岐市に設置されたアクロス震源から送信された周波数 10-20Hz の信号を用いて愛知県新城市に設置した地震計アレイの観測記録のセンブリランス解析から、プレート境界からの反射波と考

えられる波群を検出した。また、Hi-net 鳳来 (N. HOUH) で観測した伝達関数を用い、その相互相関値、走時の時間変化を求めた(相馬 他, 2007)。

本発表では、新たに愛知県新城市に設置した地震計アレイの観測記録を用いたセンブルランス解析の結果と、Hi-net を用いた連続観測のための、Hi-net 鳳来における波群の相互相関値、走時の時間変化について報告を行う。

新たに行ったアレイ観測及び解析については、2006年6月から12月にかけて愛知県新城市に設置した地震計アレイの観測記録を用いてセンブルランス解析を行い、相馬他, (2007)の結果と比較しよく一致することを確認した。これは、ACROSS 信号の再現性を示し、地表でのアレイ観測の有効性を示している。センブルランス解析の結果見られるフェーズが ACROSS 信号であり、観測期間内で安定している。

波群の相互相関値、走時の時間変化については、Hi-net による連続観測に取り組み 2005年1月から2006年5月のHi-net 鳳来で観測した伝達関数を用い、相互相関値、走時変化を求めた。その結果、約1年半にわたって定常的に信号を送受信し、相互相関値、走時変化が得られることがわかった。

## InSAR、GPS のデータによる 2007 年能登半島地震の断層すべり分布の推定 ○富永 岳志

2007年3月25日9時41分(JST)にM6.9の能登半島地震が発生した。本研究では、GPS、InSARなどの地殻変動データを用いて、能登半島地震の断層面上のすべり分布を推定した。

本研究のInSAR解析はPIXELの共有データを用い、GAMMA Softwareにより解析を行った。InSAR解析された干渉画像は極めて大きな情報量を持つことから、同じ変動量を持つと思われるピクセルを統合することで、ブロック毎の地殻変動に変換した。

このことにより、数百万のInSARの地殻変動データを数百程度のデータに抑えることが可能になる。また、この処理はインバージョン解析の際に局所的な変動が軽視されるのを防ぐ役目もある。

断層のすべり分布の推定には、Yabuki and Matsu'ura (1992)を改良したものを使用した。本研究では、先験的な情報として、空間的なすべりが滑らかになるという情報と解像度が無い部分は滑らないという情報を取り入れ、それらを2つの超パラメータにより制御をおこなう。これらの導入にABICを用いて評価を行うことで、データから情報を最大限に取り出すことを行う。

断層モデルの推定においては、30km × 30km、走向N55°E、傾斜63°を仮定して、2km × 2kmの大きさで分割した小領域において断層のすべり分布を推定した。その結果、GPSのデータを用いて断層すべり分布を求めた場合は震源のやや北西側の陸域で最大2mのすべりが、InSARのデータを用いて断層すべり分布を求めた場合は震源のやや北側の領域で最大2.5mすべりがあったという結果になった。

外部天体の起潮力は地球に固体地球潮汐応答をもたらす。この変動をGPSによって検出するには、キネマティックPPP解析を用いた絶対的な変動の観測が効果的である。

伊藤・他(2007)では、日本全国のGEONET観測点における空間的な不均質について、4ヶ月間に渡る解析結果が報告されている。本研究では、より長期間の時間的な変化を確認するために少数の観測点について解析を行った。

本研究の目的は、固体地球潮汐の長期的な時間変化を解析し、地震発生前に現れる地殻の非弾性的な変化を検出することである。対象とするのは2004年10月23日に発生した新潟県中越地震である。活断層の近傍にある観測点において、地震の発生前に通常と異なる固体地球潮汐の変化が確認できれば、周囲の観測点の変化と比較することによってそれが地震の影響によるものかどうか判断ができる。このような仮説を検証するためにGEONET観測点の観測値と、理論的な予測による予測値との比較を行った。

2001年1月1日～2006年12月31日において、M2分潮の上下成分について理論値に対する振幅比と位相差の時間変化を求めた。その結果、地震の発生前後において振幅比の変化パターンが異なっていることが確認された。振幅比の比率は、どの観測点においてもほとんどのデータが±5%以内に存在しており、安定した解析結果であると考えられる。位相差については、観測点同士の変化のパターンがよく似ており、振幅比の場合よりも変動のばらつきが少なかった。

## 有限要素法を用いた不均質媒質内での地殻変動シミュレーション

○伊藤 卓

[はじめに]

日本列島は2つのプレートからなり、そこに2つのプレートが沈み込んでいるため、多くの地震が発生している。沈み込むプレートが地殻構造を大規模に変形させ、大きな不均質性を生み出している。しかしながら、地殻変動の計算モデルの多くは半無限弾性体を仮定しており、実際には地殻構造に大規模な不均質性があるにもかかわらず、それを考慮していないのが現状である。

本研究では、地殻変動の大きさに対し地殻構造の不均質性がどの程度影響を与えるのか検証する。そのために、有限要素法を用いて断層面上のすべりに対し、さまざまな構造による地表での変動の大きさを計算する。均質構造モデルと不均質構造モデルでどのような差が生じるのかを調べることで、多くの研究で使用されている半無限弾性体の仮定の妥当性と限界について議論をおこなう。

[研究手法]

1200km×1200km×200kmの領域をモデル化した。モデル領域を8節点6面体の要素で54×44×19に分割した。総要素数・総節点数はそれぞれ49500・45144である。断層面は深さ5kmから35kmに存在し、幅60km長さ100km傾斜角30度すべり角90度の逆断層で、すべり量は1mとした。要素ごとにある弾性定数を持つ「構造」を当てはめることによって不均質を表現した構造モデルを構成した。「構造」は大陸地



殻、マントル、海洋プレート、プレート境界の4つとし、ヤング率を大陸地殻 80GPa、マントル 150GPa、海洋プレート 480GPa、プレート境界 10GPa とした。構造モデルは、要素のすべてが大陸地殻の均質媒質モデル、地表から深さ 50km までが大陸地殻でそれより深い部分はマントルの水平成層モデル、海洋プレートが存在し、スラブとして地中に沈み込む海洋プレートモデル、海洋プレートモデルに加えて大陸地殻と海洋プレートの境界面に低ヤング率のプレート境界が存在するプレート境界モデル、の4つのモデルを用いた。

#### [結果と考察]

地表での水平変動の最大地点は4モデルとも海溝軸から 20km 大陸側の地点である。水平変動の大きさは均質媒質モデルは 16.5cm、水平成層モデルは 17.4cm、海洋プレートモデルは 27.9cm、プレート境界モデルは 25.0cm である。均質媒質モデルとの最大変位の大きさの差が最大であるのは海洋プレートモデルであり 11.4cm、65%の増加 である。他の地点でも海洋プレートモデルが均質媒質モデルからの差がもっとも大きく、その差の大きさが GPS の水平方向の誤差である 1cm を越えるのは、海洋側大陸側ともに 120km の範囲内である。一方、上下変動では均質媒質からの変動の差が最も大きいのは海洋プレートモデルであるものの、差の最大値は 3.2cm であり 15%の増加 にとどまる。GPS の上下方向の誤差は水平方向の誤差より大きいため誤差の中に埋もれてしまうと考えられる。

断層モデルが傾斜角 30 度の逆断層のときは、海溝軸から 120km の範囲では構造の違いにより変位に大きな違いが発生し、その範囲の地域の水平変動の観測データを用いるのならば不均質構造と均質構造の違いを考慮する必要があるといえる。

### 名古屋大学・新宮ボアホール観測点で観測されるゆっくりとした歪変化について

○福田真人・鷲谷 威・伊藤武男・山内常生・仮屋新一・石井 紘・浅井康弘・小笠原宏・川方裕則・中尾茂・佐野修・平田安広

西南日本では深部低周波微動の活動に伴う短期的スロースリップイベントの発生が、Hi-net の傾斜計によって観測されている。しかし紀伊半島南部の微動活動に同期する短期的スロースリップイベントの発生はこれまで検出されていなかった。

名古屋大学は東濃地震科学研究所と共に和歌山県新宮市においてボアホール型の地殻変動連続観測を 2003 年 9 月より行っている。Hi-net のボアホールが平均 200m であるのに対して、新宮ボアホールは 550m の深さを持ち、より感度のある歪計によって微動活動に関係する変化を検出する可能性がある。

紀伊半島南部の微動活動に伴う地殻変動の検出を目的として新宮ボアホール観測点の歪計と傾斜計の記録を解析した。その結果、奈良県南部の微動活動に伴う歪変化を検出した。微動活動との同期に加え、その歪変化がプレート境界の逆断層モデルで再現可能なものであることから、これを短期的スロースリップによるものだと考えた。さらに 2006 年 1 月には微動活動の無い期間に同様な歪変化が見られ、これもスロースリップ断層モデルで再現可能であった。これは微動を伴わない短期的スロースリップの発生を示唆するもので、他に例を見ない観測事例である。

本研究では、東京大学地震研究所地震地殻変動観測センターのご好意で、紀伊半島南端の潮岬ボアホール観測点の歪記録を解析させていただいている。本発表ではその解析結果についても報告する。

## 2004年スマトラアンダマン地震震源域における起震応力場の時空間変化 ○大石真紀子

2004年12月26日、スマトラ沖を震源とするMw9.2の地震が発生し、本震後に活発な余震活動が観測された。震源メカニズムは非常に多様であり、様々なメカニズムの地震がクラスターの的に、しかも本震発生前とは異なる分布で発生したのが特徴的である。そこで本研究では本震の応力変化によって余震が誘発もしくは抑制されるかどうか検討を行った。

本震のすべりによる余震の誘発、抑制に対する評価には $\Delta$ CFFを用いて行った。本研究では本震発生前には見られなかった4つの特徴的な余震クラスターに着目し、それらのメカニズムをターゲットとして $\Delta$ CFFの計算を行った。各クラスターについて海溝に直交する断面をとり、プレート境界面上に断層すべり分布を与え、すべりの範囲やパターンを変えることで余震を誘発するようなすべり分布を推定した。

その結果、スマトラ沖で発生した海溝直下の高角逆断層地震を引き起こすような本震のすべり分布は、非常に限定されることがわかった。本震のすべりが海溝近くまで到達するが、海溝直前で急に減少し、地表に破壊が到達せずに止まるような場合に限られる。

また、スマトラ沖、海溝から約100kmの領域では、プレート境界より数km深い場所において本震後5日間のみ、正断層型の余震が発生している。これらは震源決定の誤差を考えると上盤側で発生した可能性もある。そこで余効すべりによる $\Delta$ CFFを計算したところ、本震すべり域の深部延長で余効すべりがあった場合に、上盤側で $\Delta$ CFFが負の領域が生じる。したがってこれらの地震は本震によって誘発され、余効変動によって発生が抑制された可能性が示された。

余震分布は時空間的に高解像度の制約を与えることができる情報を持っており、本震、余効すべりの直接的な解析とは異なる視点から、震源過程に制約を与えることができる。本研究によりこうした間接的な方法の有効性が示された。

## 御嶽山における山頂域での地震観測と火山性地震の震源決定

○橋田 悠

### 1. はじめに

2006年12月頃から御嶽山の活動が活発化し、2007年1月には山頂直下の地震活動がピークを迎えた後、3月に小噴火が発生した。この時期の震源決定は昨年報告されている(中道・他, 2007)。しかし、この時期に山頂域の地震計は稼働していなかったため、震源の深さの精度は良くない。本研究では、御嶽山直下と周辺の地震のより正確な震源の深さを得る事、山頂域の観測点のデータの有無による深さの変化について調べることを目的とする。

## 2. 観測・解析方法

御嶽山の八合目と大滝山頂の2ヶ所に臨時観測点を設置した。観測期間は2007年8月30日～10月18日の約1ヵ月半である。観測された地震波形データと、名古屋大学、長野県、岐阜県、気象庁の他の既存の地震観測点のデータから、WINの震源決定ソフト hypomh(Hirata and Matsuura, 1987)を用いて震源を決定した。また、走時残差の観測点における平均値を観測点補正值として震源の再決定を行った。

## 3. 結果・考察

山頂域の震源の深さは約5km、その他の大半の震源の深さは約7kmに決定された。山頂域のデータが無い場合、山頂域の震源の深さが約2km浅く決定される事が分かった。また、P波・S波の初動到達時刻の走時残差の平均値は、山頂から離れるほど小さくなった。御嶽山内部の山頂付近では地震波の伝播速度が小さい領域が、山頂から離れるほど伝播速度が大きい領域が存在している事を示唆している。そのため、より多くの地震の走時データを用いる事で、御嶽山の3次元速度構造が得られると期待される。

観測点補正後の震源再決定の結果、山頂域の地震は約5kmの深さに、その他の地震は5～7kmの深さに決まった。

今後は、2007年1月から3月の地震の震源を再決定することが課題である。

## 地殻変動に対応する地下水付随ガス組成比(He/Ar, CH<sub>4</sub>/Ar, 等)のスパイク状変化:

### 静岡県春野町地殻歪観測井における地球化学観測

○宮川和也・川邊岩夫・山内常夫・仮屋新一・伊藤武男

地下水や地下ガス中の特定の化学成分の濃度(比)や同位体比に注目し、その時間変化と地震発生との関連、その空間分布と活断層等との関連などを論ずることを、地球化学的地震予知研究と呼ぶ。名古屋大学大学院・地球化学研究室では、従来から温泉・鉱泉水などの地下水付随ガスの化学組成の連続観測を実施してきた。

本研究では、名古屋大学大学院地震・火山防災研究センターの春野地殻変動観測点において、500m孔井にガス観測システムを設置し、地下水付随ガス組成の連続自動観測を行った結果を報告する。付随ガスのHe, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>のArに対する相対濃度比はスパイク状の急激な変動を示すことが判った、このガス異常は地下起源ガスの地表への放出に対応し、深部低周波微動の発生とも関連する地殻変動に伴う現象と考えられる。