

# 名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター

## 2013 年度 年次報告会要旨

### ■第 1 部 研究成果発表

#### 地震波による地下構造と物性の解明と監視、その現状と展望

##### ○渡辺俊樹

地震・火山噴火現象の理解、および地殻活動の予測に向けた物理モデルの構築という問題に対して、その構成要素である (1)地殻の浅部から深部までのマルチスケールな構造の解明、(2)プレート境界や断層の形状と物理特性の空間分布の推定、(3)プレート境界や断層の固着特性と応力蓄積の推定とモニタリング、といった研究テーマに関して、波動現象の理解を通じた地下構造と物性の解明と監視という観点から研究に取り組んでいる。地下深部へのアクセスには自然地震波のエネルギーを利用することが有効であると考えられるため、自然地震の波形から構造情報を抽出する解析法、すなわち地震波干渉法やレシーバ関数に基づくイメージングについて研究を進めている。また、高度な構造解析手法である波形インバージョンについても、先にあげた地震波解析手法やアクロスとの融合を視野に入れつつ研究を再開した。東海地方における人工地震探査や自然地震観測による構造解析の成果と計画および課題について報告し、これらの研究の展望について述べる。

#### 横当島への GPS 観測点の設置について

##### ○松廣健二郎、奥田隆、伊藤武男、古本宗充

横当島が属する琉球弧は九州島から南に約 1300km の洋上に約 200 の島々で構成され、東側では琉球海溝からフィリピン海プレートがユーラシアプレート（沖縄プレート）の下に沈みこんでいる。一方、西側には背弧海盆（沖縄トラフ）が位置しており、プレートが拡大していると考えられている。この地域の特徴からプレート間の固着は弱いと思われていて、プレート境界型巨大地震の可能性はきわめて低いと考えられてきた。しかしながら同様のテクトニクスを持つ場所で発生した 2004 年スマトラ・アンダマン海地震や 2011 年東北地方太平洋沖地震の発生は全ての沈み込み帯で M9 クラスの超巨大地震が発生する可能性を検討する必要があることを示している。

そこで当センターでは横当島付近の北部琉球弧のテクトニクス及び海溝型巨大地震の可能性を地質学的・測地学的・地震学的・地形学的アプローチという複数の手法を用いて評価を行うことを計画している。その測地学的なアプローチとして横当島に GPS 観測点の設置することで、奄美大島、喜界島の GPS 連続観測点（GEONET）により琉球弧に直行する 110km の側線を作ることが出来る。今回 2013 年 10 月に行った横当島への GPS 観測点の設置について報告する。

#### スマトラ島北西部の GPS 観測網内で発生した 2 つの M6.1 の地震について

##### ○伊藤武男

2004年スマトラ-アンダマン地震 (Mw9.3) が発生した後に余効変動の把握とスマトラ断層の地震発生ポテンシャルの評価を目的としたスマトラ島北西部のアチェ州に GPS 観測網 (AGNeSS) を構築した。この AGNeSS は観測網内において 2013 年 1 月 22 日 (Event A) と 7 月 2 日 (Event B) にマグニチュード 6.1 の地震が発生した。この地震 (Event A) の発振機構は NW-SE 方向の右横ずれであり、最も近い GPS 観測点は約 10km の距離である。地震時の観測された最大変位は 7.4cm であり、スマトラ断層上で発生したとすると、整合的である。しかし、USGS で決定された震源の位置よりも南西方向に約 25km であった。我々の結果は被害状況とも整合的であった。

2 つめの地震 (Event B) はスマトラ断層の地表トレースから 25km 離れていたが、発振機構は Event A とよく似ている。しかしながら、AGNeSS で観測された最大変位は北東方向へ約 4.5cm で NE-SW 方向の左横ずれ断層を示唆している。AGNeSS で得られた GPS 変位から MCMC 法により断層パラメータを推定したところ、つまり、Event B はスマトラ断層の共役断層が動いた可能性を示唆している。これらの地震について報告する。

## 南海トラフ沿いの海底地殻変動観測と海溝軸近傍の地殻変動

○渡部豪・田所敬一・安田健二・藤井越百・松廣健二郎 (海底地殻変動グループ)

フィリピン海プレートは、アムールプレートに対して、4~6 cm/yr の収束速度で南海トラフより西南日本下に沈み込んでいる。そこでは、海溝型巨大地震が約 100~150 年間隔で繰り返し発生している。名古屋大学では、駿河トラフと南海トラフにおいて、GPS/音響結合方式による、海底地殻変動観測を 2004 年以降くり返し行っている。Watanabe et al. (2013) では、国土地理院の GPS 連続観測網の GPS 速度場 (Liu et al., 2010) と名古屋大学の観測および海上保安庁の観測により得られた海底地殻変動速度を用いて、バックスリップモデル (Savage, 1983) による南海トラフのプレート境界面の固着状態の推定を行っている。この結果、四国西部から四国中部沖合では、すべり欠損速度が 50~60mm/yr の大きな領域が示され、紀伊半島以東から東海地方の沖合では、すべり欠損速度が 30~40mm/yr と小さくなることが明らかとなった。また、駿河湾近傍では、すべり欠損速度が 20~30mm/yr 程度であることが示された。これまで、陸域での GPS 観測に代表される測地・測量の観測結果の解釈として、バックスリップモデルを適応したプレートの沈み込みに伴う地殻変動の議論がなされ、多くの成果をもたらしてきた。しかし、近年では、海溝軸付近の地殻変動に対し、バックスリップモデルを適応することが適切かどうかについて疑問視されている (例えば、Wang and Dixon, 2004)。このような背景に基づき、本研究では、海溝軸近傍での非固着すべりを考慮したモデルを示し、有限要素法を用いて、その領域での地殻変動の再現を試みる。

## 数値シミュレーションに基づく地震発生サイクルの再現とシナリオの構築に向けて

○橋本千尋

地殻活動予測を実現する為には、物理モデルに基づく数値シミュレーション・システムの構築・高度化と共に、多様な観測・データ解析を通じたモニタリング情報をシミュレーションに取り込むことが重要である。2013 年度は、これまでの成果に基づき、主に南海トラフ地震を対象とした地震発生サイクルの再現を目的とする研究を進めた。広範囲のモデル領域を対象として地震発生サイクルシミュレーションを行う為には、数値シミュレーション・システムの大規模化・高解像度化が必要である

そこで、Hashimoto et al. (PAGEOPH, in press)の地震発生サイクルシミュレーション・システムを京コンピュータに適用する為の計算コードのチューニングを行なった。また、或る時点の応力状態を適切に推定し、次ステップの地震発生シナリオを生成する為には、過去のすべり履歴を整合的に再現し得る現実的な断層構成関係を設定することが重要な課題となる。その基本的な情報を得る為、西南日本域のGPS測地データについて、モデル領域を拡張して再解析を行ない、プレート境界面上のすべり遅れレートの分布を検討した。解析結果は、橋本・鷲谷・松浦(2009, 日本地震学会秋季大会)の結果と基本的に一致し、プレート境界面のすべり遅れが南海トラフに沿って帯状に分布することを示す。推定されたすべり遅れレート分布は、室戸岬付近に顕著なピークを持つ南海・東南海域に及ぶ大きなすべり遅れ域と、御前崎周辺に顕著なピークを持つ東海域のすべり遅れ域に分かれる。

## 南海トラフ沈み込み境界における地震発生サイクルシミュレーションの構築

○鹿倉洋介・橋本千尋

文部科学省の実施する HPCI (High Performance Computing Infrastructure) 戦略プログラムの分野3「防災・減災に資する地球変動予測」のうち、「地震の予測精度の高度化」の一環として、準静的過程と動的過程を連成した地震発生シミュレーションを防災科学技術研究所と共同で構築している。このうち、名古屋大学では準静的な地震発生準備過程モデルを、防災科学技術研究所では動的な破壊過程モデルを開発中である。

地震発生シミュレーションは、

1. 断層面の滑りに伴う剪断応力変化を得るすべり応答関数
2. 断層面のすべり履歴と強度の関係を記述する断層構成則
3. システムを駆動する力であるプレート相対運動

の3者を与え、プレート境界で条件(応力=強度:すべり加速、応力<強度:固着)を満たすよう、逆行列演算により非線形最小二乗法を解くことにより得られる。

このうち、本年度の成果として、

1. 準静的粘弾性すべり応答関数コードのチューニングにより、高解像度の応答関数を計算できたこと
2. 準静的シミュレーションでの逆行列演算にScaLapackライブラリを適用し、大規模計算の準備を整えたこと
3. 準静的・動的過程の連成シミュレーションの試行計算を行ったこと

の3点があげられる。

発表では、今回の成果及び今後の目標について紹介する。

## フィリピン・マヨン火山のVLPイベントから示唆される水蒸気爆発モデル

○前田裕太

フィリピン・マヨン火山において2013年5月7日、前兆現象を伴わずに水蒸気爆発が発生、5人の登山者が犠牲となった。本研究では爆発時に観測された卓越周期0.4 HzのVLPイベントの解析を行った。同イベントの波形に0.1-0.6 Hzのバンドパスフィルターを掛け、周波数領域で波形インバージョンを行ったところ、火口直下近傍浅部における水平な開口クラックと鉛直なシングルフォース

の組合せの解が推定された。本解析で得られた震源時間関数はバンドパスフィルターの掛かったものである。フィルターの掛かっていない本来の震源時間関数とは形状が大きく異なる可能性がある。本来の震源時間関数の候補として単純な関数形を何種類か仮定し、これらにバンドパスフィルターを掛けたものを波形インバージョンの結果と比較することにより本来の震源時間関数の推定を行った。その結果、開口クラックの膨張とそれに続く収縮、および下向きシングルフォースが推定された。浅部の水平なクラックの解釈としては透水層・不透水層境界の弱面が考えられ、クラックの膨張は地下水の沸騰、下向きのシングルフォースは爆発の反力、クラックの収縮は水蒸気放出によるものと解釈できる。爆発時に破碎されたのはクラックの一部のみであると考えられ、破碎された部分が熱水変質によって閉塞することによって次の爆発が可能になると考えるとマヨン火山の過去の爆発の間隔や今回の爆発の前に前兆現象が観測されなかったことを説明できる。

## 小電力無線機器による間欠同期動作ネットワークの構築

○堀川信一郎

本年度、大学内の技術職員を対象にした技術研修(名古屋大学技術職員研修「計測・制御」コース)においてIEEE802.15.4準拠の無線機器を使用する機会を得た。IEEE802.15.4とはZigbeeの名で知られる無線規格のベースとなっている規格である。無線LANやBluetoothと同じ2.4GHz帯を利用しているが、その特徴は通信速度を250kbpsに抑え、数十mA程度の低消費電流で動作する点、また様々なネットワークを構築できる点である。

例えば、電力・通信事情の悪いアレイ観測のような観測点において、バッテリー電圧などのステータス情報を定期的に集約し、条件の良い1点からテレメータできれば、トラブルの早期発見により観測効率/保守効率を上げることができる。中継機能を持つ小電力ネットワークはこの問題を解決する方法になり得る。ただし、ネットワークを常時動作させると新たな電力の問題が発生するため、各無線機器が間欠同期動作する小電力ネットワークの構築が必要である。まだプリミティブな段階ではあるが現状を報告する。

## 地震メカニズムトモグラフィー法による間隙流体圧場の時間発展解析法の開発

○寺川寿子

地震は、地殻やマントル内に蓄積された応力を脆性破壊により一気に解放する物理プロセスである。ある断層で地震が発生するかどうかは、断層面に働いている応力状態と、クーロンの破壊規準で記述される断層強度の関係によって支配される。断層強度は、断層面の摩擦係数と有効法線応力の積で表され、有効法線応力は間隙流体圧と密接にかかわる物理量である。岩石の摩擦実験によれば、摩擦係数は岩石の種類によらずほぼ一定の値をとると考えられるため、間隙流体圧を推定することが断層強度を知るための鍵となる。地震メカニズムトモグラフィー法(FMT法)は、地震のメカニズム解から地殻内の間隙流体圧場を三次元的に推定する有効な手法である(Terakawa et al., 2010)。

本研究では、この手法を更に発展させ、地震活動のモニタリングを通じて間隙流体圧場の時空間変化を推定する手法を開発した。FMT法では、個々の地震の断層面とすべりベクトルの向きとテクトニック応力場の関係から、地震を駆動した間隙流体圧を推定し、これを震源での観測値であるとする。従来法では、これらの離散的な間隙流体圧の値に加え、間隙流体圧場の空間変化のroughnessを先

験的な拘束条件として取り入れ、ベイズ型モデルとモデル選択規準である ABIC (Akaike, 1977, 1980) を用いたインバージョン法 (Yabuki&Matsu'ura, 1992) を応用し、三次元間隙流体圧場を対象領域で定義された連続関数として推定誤差と共に求める。改良法では、間隙流体圧場の空間変化の roughness に加えて時間変化に関する roughness を新たに導入し、Fukahata et al. (2003) 及び Fukahata et al. (2004)によるインバージョン解析法の枠組みを用いて、間隙流体圧場の時間発展を推定することを可能にした。この手法を、スイス・バーゼルの地熱貯留槽での注水実験による誘発地震のデータセットに適用し、地熱貯留層内の間隙流体圧の時間発展を推定することを試みた。

今後、間隙流体圧 (断層強度) の時間変化と地震活動の関係を調べ、地震の発生に果たす間隙流体の役割を明らかにすることを目指す。

## 海底局の推定位置精度と音響走時残差の空間分布との関係性 ～海底地殻変動観測における海底ベンチマーク位置推定の精度向上への道筋～

○永井 悟・田所敬一・渡部 豪・植村雄一

GPS/音響結合方式での海底地殻変動計測では、海底局及びベンチマークの位置決定における主要な誤差要因は海中音速の時空間変化であり、他の要因に比べて1桁大きい10cmオーダーで、観測時の海況による。現在、我々は、海底ベンチマークの位置決定精度を1cm前後に抑えることを目標にしている。本発表では、数値実験を介して得られた、真の海底局位置からの推定位置のずれ (以下、“推定位置のずれ”という) と音響走時残差の空間分布との関係性について紹介する。数値実験では、実際に想定されうる、空間変化のある海中音速構造における疑似観測走時データから、空間変化を無視した1次元音速構造を用いて海底局位置を決定した。1次元音速構造を用いる事で、海中音速の空間変化に関する観測走時に含まれる情報は、“推定位置のずれ”、及び、それぞれの走時残差に分離・反映される。前者は、全データによる平均的な解析結果への影響、後者はその残分と関係する。もし海中音速の空間情報が走時残差に残り、かつ、反映されるならば、走時残差を用いた再解析により、“推定位置のずれ”を軽減できる。走時残差の特徴的な空間分布が顕著に見られるのは、観測領域の空間的な広がりに対する海中音速の変化領域が半分以下のときであり、音速の空間変化スケールによって、残差の空間分布の様相は異なる。観測領域に対する海中音速の変化領域が半分以上の範囲から観測領域を超えるような状況では、音響走時に含まれる情報を対称的に打ち消しあう事が可能な推定位置が存在し、走時残差の特徴的な空間分布は顕著ではない。逆の見方をすると、観測データに均質とみなせる音速構造を伝播した観測走時がある程度存在する事が走時残差の特徴的な空間分布を得る事につながるようである。このような関係性から、海中音速の空間変化による影響はある程度までは取り除くことが可能で、先験情報に頼らなくとも位置推定精度の向上が可能になる。しかしながら、広域の空間変化には、解析に先験情報を加える必要性を示唆する。

## 喜界島周辺の地殻変動観測

○古本宗充

琉球海溝では過去数百年間において巨大地震と呼べるものはほとんど知られていない。M8クラスの地震として、1911年奄美大島近海地震 (M=8) が有るのみである。またGPS観測などによるプレート間カップリングの推定も、限られた観測点配置になっており、精密な議論が難しい。その

ためこの領域のプレート境界が M8 や M9 クラスの（超）巨大地震を発生する能力を持っているかは不明である。喜界島周辺では奄美海台という巨大な海台が衝突・沈み込みを行っており、少なくともこの領域はカップリングが強くても不思議ではない領域である。また喜界島の海岸には過去数千年間で4回大きな隆起運動が起きたことを示す段丘が発達している。一方、長期間巨大地震が起きていないことを示しそうなデータもある。例えば過去に大きな津波が起きたことを示す津波石は喜界島など奄美諸島には無いようである。この地域でのプレート間カップリング等を理解し、将来の巨大地震の可能性を検討するため、喜界島自体と喜界島・奄美大島・横当島という海溝に直交する測線を中心にして、地殻変動の検出を試みている。今年度は、センターのメンバーの協力の下で、横当島での GPS 観測点の設置（喜界島と奄美大島には GEONET の観測点がある）、喜界島での水準測量（2月・3月実施予定）、そして完新世段丘の微地形測定などを行った。今後他研究者による報告などと総合して、過去数十万年程にわたる喜界島周辺の地殻変動の微細構造を明らかにして、プレート間カップリングや過去の（巨）大地震の性質を明らかにしようとしている。

## ■ポスター発表要旨

### 東北地方太平洋沖地震に対するひずみ集中帯の変形応答

#### ○鷲谷威

2011年東北地方太平洋沖地震は東北日本を中心に東西方向の顕著な伸張変形を引き起こした。また、その後の余効変動により東西方向の伸張は現在まで継続している。この一連の地殻変動は、従来ほぼ一定速度で継続していた東西短縮変形と異なり、ステップ的もしくは時間変化するような応力変化を日本列島の地殻に加えた。こうした応力変化に対する変形応答を詳細に調べることは、日本列島の変形特性を理解する上で大変重要である。新潟県の上越・中越地域において、「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究」の一環として、2008年から稠密 GPS 観測を実施してきた。

本報告では、この観測データに基づいて、東北地方太平洋沖地震に対する変形応答を議論する。これまでの解析では、東頸城丘陵および西頸城丘陵において、地震前、地震後にそれぞれ短縮と伸張のひずみが集中する結果が得られた。こうした変形集中が地下における断層の非地震性すべりによって生じていると仮定すると、地震前と地震後で傾斜の異なる別の断層が活動した、もしくは、同一の断層が逆向きのセンスで活動したという2つの可能性が考えられる。前者の場合には絶対応力場が有意に変化する必要があり、後者の場合には断層の強度がゼロに近いことが示唆される。いずれにしても、ひずみ集中帯の変形においては非弾性変形が重要な寄与をしている可能性が高い。

### Bending-Unbending に伴う東北日本に沈み込む太平洋プレート内の応力分布の推定と考察

#### ○篠島 僚平

沈み込む海洋プレート内の応力分布を知る事は、沈み込むプレートの力学的バランスを理解するためには必要不可欠である。海洋プレート内の応力パターンはスラブ内地震などから観測する事は可能であるが、応力値を直接観測することは難しい。一方、Bending-Unbending に伴うプレートの変形は、変形の中立面の位置さえ決まれば、沈み込む海洋プレート内のひずみ速度分布と応力分布を推定することができる。よって、本研究では沈み込む海洋プレート内の変形の中立面を観測から推定され

た応力の中立面に合うように設定し、プレート生成時からラグランジュ型の履歴積分により記述することを試みた。この履歴積分には以下の7つの応力変化を考慮した。[1]海嶺軸における初期応力（引張抵抗）、[2]プレート底面の傾きに伴って生じる応力（Ridge push）、[3]プレート上下面に働く摩擦抵抗、[4]プレートに働く負の浮力（Slab pull）、及び[5]プレートの Bending-Unbending に伴う応力。また、プレート内では[6]脆性破壊と[7]粘性緩和に伴う応力緩和も考慮した。

まず、プレートの沈み込みに伴う Bending の変形が開始される領域の応力分布を[1]～[3]及び[6],[7]から推定した。その結果、最大 70MPa 程度の圧縮差応力が推定された。この値はほぼ Ridge push に起因する差応力である。次に、推定された沈み込み前のプレート内差応力を初期値として、[3]～[7]の効果を考慮した上で沈み込み帯における海洋プレート内の応力の履歴積分を推定した。このときの Slab pull<sup>[4]</sup>に伴う差応力変化は深さが 1km 増すごとに約 0.7MPa の増加である。一方、Bending-Unbending<sup>[5]</sup>に起因する差応力は～数 GPa であることが分かり、プレート内の差応力はプレートが曲がり始めてすぐに脆性破壊<sup>[6]</sup>と粘性緩和<sup>[7]</sup>の効果により飽和状態に達する結果となった。このことは、Bending によって生じる差応力の大部分は脆性破壊<sup>[6]</sup>と粘性緩和<sup>[7]</sup>により消費されていることを示している。そのため、Bending から Unbending に移り変わる場所では、Unbending を引き起こすだけの曲げモーメントが保持されていないことが分かった。すなわち、Unbending が生じる原因は弾性反発だけでは説明できず、球殻の沈み込みによる幾何学的拘束やスラブ先端での下部マントルによるアンカーなど、他の力源に起因すると推測される。

## 海底局の推定位置精度と音響走時残差の空間分布との関係性 ～海底地殻変動観測における海底ベンチマーク位置推定の精度向上への道筋～

○永井 悟・田所敬一・渡部 豪・植村雄一

GPS/音響結合方式での海底地殻変動計測では、海底局及びベンチマークの位置決定における主要な誤差要因は海中音速の時空間変化であり、他の要因に比べて1桁大きい10cmオーダーで、観測時の海況による。現在、我々は、海底ベンチマークの位置決定精度を1cm前後に抑えることを目標にしている。本発表では、数値実験を介して得られた、真の海底局位置からの推定位置のずれ（以下、“推定位置のずれ”という）と音響走時残差の空間分布との関係性について紹介する。数値実験では、実際に想定される、空間変化のある海中音速構造における疑似観測走時データから、空間変化を無視した1次元音速構造を用いて海底局位置を決定した。1次元音速構造を用いる事で、海中音速の空間変化に関する観測走時に含まれる情報は、“推定位置のずれ”、及び、それぞれの走時残差に分離・反映される。前者は、全データによる平均的な解析結果への影響、後者はその残分と関係する。もし海中音速の空間情報が走時残差に残り、かつ、反映されるならば、走時残差を用いた再解析により、“推定位置のずれ”を軽減できる。走時残差の特徴的な空間分布が顕著に見られるのは、観測領域の空間的な広がりに対する海中音速の変化領域が半分以下のときであり、音速の空間変化スケールによって、残差の空間分布の様相は異なる。観測領域に対する海中音速の変化領域が半分以上の範囲から観測領域を超えるような状況では、音響走時に含まれる情報を対称的に打ち消しあう事が可能な推定位置が存在し、走時残差の特徴的な空間分布は顕著ではない。逆の見方をすると、観測データに均質とみなせる音速構造を伝播した観測走時がある程度存在する事が走時残差の特徴的な空間分布を得る事につながるようである。このような関係性から、海中音速の空間変化による影響はある程度までは取り除くことが可能で、先験情報に頼らなくとも位置推定精度の向上が可能になる。しかしながら、

広域の空間変化には、解析に先験情報を加える必要性を示唆する。

#### アクロスを用いた桜島火山のモニタリング

○山岡耕春・渡辺俊樹・前田裕太・國友孝洋・宮町宏樹（鹿児島大学）・生田領野（静岡大学）・井口正人（京都大学）

2012年3月に桜島火山の北西山麓に設置したアクロス震源装置は、3ヶ月間の試験運転期間を経て、2012年9月12日から連続運転を開始した。遠隔地での運転であるため、インターネットを通じたリモートモニタリングとコントロールを前提としたシステムにした。夏場の台風などによる電力不安定で、一時的な欠則はあったものの、現在までほぼ連続したモニタリングができています。本モニタリングの効率的運営のため、アクロスの信号と地震計で得られた記録から伝達関数を得るための標準的なツールをMATLABにより作成した。その結果、現地でのデータ収集と伝達関数の計算は鹿児島大学にて実施、トラブルがあった場合の対処は名古屋からのリモートコントロールと必要に応じた鹿児島大学・京都大学からの訪問によってカバーできている。モニタリングは2台の震源を利用し、全体として5 Hz から 15 Hz までの周波数範囲をカバーしている。震動の発生効率は、同装置を用いている三河観測所に比較して良好で、100日間のスタッキングによって 28 km 離れた観測点でも信号を確認することが出来ている。また桜島島内の観測点では伝達関数の時間変動も捉えられている。ポスターでは、観測状況について報告する。

## ■第2部

「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の総括と「災害軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」

### 5年間の総括と次期計画の概要

○山岡耕春

2009年に開始された「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」において、名古屋大学では主に7つの課題にもとづいた研究を実施した。本計画期間中に発生した2011年東北地方太平洋沖地震（M9.0）が発生し、この超巨大地震を事前にまったく想定することが出来なかったことから、計画の組み替え・見直しがされ、名古屋大学でも3つの課題を追加した。本報告では5年間の研究成果について報告することに主眼を置きつつ、次期計画である「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の概要と、名古屋大学の関わりについて紹介する。

### 南海トラフ域における巨大地震断層域の力学・変形特性の把握

○田所敬一・山岡耕春・鷲谷威・古本宗充・鈴木康弘・渡辺俊樹・橋本千尋・伊藤武男・松多信尚

本研究課題では、主として東海地方の南海トラフ域を対象として、名古屋大学の持ちうるリソースを総動員し、海溝型巨大地震の理解のために本質的に不可欠な（A）プレート境界面の力学的特性の



時空間変化の把握と、(B) 海底地形やプレート形状も含めた巨大地震断層形状の把握によって、プレート境界付近における地震発生予測に寄与することを目指す。

まずは測地学的データに基づくプレート間固着の時空間分布を把握し、そのプレート間固着の多様な振る舞いからプレート境界面上の力学特性を把握する。そのために、比較的歴史の浅い GPS 観測を高密度で行う傍ら、長期にわたる測地測量データを現在の科学的知見を生かして改めて解析を行う。また、陸上からの観測のみでは津波生成域として大きな影響を及ぼすプレート境界浅部については空間解像度が低いため、海底地殻変動観測を南海トラフ軸近傍で実施し、プレート境界浅部におけるプレート間固着の現状把握をめざす。その一方で、測地学的タイムスケールよりも比較的短期の事象に伴うプレート境界の物理特性の時間変化を理解するために、地震発生場の近傍における ACROSS によるモニタリング結果に基づく弾性波動場の時間的な変化のモデル化を行い、比較的短期の事象に伴うプレート境界の物理特性の時間変化検出手法の確立をめざす。

プレート境界面の力学的特性を把握するためには、モニタリング研究のみならず、プレート境界面の精密な位置の情報が不可欠である。そこで、プレート境界面にトラップされた地震波の解析によるアプローチを試みる。

さらに、格段に詳細な海底地形データ等を新たに取得して、従来得られている約 90~150m メッシュ程度の地形データとあわせて検討することで、海底活断層の位置形状や活動履歴等を詳しく検討する。

## 地表地震断層および活断層の地表形状・変位量データにもとづく直下型大地震の規模・頻度予測手法の高度化—LiDAR 等の高解像度 DEM を用いた検討

○鈴木康弘・松多信尚・杉戸信彦・活断層グループ

活断層で発生する内陸直下型地震は海溝型地震と比較し規模は小さいものの、生活圏直下で発生するために局所的に極めて甚大な被害を及ぼす。その被害の軽減のためには、発生確率・規模・震源位置・アスペリティの位置・破壊伝播方向などを予測する手法の確立が重要であるが、単純な固有地震説を仮定した危険度・確率評価や、活断層の長さで代表的な地震時変位量（単位変位量）のみに基づく地震規模推定にとどまってきた。しかし、固有地震説に比較的適合する断層がある一方で、中越地震など固有地震説で説明できない被害地震や、単純な固有地震説では説明が難しい阿寺断層や根尾谷断層などのケースも報告されている。これらを解明することは、断層破壊・地震という物理現象そのものの理解に対して基礎的な情報を与えるのみならず、活断層から発生する次の地震の発生確率・規模・強震動を予測し、減災に活かすためにも極めて重要である。

そこで、活断層の平均変位速度分布と地震時のすべり量分布を比較し、地震発生繰り返しのばらつきを評価し、**地震—地表地震断層—活断層地形**の関係を再構築することで、実態に即した複雑性を有する断層発生モデルを検討する。それには最近飛躍的に技術革新があった LiDAR データなどを使用することで、詳細な変位地形分布調査と、課題検証のための戦略的なトレンチ調査が必要である。本5カ年では、根尾谷断層や阿寺断層をターゲットとして、これらを解明することを試みる。本課題は、防災・減災にとって内陸地震が引き起こす災害誘因の高精度予測は想定外災害をなくすことに貢献するほか、歴史地震が人々の暮らしに与えた影響についても視野に入れることで災害研究として歴史地震の全体像解明に貢献しようと考えている。

## 古文書を用いた南海トラフ超巨大地震の地震発生メカニズムの解明

○山中佳子

巨大地震の発生メカニズムを考える上では過去の活動の情報は重要である。これまでも地震に関する古文書の収集が行われ、これらを用いて震度分布や津波の高さなどの推定が行われてきている。次期計画では、文系の研究者と協力しながら新たな史料収集を行うとともに、先人たちの焼き直した情報からではなく、元の史料に戻ってこれらから得られる様々な情報を理学、工学それぞれの観点から検討し、(白鳳)、宝永、安政、昭和の地震に対して直接比較することで南海トラフでの巨大地震像を推定し被害の原因を検討しようと考えている。

現計画では主として文系の方に新しい史料収集をしていただき、我々はすでに翻刻されたものや地方史などの収集整理を行っている。今年度も高木家文書で地震情報がありそうな時期の修復作業を行った。現在高木家文書を含め新たに見つかった史料の翻刻を進めている。私は高知県、和歌山県の神社明細帳の情報収集、愛知県(約 170 冊)、三重県(約 50 冊)、和歌山県、高知県(約 300 冊)の地方史収集を行いながら、各地域でのそれぞれの地震の違いを比較検討し始めたところである。

## 地震・津波災害に対する地域社会の脆弱性測定に基づくボトムアップ型コミュニティ防災・減災に関する文理融合的研究

○黒田由彦

本研究の目的は、地震ハザードを災害被害として発現させるHazard-Disaster変換プロセスに作用する社会的機構を解明し、ディザスターを制御する社会的要件を明らかにすることである。

地震・火山噴火あるいは津波などの災害がどのような被害をもたらすかに関して、住民は限られた一般的知識しかないのが通常であり、そのために日頃の対応が不十分であったり、あるいは実際の発災時に不適切な対応をとったりすることが起こる。行政主導・トップダウン型の防災・減災対策の延長線上で考える限り、この限界を超えることは困難だと思われる。必要なのは、防災・減災において住民に当事者性を持たせ、ボトムアップのコミュニティ防災の仕掛けを作り、それを支える意識を醸成することである。そのためには、個々の住民がそれぞれの条件に応じて具体的かつリアルに災害リスクをイメージし、防災・減災のための行動に結びつけることである。しかし現状ではこの問題意識にたった調査研究はほとんど行われていない。本研究は、研究上のその空白を埋める試みである。

具体的には、阪神大震災、スマトラ島沖地震、東日本大震災など、タイプの異なる地震災害を取り上げて、ハザードの営力と被害の地理的・社会的分布との関係を調べ、脆弱性概念と結び付けて災害要因(素因と誘因)を分析する。脆弱性を、(災害対策基本法で扱われる)空間の形態や社会の組織・活動に現れるものと、長期的に構造的次元で作用するものとに概念的に整理し、それらの相互関係を実証的に解明する。それらを踏まえ、高知県、三重県、静岡県等、南海トラフの巨大地震被害が想定される地域を対象に住民の意識調査などを行い、ディザスターを制御する災害プリアドネスに向けた地域の課題解決の筋道を見出す。

## 討論

○古本宗充(司会)