

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

2012年度年次報告書

2013年9月

# 目 次

1. ごあいさつ	1
2. 構成員	2
3. 研究活動	4
3-1. 地震火山研究センター2012年度年次報告会要旨	5
3-2. 教員・研究員の研究教育活動報告	17
3-3. 大学院生の研究活動報告	44
3-4. 技術職員の業務報告	46
3-5. 受託・委託研究の報告	50
3-6. 「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」 平成24年度年次報告	108
4. 教育活動	164
4-1. 学部・大学院講義一覧	165
4-2. 学位論文	166
4-3. セミナー	167
4-4. 2012年度JICA研修コース	168
5. 観測点一覧	171
6. 取得研究費	173
7. 広報活動	174
7-1. 講演会・シンポジウム・セミナー等	175
7-2. 新聞記事タイトル	177
7-3. 表彰・評価関連	180

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  
Earthquake and Volcano Research Center  
Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University  
Website: <http://www.seis.nagoya-u.ac.jp/>

2013年9月

## 1. ごあいさつ

2012年度は東北地方太平洋沖地震のショックから立ち直り、新たな方向に向けて研究を始めた1年でした。地震後も続く地殻変動の研究が進められる一方、南海トラフの巨大地震に関する研究にもさらに重点を置く研究が始まりました。科学技術学術審議会の建議である「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の見直しが行われ、超巨大地震に関する研究が新たに付け加わりました。名古屋大学でも、海底地殻変動に関する研究の拡充に加え、海底の変動地形に関する研究、歴史地震に関する研究が新たに始まりました。さらに、2014年度から開始する予定の次期5カ年の研究計画に関する議論も始まりました。一時は実施が危ぶまれた次期の建議の計画についても、本原稿を書いている時点でパブリックコメントの段階に進んでいます。しかし、その計画内容は大きな転換点を迎え、従来の地震発生や火山噴火の予測をめざした研究から、予測の先にある災害軽減に貢献する計画として位置付けられ、災害要因（ハザード）の予測を通じた災害軽減をめざす計画となっています。工学や人文社会科学との連携が謳われており、地震火山研究センターも環境学研究科で12年間育ててきた文理連携を活かした計画を提案しています。環境学研究科を中心として応募したリーディング大学院はヒアリングに進んだものの惜しくも採択にはなりませんでしたが、そこで議論した内容は、今後の地震火山の災害軽減の研究に役立つものと確信しています。

2012年度末には、長らく地震火山研究センターを技術の側面から支えて下さった技術職員の奥田隆さんが定年を迎えられました。測地観測・地殻変動観測・火山観測・海底地殻変動観測等、奥田さんがいなければどれもうまく進みませんでした。奥田さんは再雇用で引き続きセンターの観測業務のお手伝いをさせていただくとともに、後任の技術職員として採用した松廣さんへの引き継ぎをお願いしています。

同じく2012年度末には、助教の中道治久さんが京都大学防災研究所の准教授として転出されました。勤務は鹿児島県の桜島にある火山活動研究センターです。活動的火山の少ない中部地方から、火山観測の現場での研究に転身されることになり、今後の活躍を期待したいと思います。

2013年9月  
地震火山研究センター長 山岡耕春

## 2. 構成員

### 1. 教員

職名	氏名	研究分野	備考
教授	古本 宗充	地震学・固体地球惑星物理学	
教授/センター長	山岡 耕春	地殻活動モニタリング	
教授	鈴木 康弘	活断層・変動地形学	減災連携研究センター
教授	鷺谷 威	地震学	減災連携研究センター
准教授	渡辺 俊樹	物理探査	
准教授	田所 敬一	観測地震学・海底観測	
准教授	山中 佳子	地震学	
准教授	橋本 千尋	地震物理学	
助教	伊藤 武男	地殻変動	
助教	中道 治久	火山学・地震観測	
助教	寺川 寿子	地震物理学	

### 2. 技術職員・研究員等

職名	氏名	研究/担当分野（業務内容）	備考
技術職員	奥田 隆	地殻変動・火山観測	全学技術センター
技術職員	堀川 信一郎	地震観測・ネットワーク	全学技術センター
研究機関研究員	杉戸 信彦	変動地形学・古地震学	2012.7 まで
研究員	渡部 豪	海底地殻変動・テクトニクス	
特任研究員	光井 能麻	地震学	2012.7 まで
特任研究員	松多 信尚	変動地形学	
研究員	永井 悟	観測地震学・地殻構造	
研究員	鹿倉 洋介	地震物理学	2012.11～
博士研究員	國友 孝洋	アクロス	
研究員	Rahma Hanifa Gunawan (インドネシア)	地殻変動学	
事務補佐員	金原 みどり	センター事務一般	
事務補佐員	水野 貴志子	海底観測グループ及び JICA 事務一般	2012.4 まで
事務補佐員	岡田 尚子	地殻変動グループ事務一般	
事務補佐員	大森 治美	センター事務一般	2012.4～
事務補佐員	富坂 純子	海底観測グループ事務一般	2012.9～
技術補佐員	中橋 新子	web・広報担当	
技術補佐員	柴山 由里子	地震波形読取業務	
技術補佐員	黒田 育実	地震波形読取業務	
技術補佐員	古野 桂	地殻変動データ処理及び JICA 事務一般	
技術補佐員	山本 淳平	地殻変動データ処理	2012.8 まで
その他	尾崎 菊枝	三河地殻変動観測所	
その他	宮島 力男	犬山地震観測所	

### 3. 指導学生

博士課程後期	氏名	研究分野	担当教員
D3	小澤 和浩	地殻変動	鷺谷・伊藤
D3	吉本 昌弘	震源過程	山中・中道
D3	Endra Gunawan (インドネシア)	地殻変動	鷺谷・伊藤
D1	江藤 周平	海底観測	田所・渡辺
D1	篠島 僚平	テクトニクス	鷺谷・伊藤

博士課程前期	氏名	研究分野	担当教員
M2	大藪 竜童	火山学	(正)山中・(副)中道
M2	小山 真央	アクロス	(正)渡辺・(副)山岡
M2	坂田 剛	海底観測	(正)田所・(副)渡辺
M2	丹原 裕	地震学	(正)田所・(副)渡辺
M2	丸目 悠生	重力探査	(正)古本・(副)桂木
M2	三宅 淳司	地震学	(正)山中・(副)寺川
M2	安田 健二	海底観測	(正)田所・(副)山岡
M1	Angela del Valle Meneses Gutierrez (ベネズエラ)	地殻変動	(正)鷺谷・(副)伊藤
M1	崎山 恵理	地下構造	(正)渡辺・(副)山岡
M1	鈴木 翔太	地殻変動	(正)鷺谷・(副)伊藤
M1	鈴木 あゆ美	海底観測	(正)田所・(副)古本
M1	戸谷 真亜久	地下構造	(正)渡辺・(副)古本
M1	野村 晋一	地殻変動	(正)鷺谷・(副)伊藤

学部4年生	氏名	研究分野	担当教員
B4 *	多羅尾 朋宏	地殻変動	鷺谷
B4 *	川崎 悠介	地下構造	渡辺
B4 *	友部 真宏	地震学	田所
B4 *	藤井 越百	海底観測	田所
B4 *	宮田 裕介	地震学	山中

\*理学部地球惑星科学科 地球惑星物理学講座所属

### 3. 研 究 活 動

- 3-1. 地震火山研究センター2012年度年次報告会要旨
- 3-2. 教員・研究員の研究教育活動報告
- 3-3. 大学院生の研究活動報告
- 3-4. 技術職員の業務報告
- 3-5. 受託・委託研究の報告
- 3-6. 「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」平成24年度年次報告

### 3-1. 地震火山研究センター2012年度年次報告会要旨

#### 2012年度総合成果報告

##### GPS-TEC Back projection 法による津波伝搬の推定

○伊藤武男

地震によって発生した津波は大気を押し上げることにより音波が生じる。この音波が電離圏に達して電子密度の擾乱を引き起こすことで、電離圏総電子数(TEC)に変化を生じさせる。たとえば、Heki (2006)は2004年の浅間山噴火によって生じたTECの変化から火山爆発のエネルギーを推定している。本報告では解析例として、GPS-TECからBack projection(BP)法により2011年東北沖地震(Mw9.0)で発生した津波の伝搬を面的に推定する手法を開発したので報告する。

GPS-TECを用いたBP法は音波速度を用いて波動を逆伝搬させ、音波の発生源をイメージングする。ここで、 $S(j,t)$ を音波の発生源とし、 $j$ を発生源の場所、 $t$ を発生時刻とする。観測されたGPS-TECの観測は $s(k,t)$ とし、 $k$ をGPS-TECの観測場所、 $ta(j,k)$ を音波の伝搬時間とするとBP法により音波の発生源 $S(j,t)$ は $s(k,t-ta(j,k))$ の $k$ についてのスタッキングすることで求めることができる。なお、地震波の解析と大きく異なるのはGPS衛星が時間と共に移動するため、各時刻におけるGPS-TECの観測場所も時々刻々と変化することであるが、本質的な違いはない。

GPS-TECの変化量はGEONETの約1200点で観測された1秒サンプリングのRINEXデータから抽出した。本研究では2011年3月11日14:00から16:00(JST)の2時間分を解析した。まず、GPS-TECの時系列データに2次の多項式近似を用いて見かけ上のTEC変化を取り除いたあと、10sから300sのバンドパスフィルターを適用させたのち上記のBP法を適用した。本解析の結果、津波が断層破壊により生成される様子が観測データから明瞭に確認できる。よって、津波シミュレーションなどは面的な観測データを基に検証する事ができるようになるであろう。

##### 台湾東海岸台東縦谷断層における水準測量から推察された 浅部での間欠的クリープイベント

○松多信尚・村瀬雅之(日大)・Cheng-Hong Lin(台湾中央研究院)・Wen-Shan Chen(台湾大)・小泉尚嗣(産総研)

我々は地質学的にフィリピン海プレートとユーラシアプレート側の変成帯の境界である、台湾台東縦谷断層で2008年8月より毎8月に稠密水準測量を実施している。台東縦谷断層の南部はクリープ運動をしていることが知られている一方で、中北部はマグニチュード7を超える巨大地震で歪み解放が行われている。地質図との比較からクリープ運動地域が利吉メランジェと呼ばれる、メランジェの分布と相関が良いことから原因がこの地質にあると考え、測線を利吉メランジェの分布北限付近の玉里に設定した。玉里では垂直成分で年約30 mm/yrの動きを観測した。その後、徐々に測線を北から瑞穂、赤科山、東里(玉里の枝測線)、東竹、富里(富田)の測線で測量をしている。そのうち、赤科山では2010-2011の1年間と2011-2012の1年間の上下変位量が、それぞれ8 mm/yrと40 mm/yrとで大きく異なった。その北側の瑞穂測線では同期間の変位量がデータなし、8 mm/yrであり、有意に赤科山より小さく、南側の玉里測線の同期間の変位量は30 mm/yr、30

mm/yr で両期間での差がない。したがって、赤科山周辺でのみ 2011–2012 年の間に例年にない大きなすべりがあったことが示唆される。2012 年 6 月 14 日にマグニチュード 5.3 の地震が発生した。この地震による地表変位は報告されていない。しかし、この地震の余震は多数この地域で発生していることから、マグニチュード 5.3 の地震に伴って、ゆっくりとしたすべりがあった可能性があり、クリープ運動をしている区間の末端では、このような間欠的なクリープイベントがあることが示唆された。

## 携帯テレメータの準備と試験運用について

### ○堀川信一郎

携帯テレメータは契約手続きも比較的簡単で、かつ小規模な機材で短期間に立ち上げることができる。緊急時や臨時観測等においては非常に有効であるため、データ取得方法の選択肢の 1 つに入れておきたい手法であるが、これまで携帯テレメータの準備がほとんどなかった。昨年度末から本年度にかけて、これらの準備と運用試験を進めてきたので、ここで報告する。

携帯テレメータのために用意しなければならない機材には、マイクロサーバ(ルータ兼通信を担う)、データ通信端末と SIM カードがある。今回、マイクロサーバにアットマークテクノ社 Armadillo-420、携帯データ通信端末に日本通信 MF626 と NTT-Docomo L-05A、SIM には日本通信”b-mobile 3G・4G U300”を選定した。

運用試験では、これらの機器とセンター間で VPN 接続(IPsec)を行い、通信端末による消費電力の違い、通信速度、WIN データのパケット落ちなどを調べた。また、稲武アレイ観測点を選定する際に実地での運用機会を得たので、その結果も発表する。

## 南海トラフ巨大地震の理解に向けた古文書調査

### ○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。これまでも日本では精力的に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。しかしこれらの推定値は研究者によって大きく違うことも多く、推定値だけで過去の地震の評価を行うことは問題がある。また古文書の情報には震度や津波の高さ以外にも引き出せる情報があり、これらを現代の地震データと比較しつつ過去の巨大地震の検討を行うことが必要である。今後南海トラフで発生する地震や中部圏での被害地震を中心に、新収地震史料などのデータベース、神社明細帳や県史、市町村史など過去に収集された史料からの調査、検証を行うと共に新たな史料収集も手がける予定である。ここでは古文書にどのようなことが書かれているのかなどを紹介し、本年度史料修復した名大所蔵の高木家文書、過去の史料から自分なりにわかったこと、整理したことを報告する。



## 海中音速の時空間変動による海底局の位置決定精度 ～海底地殻変動観測における海底局位置推定の精度向上に向けて～

○永井 悟・田所敬一・渡部 豪

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構造の時空間変化である。現在、我々のグループでは、海底ベンチマークの位置決定精度を、観測環境に依らず、1cm 前後に抑えることを目標にしている。本研究では、海中音速の時空間変化を模した理論音波走時を疑似観測データとした数値実験により、海底局の位置推定における精度を評価した。理論音波走時の作成においては、海洋の鉛直構造に従う基準となる海中音速構造を作成し、可能な限り厳密な理論走時を求め、この走時を基本理論走時とした。この基本理論走時に、海中音速の変化に相当する誤差を加え、疑似観測走時をした。2点間の音波走時は、経路上の音速で決まるが、異なる音速でも同じ走時を与えるものが多く存在する。そこで、本研究では音波走時の揺らぎを異なる音速構造に対する理論走時で与えるのではなく、誤差として決められた値で与えた。疑似観測走時と様々な海中音速構造による理論走時との比較することにより、対応する構造は検討できる。よって、本研究における評価は、与えた誤差の大きさやばらつき及び空間分布に対して、海底局がどのように求まるかを指標として行った。なお、疑似観測走時を用いた海底局位置の推定には、グリッドサーチ法を用いた。誤差がランダムなとき、その最大値が0.1ミリ秒を超えない限り、仮定した海底局位置（真の位置）に対して、水平方向に約1cm以内で求まった。しかし、同程度でもその誤差が空間的な偏りを持つと、その誤差は数cmまたはそれ以上となる。この傾向は誤差の大きさが0.05ミリ秒でも見られ、0.02ミリ秒であれば位置差が1cm以内となる。本講演では、実際に考えられる海洋における状況と比較しながら、数値実験の結果についての報告をするとともに、今後の海底地殻変動観測データの解析方法・手順について議論する。

## 海底地殻変動観測データから推測される南海トラフのプレート間固着状態

○渡部 豪・田所敬一・生田領野（静大）・永井 悟・奥田 隆・安田健二・坂田 剛・久野正博（三重県水産研）

フィリピン海プレートは、4-6 cm/yrの速度で南海トラフより西南日本下に沈み込み、南海・東南海・東海地震のような海溝型巨大地震を約100-150年の周期で繰り返し発生させている。また、歴史地震の記録から、東海から南海にかけて連動型地震として発生したケースが複数回あることが明らかにされており、災害の拡大が懸念される。したがって、プレート境界面上の固着状態の時空間変化を把握することは非常に重要である。そのような背景のもと、名古屋大学では、駿河トラフ（駿河湾）・南海トラフ（熊野灘）において、GPS/音響結合方式による、海底地殻変動観測を2004年以降くり返し実施している。このほか、海上保安庁、東北大学が展開・維持を行っている海底地殻変動観測点を含めると、南海トラフには合計10カ所ほどの観測点が存在する。このうち、名古屋大学については、南海トラフの変形フロントから60-80 km離れた地点に3カ所の観測点を設置し、2005-2012年の観測から、アムールプレートに対して、N70° W方向に3-4 cm/yrの速度で変動している結果が得られている。本研究では、国土地理院のGPS連続観測網（GEONET）のGPS速度場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、逆解析手法により南海トラフのプレート間固着状態の推定を行う。

## 地震記録を用いた構造イメージング

### ○渡辺俊樹

人工震源を用いた地震波探査においては均質な大量のデータ取得が可能であり、構造イメージングに特化した先進的な解析技術が開発されてきた。一方で、地下深部へのアクセスには人工震源では限界があり（アクロスを別にすれば）自然地震波のエネルギーを利用することが有効であろう。

そこで、主として波動の散乱・反射現象を利用した地下構造のイメージング手法について、地震波干渉法を用いた以下の研究を実施している。

(1) プレート境界等深部を対象とした遠地・深発地震記録の解析

(2) 地殻内構造を対象とした近地地震記録の解析

(3) 地盤構造を対象とした強震動記録の解析

(3)に関し、濃尾平野の地震観測点で取得された強震動記録の SH 波に自己相関解析を適用し、基盤構造を求めた(Watanabe et al., 2011)。

さらに、記録の空間密度を向上させるために、同じ記録に相互相関解析を適用した。粗な観測点分布において、必ずしも多くない地震記録から反射波を抽出するための重合方法の検討、観測点特性の影響の検討などを経て、相互相関解析により基盤からの反射波と解釈可能な波群を得ることができた。

## 塩野原基線の再測量：明治三角測量のスケール誤差の地震発生ポテンシャル評価への影響

### ○鷲谷 威

明治時代以降約 100 年間の地殻水平歪み分布では、東北地方に南北伸張の歪みが卓越し、プレートの沈み込みによる東西短縮歪みの蓄積が見られていなかった。このことは、2011 年東北地方太平洋沖地震の発生を事前に予見できなかった原因の一つとされている。明治時代の測量記録を調べたところ、山形県の塩野原基線が、1894 年庄内地震 (M7.0) の影響で伸び、東北地方の三角測量網のスケールが過小評価されていた可能性が明らかとなった。そこで、2012 年 8 月に塩野原基線の再測量を実施した。GPS とトータルステーションを用いた測量により、現在の基線長は(球面距離)は 5,129.6767m であった。器械の設置誤差も含め、本観測による基線長の測定誤差は 10mm 程度と考えられる。同一の楕円体上に投影した明治時代の測定値は 5,129.6096m であり、118 年間で 0.0671m (13.1ppm) 伸びていたことが明らかとなった。東北地方太平洋沖地震時に 16ppm の伸びがあったと考えられることから、地震発生直前の値は明治時代の値と近いと予想される。周辺地域では地震間に最大 0.1ppm/年程度の東西短縮があったと考えれば、庄内地震時に 10ppm 程度の東西伸張が生じたことと整合する。このように、三角測量のデータは、特にスケール誤差に敏感であり、長期間の歪み速度の議論に適していない。古い時代のデータは大変貴重であるが、その使用にあたっては十分注意する必要がある。

## 東西圧縮とプレート境界地震による西南日本内陸活断層上の長期的なCFF変化

○鹿倉洋介・深畑幸俊（京大）・平原和朗（京大）

近畿地方周辺の内陸地震発生は、北米・ユーラシア両プレートの相対運動による東西圧縮が起こすとされているが、歴史記録によると南海トラフ地震発生の前50年から後20年の期間に西南日本で内陸地震が増えるため、南海トラフ地震も内陸地震発生に影響すると考えられている。そこで、東西圧縮、プレート境界での固着と地震発生、内陸地震発生を変形源として、近畿地方周辺の73活断層上で $\Delta CFF$ を計算し、南海トラフ地震発生サイクル中のどの期間にどの内陸活断層が活動しやすいか見積もり、歴史記録による地震発生時間分布と比較した。

計算では、粘弾性水平成層構造を仮定し、南海トラフ地震発生は歴史記録に基づいた。東西圧縮は活断層分布からN100°E方向 $0.3 \times 10^{-7}(\text{yr}^{-1})$ とした。断層の位置・形状は地震調査研究推進本部の値を用いた。

結果、東西圧縮で活断層の応力蓄積が説明された。これは東西圧縮に対応しN-S走向の逆断層、NE-SW走向の右横ずれ断層、NW-SE走向の左横ずれ断層が形成されているためである。南海トラフ地震による弾力的な $\Delta CFF$ は、逆断層では低下し、震源域の北方にある右横ずれ断層や左横ずれ断層では上昇した。これは、断層からみて直近の南海トラフ地震震源域がSSE方向に位置するため、南海トラフ地震によりSSE方向に引かれ、N-S走向の逆断層で滑りと逆方向、NE-SW走向の右横ずれ断層やNW-SE走向の左横ずれ断層では滑りと順方向の応力がかかるためである。全変形源を考慮して $\Delta CFF$ 長期変化を計算すると、最近500年間の9つの内陸地震の起震断層では基本的に $\Delta CFF$ が活断層上で過去最大値となる時に地震が発生していた。近畿地方周辺の73断層の $\Delta CFF$ 時間変化をまとめると、歴史記録と調和的になった。本研究の結果は、逆断層型地震が南海トラフ地震発生前に起きやすく、横ずれ型地震が発生後に起きやすいことを示唆する。

## 活火山における能動モニタリング —桜島に設置したアクロス—

○山岡耕春

精密に制御されて常時安定な信号を発生し続ける震源装置である ACROSS を、開発後はじめて活火山に設置した。桜島は日本では最も活動的な火山に属し、頻繁な爆発的噴火に加えて大正や昭和の噴火のように溶岩を流出する噴火も経験している。このような活発な火山はその活動に伴い、火山の地下を通過する地震波速度が大きく変動することが期待できる。また、桜島は県庁所在地である鹿児島からフェリーボートで15分の距離にあり装置の維持管理の観点からも ACROSS の活火山への最初の適用値として理想的なフィールドである。しかし、桜島火山においても、名古屋から遠隔地であることに起因する維持管理の問題、相対的に電源が不安定であること、火山灰の影響など未知の要素が多い。さらに、火山体という不均質性の強い場におけるモニタリングの有用性についても未知である。われわれは2012年3月に震源を桜島火口の北西3.6kmの場所に設置し、同年6月12日から連続運転を開始した。現在は5-15Hzの周波数帯域での運転を続けており、現時点での装置に関する大きなトラブルは無い。また、信号も火山の反対側の観測点においても明瞭に捉えられている。講演では、アクロスの設置と観測と現時点での結果について報告をしたい。

## 原発安全設計における活断層の問題

### ○鈴木康弘

東日本大震災における福島第一原発事故は、低頻度災害に対する原発設計思想の脆弱性を露呈したと捉える必要があり、単に津波対策が不十分だったとして矮小化すべきではない。活断層を地震動予測の材料としては用いるものの、基本的にそのような稀な地震活動は起こり得ないことを前提に、緊張感のない扱いをしてきた。このことも福島事故の原因と根は同じである。最近問題になっている敷地内活断層問題は、活断層を、地震動を起こす主断層のみに限定して解釈するなどして、比較的小規模なものは無視してきた結果である。断層のずれが小さければ安全を確認できるとする研究もあるが、ずれ量予測は困難であり、また断層直近の強震動予測も限界を超える。これまでこうした理学的見地からの限界の提示が行われなかった。また、敷地内活断層については地滑りや膨潤説など、別解釈を与えることで否定され続けてきた。従来は、条件の悪い場所においても技術力を駆使して原発を造ることを良しとしてきたが、これからはどうするか？ 活断層は工学的に判断すべきと言う声も聞かれる。理学の役割は如何にあるべきかについて再考が求められていると思われる。

## 東海地域における重力加速度変動観測

### ○古本宗充

断層運動に伴う地表の変位および岩石の密度変化により重力加速度変化が起きる。さらに水などの弾性変形以外の物質移動が起きれば、同じく重力加速度が変化することが期待される。これらの変動は極微小であり検出するのが難しいが、もし検出できれば地下での状態の変化を知る上で貴重なデータとなりうる。名古屋大学は1980年代前半に御前崎周辺において、精密重力加速度観測の測線を設置し、繰り返し測定を行った。観測期間中にいくつかの観測点で測定精度を越えたと考えられる変動データを得たが、その原因については不明なままに終わった。機器の内部構造から来る系統的な測定誤差などの可能性も高いと推定された。しかし2001年頃に発生した東海スロースリップなどの経験を経てみると、原因はスロースリップだった可能性もある。こうした観点から、次のスロースリップイベントや南海トラフでの巨大地震を主なターゲットとして、再度同様の測定を行うことの意味は高いと考えられる。また最初の測定から既に30年が経過しており、もし $1\mu\text{gal}$ /年オーダーの経年変動が有るとすれば、測定精度を超えた変動をしている可能性もある。

## 上町断層帯の最新活動と大阪、河内平野の水没

### ○杉戸信彦

大阪城付近から南方へと帯状にのびる上町台地は、東側隆起の逆断層である上町断層帯の活動によって成立した構造的な高まりである。台地の周囲には低平な沖積面がひろがる。そのなかで大阪城の北方、天満～長柄付近、さらに新淀川を北へ渡った崇禅寺付近から神崎川付近にかけての沖積面上には比高1～2mの微高地が南北帯状に発達している。この微高地は従来「長柄砂州」と呼ばれ、砂州もしくは浜堤として理解されてきた。しかし最近の変動地形学的・古地震学的調査により、この微高地の少なくとも北半部は砂州や浜堤ではなく、元来は淀川三角州として縄文海進期より後に形成され

た低平な沖積面が、上町台地と同様、上町断層帯による隆起運動を受けて成立した構造的な高まりであること、また上町断層帯の最新活動時期は  $2420 \pm 40$  yBP 以降であることがわかってきた。

最新活動時期は以下のように、弥生時代中期末頃に絞り込まれる可能性がある。(1) 既存研究によると、河内湖沿岸においては弥生時代中期末頃、遺跡地がいつせいに水没したらしい。(2) 同じく、大坂城下町跡ではやはり弥生時代中期末頃、上町断層帯（堺筋付近）のすぐ東側（隆起側）において沿岸州が離水したらしい。(3) これらの水没・離水を海水準変動によって統一的に説明することは難しく、上町断層帯の最新活動に伴って上町台地北方の沖積面上に出現した高まり（現在みられる南北帯状、比高 1~2 m の微高地）によって河内湖の排水口が遮断され、湖水位が急激に上昇するとともに、大坂城下町跡付近においては上町断層帯東側の土地が隆起して沿岸州が離水した、と考えると容易に説明される。

仮に上町断層帯が今後活動し、沖積面上の微高地（現在の標高は低いところで約 1~2 m）が標高約 3 m にまで成長して淀川がせき止められたとすると、河内平野の中心部 100 km<sup>2</sup> 以上（居住人口 100 万人以上）が水面下に没することになる。

## 地殻活動予測シミュレーションの基本的な考え方と今後の方向性

### ○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シミュレーション・システムの構築と共に、多様な観測・データ解析を通じた地殻活動モニタリングによる情報をシミュレーションに取り込むことが重要である。2012 年度地震火山研究センター成果報告会では、これまで進めてきた研究に基づき、地殻活動予測シミュレーションの基本的な考え方と今後の方向性について論じる。

物理モデルに基づく地震発生予測シミュレーションの基本的な考え方は、地震発生の根本原因であるプレート相対運動による応力の蓄積から地震破壊に到る全過程を統合的に再現しながら、現在の応力状態を推定し、その後の地震破壊伝播、地震波放射、津波伝播、更に地震の揺れや津波による都市災害までの過程を定量的に評価するものである。

プレート境界面に於けるすべり運動のモードは、摩擦特性（断層構成関係；強度構造）によって規定されている。従って、数値シミュレーションによって、過去のすべり履歴を再現し、時間ステップを進めることで未来の変動を予測する為には、数値シミュレーションやデータ解析から得られる情報を統合してプレート境界面の摩擦特性を特定する必要がある。

## 地震メカニズムトモグラフィー法による御嶽山周辺域の 3-D 間隙流体圧分布

### ○寺川寿子・中道治久・山中佳子・渡辺俊樹・奥田 隆・堀川信一郎・山崎文人

御嶽火山周辺域は、内陸大地震・火山噴火・微小群発地震活動という多様な地殻活動が観測される地域である。これらの一連の地殻活動には、地殻内流体が重要な役割を果たしていると考えられているが、実際の物理過程は明らかになっていない。名古屋大学では、これらの多様な地殻活動を理解するために、御嶽山周辺域に定常および臨時の稠密地震観測網（2004, 2009-2011 年）を展開し、現在では毎月約 400 個の地震の詳細震源と 80 個の地震のメカニズム解が得られる状況が整っている。

本研究では、これらの観測データを地震メカニズムトモグラフィー法 (Terakawa et al., 2010, 2012) に適用し、御嶽山周辺域の3次元間隙流体圧分布(深さ 0-15km)を誤差と共に推定し、間隙流体と地震活動の関係を調べた。この結果、御嶽山東麓の群発地震活動域の深さ 5-10 kmのところに、静水圧を大きく上回る高圧間隙流体圧域があることがわかった。間隙流体圧分布と震源分布を比較したところ、地震活動は間隙流体圧分布の勾配が大きいところに集中する傾向があり、比較的規模の大きな地震 ( $M > 3$ ) は間隙流体圧の低いところで発生する傾向がある。また、長野県西部地震の震源断層面上の間隙流体圧を調べたところ、本震で大きく滑った領域ではほぼ静水圧状態であるが、大きなすべり域の直下に高圧間隙流体圧域があることがわかった。これらの結果をクーロンの破壊規準を基に分析すると、摩擦強度の低い高圧間隙流体圧域の変形が周辺域の摩擦強度の高い領域に応力蓄積を引き起こし、これが規模のより大きな地震の発生に向けての準備過程になっているようである。今後、間隙流体圧と地震活動の時間発展を詳細に調べることにより、流体の挙動と内陸地震の発生との関係を解明することを目指している。

### 駿河—南海トラフにおける海底地殻変動モニタリング

○田所敬一・渡部 豪・永井 悟・安田健二・坂田 剛・藤井越百・奥田 隆・鈴木あゆ美・江藤周平

名古屋大学では、主として熊野灘の3ヵ所と駿河湾の2ヵ所で海底地殻変動観測を実施している。これと並行して、高度化のための技術開発も行っている。本講演では、平成24年度に実施した以下の事柄について報告する：

- ・熊野灘3ヵ所におけるモニタリングの実施(うち1ヵ所は今年度から開始)
- ・熊野灘沖の南海トラフ軸付近への海底局の設置(東北大学と共同)
- ・駿河湾の2ヵ所における海底局の入れ替え作業および観測(旧海底局のバッテリー切れによる)
- ・東北地方太平洋沖地震の震源域周辺への20点の新規観測点設置と観測
- ・琉球海溝におけるモニタリングの継続(琉球大学と共同)
- ・複数の海上局と水温計を用いた海中音速構造の時空間変化の推定
- ・複数海底局の同時測距システムの開発(効率的観測のため)

このうち、熊野灘では3ヵ所において、Tadokoro *et al.* [2012] で用いたデータに今年度取得したデータを加えて、さらに、東北地方太平洋沖地震による地殻変動を取り除き、およそ  $N75^{\circ}E$  方向に年間約 40mm の変位速度ベクトルを得ている。南海トラフでは、トラフ軸付近へのさらなる観測網の展開を計画している。

昨年来、トルコのマルマラ海(1999年コジャエリ地震の震源域の西側で、地震空白域になっている)、インドネシアの Mentawai Patch (海溝型地震の空白域) やスダダ海峡(ジャカルタの近くであり、大地震の発生が懸念されている)といった、海外での海底地殻変動観測の可能性についても現地と検討を行っており、このことについても報告する。

## ■転出者講演

### 地震計アレイを用いた 2011 年霧島新燃岳噴火活動における微弱な火山性微動の検出と震源推定

○中道治久・山中佳子・寺川寿子・堀川信一郎・奥田 隆・山崎文人

霧島新燃岳は 2011 年 1 月 26 日に発生した準プリニー式噴火が発生した。我々は、噴火 5 日後までに新燃岳から東 5 km（宮崎県小林市夷守台）に地震計アレイを設置した。なお、アレイ観測点は 2012 年 12 月 14 日に撤収した。準プリニー式噴火の後、爆発的噴火が 2 月中旬にかけて発生し、2011 年の 9 月まで散発的に噴火があった。本講演では 2011 年 2 月から 9 月の噴火活動期間におけるマグマ供給過程を明らかにするために連続地震波形データのアレイ解析を行った結果を報告する。この連続アレイ解析によって、噴火活動期間において噴火の前後に微弱な火山性微動が発生していることが分かった。この火山性微動の振幅は 100–200 nm/s と微弱であるが、数日間振動が継続する。微弱な火山性微動は 2 月上旬、2 月下旬から 3 月上旬、6 月下旬、8 月下旬から 9 月上旬に発生していた。これらの期間はちょうど噴火期間に対応する。微弱な火山性微動の震源を推定するために、爆発地震と火山性微動のアレイ解析結果を比較した。爆発地震の波の到来方向は新燃岳火口を向いており、スローネスは P 波と S 波がそれぞれ 0.3 s/km, 0.4 s/km である。一方、微弱な火山性微動の波の到来方向は新燃岳よりも北方で、スローネスは 0.2–0.8 s/km であり、微動の波には P 波と S 波と表面波がミックスされていると推察される。爆発地震と火山性微動のスローネスと到来方向から確率密度関数を計算して震源位置の推定を行った。爆発地震の震源は火口直下の海拔上 0.5 km から海拔下 1 km に推定された。一方、火山性微動は新燃岳の北に 1 km の海拔上 1 km から海拔下 1 km に推定された。この震源領域は新燃岳北西にあるマグマ溜まりと新燃岳の間にあり、熱水系があると推定されている領域に近い。よって、震源と発生パターンから、火山性微動はマグマ溜まりから新燃岳にマグマが供給される時に放出される熱が熱水系に供給される際に発生していると推察される。

## ■定年退職記念講演

### 地震予知観測地域センターから地震火山研究センターへ

○奥田 隆

現在、環境学付属地震火山研究センターは研究・教育の両面で大きな存在となっているが、発足当時は助手（現在の助教）1・技官 1、わずか 2 名の犬山、高山、豊橋にあった地震、地殻変動観測所と並立する組織だった。1975 年 10 月センター設立時に技官として採用されてから 2013 年の今日まで様々な仕事をさせてもらった。はじめのうちは地殻変動分野の観測施設の建設、坑道に設置する観測機器の開発・製作や定常観測などを担当していた。88 年頃、日本の大学に米国製の測地用 GPS 受信機 3 機種が導入され、本当に役に立つのか半信半疑ながら、それらを使いこなし他大学との合

同観測を行ったり、また名古屋大単独で中部地域から伊豆諸島、さらには沖縄まで観測に出かけていった。89年には火山部門も設立され、噴火予知計画に基づく全国の火山を対象とした火山体構造探査にも第一回の霧島山から携わってきた。99年には京大から移動された安藤先生と田所さんらによって、海底地殻変動観測という全く新しい分野も開始された。このプロジェクトが名大で始められた初期から参加し、今日まで様々な成果を上げている。

このように常に最先端の仕事に携わることが出来たことを、教員の皆さんや技術職員、他のスタッフの方々に感謝しながら、まとめを最後の年次報告と致します。

## ポスター発表要旨

### 段丘の形成プロセスの例として、空中写真測量を用いた台湾集集地震で隆起した大安溪河床の経年変化

○松多信尚・石黒聡士（環境研）・早川裕弐（東大）・陳文山（台湾大）

地殻変動の長期の変位量にはしばしば段丘が用いられる。しかし、海水準変動や気候変動に伴って河床の平衡縦断形が変化に反応し、段丘が形成されたのかは不明な点も多い。1999年9月21に発生した台湾集集地震によって、東側隆起の逆断層である車籠埔断層が出現した。その断層を横切る大安溪の河床はポップアップ状に隆起し、河床高度が平衡縦断形より有意に高くなった。その後、その区間の河床がどのように変化したかをモニタすることは、平衡状態の変化による段丘の形成プロセス解明に寄与すると考えられる。

このポップアップ地域の隆起量は東側隆起の西側断層で3~5m、西側隆起の東側断層で6mとされる。現在、大安溪の河床はこの隆起した量を上回る20~25mの下刻がみられる。我々は地震後の河床の経年変化を空中写真で判読し、空中写真測量を用いて縦断形および横断形を測量した。その結果、①大安溪は地震前に網状河川であった。②地震後東側断層によって断層東側に塞き止め池が出現し、西側の断層部分には滝が出現する。③隆起部分は人為的に礫が取り除かれ人工的な流路が作られ、西側の断層崖部の滝は周囲の礫や人為的作用で埋められる。④せき止め池によって上流からくる礫は池部で堆積し、礫は隆起部分まで到達しない。隆起部分にあった礫は流され新第三系の基盤が露出し、川幅は広がる。⑤せき止め池は埋積され、上流部の硬質な礫が隆起部分を通過しはじめ露出している基盤が西側の滝付近から急速に削りこまれる。⑥下刻は上流部、および下流に急速に伝播し、河道が固定される。⑦河床を礫が覆うことで下刻から側刻に移行する。このように、隆起部分の下刻は隆起直後から進んだわけではなく、条件が揃った5年後頃から急速に進んだこと、今回は条件が揃い複数回分の隆起分を下刻したことが分かった。

### 伊勢平野南部の五十鈴川の河道変化から考察する 伊勢湾における大津波

○松多信尚・杉戸信彦・奥野真行（三重県）

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震は、プレート境界で発生する地震のサイクルについて、今までの単純な理解では不十分であることを示した。近い将来発生すると考えられている東海・



東南海・南海地震の想定も再検討する必要がある。一概に東南海地震といっても過去の記録を見るかぎり、揺れの被害だけではなく津波の特徴も大きく異なる。例えば伊勢湾の四日市と志摩半島の鳥羽を比較した場合、安政地震では鳥羽の津波波高が四日市に対して 2.5–5 倍なのに対し、明応地震では 1.5–2.7 倍となる。

このような違いは津波の波源が同じでないことを示しており、詳細な津波高分布から波源域を分離することができる可能性を示している。しかし、これらの値は歴史記録に基づいており、直接的な津波遡上の証拠は乏しい。我々は五十鈴川の河道変遷に着目し、伊勢湾南部で津波遡上の証拠を見つけ、伊勢神宮などに残る津波の影響を記した資料から津波の全容を明らかにするため、地形・地質学的調査および文献史的調査を実施した。その結果、この地域の地形発達は縄文海進時には海が深く入り込み多島海が生じていたが、隆起面積の大きい宮川の沖積平野の発達が五十鈴川より早く進み、島は平野の中に取り残されるようになっていく。一方、五十鈴川流域は埋積が遅れ、入り江が残り、現在の汐合川周辺は埋められ、一部宮川の水が流れ込んだこともあった。その後、さらに埋積が進み、三津や二見浦といった浜堤の上に集落が形成され、五十鈴川は大きな入り江として三津から江にかけて比較的川幅の広い川であった。鹿海周辺は氾濫源としてしばしば洪水にあったと思われる。その後、大津波が押し寄せ、その引き波で汐合川が開いた。その結果、三津から江にかけての五十鈴川下流の水位は低下し、宿島、鷺島などが離水した。また、鹿海地区も離水し、湿地になったと考えられた。

### 三陸海岸の海岸地形による津波高の地震別の特徴とそれから推定される海底地震断層

○松多信尚・杉戸信彦・鈴木康弘・千田良道

東北地方太平洋沖地震による津波は北海道から千葉までの沿岸に大きな被害を及ぼした。平成津波の津波高を明治三陸津波（以後、明治津波）と比較すると、岩手県では大きな差がないが宮城県以南では今回の津波高が明治津波を大きく上回っており、津波を引き起こした海底地震断層が岩手県沖から茨城県沖にまで達したことが、津波の観測データからも示唆されている。これらのデータを海岸地形に着目することで、津波を引き起こした海底地震断層の性質について言及する。

まず、海岸地形を外洋に面する地域（甲類）と大きな湾に位置する地域（乙類）で分け、それぞれ、V字湾、U字湾、凹凸の少ない海岸に分類し、津波高を比較した。その結果、全体では平成津波の方が明治津波より大きい傾向にある。甲類では北部で明治三陸津波の津波高が平成三陸津波の津波高の2倍強に達するほか、陸前高田の根岬、集でも2倍以上に達する。そのほかの釜石～気仙沼間でも0.5–1.5倍程度でやや明治三陸津波の方が大きい傾向がある。その一方で乙類は平成三陸津波の津波高が明治三陸津波のそれを大きく上回っており、釜石～気仙沼間で最大4倍程度に達し、明治三陸津波の津波高が小さくなる気仙沼以南では10倍を超える津波が来襲したことになる。また、釜石以北では甲類が乙類より津波高が高くなるが、以南ではその差がないことが分かった。

津波の波長が長い場合、湾の奥にまで津波が侵入し湾内の津波高が高くなるのに対し、波長が短い場合は大湾の中では津波高が極めて低いことが津波シミュレーションによる計算で明らかである。従って、明治の津波に対して今回の津波が長波長の成分が卓越していたこと、短波長のパルス状の津波は北部では顕著であったが釜石以南では顕著でないことが分かった。

## 御嶽山周辺の群発地震域における $V_p/V_s$ の推定

○大藪竜童・山中佳子・中道治久

御嶽山は 1979 年に有史初の噴火を起こした活火山である。御嶽山周辺では 1976 年から御嶽山の南東山麓で群発地震活動が観測されて以来、現在に至るまで 30 年以上の期間にわたって活発な群発地震活動が継続している。また、群発地震活動中の 1984 年には M6.8 の長野県西部地震が発生している。

群発地震の発生には流体が関与していると考えられており、御嶽山周辺の群発地震域では深部からの流体の供給が電磁気探査や、湧水中の Li や Sr 同位体の分析から示唆されている。本研究では御嶽山周辺の群発地震発生における流体の存在を明らかにするために、流体の存在に比較的敏感な指標である地震波速度比  $V_p/V_s$  を群発地震震源域について推定した。

本研究では Lin and Shearer (2007)の方法を用いて群発地震震源域内の  $V_p/V_s$  を直接推定した。地震波速度が一定と仮定した微小領域中の  $V_p/V_s$  は、微小領域中の近接する 1 組の地震ペアに共通する観測点での P 波、S 波の走時差  $dT_p$ ,  $dT_s$  を用いて  $V_p/V_s = dT_s/dT_p$  と表せる。複数の観測点、地震ペアから得られる  $(dT_p, dT_s)$  のプロット群を直線近似し、その直線の傾きが微小領域の  $V_p/V_s$  であると推定できる。解析データとして気象庁一元化震源カタログにある 1997 年から 2011 年の地震検測値を使用し、微小領域は  $0.01^\circ \times 0.01^\circ \times$  深さ 1.5 km と設定して群発地震震源域全体について解析を行った。

解析の結果、御嶽山の南東側で地震活動が活発な深さ 4–7 km では  $V_p/V_s = 1.6–1.9$  の値が得られ、地震数が多い微小領域では  $V_p/V_s = 1.8$  前後の値が推定された。地震活動が御嶽山の北東側で活発な深さ 7–10 km では全体的に深さ 4–7 km の領域よりも高  $V_p/V_s$  が推定され、 $V_p/V_s = 2.0$  に達するような微小領域もみられた。全体的に深さが増加するにつれて  $V_p/V_s$  も増加する傾向にあった。また、 $V_p/V_s$  直接推定に用いたものと同じデータで Double-Difference トモグラフィー解析したところ、群発地震震源域付近で高  $V_p/V_s$  が推定され  $V_p/V_s$  直接推定の結果と概ね似た傾向が得られた。

## 3-2. 教員・研究員の研究教育活動報告

### I. 古本 宗充

### II. 論文, 著書, 研究発表等

#### ◆ 学術論文 (レフェリーあり)

- (1) Ishihara, Y., Y. Hiramatsu, M. Yamamoto, M. Furumoto, K. Fujita, Infrasound/seismic observation of the Hayabusa reentry: observations and preliminary results, Earth Planet Space, 64, pp.655-660, 2012.
- (2) Sawada, A., H. Bessyo, Y. Hiramatsu, Y. Kono, M. Furumoto, Gravity anomaly and subsurface structure in the Kaga Hot Spring area, 温泉科学, 62, pp.135-143, 2012.

#### ◆ 学術論文 (レフェリーなし)

- (1) 古本宗充, 大陸氷床の融解と地震活動, 月刊地球, 34(9), pp. 546-550, 2012.
- (2) 平松良浩・石原吉明・山本真行・古本宗充・藤田和央, (2012)「はやぶさ」リエントリー時のインフラサウンド・地震動観測, 月刊地球, 34, 560-565.

#### ◆ 著書(共著, 翻訳を含む)

- (1) 山崎文人・古本宗充・鷲谷 威・鈴木康弘・都司嘉宣・立石雅昭・千代崎一夫・山下千佳・牛田憲行, 地震と津波・メカニズムと備え, 本の泉社, 2012.6.

#### ◆ その他の論文, 著書

- (1) 古本宗充, 超巨大地震の発生メカニズム, ブリタニカ国際年鑑 2012, 138-141.

#### ◆ 学術研究発表等 (注: 招待講演の場合はその旨を付記)

- (1) 石原吉明・平松良浩・山本真行・古本宗充・藤田和央, はやぶさりエンタリーのインフラサウンド, 地震観測, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (2) 諸田智克・渡邊誠一郎・古本宗充・本田親寿・杉原孝充・石原吉明・大竹真紀子・小林直樹・唐牛譲・荒井朋子・武田 弘・寺田健太郎他, 月面年代学シリーズ探査, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (3) 諸田智克・春山純一・本田親寿・大竹真紀子・平田 成・出村裕英・山本 聡・松永恒雄・横田康弘・中村良介・石原吉明・渡邊誠一郎・古本宗充, 月の小クレータを用いたクレータ年代学, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (4) 古本宗充, 西南日本における超巨大地震の可能性, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.

### III. 国内外での学術活動

#### ◆ 学会の理事, 評議員等

- (1) 地震学会代議員 2012.4-

### IV. 学内, 研究科内での委員会活動

#### ◆ 研究科委員会

- (1) 環境学研究科将来構想委員会委員

### V. 委員会, 審議会等委員

◆政府関係

- (1) 卓越した大学院拠点形成支援補助金事業委員会委員 2012.10~2013.3.

I. 山岡 耕春

II. 論文, 著書, 研究発表等

◆学術論文 (レフェリーあり)

- (1) Masashi Kawamura, Takeshi Kudo and Koshun Yamaoka, Spatiotemporal Relationship between Geodetic and Seismic Quantities: A Possible Clue to Preparatory Processes of M>6.0 Inland Earthquakes in Japan, International Journal of Geophysics, 2012, doi:10.1155/2012/61712, 2012.
- (2) 高岡宏之・津村紀子・高橋福助・野崎謙治・加藤愛太郎・飯高 隆・岩崎貴哉・酒井慎一・平田 直・生田領野・國友孝洋・吉田康弘・勝俣 啓・山岡耕春・渡辺俊樹・山崎文人・大久保慎人・鈴木貞臣, 東海地域下の三次元地震波減衰構造, 地震, 65, pp.175-187, 2012.
- (3) Jordan, H., Chen, Y., Gasparini, P., Madariaga, R., Main, I., Marzocchi, W., Papadopoulos, G., Sobolev, G., Yamaoka, K. and Zschau, J., Reply to “Comment on ‘Operational Earthquake Forecasting; Status of Knowledge and Guidelines for Implementation by Jordan et al. [2001]” by Stuart Crampin, Annals of Geophysics, 55, 1, doi:10.4401/ag-5690, 2012.
- (4) Console, R., Yamaoka, K. and Zhuang, J., Implementation of Short- and Medium-Term Earthquake Forecasts, International Journal of Geophysics, doi:10.1155/2012/217923, 2012.

◆学術論文 (レフェリーなし)

- (1) 山岡耕春, 3・11後の「地震予知の科学」UP 41(3), 44-49, 2012.

◆学術研究発表等 (注・招待講演の場合はその旨を付記)

- (1) Yamaoka, K. Impact of 2011 Great Tohoku Earthquake on the Seismology and Hazard Assessments, 33<sup>rd</sup> General Assembly of the European Seismological Commission, Moscow, Russia, 2012.08, Key note lecture.
- (2) Yamaoka, K., Ikuta, R., Watanabe, T., Nishigami, K and Kunitomo, T., 11 years of seismic velocity monitoring with ACROSS near Nojima fault, Japan. 33<sup>rd</sup> General Assembly of the European Seismological Commission, Moscow, Russia 2012.08.
- (3) Yamaoka, K., Watanabe, T., Kunitomo, T, Miyamachi, H. and Iguchi, M., Active Monitoring for Active Volcanoes – Deployment of ACROSS at Sakurajima Volcano, Japan. 33<sup>rd</sup> General Assembly of the European Seismological Commission, Moscow, Russia, 2012.08.
- (4) Yamaoka, K., National policy and project on earthquake research after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake, 9th Joint meeting of UJNR Panel on Earthquake Research, Denver, USA, 2012.10.
- (5) 生田領野・山岡耕春・渡辺俊樹・國友孝洋・西上欽也, ACROSSによる淡路島野島断層近傍における11年間の地震波速度モニタリング, 日本地球惑星科学連合2012年大会, 千葉, 2012.05.
- (6) 高岡宏之・津村紀子・加藤愛太郎・高橋福助・野崎謙治・飯高 隆・生田領野・吉田康宏・勝俣 啓・岩崎貴哉・酒井慎一・山岡耕春・渡辺俊樹・國友孝洋・山崎文人・大久保慎人・鈴木貞臣・平田

- 直, 東海地域下の三次元地震波減衰構造, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (7) 笠原順三・伊藤慎司・藤原友宏・鶴我佳代子・羽佐田葉子・生田領野・藤井直之・山岡耕春・西上欽也・伊藤 潔, 淡路島地下への空気の注入試験における地震波アクロスを用いたタイムラプス実証試験 (その 1), 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
  - (8) 鶴我佳代子・笠原順三・伊藤慎司・山岡耕春・生田領野・藤井直之・伊藤 潔・西上欽也・山崎文人・本城泰樹, 淡路島野地下への空気の注入試験における地震波アクロスを用いたタイムラプス実証試験 (その 2), 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
  - (9) 笠原順三・羽佐田葉子・山岡耕春・生田領野・野島断層への注水実験による影響域のイメージング: 2003 年淡路島注水実験の再解析, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
  - (10) 山岡耕春・渡辺俊樹・井口正人・為栗 健・八木原 寛・三ヶ田 均・竹中博士・清水 洋・宮町宏樹, 活火山における能動監視-桜島火山へのアクロス設置-, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
  - (11) 笠原順三・伊藤慎司・羽佐田葉子・藤井直之・生田領野・鶴我佳代子・藤原友宏・山岡耕春・西上欽也・伊藤 潔, 淡路島野島断層付近におけるアクロス・タイムラプス試験-空気注入による変化のイメージングと走時変化と降雨による変化, 物理探査学会第 127 回 (平成 24 年度秋季) 学術講演会, 早稲田大学, 2012.05.
  - (12) 宮町宏樹・八木原寛・山岡耕春・渡辺俊樹・國友孝洋・井口正人・為栗 健・三ヶ田 均・清水 洋・松島 健・竹中博士, ACROSS を用いた桜島における能動監視, 日本火山学会 2012 年秋季大会, 長野県, 2012.05.
  - (13) 生田領野・山岡耕春・渡辺俊樹・國友孝洋・西上欽也, ACROSS による淡路島野島断層近傍の長期地震波モニタリング, 日本地震学会 2012 年秋季大会, 函館市, 2012.10.

### III. 国内外での学術活動

#### ◆学会の理事・評議員等

- (1) 日本地震学会 評議員 (2012.4-)

### IV. 学内, 研究科内での委員会活動

#### ◆研究科の委員

- (1) 地震火山研究センター長
- (2) 施設安全衛生委員会委員
- (3) 人権委員会委員

### V. 委員会, 審議会等委員

#### ◆政府関係

- (1) 文部科学省科学官 (2008.4 -2012.3.)
- (2) 文部科学省科学技術学術審議会測地学分科会地震火山部会臨時委員 (2013.2-)
- (3) 地震調査研究推進本部地震調査委員会地震活動の予測的な手法検討小委員会委員 (2012.4-)
- (4) 内閣府南海トラフの巨大地震モデル検討会委員 (2011.8-)
- (5) 内閣府南海トラフ沿い大地震の予測可能性に関する調査部会座長 (2012.7-)
- (6) 火山噴火予知連絡会委員 (2007.4-)
- (7) 地震予知連絡会委員 (2007.4-) (2012.11-副会長)

- (8) 原子力安全委員会燃料安全審査会 審査委員 (2005.1-2012.9)
- (9) 原子力安全委員会耐震安全評価特別委員会委員 (2007.12-2012.9)
- (10)国土交通省交通政策審議会臨時委員 (2007.9-)

◆地方公共団体関係

- (1) 愛知県防災会議専門委員 (2008.4-)

I. 鈴木 康弘

II. 論文, 著書, 研究発表等

◆学術論文 (レフェリーあり)

- (1) 松多信尚・杉戸信彦・後藤秀昭・石黒聡士・中田 高・渡辺満久・宇根 寛・田村賢哉・熊原康博・堀 和明・廣内大助・海津正倫・碓井照子・鈴木康弘, 東北地方太平洋沖地震による津波被災マップの作成経緯と意義, E-journal GEO,7(2), 214-224, 2012.
- (2) 谷口 薫・杉戸信彦・廣内大助・澤 祥・渡辺満久・鈴木康弘, 糸魚川-静岡構造線活断層系中部, 茅野断層 (茅野坂室) の変動地形の再検討, 自然災害科学, 31, 113-125, 2012.
- (3) 杉戸信彦・松多信尚・後藤秀昭・熊原康博・堀 和明・廣内大助・石黒聡士・中田 高・海津正倫・渡辺満久・鈴木康弘, 空中写真の実体視判読に基づく 2011 年東北地方太平洋沖地震の津波浸水域認定の根拠, 自然災害科学, 31, 113-125, 2012.

◆著書 (共著, 翻訳を含む)

- (1) 山崎文人・古本宗充・鷺谷 威・鈴木康弘・都司嘉宣・立石雅昭・千代崎一夫・山下千佳・牛田憲行, 地震と津波-メカニズムと備え, 本の泉社, 2012.6.
- (2) 黒田光太郎・井野博満・山口幸夫編, 福島原発で何が起きたか-安全神話の崩壊 (分担執筆), (コメント: 原発と活断層 pp.27-29) 2012.11.

◆その他の論文, 著書

- (1) 鈴木康弘, 災害予測に関する社会的要求水準と責任, 学術の動向, 17(8), 20-24, 2012.
- (2) 鈴木康弘, 日本の活断層-地学的記載と災害論的考察-, 学会会報, 896, 90-94, 2012.
- (3) 鈴木康弘・渡辺満久, 大飯原子力発電所の破砕帯問題と耐震安全審査のあり方, 科学, 82, 854-856, 2012.
- (4) 鈴木康弘, 原発事故を二度と繰り返さないために. 科学,83, 241, 2013.3.
- (5) 鈴木康弘, 敦賀原発の破砕帯調査の意義と課題. 科学, 83, 111-112, 2013.1.

◆学術研究発表等 (注: 招待講演の場合はその旨を付記)

- (1) 鈴木康弘, ハザード評価の要求レベルと解像度に関する考察, 日本地球惑星科学連合, 千葉, 2012.5.
- (2) 渡辺満久・鈴木康弘, 能登半島西岸の地震性隆起海岸と活断層, 日本地球惑星科学連合大会, 千葉, 2012.5.
- (3) 鈴木康弘・杉戸信彦・渡辺満久・石黒聡士・松多信尚・中田 高・千田良道, 遠州灘・熊野灘撓曲およびその周辺の変動地形に関する考察, 日本地球惑星科学連合大会, 千葉, 2012.5.
- (4) 松多信尚・石黒聡士・鈴木康弘・渡辺満久・西川由香・陳文山, 地震前後の空中写真測量による地表地震断層の変位量計測と更新世後期の変位地形計測の手法開発 台湾車龍嘴断層を例にして,

日本地球惑星科学連合大会, 千葉, 2012.5.

- (5) 渡辺満久・中田 高・鈴木康弘・後藤秀昭・隈元 崇・徳山英一・西澤あずさ・木戸ゆかり・室井翔太, 日本海溝とその周辺の活断層と巨大地震, 日本地球惑星科学連合大会, 千葉, 2012.5.
- (6) 日本地理学会災害対応本部津波被災マップ作成チーム(鈴木康弘)・松多信尚, 2011 年東北地方太平洋沖地震の縮尺 1:25,000 広域津波被災マップ作成の経緯と意義, 日本地球惑星科学連合大会, 千葉, 2012.5.
- (7) 日本地理学会災害対応本部津波被災マップ作成チーム(鈴木康弘)・杉戸信彦, 空中写真の実体視判読に基づく 2011 年東北地方太平洋沖地震の津波浸水域認定の根拠, 日本地球惑星科学連合大会, 千葉, 2012.5.
- (8) 熊木洋太・宇根 寛・鈴木康弘, シンポジウムオーガナイザーコメント (いま改めて二つの大震災から学ぶ—阪神淡路大震災, 東日本大震災と地理学, 変動地形学—), 日本地理学会 2012 年秋季大会, 神戸大学, 2012.10.
- (9) 鈴木康弘, 阪神淡路大震災と神戸の活断層を再考する, 日本地理学会 2012 年秋季大会, 神戸大学, 2012.10.[招待講演]
- (10) 鈴木康弘・渡辺満久, 5mDEM による神戸市街地の活断層の再検討, 日本活断層学会 2012 年度秋季学術大会, 京都大学, 2012.11.
- (11) 中田 高・後藤秀昭・渡辺満久・鈴木康弘・西澤あずさ・堀内大嗣・木戸ゆかり, 日本海東縁海域の海底活断層の詳細分布図, 日本活断層学会 2012 年度秋季学術大会, 京都大学, 2012.11.
- (12) 澤 祥・鈴木康弘・渡辺満久, 横手盆地東縁断層帯南部の活断層地形と横手市平鹿町浅舞付近での群列ボーリングによる活動度の検討, 日本活断層学会 2012 年度秋季学術大会, 京都大学, 2012.11.
- (13) 鈴木康弘, 原発と活断層, 国際シンポジウム「福島原発で何が起きたか—安全神話の崩壊」, 2012.8.
- (14) 鈴木康弘, 原子力施設の活断層問題, 日本保全学会学術講演会, 2012.7. [招待講演]
- (15) 中田 高・徳山英一・隈元 崇・室井翔太・渡辺満久・鈴木康弘・後藤秀昭・西澤あずさ・松浦律子, 南海トラフ南方の銭洲断層系活断層と歴史地震, 2013 年日本地理学会春季学術大会, P044, 2013.3.

◆その他 (発表, 講演)

- (1) 東海地方の地震, 三重さきもり塾, 三重大学, 2012.4.14.
- (2) 東日本大震災の教訓, 4 県 3 市シンポジウム, 名古屋大学, 2012.5.12.
- (3) 活断層問題について, BS フジプライムニュース, 東京, 2012.5.28.
- (4) 原発と活断層, 愛知県弁護士会, 名古屋市, 2012.7.2.
- (5) 東日本大震災の教訓—災害想定立場から—, 災害看護学会パネルディスカッション, 2012.7.29.
- (6) 災害を大きくする地理的要因, 高大連携高校生防災セミナー, 名古屋大学, 2012.7.30.
- (7) 地震と活断層, あいち防災減災カレッジ, 名古屋大学, 2012.8.4.
- (8) 活断層に関する最近の話題, 楽友研究会, 名古屋市, 2012.10.13.
- (9) 東日本大震災の教訓, 高年大学, 名古屋市, 2012.10.22.
- (10) 大地震に備える防災教育, 豊橋市教育委員会, 2012.11.20

(11) 東日本大震災と活断層地震, めいとう防災講演会, 名古屋市, 2013.3.1.

### III. 国内外での学術活動

#### ◆学会の理事, 評議員等

(1) 日本活断層学会事務局長, 2008-

(2) 日本地理学会代議員, 2008-

#### ◆学会, シンポジウムの主催

(1) 「いま改めて二つの大震災から学ぶ」, 日本地理学会公開シンポジウム (オーガナイザー), 2012.10.

#### ◆学術的イニシアチブ

(1) 糸魚川-静岡構造線活断層情報ステーション, 研究プロジェクト変動地形学グループのホームページ, 2008.04.01-

(2) 地震予知事業における変動地形学的活断層研究 (代表), 2009.4.01-

(3) 減災連携研究の推進, 2010.12.01-

#### ◆学術賞等

(1) 日本地理学会賞 (社会貢献部門), 日本地理学会, 2013.3.29.

### IV. 学内, 研究科内での委員会活動

#### ◆全学の委員会

(1) 総長補佐 (防災担当), 2011.7.01-

### V. 委員会, 審議会等委員

#### ◆政府関係

(1) 日本学術会議連携会員, 2011.10.03-

(2) 地震調査研究推進本部地震調査委員会専門委員, 1996-

(3) 国土交通省国土地理院全国活断層帯情報整備検討委員会委員, 2008-

(4) 原子力規制委員会敷地内破碎帯調査に関する有識者会合メンバー, 2012.11-

(5) 原子力規制委員会地震・津波に関する規制基準に関する検討チームメンバー, 2012.12-

#### ◆地方公共団体関係

(1) 愛知県地震被害予測検討委員会委員, 2011-

(2) 名古屋市地震被害予測検討委員会委員, 2011-

(3) 三重県地域活断層調査委員会委員, 1996-

### VI. 社会との連携 (注: 地域での活動を含む)

(1) NSL「マスコミと大学研究者による防災ネットワーク」, 2001-

(2) 減災連携研究センターにおける地域防災活動

### VII. 国際学術交流 (注: 科研費以外のものも含む)

(1) モンゴル国立地理学研究所との活断層共同研究, 2005-



## I. 鷺谷 威

## II. 論文, 著書, 研究発表等

### ◆学術論文 (レフェリーあり)

- (1) Hirai, T., and T. Sagiya, Biased geodetic inference on asperity distribution on a subducted plate interface: a quantitative study, *Earth Planets Space*, 65, 311-321, 2013.
- (2) 鷺谷 威, 地震の予知・予測とその不確実性, *オペレーションズ・リサーチ*, Vol.57(10), pp.545-550 2012.
- (3) 鷺谷 威, 東北地方太平洋沖地震対応臨時委員会, 地震学への提言—臨時委員会における議論の総括—「地震学の今を問う」(日本地震学会モノグラフ), Vol.1, pp.121-124, 2012.
- (4) 鷺谷 威, 2011年東北地方太平洋沖地震—3.11から1年で何が分かったのか—, 日本地球惑星科学連合ニュースレター, Vol.8(2), pp.1-3, 2012.
- (5) 鷺谷 威, 東日本大震災と南海トラフの巨大地震, *土と水*, Vol.60, pp. 14-22, 2012.

### ◆学術論文 (レフェリーなし)

- (1) 鷺谷 威, なぜM9地震は予見できなかったのか, 名古屋大学理学部・大学院理学研究科広報誌, Vol. 22, pp. 6-9, 2012.

### ◆著書 (共著, 翻訳を含む)

- (1) 山崎文人・古本宗充・鷺谷 威・鈴木康弘・都司嘉宣・立石雅昭・千代崎一夫・山下千佳・牛田憲行, 地震と津波-メカニズムと備え, 本の泉社, 2012.6.

### ◆学術研究発表等 (注: 招待講演の場合はその旨を付記)

- (1) 鷺谷 威, 東北地方の地殻水平歪みの再検討—基線測量に起因するスケール誤差の可能性—, 日本地球惑星科学連合 2012年大会, 千葉, 2012.05.
- (2) 若杉貴浩・鷺谷 威, 測地データに基づく豊後水道スロースリップ発生域の摩擦特性, 日本地球惑星科学連合 2012年大会, 千葉, 2012.05.
- (3) Wallis Simon・森 宏・鷺谷 威・小澤和浩・中村俊夫, ナムツォ湖の湖岸線とチベットの中部地殻のレオロジー, 日本地球惑星科学連合 2012年大会, 千葉, 2012.05.
- (4) 鷺谷 威, José Barrancos Martínez, David Calvo, Eleazar Padron, German P. Hernández, Pedro A. Hernández, Nemesio Perez Rodriguez, and Juan Manuel Poveda Suárez, カナリア諸島エル, イエロ島の 2011年火山活動に伴う地殻変動, 日本地球惑星科学連合 2012年大会, 千葉, 2012.05.
- (5) 鷺谷 威, 東北地方太平洋沖地震対応臨時委員会からの地震学への提言(総括), 日本地球惑星科学連合 2012年大会, 千葉, 2012.05. [招待講演]
- (6) 橋本 学・川勝 均・鷺谷 威, 国の施策への向き合い方: advocates から critics へ, 日本地球惑星科学連合 2012年大会, 千葉, 2012.05.
- (7) 高田陽一郎・勝俣 啓・片尾 浩・小菅正裕・飯尾能久・鷺谷 威, 歪集中帯大学合同地震観測グループ, 跡津川断層周辺で発生する微小地震のメカニズム解と応力蓄積過程, 日本地球惑星科学連合 2012年大会, 千葉, 2012.05.
- (8) 光井能麻・鷺谷 威, 複雑な振る舞いを再現するシンプルな巨大地震サイクルモデル, 日本地球惑星科学連合 2012年大会, 千葉, 2012.05.

- (9) 高橋浩晃・山口照寛・中尾 茂・松島 健・加納靖之・山崎健一・寺石眞弘・伊藤武男・鷺谷 威・大久保 慎人・浅井康広・原田昌武・本多 亮・加藤照之・三浦 哲・横田 崇・勝間田明男・小林昭夫・吉田康宏・木村一洋・太田雄策・田村良明・柴田智郎, 全国ひずみ傾斜データの流通一元化と公開, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (10) 鷺谷 威, 歪み集中帯 GPS 観測グループ, GPS 稠密観測から推測される日本海東縁歪み集中帯の変形様式, 日本地震学会 2012 年秋季大会, 函館市, 2012.10.
- (11) 高田陽一郎・勝俣 啓・片尾 浩・小菅正裕・飯尾能久・鷺谷 威, 歪集中帯大学合同地震観測グループ, 跡津川断層周辺で発生する微小地震のメカニズム解: 三次元分布とその特徴, 日本地震学会 2012 年秋季大会, 函館市, 2012.10.
- (12) 鷺谷 威・松多信尚・太田雄策・Angela Meneses・野村晋一・鈴木翔太, 塩野原基線の再測量, 日本測地学会第 118 回講演会, 仙台市, 2012.10.
- (13) Takeshi Sagiya, Hirokazu Okazaki, Takahiro Wakasugi, Complementarity of coseismic slip, afterslip and slow slip on the Nankai Trough plate boundary, EGU 2012 General Assembly, Vienna, Austria, 2012.04.
- (14) Takeshi Sagiya, José Barrancos Martínez, David Calvo, Eleazar Padron, German P. Hernández, Pedro A. Hernández, Nemesio Perez Rodriguez, and Juan Manuel Poveda Suárez, Crustal deformation during the 2011 Volcanic Crisis of El Hierro, Canaly Islands, Revealed by Continuous GPS Observation, EGU 2012 General Assembly, Vienna, Austria, 2012.04.
- (15) Sagiya, T., N. Matta, A. Meneses, S. Nomura, S. Suzuki, and Y. Ohta, Triangulation scale error as a possible cause for overlooking seismic potential along the Japan Trench, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.
- (16) Sagiya, T., and T. Wakasugi, Geodetic inference on frictional characteristics of the repeated slow slip events in the Bungo Channel, southwest Japan, ACES International Workshop, Hawaii, 2012.10.

### III. 国内外での学術活動

#### ◆学会の理事, 評議員等

- (1) 日本地震学会代議員, 2010-2013.
- (2) 日本地震学会東北地方太平洋沖地震対応臨時委員会委員長, 2011-2012.
- (3) 日本測地学会評議員, 2011-2012, 2013-2014.

#### ◆学会, シンポジウムの主催

- (1) 連動性研究会, 名古屋大学, 2012.02.02.
- (2) 京都大学防災研究所共同利用・共同研究特定研究集会「より良い地震ハザード評価の出し方・使われ方」, キャンパスプラザ, 京都, 2013.7.19.

### IV. 学内, 研究科内での委員会活動

#### ◆研究科内の委員会

- (1) 将来構想委員会

### V. 委員会, 審議会等委員

#### ◆政府関係

- (1) 科学技術・学術審議会測地学分科会専門委員（観測研究推進委員会委員）2011-
- (2) 地震調査研究推進本部政策委員会調査観測計画部会委員 2004-
- (3) 地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会海溝型分科会委員 2001-2004, 2011-2013
- (4) 名古屋市緊急提言会議委員 2011-
- (5) 名古屋市地震対策専門委員会委員 2011-

#### VI. 社会との連携（注、地域での活動を含む）

- (1) SPP(サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト) 実習：岐阜県立加茂高等学校（2年生 40名）,名古屋大学, 2012.07.30.

（講演他）

- (1) 「自然災害の歴史、災害事例に学ぶ地震のしくみと被害」、防災・減災カレッジ, 名古屋大学, 2012.8.4.
- (2) 被災建物応急危険度判定士講習会, 名古屋市中区役所ホール, 2012.9.12
- (3) 「南海トラフ巨大地震の震源像」、日本建築学会地域交流会, 名古屋大学, 2012.9.13.
- (4) 「南海トラフ巨大地震に備える」、HOSPHY 研究会, 名古屋国際会議場, 2012.9.23.
- (5) 「糸魚川市周辺の地震・津波と防災」、糸魚川市消防署, 2012.10.31.
- (6) 特別授業「地震と津波について」、新潟県糸魚川市大和川小学校, 2012.10.31.
- (7) 「南海トラフ巨大地震の震源像について」、愛知県設計用入力地震動研究会, 名古屋市, 2012.11.12.
- (8) 「南海トラフ巨大地震の新たな想定について」、防災人材交流セミナー, 名古屋大学, 2012.11.24.
- (9) 「地震論（海溝型）」、愛知県消防学校, 尾張旭市, 2013.1.29.
- (10) 「南海トラフ巨大地震と防災」、中部地質調査業協会, 名古屋市, 2013.2.1,
- (11) 「長野で想定すべき大地震」、長野県大規模災害ラジオ放送協議会, 長野市, 2013.6.12.

#### VII. 国際学術交流

- (1) JICA 研修コース「地震津波火山観測システムの運用、管理」のチームリーダー, 2012.9-2013.2.
- (2) カナリア諸島 GPS 観測, スペイン, 2012.10.8-15.
- (3) 研究交流, FUNVISIS, Universidad de Simon Bolivar, カラカス, ベネズエラ, 2012.9.23-30.
- (4) ACES Workshop, Maui, Hawaii, USA, 2012.10.22-27.
- (5) 研究交流, Stanford University, CA, USA, 2013.3.9-17.

#### I. 渡辺 俊樹

#### II. 論文, 著書, 研究発表等

##### ◆学術論文（レフェリーあり）

- (1) 高岡宏之・津村紀子・高橋福助・野崎謙治・加藤愛太郎・飯高 隆・岩崎貴哉・酒井慎一・平田 直・生田領野・國友孝洋・吉田康弘・勝俣 啓・山岡耕春・渡辺俊樹・山崎文人・大久保慎人・鈴木貞臣, 東海地域下の三次元地震波減衰構造, 地震, 65, pp.175-187, 2012.

##### ◆学術研究発表等（注：招待講演の場合はその旨を付記）

- (1) 辻 琢允・渡辺俊樹, 近地地震記録の相互相関による地殻構造イメージング –震源分布と偽像に関する数値シミュレーション-, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (2) 生田領野・山岡耕春・渡辺俊樹・國友孝洋・西上 欽也, ACROSS による淡路島野島断層近傍における 11 年間の地震波速度モニタリング, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (3) 高岡宏之・津村紀子・加藤愛太郎・高橋福助・野崎謙治・飯高 隆・生田領野・吉田康宏・勝俣 啓・岩崎貴哉・酒井慎一・山岡耕春・渡辺俊樹・國友孝洋・山崎文人・大久保慎人・鈴木貞臣・平田 直, 東海地域下の三次元地震波減衰構造, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (4) 山岡耕春・渡辺俊樹・井口正人・為栗 健・八木原 寛・三ヶ田 均・竹中博士・清水 洋・宮町宏樹, 活火山における能動監視 –桜島火山へのアクロス設置-, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (5) 宮町宏樹・八木原寛・山岡耕春・渡辺俊樹・國友孝洋・井口正人・為栗 健・三ヶ田 均・清水 洋・松島 健・竹中博士, ACROSS を用いた桜島における能動監視, 日本火山学会 2012 年秋季大会, 長野県, 2012.05.
- (6) Yamaoka, K., Ikuta, R., Watanabe, T., Nishigami, K and Kunitomo, T., 11 years of seismic velocity monitoring with ACROSS near Nojima fault, Japan. 33<sup>rd</sup> General Assembly of the European Seismological Commission, Moscow, Russia 2012.08.
- (7) Yamaoka, K., Watanabe, T., Kunitomo, T, Miyamachi, H. and Iguchi, M., Active Monitoring for Active Volcanoes – Deployment of ACROSS at Sakurajima Volcano, Japan. 33<sup>rd</sup> General Assembly of the European Seismological Commission, Moscow, Russia, 2012.08.
- (8) 生田領野・山岡耕春・渡辺俊樹・國友孝洋・西上欽也, ACROSS による淡路島野島断層近傍の長期地震波モニタリング, 日本地震学会 2012 年秋季大会, 函館市, 2012.10.
- (9) 寺川寿子・中道治久・山中佳子・渡辺俊樹・奥田 隆・堀川信一郎・山崎文人, 地震メカニズムトモグラフィ法による御嶽山周辺域の 3D 間隙流体圧分布, 日本地震学会 2012 年秋季大会, 函館市, 2012.10.
- (10) 渡辺俊樹・清水英彦・白石和也・阿部 進・飛田 潤, 強震動記録の地震波干渉法解析による S 波反射法記録合成の問題点, 物理探査学会第 127 回 (平成 24 年度秋季) 学術講演会, 鳥取市, 2012.11.

### III. 国内外での学術活動

#### ◆学会の理事, 評議員等

- (1) 日本地球惑星科学連合, 広報・アウトリーチ委員会, 委員, 2005-
- (2) (社) 物理探査学会, 理事, 2012-
- (3) (社) 物理探査学会, 学会賞審査委員会, 委員, 2010-2012.

#### ◆学会・シンポジウムの主催

### IV. 学内, 研究科内での委員会活動

#### ◆研究科内の委員会

- (1) 計画評価委員会 (環境学研究科) 委員, 2010-
- (2) 入試委員会 (環境学研究科) 委員, 2012-
- (3) 広報委員会 (環境学研究科) 委員, 2012.

(4) 地震火山研究センター運営委員会委員, 2012-

## V. 委員会, 審議会等委員

(1) 地震予知研究協議会計画推進部会, モニタリング部会, 部会長, 2009-

(2) 地震予知研究協議会計画推進部会, 観測・実験技術部会, 委員, 2004-

(3) Environment Protection and Safety Panel, Science Advisory Structure, Integrated Ocean Drilling Program, 2003-2012.

(4) 日本掘削科学コンソーシアム, IODP 部会, 環境保護安全専門部会, 委員, 2003-

(5) (独) 宇宙航空研究開発機構, SELENE プロジェクト共同研究, 2008-

(6) (財) 防災研究協会, 客員研究員, 1998-

(7) (財) 地震予知総合研究振興会, 地殻活動研究委員会, 委員, 2006-

## VI. 社会との連携

(1) SPP (サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト) 実習: 岐阜県立加茂高等学校 (2 年生 40 名), 名古屋大学, 2012.07.30.

### I. 田所 敬一

### II. 論文, 著書, 研究発表等

#### ◆学術論文 (レフェリーあり)

(1) Tadokoro, K., R. Ikuta, T. Watanabe, M. Ando, T. Okuda, S. Nagai, K. Yasuda, and T. Sakata, Interseismic seafloor crustal deformation immediately above the source region of anticipated megathrust earthquake along the Nankai Trough, Japan, *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1029/2012GL051696, 2012.

(2) Nihara, Y., Tadokoro, K., Y. Yukutake, R. Honda, and H. Ito, Spatial distribution of crack structure in the focal area of a volcanic earthquake swarm at the Hakone volcano, Japan, *Earth Planet Space*, 65, 51-55, doi:10.5047/eps.2012.05.005, 2013.

#### ◆学術論文 (レフェリーなし)

(1) 田所敬一, 熊野灘および駿河湾での海底地殻変動観測結果にもとづくプレート境界の固着状態, 地震予知連絡会報, Vol.88, pp.363-366, 2012.

(2) 渡部 豪・田所敬一・生田領野・杉本慎吾・奥田 隆・永井 悟・江藤周平・久野正博, 衛星軌道暦の違いに基づくキネマティック GPS 解析の精度評価, 測地学会誌, Vol.58, pp.61-76, 2012.

#### ◆学術研究発表等 (注: 招待講演の場合はその旨を付記)

(1) 田所敬一・生田領野・渡部 豪・永井 悟・安田健二・坂田 剛・江藤周平・奥田 隆, 熊野海盆における海底地殻変動モニタリング結果, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.

(2) 丹原 裕・田所敬一・行竹洋平・本多 亮・伊東 博, 火山の群発地震発生域における 1995 年から 2010 年までの S 波スプリッティング解析, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.

(3) 渡部 豪・田所敬一・生田領野・永井 悟・奥田 隆・安田健二・坂田 剛・久野正博, 海底地殻変動観測より推定される南海トラフのすべり欠損速度 (再考), 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.

- (4) 安田健二・田所敬一・生田領野・渡部 豪・永井 悟・江藤周平・坂田 剛・佐柳敬造, 駿河湾における海底地殻変動モニタリング, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (5) 永井 悟・江藤周平・田所敬一・渡部 豪・坂田 剛, 海洋音響測距における速度構造と波線追跡法による精度検証 —海底地殻変動観測における推定精度向上に向けて—, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (6) 坂田 剛・田所敬一・永井 悟・生田領野, 海中音速構造の空間変化を把握するための海底地殻変動計測システムにおける適切なブイ配置の設計, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (7) 田所敬一・安田健二・渡部 豪・永井 悟・坂田 剛・奥田 隆・生田領野, 熊野灘, 駿河湾における海底地殻変動観測, 日本地震学会 2012 年秋季大会, 函館市, 2012.10.
- (8) 木戸元之・藤本博己・田所敬一, 日本海溝沿いの海底 GPS 観測点の強化と観測の展望, 日本地震学会 2012 年秋季大会, 函館市, 2012.10.
- (9) 渡部 豪・田所敬一・奥田隆・生田領野・永井 悟・安田健二・坂田 剛・久野正博, 海底地殻変動観測より推定される南海トラフのプレート固着状態推定, 日本地震学会 2012 年秋季大会, 函館市, 2012.10.
- (10) 永井 悟・坂田 剛・田所敬一・渡部 豪・江藤周平, 海中音速のモデル化による海底局位置推定誤差 — 海底地殻変動観測の精度向上に向けたシミュレーションスタディー, 日本地震学会 2012 年秋季大会, 函館市, 2012.10.
- (11) 藤本博己・木戸元之・長田幸仁・佐藤まりこ・田所敬一, 深海底地殻変動観測用共用型海底局の開発と日本海溝近傍における試験観測, 日本測地学会第 118 回講演会, 仙台市, 2012.10.
- (12) 坂田 剛・田所敬一・永井 悟・生田領野, 海中音速構造を考慮した海底地殻変動計測システムにおけるブイ配置の設計, 日本測地学会第 118 回講演会, 仙台市, 2012.10.
- (13) 木戸元之・藤本博己・田所敬一・佐藤まりこ・日野亮太・金沢敏彦・植平賢司・金田義行, 海底測地観測網の整備と今後の課題, 日本測地学会第 118 回講演会, 仙台市, 2012.10.
- (14) 安田健二・田所敬一・渡部 豪・永井 悟・生田領野・佐柳敬三, 海底地殻変動観測による駿河湾におけるプレート間固着, 日本測地学会第 118 回講演会, 仙台市, 2012.10.
- (15) Tadokoro, K., T. Watanabe, S. Nagai, R. Ikuta, T. Okuda, Y. Kenji, T. Sakata, Strain Accumulation Estimated from Seafloor Crustal Deformation at the Nankai Trough, Japan, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.
- (16) Kido, M., H. Fujimoto, Y. Osada, Y. Ohta, J. Yamamoto, K. Tadokoro, T. Okuda, T. Watanabe, S. Nagai, Yasuda Kenji, Development of GPS/A Seafloor Geodetic Network Along Japan Trench and Onset of Its Operation, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.
- (17) Nagai, S., T. Watanabe, K. Tadokoro, New equations for ocean acoustic propagation and its application to develop seafloor geodetic observations, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.
- (18) Sakata, T., S. Nagai, K. Tadokoro, R. Ikuta, Layout of buoys and seafloor transponders for next-generation measurement system for ocean floor crustal deformation, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.
- (19) Yasuda, K., K. Tadokoro, R. Ikuta, S. Nagai, T. Watanabe, T. Okuda, K. Sayanagi, Interplate

locking derived from seafloor crustal deformation using GPS/acoustic technique at the Suruga trough, Japan, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.

- (20) Watanabe, T., K. Tadokoro, R. Ikuta, T. Okuda, S. Nagai, M. Kuno, Crustal deformation at the Nankai Trough estimated from seafloor geodetic observations, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.

### III. 国内外での学術活動

#### ◆学会の理事, 評議員等

- (1) 日本地震学会 理事 (災害調査担当)
- (2) 日本地震学会 災害調査委員会 委員長
- (3) 日本地震学会 広報委員会 委員
- (4) 日本地球惑星科学連合 環境・災害対応委員会 委員

### IV. 学内, 研究科内での委員会活動

#### ◆全学の委員会

- (1) 全学技術センター 計測・制御技術系連絡委員会 委員
- (2) 理学部技術連絡会 委員
- (3) 理学部技術連絡会 専門委員会 人事選考委員会 委員
- (4) 理学部技術連絡会 専門委員会 将来計画委員会 委員
- (5) 旧理学部技術室 装置開発系ユーザー連絡会 委員

#### ◆研究科内の委員会

- (1) 組織運営委員会 委員

### V. 委員会, 審議会等委員

#### ◆政府関係

- (1) 地震・火山噴火予知研究協議会「新たな観測技術の開発」計画推進部会 委員
- (2) 海底地殻変動観測技術の高度化 運営委員会 委員

### VI. 社会との連携 (注, 地域での活動を含む)

(講演他)

- (1) SPP (サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト) 実習: 岐阜県立加茂高等学校 (2年生 40名), 名古屋大学, 2012.07.30.
- (2) 尾鷲市港町防災講演会, 東海・東南海地震とその災害, 尾鷲市福祉保健センター, 2012.09.02.
- (3) 保々地区防災講演会, 東海・東南海地震を理解し、震災に備える, 保々ふれあい会館大ホール, 2012.09.09.
- (4) 名古屋市立八幡小・中学校 家庭教育セミナー, 名古屋周辺で起こりうる地震・津波とその対策, 名古屋市立八幡中学校, 2012.10.10.
- (5) 三重県水産研究所, 危機管理研修, 南海トラフの地震・津波について, 三重県水産研究所 (志摩市浜島) 2012.12.19.
- (6) 瀬戸旭医師会・公立陶生病院合同市民フォーラム, 地震に備えて, 瀬戸旭医師会館, 2013.02.02.
- (7) 尾鷲市自主防災会連絡協議会, 南海トラフ3連動地震に備えて, 尾鷲市立公民館, 2013.03.02.

## I. 山中 佳子

### II. 論文, 著書, 研究発表等

#### ◆学術論文 (レフェリーあり)

- (1) Ando, M., Y. Tu, H. Kumagi, Y. Yamanaka, C. H. Lin, Very low frequency earthquakes along the Ryukyu subduction zone, Geophysical Research Letters, Vol. 39, doi:10.1029/2011GL050559, 2012.
- (2) Kato, A., T. Igarashi, K. Obara, S. Sakai, T. Takeda, A. Saiga, T. Iidaka, T. Iwasaki, N. Hirata, K. Goto, H. Miyamachi, T. Matsushima, A. Kubo, H. Katao, Y. Yamanaka, T. Terakawa, H. Nakamichi, T. Okuda, S. Horikawa, N. Tsumura, N. Umino, T. Okada, M. Kosuga, H. Takahashi and T. Yamada, Imaging the source regions of normal faulting sequences induced by the 2011 M9.0 Tohoku-Oki earthquake, Geophysical Research Letters, 40, 1-6, 2013.
- (3) Nakamichi, H., Y. Yamanaka, T. Terakawa, S. Horikawa, and T. Okuda, Continuous long-term array analysis of seismic records observed during the 2011 Shinmoedake eruption activity of Kirishima volcano, southwest Japan, Earth, Planets and Space (in press).

#### ◆学術論文 (レフェリーなし)

- (1) 山中佳子, 南海トラフ地震に向けて-古文書の重要性とその保存-, 名古屋大学大学文書資料室紀要, 21, 221-239, 2013.

#### ◆学術研究発表等 (注: 招待講演の場合はその旨を付記)

- (1) 中元真美・松本 聡・山中佳子・清水 洋・中道治久, 地震計アレイによる新燃岳に発生した微動の短期間時空間特性(2), 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (2) 山中佳子・中道治久・寺川寿子・奥田 隆・堀川信一郎・山崎文人・松本 聡・清水 洋, 山頂を挟む東西地震計アレイでみた 2011 年新燃岳噴火活動, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (3) 山中佳子, 東北地方太平洋沖地震の震源過程から見えた課題, 日本地震学会 2012 年秋季大会, 函館市, 2012.10.
- (4) 室谷智子・佐竹健治・山中佳子, 日本海溝南部周辺で 20 世紀に発生した大地震の再検討, 日本地震学会 2012 年秋季大会, 函館市, 2012.10.
- (5) 寺川寿子・中道治久・山中佳子・渡辺俊樹, 地震メカニズムトモグラフィー法による御嶽山周辺域の 3D 間隙流体圧分布 2011 年新燃岳噴火活動, 日本地震学会 2012 年秋季大会, 函館市, 2012.10.
- (6) 中元真美・松本聡・山中佳子・清水洋・中道治久, 地震計アレイによる新燃岳に発生した微動の短期間時空間特性(3), 日本火山学会 2012 年秋季大会, 御代田, 2012.10.
- (7) 山中佳子・中道治久・渡辺俊樹・寺川寿子・古本宗充・奥田隆・堀川信一郎, 地震計アレイでみた東海低周波微動, スロー地震シンポ, 東大地震研, 2013.03.
- (8) 山中佳子, 東海大地震からアーカイブズをどう守るべきか, 名古屋大学, 2013.02. [招待講演]

#### ◆その他 (発表, 講演)

- (1) 歴史資料を含む過去の地震発生状況と被害状況・地震・津波の歴史, 中部地整, 2012.06.07.
- (2) 日本地震史料のより活用を意識したデータベースの高度化, そして新たな活用へ, 地震及び火山



噴火研究の将来構想シンポジウム, 2012.07.05.

### III. 国内外での学術活動

#### ◆学会の理事, 評議員等

- (1) 日本地震学会代議員

#### ◆学術的イニシアチブ

- (1) NGY 地震学ノート, [http://www.seis.nagoya-u.ac.jp/sanchu/Seismo\\_Note/](http://www.seis.nagoya-u.ac.jp/sanchu/Seismo_Note/), 2007.04.01-

### IV. 学内, 研究科内での委員会活動

#### ◆全学の委員会

- (1) 情報セキュリティ組織連絡協議会委員

#### ◆研究科内の委員会

- (1) 環境学情報室運営小委員会委員長
- (2) 環境学男女共同参画推進委員会委員
- (3) 選挙管理委員会委員
- (4) 地震火山研究センター運営委員会委員

### V. 委員会, 審議会等委員

#### ◆政府関係

- (1) 地震調査研究推進本部地震調査委員(2008.03-)
- (2) 測地学審議会地震火山部会委員(2009.04-)

#### ◆地方公共団体関係

- (1) 愛知県東海地震・東南海地震・南海地震等被害予測調査ハザード評価(2011.12-)
- (2) 愛知県東海地震・東南海地震・南海地震等被害予測調査想定地震震源モデルサブ WG(2011.12-)
- (3) 愛知県東海地震・東南海地震・南海地震等被害予測調査津波浸水域サブ WG(2011.12-)
- (4) 三重県東海地震・東南海地震・南海地震等被害予測調査ハザード評価(2012.07-)
- (5) 土木学会津波評委員(2007.03-)
- (6) 東濃地震科学研究所地殻活動研究委員会委員(2007.04-)

### VI. 社会との連携 (注・地域での活動を含む)

- (1) 地震を知ろう!, 高大連携「高校生防災セミナー」, 名古屋大学, 2011.07.24.
- (2) 啓発指導講座: 地学, 地理, 防災カレッジ, 2012.08.18.
- (3) 啓発指導講座: 地学, 地理, 防災カレッジ, 2012.08.21.
- (4) 迫り来る東海・東南海地震, 信越地方非常通信協議会, 2012.11.02.
- (5) 来る東海, 東南海, 南海地震に備えて, 東海発明研究会, 2013.01.13.
- (6) 東海, 東南海, 南海地震を知って備える, 常滑市 防災講演会, 2013.01.20.
- (7) 地震のしくみと防災・減災について, 名古屋市昭和区災害ボランティア, 2013.02.18.

### I. 橋本 千尋

### II. 論文, 著書, 研究発表等

#### ◆学術論文 (レフェリーあり)

- (1) Noda, A., Hashimoto, C., Fukahata, Y., and Matsu'ura, M, Interseismic GPS strain data

inversion to estimate slip-deficit rates at plate interfaces: Application to the Kanto region, central Japan, *Geophys. J. Int.*, 193, 61–77, doi: 10.1093/gji/ggs129, 2013.

- (2) Terakawa, T., Hashimoto, C., and Matsu'ura, M, Changes in seismic activity following the 2011 Tohoku-oki earthquake: Effects of pore fluid pressure, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 365, 17–24, 2013.

◆学術研究発表等

- (1) 橋本千尋・野田朱美・松浦充宏, 2011年東北沖巨大地震の発生: 基盤アスペリティに累積したすべり遅れの完全回復, 日本地球惑星科学連合 2012年大会, 千葉, 2012.05.
- (2) 佐藤利典・津村紀子・伊藤谷生・橋本千尋・松浦充宏・宮内崇裕・遠藤香織, 地震サイクルモデルを用いた房総半島、三浦半島完新世旧汀線高度からの元禄関東地震震源の推定 - その3, 日本地球惑星科学連合 2012年大会, 千葉, 2012.05.

#### IV. 学内, 研究科内での委員会活動

◆研究科内の委員会

- (1) 環境学研究科広報委員会委員
- (2) 理学部建築委員会委員
- (3) 地球惑星科学系研究委員会委員

#### I. 伊藤 武男

#### II. 論文, 著書, 研究発表等

◆ 学術論文 (レフェリーあり)

- (1) Ito, T., E. Gunawan, F. Kimata, T. Tabei, M. Simons, I. Meilano, Agustan, Y. Ohta, I. Nurdin, and D. Sugiyanto, Isolating along-strike variations in the depth extent of shallow creep and fault locking on the northern Great Sumatran Fault, *Journal of Geophysical Research*, 2012.

◆学術研究発表等 (注: 招待講演の場合はその旨を付記)

- (1) Takeo Ito, Slip distribution of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake inferred from geodetic data, French-Japanese Seminar on Earthquakes and Tsunamis, 2012.[招待講演]
- (2) Hilary R. Martens, Mark Simons, Takeo Ito, Inferring Earth structure from the response to ocean tidal loads, American Geophysical Union Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.
- (3) Takeo Ito, Spatial variations in Fault Coupling on the northern portion of the Great Sumatran Fault, International workshop on Active Tectonics in subduction zone geodesy research group, 2012.
- (4) 篠島僚平・伊藤武男, Bending-Unbending に伴うスラブの沈み込む速度の変化について, 日本測地学会第 118 回講演会, 仙台市, 2012.10.
- (5) 今西祐一・名和一成・田村良明・池田 博・宮地竹史・田中愛幸・宮島力雄・奥田 隆・伊藤武男, 石垣島における超伝導重力計観測, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (6) 池田 博・名和一成・今西祐一・田村良明・奥田 隆・伊藤武男・宮島力雄・田中愛幸, 筑波大学における超伝導重力計(CT36)の再立ち上げ—犬山から石垣島への移設—, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.

- (7) 鈴木翔太・伊藤武男・兵藤 守・里 嘉千茂・野口拓美, 2011 年東北沖地震における余効すべりの時空間分布, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (8) 高橋浩晃・山口照寛・中尾 茂・松島 健・加納靖之・山崎健一・寺石眞弘・伊藤武男・鷺谷 威・大久保 慎人・浅井康広・原田昌武・本多 亮・加藤照之・三浦 哲・横田 崇・勝間田明男・小林昭夫・吉田康宏・木村一洋・太田雄策・田村良明・柴田智郎, 全国ひずみ傾斜データの流通一元化と公開, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (9) 伊藤武男・Endra Gunawan・木股文昭・田部井隆雄・太田雄策・Meilano Irwan, Agstan・Irwandi Nurdin, GPS 観測網(AGNeSS)によるスマトラ断層の断層固着の空間変化, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.

### III. 国内外での学術活動

- (1) (社)日本地震学会 地方連絡員
- (2) 日本測地学会, 評議委員, 2012-
- (3) 日本測地学会, 庶務委員, 2012-

### IV. 学内, 研究科内での委員会活動

- (1) ネットワーク委員会 (地球惑星系)

### VI. 社会との連携 (注, 地域での活動を含む)

(講演他)

- (1) みんなの知らない地震の話, 愛知県退職女性校長会 研修会, 2012.04.
- (2) SPP (サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト) 実習: 岐阜県立加茂高等学校 (2 年生 40 名), 名古屋大学, 2012.07.30.
- (3) 教員免許状更新講習, 名古屋, 2012. 07.
- (4) 地震の話, 名古屋, 2012. 11.
- (5) 愛知県防災会議地震部会資料, 「GEONET が明らかにする地殻変動」執筆
- (6) 地球潮汐から地球の構造を診る, 名古屋大学理学部・大学院理学研究科広報誌 [理 Philosophia 23], 2012.10.
- (7) 米国西部におけるアセスノフェアの密度, 温度, 弾性定数の推定, 2012 年サイエンス誌に載った日本人研究者

### VII. 国際学術交流

- (1) Caltech との共同研究
- (2) ITB との共同研究
- (3) シアクラ大学との共同研究

### I. 中道 治久

### II. 論文, 著書, 研究発表等

#### ◆ 学術論文 (レフェリーあり)

- (1) T. Okada, N. Umino, A. Hasegawa, Group for the aftershock observations of the Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake in 2009 (including H. Nakamichi), Hypocenter distribution and heterogeneous seismic velocity structure in and around the focal area of the 2008

- Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake, NE Japan: Possible seismological evidence for a fluid driven compressional inversion earthquake, *Earth, Planets and Space*, Vol. 64, pp.717-728, 2012.
- (2) H. Miyamachi, C. Tomari, H. Yakiwara, M. Iguchi, T. Tameguri, K. Yamamoto, T. Ohkura, T. Ando, K. Onishi, H. Shimizu, Y. Yamashita, H. Nakamichi, T. Yamawaki, J. Oikawa, S. Ueki, T. Tsutsui, H. Mori, M. Nishida, H. Hiramatsu, T. Koeda, Y. Masuda, K. Katou, K. Hatakeyama, T. Kobayashi, Shallow velocity structure beneath the Aira caldera and Sakurajima volcano as inferred from refraction analysis of the seismic experiment in 2008, *Bull. Volcanol. Soc., Japan*, Vol. 58, No. 1, pp. 227-237, 2013.
- (3) 中道治久, AGU Fall Meeting 2012 セッション報告, 火山, 第 58 巻, 第 1 号, 307-309, 2013.
- (4) H. Nakamichi, Y. Yamanaka, T. Terakawa, S. Horikawa, T. Okuda, F. Yamazaki, Continuous long-term array analysis of seismic records observed during the 2011 Shinmoedake eruption activity of Kirishima volcano, southwest Japan, *Earth, Planets and Space*, doi:10.5047/eps.2013.03.002, 2013.
- ◆ 学術研究発表等 (注: 招待講演の場合はその旨を付記)
- (1) 筒井智樹・井口正人・菅井 明・大島弘光・前川徳光・植木貞人・山本 希・野上健治・武尾 実・大湊隆雄・及川 純・渡邊篤志・中道治久・堀川信一郎・大倉敬宏・吉川 慎・高山鐵朗・園田忠臣・清水 洋・松島 健・宮町宏樹・八木原 寛・平野舟一郎・岡本和喜・片岡義久・松末伸一・小窪則夫・河野太亮・真崎潤一郎・中橋正樹・宇都宮真吾・生駒良友・芥川真由美, 桜島火山における反復地震探査 (第三回), 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (2) 山中佳子・中道治久・寺川寿子・奥田 隆・堀川信一郎・山崎文人, 山頂を挟む東西地震計アレイでみた 2011 年新燃岳噴火活動, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (3) 寺川寿子・中道治久・山中佳子・渡辺俊樹・奥田 隆・堀川信一郎・山崎文人, 地震メカニズムトモグラフィ法による御嶽山周辺域の 3D 間隙流体圧分布, 日本地震学会 2012 年秋季大会, 函館, 2012.10.
- (4) 浜口博之・中道治久, 1888 年磐梯山水蒸気爆発 (5) 先行地震活動と爆発のメカニズム, 日本火山学会 2012 年秋季大会, 長野, 2012.10.
- (5) 中元真美・松本 聡・山中佳子・清水 洋・中道治久, 地震計アレイによる新燃岳に発生した微動の短期間時空間特性 (3), 日本火山学会 2012 年秋季大会, 長野, 2012.10.
- (6) 筒井智樹・井口正人・為栗 健・大島弘光・青山 裕・植木貞人・山本 希・野上健治・大湊隆雄・及川 純・市原美恵・武尾 実・中道治久・大倉敬宏・清水 洋他, 桜島火山における発破波形の後続相変化の空間分布, 日本火山学会 2012 年秋季大会, 長野, 2012.10.
- (7) 平井雄一・西村太志・井口正人・為栗 健・及川 純・八木原 寛・中道治久・青山 裕, 諏訪之瀬島の爆発地震の初動付近に見られる収縮フェイズの解析, 日本火山学会 2012 年秋季大会, 長野, 2012.10.
- (8) H. Nakamichi, H. Aoyama, T. Nishimura, H. Yakiwara, Y. Ohta, A. Yokoo, M. Iguchi, Source process of explosive eruptions inferred from analysis of seismic array data recorded very close to the active crater of Suwanosejima volcano, Japan, V31G-02, 2012 Fall Meeting, AGU,

2012.

#### IV. 学内, 研究科内での委員会活動

##### ◆研究科内の委員会

- (1) 交通安全委員会 (理学部) 委員, 2010-

#### V. 委員会・審議会等委員

- (1) 地震・火山噴火予知協議会計画推進部会「日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象」部会メンバー (委員), 2009.4-

#### VII. 国際学術交流

- (1) 代表コンビーナー, Vulcanian Eruptions: Field Observations, Experimental Constraints, and Integrated Modeling, AGU Fall Meeting 2012, San Francisco CA.

#### I. 寺川 寿子

#### II. 論文, 著書, 研究発表等

##### ◆ 学術論文 (レフェリーあり)

- (1) Terakawa, T., S.A. Miller, and N. Deichmann, High fluid pressure and triggered earthquakes in the enhanced geothermal system in Basel, Switzerland, International Symposium on Statistical Modeling and Real-time Probability Forecasting for Earthquakes, 17, 2012.
- (2) Kato, A., T. Igarashi, K. Obara, S. Sakai, T. Takeda, A. Saiga, T. Iidaka, T. Iwasaki, N. Hirata, K. Goto, H. Miyamachi, T. Matsushima, A. Kubo, H. Katao, Y. Yamanaka, T. Terakawa, H. Nakamichi, T. Okuda, S. Horikawa, N. Tsumura, N. Umino, T. Okada, M. Kosuga, H. Takahashi and T. Yamada, Imaging the source regions of normal faulting sequences induced by the 2011 M9.0 Tohoku-Oki earthquake, Geophysical Research Letters, 40, 1-6, 2013.
- (3) Nakamichi, H., Y. Yamanaka, T. Terakawa, S. Horikawa, and T. Okuda, Continuous long-term array analysis of seismic records observed during the 2011 Shinmoedake eruption activity of Kirishima volcano, southwest Japan, Earth, Planets and Space (in press).
- (4) Terakawa, T., C. Hashimoto, and M. Matsu'ura, Changes in Seismic Activity Following the 2011 Tohoku-oki Earthquake: Effects of Pore Fluid Pressure, Earth and Planetary Science Letters, 365(1), 17-24, 2013.

##### ◆学術研究発表等 (注: 招待講演の場合はその旨を付記)

- (1) 寺川寿子, 2011年東北地方太平洋沖地震による余震, 誘発地震発生メカニズムの多様性, 日本地球惑星科学連合 2012年大会, 千葉, 2012.05. [招待講演]
- (2) 山中佳子・中道治久・寺川寿子・奥田 隆・堀川信一郎・山崎文人, 山頂を挟む東西地震計アレイでみた 2011年新燃岳噴火活動, 日本地球惑星科学連合 2012年大会, 千葉, 2012.05.
- (3) 寺川寿子・中道治久・山中佳子・渡辺俊樹・奥田 隆・堀川信一郎・山崎文人, 地震メカニズムトモグラフィ法による御嶽山周辺域の 3D 間隙流体圧分布, 日本地震学会 2012年秋季大会, 函館市, 2012.10.
- (4) 寺川寿子, 2011年東北地方太平洋沖地震による余震・誘発地震の発生メカニズムの多様性, 内陸地震研究グループ次期計画検討シンポジウム, 東京, 2012.11.

- (5) 寺川寿子, 地震メカニズムトモグラフィー法による御嶽山周辺域の 3D 間隙流体圧分布, (公財)地震予知総合研究振興会・東濃地震科学研究所・平成 24 年度第 2 回地殻活動委員会, 2012. 12 [招待講演]
- (6) 寺川寿子, 2011 年東北地方太平洋沖地震による余震の発生メカニズムの多様性, 地震研共同利用研修会「室内実験と数値実験から探る地震活動の物理」, 東京, 2013.3.
- (7) Terakawa, T., C. Hashimoto, M. Matsu'ura, Changes in Seismic Activity Following the 2011 Tohoku-oki Earthquake: Effects of Pore Fluid Pressure, The 8th ACES International Workshop, Hawaii, 2012.10.
- (8) Terakawa, T., C. Hashimoto, M. Matsu'ura, Changes in Seismic Activity Following the 2011 Tohoku-oki Earthquake: Effects of Pore Fluid Pressure, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.
- (9) Terakawa, T., C. Hashimoto, M. Matsu'ura, Changes in Seismic Activity Following the 2011 Tohoku-oki Earthquake: Effects of Pore Fluid Pressure, CORSSA (the Community Online Resource for Statistical Seismicity Analysis) 2.0 Workshop, Tokyo, JAPAN, 2013.
- (10) Terakawa, T., Miller, S. A., and Deichmann, N, High fluid pressure and triggered earthquakes in the enhanced geothermal system in Basel, Switzerland, 10<sup>th</sup> International Workshop on Water Dynamics & ICDP Japan Beyond-Brittle Project, Sendai, JAPAN, 2013.

### III. 国内外での学術活動

#### ◆学会の理事, 評議員等

- (1) 米国地球物理学会
- (2) (社)日本地震学会

### IV. 学内, 研究科内での委員会活動

#### ◆研究科内の委員会

- (1) 図書委員会

### VII. 国際学術交流

- (1) University of Bonn との共同研究
- (2) ETH-Zürich との共同研究
- (3) INGV との共同研究

### I. 杉戸 信彦

### II. 論文, 著書, 研究発表等

#### ◆学術賞等

- (1) 2012 年度日本地理学会賞 (社会貢献部門) 日本地理学会災害対応本部津波被災マップ作成チーム\* \* 鈴木康弘・石黒聡士・碓井照子・内田主税・宇根 寛・海津正倫・熊原康博・後藤秀昭・坂上寛之・杉戸信彦・田村賢哉・中田 高・長谷川智則・廣内大助・堀 和明・松多信尚・渡辺満久

#### ◆学術論文 (レフェリーあり)

- (1) 後藤秀昭・杉戸信彦, 2012, 数値標高モデルのステレオ画像を用いた活断層地形判読, E-journal

GEO, 7, 197-213.

- (2) 松多信尚・杉戸信彦・後藤秀昭・石黒聡士・中田 高・渡辺満久・田村賢哉・熊原康博・堀 和明・廣内大助・海津正倫・碓井照子・鈴木康弘, 2012, 東北地方太平洋沖地震による津波被災マップの作成経緯と意義, E-journal GEO, 7, 214-224.
- (3) 杉戸信彦・松多信尚・後藤秀昭・熊原康博・堀 和明・廣内大助・石黒聡士・中田 高・海津正倫・渡辺満久・鈴木康弘, 2012, 空中写真の実体視判読に基づく 2011 年東北地方太平洋沖地震の津波浸水域認定の根拠, 自然災害科学, 31, 113-125.
- (4) 谷口 薫・杉戸信彦・廣内大助・澤 祥・渡辺満久・鈴木康弘, 2012, 糸魚川-静岡構造線活断層系中部, 茅野断層(茅野市坂室)の変動地形の再検討, 活断層研究, 37, 17-28.

◆その他の論文, 著書

- (1) 吉岡敏和・廣内大助・杉戸信彦, 2012, 阿寺断層帯(佐見断層帯)の活動性および活動履歴調査, 独立行政法人産業技術総合研究所, 「活断層の補完調査」成果報告書 No.H23-3, 28p.
- (2) 吉岡敏和・廣内大助・杉戸信彦, 2012, 阿寺断層帯(白川断層帯)の活動性および活動履歴調査, 独立行政法人産業技術総合研究所, 「活断層の補完調査」成果報告書 No.H23-4, 22p.
- (3) 岡田篤正・金田平太郎・杉戸信彦・鈴木康弘・中田 高, 2012, 「1:25,000 都市圏活断層図三方断層帯とその周辺「三方」」, 国土地理院技術資料 D1-No.602.
- (4) 吉岡敏和・廣内大助・杉戸信彦・細矢卓志・眞柄耕治, 2012, 阿寺断層帯, 佐見断層および白川断層の古地震調査, 活断層・古地震研究報告, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, No.12, 77-102.
- (5) 近藤久雄・杉戸信彦・木村治夫, 2013, 3.3.1 活動履歴調査, 文部科学省研究開発局, 上町断層帯における重点的な調査観測平成 22~24 年度報告書, 458p, 164-246.
- (6) 杉戸信彦・鈴木毅彦・石山達也・廣内大助・今泉俊文, 2013, 3.4.1 (2) (2-2) 長野盆地西縁断層帯における群列ボーリング調査, 文部科学省研究開発局, ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究平成 24 年度報告書, 553p, 329-340.
- (7) 鈴木康弘・杉戸信彦・石黒聡士・渡辺満久・後藤秀昭・中田 高, 2013, プレート境界周辺海底活断層の変動地形的・古地震学的フィージビリティ調査, 地震及び火山噴火予知のための観測研究計画平成 24 年度年次報告, 課題番号: 1708.
- (8) 鈴木康弘・杉戸信彦・堤 浩之・後藤秀昭・廣内大助・熊原康博・松多信尚・澤 祥・渡辺満久・中田 高, 2013, 活断層の地表形状・ずれ量データにもとづく地震発生予測, 地震及び火山噴火予知のための観測研究計画平成 24 年度年次報告, 課題番号: 1704.

◆学術研究発表等(注:招待講演の場合はその旨を付記)

- (1) Ishiyama, T., N. Sugito, T. Echigo, H. Sato, and T. Suzuki, Rare normal faulting earthquake induced by subduction megaquake: example from 2011 Tohoku-oki earthquake, EGU General Assembly 2012, Geophysical Research Abstracts, 14, EGU2012-7332, Vienna AUSTRIA, April 25th.
- (2) 近藤久雄・杉戸信彦・吉岡敏和・堤 浩之・木村治夫, 上町断層帯の詳細位置・形状に関する地形・地質学的調査, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会予稿集, SSS35-P13, 千葉, 2012.5.
- (3) 日本地理学会災害対応本部津波被災マップ作成チーム\*・松多信尚, 2011 年東北地方太平洋沖地

- 震の縮尺 1:25,000 広域津波被災マップ作成の経緯と意義, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会予稿集, HSC24-01, 千葉, 2012.5. \* 鈴木康弘・石黒聡士・碓井照子・内田主税・宇根 寛・海津正倫・熊原康博・後藤秀昭・小岩直人・坂上寛之・杉戸信彦・田村賢哉・中田 高・長谷川智則・廣内大助・堀 和明・松多信尚・宮城豊彦・渡辺満久
- (4) 日本地理学会災害対応本部津波被災マップ作成チーム\*・杉戸信彦, 空中写真の実体視判読に基づく 2011 年東北地方太平洋沖地震の津波浸水域認定の根拠, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会予稿集, HSC24-P01, 千葉, 2012.5. \* 鈴木康弘・石黒聡士・碓井照子・内田主税・宇根 寛・海津正倫・熊原康博・後藤秀昭・小岩直人・坂上寛之・杉戸信彦・田村賢哉・中田 高・長谷川智則・廣内大助・堀 和明・松多信尚・宮城豊彦・渡辺満久
- (5) 鈴木康弘・杉戸信彦・渡辺満久・石黒聡士・松多信尚・中田 高・千田良道, 遠州灘・熊野灘撓曲およびその周辺の変動地形に関する考察, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会予稿集, SSS35-12, 千葉, 2012.5.
- (6) 堤 浩之・遠田晋次・安田大剛・杉戸信彦・小俣雅志・郡谷順英・森 良樹・杉山達哉・早瀬亮介, 2011 年 4 月 11 日福島県浜通りの地震で出現した地震断層の特徴と活動履歴, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会予稿集, SSS36-P03, 千葉, 2012.5.
- (7) 吉岡敏和・廣内大助・杉戸信彦・細矢卓志・眞柄耕治, 阿寺断層系, 佐見断層および白川断層の活動履歴, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会予稿集, SSS35-P19, 千葉, 2012.5.
- (8) 杉戸信彦・近藤久雄, 上町断層帯の活動による大阪, 河内平野の水没リスク, 日本環境共生学会第 15 回学術大会, P-3, 福岡, 2012.9.
- (9) 杉戸信彦・近藤久雄, 上町断層帯の最新活動と地形環境の変化, 日本地質学会第 119 年学術大会講演要旨, R20-P-5, 大阪, 2012.9.
- (10) 後藤秀昭・杉戸信彦, 数値標高モデルのステレオ画像を用いた活断層地形判読, 日本地理学会 2012 年秋季学術大会発表要旨集, 82, 112, 兵庫, 2012.10.
- (11) 松多信尚・杉戸信彦・奥野真行, 大津波が引き起こした伊勢平野南部の五十鈴川の河道変化, 日本地理学会 2012 年秋季学術大会発表要旨集, 82, P004, 兵庫, 2012.10.
- (12) 遠田晋次・堤 浩之・杉戸信彦・奥村晃史・Matthieu Ferry・Mustapha Meghraoui・森 良樹・小俣雅志・郡谷順英・早瀬亮介, 2011 年福島県浜通りの地震で活動した井戸沢断層のトレンチ掘削調査, 日本地震学会講演予稿集, D21-09, 北海道, 2012.10.
- (13) 杉戸信彦・後藤秀昭, 名古屋市街地を縦断する活断層の変動地形学的検討, 日本活断層学会 2012 年度秋季学術大会講演予稿集, O-1, 京都, 2012.11.

## VI. 社会との連携

- (1) 全国活断層帯情報整備検討委員会 委員
- (2) 独立行政法人産業技術総合研究所 協力研究員
- (3) 愛知県立大学 非常勤講師
- (4) 椋山女学園大学 非常勤講師
- (5) 日本地質学会中部支部 2012 年年会シンポジウム「中部地方の活断層にかかわる最新の知見」講師 (小井土由光・杉戸信彦・金田平太郎・竹内 章・丹羽正和・吉田英一・大谷具幸・鷺谷 威・久世益充) 担当: 「1:25,000 岐阜県活断層図・同解説書とそのウェブ公開」 岐阜大学教育学部



B102 教室, 2012.6.16.

- (6) 愛知県消防学校地震防災科第7期「地震論 (活断層)」講師 (杉戸信彦) 愛知県消防学校 特別教室, 2013.1.29.
- (7) 愛知県額田郡幸田町防災安全課「深溝断層現地見学会及び講演会「活断層を知る」」案内者・講師 (杉戸信彦) 現地・幸田町民会館あじさいホール, 2013.3.9.

## VII. 国際学術交流 (注: 科研費以外のものも含む)

- (1) モンゴル国立地理学研究所との共同研究

### I. 渡部 豪

### II. 論文, 著書, 研究発表等

#### ◆学術論文 (レフェリーあり)

- (1) Tadokoro, K., R. Ikuta, T. Watanabe, M. Ando, T. Okuda, S. Nagai, K. Yasuda, and T. Sakata, Interseismic seafloor crustal deformation immediately above the source region of anticipated megathrust earthquake along the Nankai Trough, Japan, *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1029/2012GL051696, 2012.

#### ◆学術論文 (レフェリーなし)

- (1) 渡部 豪・田所敬一・生田領野・杉本慎吾・奥田 隆・永井 悟・江藤周平・久野正博, 衛星軌道暦の違いに基づくキネマティック GPS 解析の精度評価, *測地学会誌*, Vol.58, pp.61-76, 2012.

#### ◆学術研究発表等 (注: 招待講演の場合はその旨を付記。共同発表を含む。)

- (1) 田所敬一・生田領野・渡部 豪・永井 悟・安田健二・坂田 剛・江藤周平・奥田 隆, 熊野海盆における海底地殻変動モニタリング結果, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (2) 渡部 豪・田所敬一・生田領野・永井 悟・奥田 隆・安田健二・坂田 剛・久野正博, 海底地殻変動観測より推定される南海トラフのすべり欠損速度 (再考), 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (3) 安田健二・田所敬一・生田領野・渡部 豪・永井 悟・江藤周平・坂田 剛・佐柳敬造, 駿河湾における海底地殻変動モニタリング, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (4) 永井 悟・江藤周平・田所敬一・渡部 豪・坂田 剛, 海洋音響測距における速度構造と波線追跡法による精度検証 —海底地殻変動観測における推定精度向上に向けて—, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (5) 田所敬一・安田健二・渡部 豪・永井 悟・坂田 剛・奥田 隆・生田領野, 熊野灘, 駿河湾における海底地殻変動観測, 日本地震学会 2012 年秋季大会, 函館市, 2012.10.
- (6) 渡部 豪・田所敬一・奥田隆・生田領野・永井 悟・安田健二・坂田 剛・久野正博, 海底地殻変動観測より推定される南海トラフのプレート固着状態推定, 日本地震学会 2012 年秋季大会, 函館市, 2012.10.
- (7) 永井 悟・坂田 剛・田所敬一・渡部 豪・江藤周平, 海中音速のモデル化による海底局位置推定誤差 — 海底地殻変動観測の精度向上に向けたシミュレーションスタディー, 日本地震学会 2012 年秋季大会, 函館市, 2012.10.

- (8) 安田健二・田所敬一・渡部 豪・永井 悟・生田領野・佐柳敬三, 海底地殻変動観測による駿河湾におけるプレート間固着, 日本測地学会第 118 回講演会, 仙台市, 2012.10.
- (9) Motoyuki Kido, Hiromi Fujimoto, Yukihito Osada, Yusaku Ohta, Junpei Yamamoto, Keiichi Tadokoro, Takashi Okuda, Tsuyoshi Watanabe, Satoru Nagai, Yasuda Kenji, Development of GPS/A Seafloor Geodetic Network Along Japan Trench and Onset of Its Operation, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.
- (10) Satoru Nagai, Tsuyoshi Watanabe, Keiichi Tadokoro, New equations for ocean acoustic propagation and its application to develop seafloor geodetic observations, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.
- (11) Yasuda Kenji, Keiichi Tadokoro, Ryoya Ikuta, Satoru Nagai, Tsuyoshi Watanabe, Takashi Okuda, Keizo Sayanagi, Interplate locking derived from seafloor crustal deformation using GPS/acoustic technique at the Suruga trough, Japan, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.
- (12) Keiichi Tadokoro, Tsuyoshi Watanabe, Satoru Nagai, Ryoya Ikuta, Takashi Okuda, Yasuda Kenji, Tsuyoshi Sakata, Strain Accumulation Estimated from Seafloor Crustal Deformation at the Nankai Trough, Japan, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.
- (13) Tsuyoshi Watanabe, Keiichi Tadokoro, Ryoya Ikuta, Takashi Okuda, Satoru Nagai, Masahiro Kuno, Crustal deformation at the Nankai Trough estimated from seafloor geodetic observations, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.

#### I. 光井 能麻

#### II. 論文, 著書, 研究発表等

##### ◆学術研究発表等

- (1) 光井能麻・鷺谷 威, 複雑な振る舞いを再現するシンプルな巨大地震サイクルモデル, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.

#### VI. 社会との連携

- (1) NSL (Network for Saving Lives マスメディアと研究者による地震災害軽減に関する懇話会) 企画グループ

#### I. 松多 信尚

#### II. 論文, 著書, 研究発表等

##### ◆著書

- (1) 松多信尚・杉戸信彦・後藤秀昭・石黒聡士・中田 高・渡辺満久・宇根 寛・田村賢哉・熊原康博・堀 和明・廣内大助・海津正倫・碓井照子・鈴木康弘, 東北地方太平洋沖地震による津波被災マップの作成経緯と意義, E-journal GEO,7(2), 214-224, 2012.

##### ◆学術論文 (レフェリーあり)

- (1) Nobuhisa Matta, Yoko Ota, Wen-Shan Chen, Yuka Nishikawa, Masataka Ando, and Ling-Ho Chung, 2013, Finding of Probable Tsunami Boulders on Jiupeng Coast in Southeastern

Taiwan, Tao Vol.24, 159-163.

- (2) 松多信尚・杉戸信彦・後藤秀昭・石黒聡士・中田 高・渡辺満久・宇根 寛・田村賢哉・熊原康博・堀 和明・廣内大助・海津正倫・碓井照子・鈴木康弘, 2012, 東北地方太平洋沖地震による津波被災マップの作成経緯と意義, e-journal GEO, Vol. 7, 214-224.
- (3) 杉戸信彦・松多信尚・後藤秀昭・熊原康博・堀 和明・廣内大助・石黒聡士・中田 高・海津正倫・渡辺満久・鈴木康弘, 2012, 空中写真の実体視判読に基づく 2011 年東北地方太平洋沖地震の津波浸水域認定の根拠, 自然災害科学, Vol.31, 113-125.

◆学術論文 (レフェリーなし)

- (1) 村瀬雅之, 松多信尚, 小澤和浩, Cheng-Hong Lin, Wen-Shan Chen, Jui-Jen Lin, 2012, 水準測量によって検出された台東縦谷断層中部における大規模断層クリープ現象(2008-2011), 日本大学文学部自然科学研究所研究紀要, Vol.47, pp.241-254.
- (2) 松多信尚, 地形学は東北地方太平洋沖地震を予測できたか, 地理, Vol.56-6, pp.83-89.

◆学術研究発表等

- (1) 松多信尚, 2013, 2011 年東北地方太平洋沖地震における海岸地形による津波高の特徴と明治三陸津波との比較, 日本地理学会 2013 年春季学術大会, 立正大
- (2) 松多信尚・杉戸信彦・奥野真行, 2012, 大津波が引き起こした伊勢平野南部の五十鈴川の河道変化, 日本地理学会 2012 年秋季学術大会, 神戸大
- (3) 松多信尚・石黒聡士・早川裕弐・陳文山, 2012, 空中写真測量を用いた台湾集集地震で隆起した大安溪河床の経年変化, 日本地形学連合秋季大会, 大阪教育大
- (4) 鈴木康弘・杉戸信彦・渡辺 満久・石黒聡士・松多信尚・中田 高・千田良道, 遠州灘,熊野灘撓曲およびその周辺の変動地形に関する考察, 日本地球惑星科学連合大会,千葉, 2012.5.
- (5) 吾妻 崇・松多信尚, プレート境界型巨大地震に誘発される内陸活断層地震, 日本地球惑星科学連合大会,千葉, 2012.5.
- (6) 松多信尚・石黒聡士・鈴木康弘・渡辺満久・西川由香・陳文山, 地震前後の空中写真測量による地表地震断層の変位量計測と更新世後期の変位地形計測の手法開発 台湾車龍噴断層を例にして, 日本地球惑星科学連合大会, 千葉, 2012.5.
- (7) 日本地理学会災害対応本部津波被災マップ作成チーム・松多信尚, 2011 年東北地方太平洋沖地震の縮尺 1:25,000 広域津波被災マップ作成の経緯と意義, 日本地球惑星科学連合大会, 千葉, 2012.5.
- (8) 日本地理学会災害対応本部津波被災マップ作成チーム (松多信尚)・杉戸信彦, 空中写真の実体視判読に基づく 2011 年東北地方太平洋沖地震の津波浸水域認定の根拠, 日本地球惑星科学連合大会, 千葉, 2012.5.
- (9) 鷺谷 威, 松多信尚, 太田雄策, Angela Meneses, 野村晋一, 鈴木翔太, 塩野原基線の再測量, 日本測地学会第118回講演会, 仙台, 2012.10.
- (10) Sagiya, T., N. Matta, A. Meneses, S. Nomura, S. Suzuki, and Y. Ohta, Triangulation scale error as a possible cause for overlooking seismic potential along the Japan Trench, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.

III. 国内外での学術活動

◆学術賞等

- (1) 日本地理学会賞（社会貢献部門），日本地理学会，2013.3.29.

V. 委員会，審議会等委員

- (1) 日本活断層学会 秋季大会実行委員

I. 永井 悟

II. 論文，著書，研究発表等

◆学術論文（レフェリーあり）

- (1) Tadokoro, K., R. Ikuta, T. Watanabe, M. Ando, T. Okuda, S. Nagai, K. Yasuda, and T. Sakata, Interseismic seafloor crustal deformation immediately above the source region of anticipated megathrust earthquake along the Nankai Trough, Japan, *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1029/2012GL051696, 2012.

◆学術論文（レフェリーなし）

- (1) 渡部 豪・田所敬一・生田領野・杉本慎吾・奥田 隆・永井 悟・江藤周平・久野正博，衛星軌道暦の違いに基づくキネマティック GPS 解析の精度評価，測地学会誌，*Vol.58, pp.61-76, 2012.*

◆学術研究発表等（注：招待講演の場合はその旨を付記。共同発表を含む。）

- (1) 田所敬一・生田領野・渡部 豪・永井 悟・安田健二・坂田 剛・江藤周平・奥田 隆，熊野海盆における海底地殻変動モニタリング結果，日本地球惑星科学連合 2012 年大会，千葉，2012.05.
- (2) 渡部 豪・田所敬一・生田領野・永井 悟・奥田 隆・安田健二・坂田 剛・久野正博，海底地殻変動観測より推定される南海トラフのすべり欠損速度（再考），日本地球惑星科学連合 2012 年大会，千葉，2012.05.
- (3) 安田健二・田所敬一・生田領野・渡部 豪・永井 悟・江藤周平・坂田 剛・佐柳敬造，駿河湾における海底地殻変動モニタリング，日本地球惑星科学連合 2012 年大会，千葉，2012.05.
- (4) 永井 悟・江藤周平・田所敬一・渡部 豪・坂田 剛，海洋音響測距における速度構造と波線追跡法による精度検証 —海底地殻変動観測における推定精度向上に向けて—，日本地球惑星科学連合 2012 年大会，千葉，2012.05.
- (5) 坂田 剛・田所敬一・永井 悟・生田領野，海中音速構造の空間変化を把握するための海底地殻変動計測システムにおける適切なブイ配置の設計，日本地球惑星科学連合 2012 年大会，千葉，2012.05.
- (6) 田所敬一・安田健二・渡部 豪・永井 悟・坂田 剛・奥田 隆・生田領野，熊野灘，駿河湾における海底地殻変動観測，日本地震学会 2012 年秋季大会，函館市，2012.10.
- (7) 渡部 豪・田所敬一・奥田隆・生田領野・永井 悟・安田健二・坂田 剛・久野正博，海底地殻変動観測より推定される南海トラフのプレート固着状態推定，日本地震学会 2012 年秋季大会，函館市，2012.10.
- (8) 永井 悟・坂田 剛・田所敬一・渡部 豪・江藤周平，海中音速のモデル化による海底局位置推定誤差 — 海底地殻変動観測の精度向上に向けたシミュレーションスタディー，日本地震学会 2012 年秋季大会，函館市，2012.10.
- (9) 坂田 剛・田所敬一・永井 悟・生田領野，海中音速構造を考慮した海底地殻変動計測システムにおけるブイ配置の設計，日本測地学会第 118 回講演会，仙台市，2012.10.

- (10) 安田健二・田所敬一・渡部 豪・永井 悟・生田領野・佐柳敬三, 海底地殻変動観測による駿河湾におけるプレート間固着, 日本測地学会第 118 回講演会, 仙台市, 2012.10.
- (11) Motoyuki Kido, Hiromi Fujimoto, Yukihiro Osada, Yusaku Ohta, Junpei Yamamoto, Keiichi Tadokoro, Takashi Okuda, Tsuyoshi Watanabe, Satoru Nagai, Yasuda Kenji, Development of GPS/A Seafloor Geodetic Network Along Japan Trench and Onset of Its Operation, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.
- (12) Satoru Nagai, Tsuyoshi Watanabe, Keiichi Tadokoro, New equations for ocean acoustic propagation and its application to develop seafloor geodetic observations, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.
- (13) Tsuyoshi Sakata, Satoru Nagai, Keiichi Tadokoro, Ryoya Ikuta, Layout of buoys and seafloor transponders for next-generation measurement system for ocean floor crustal deformation, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.
- (14) Yasuda Kenji, Keiichi Tadokoro, Ryoya Ikuta, Satoru Nagai, Tsuyoshi Watanabe, Takashi Okuda, Keizo Sayanagi, Interplate locking derived from seafloor crustal deformation using GPS/acoustic technique at the Suruga trough, Japan, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.
- (15) Keiichi Tadokoro, Tsuyoshi Watanabe, Satoru Nagai, Ryoya Ikuta, Takashi Okuda, Yasuda Kenji, Tsuyoshi Sakata, Strain Accumulation Estimated from Seafloor Crustal Deformation at the Nankai Trough, Japan, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.
- (16) Tsuyoshi Watanabe, Keiichi Tadokoro, Ryoya Ikuta, Takashi Okuda, Satoru Nagai, Masahiro Kuno, Crustal deformation at the Nankai Trough estimated from seafloor geodetic observations, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.

### 3-3. 大学院生の研究活動報告

#### I. 論文

##### ◆学術論文（レフェリーあり）

- (1) Ito, T., **E. Gunawan**, F. Kimata, T. Tabei, M. Simons, I. Meilano, Agustan, Y. Ohta, I. Nurdin, and D. Sugiyanto, Interseismic seafloor crustal deformation immediately above the source region of anticipated megathrust earthquake along the Nankai Trough, Japan, *Journal of Geophysical Research*, 2012.
- (2) Tadokoro, K., R. Ikuta, T. Watanabe, M. Ando, T. Okuda, S. Nagai, **K. Yasuda, and T. Sakata**, Interseismic seafloor crustal deformation immediately above the source region of anticipated megathrust earthquake along the Nankai Trough, Japan, *Geophys. Res. Lett.*, Vol.39, 2012.
- (3) **Nihara**, Y., Tadokoro, K., Y. Yukutake, R. Honda, and H. Ito, Spatial distribution of crack structure in the focal area of a volcanic earthquake swarm at the Hakone volcano, Japan, *Earth Planet Space*, 65, 51-55, doi:10.5047/eps.2012.05.005, 2013.

##### ◆学術論文（レフェリーなし）

- (1) 渡部 豪・田所敬一・生田領野・杉本慎吾・奥田 隆・永井 悟・**江藤周平**・久野正博, 衛星軌道暦の違いに基づくキネマティック GPS 解析の精度評価, *測地学会誌*, Vol.58, pp.61-76, 2012.

#### II. 学会研究発表等

##### ◆日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.

- (1) **篠島僚平**, 南部フォッサマグナにおける, 衝突・剥ぎ取り・付加のサイスマテクトニクス
- (2) **篠島僚平**, 南関東における, フィリピン海スラブの薄くなった部分と第四紀地殻変動
- (3) **丹原 裕**・田所敬一・行竹洋平・本多 亮・伊東 博, 箱根火山の群発地震発生域における 1995 年から 2010 年までの S 波スプリッティング解析
- (4) 田所敬一・生田領野・渡部 豪・永井 悟・**安田健二**・**坂田 剛**・**江藤周平**・奥田 隆, 熊野海盆における海底地殻変動モニタリング結果
- (5) 渡部 豪・田所敬一・生田領野・永井 悟・奥田 隆・**安田健二**・**坂田 剛**・久野正博, 海底地殻変動観測より推定される南海トラフのすべり欠損速度（再考）
- (6) 永井 悟・**江藤周平**・田所敬一・渡部 豪・**坂田 剛**, 海洋音響測距における速度構造と波線追跡法による精度検証 —海底地殻変動観測における推定精度向上に向けて—
- (7) **坂田 剛**・田所敬一・永井 悟・生田領野, 海中音速構造の空間変化を把握するための海底地殻変動計測システムにおける適切なブイ配置の設計
- (8) **安田健二**・田所敬一・生田領野・渡部 豪・永井 悟・**江藤周平**・**坂田 剛**・佐柳敬造, 駿河湾における海底地殻変動モニタリング
- (9) **鈴木翔太**・伊藤武男・兵藤 守・里 嘉千茂・野口拓美, 2011 年東北沖地震における余効すべりの時空間分布

(10) 伊藤 武男・**Endra Gunawan**・木股 文昭・田部井隆雄・太田雄策・Meilano Irwan, Agstan・Nurdin Irwandi, GPS 観測網(AGNeSS)によるスマトラ断層の断層固着の空間変化

◆日本地震学会 2012 年秋季大会, 函館市, 2012.10.

- (1) 篠島僚平, 関東地方下での, フィリピン海スラブと上盤との相対運動の方向と速度の変則性
- (2) 田所敬一・**安田健二**・渡部 豪・永井 悟・坂田 剛・奥田 隆・生田領野, 熊野灘・駿河湾における海底地殻変動観測
- (3) 渡部 豪・田所敬一・奥田 隆・生田領野・永井 悟・**安田健二**・坂田 剛・久野正博, 海底地殻変動観測より推定される南海トラフのプレート固着状態推定
- (4) 永井 悟・坂田 剛・田所敬一・渡部 豪・**江藤周平**, 海中音速のモデル化による海底局位置推定誤差 — 海底地殻変動観測の精度向上に向けたシミュレーションスタディー —

◆日本測地学会第 118 回講演会, 仙台市, 2012.10.

- (1) 坂田 剛・田所敬一・永井 悟・生田領野, 海中音速構造を考慮した海底地殻変動計測システムにおけるブイ配置の設計
- (2) **安田健二**・田所敬一・渡部 豪・永井 悟・生田領野・佐柳敬三, 海底地殻変動観測による駿河湾におけるプレート間固着
- (3) 篠島僚平・伊藤武男, Bending-Unbending に伴うスラブの沈み込む速度の変化について [学生優秀発表賞受賞 2012.11.02.]
- (4) 鷺谷 威・太田雄策・松多信尚・**Angela Meneses** ・野村晋一・鈴木翔太, 塩野原基線の再測量

◆AGU 2012, Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.

- (1) Sagiya, T., N. Matta, **A. Meneses**, **S. Nomura**, **S. Suzuki**, and Y. Ohta Triangulation scale error as a possible cause for overlooking seismic potential along the Japan Trench.
- (2) Motoyuki Kido, Hiromi Fujimoto, Yukihito Osada, Yusaku Ohta, Junpei Yamamoto, Keiichi Tadokoro, Takashi Okuda, Tsuyoshi Watanabe, Satoru Nagai, **Yasuda Kenji** , Development of GPS/A Seafloor Geodetic Network Along Japan Trench and Onset of Its Operation.
- (3) **Tsuyoshi Sakata**, Satoru Nagai, Keiichi Tadokoro, Ryoya Ikuta, Layout of buoys and seafloor transponders for next-generation measurement system for ocean floor crustal deformation.
- (4) **Yasuda Kenji**, Keiichi Tadokoro, Ryoya Ikuta, Satoru Nagai, Tsuyoshi Watanabe, Takashi Okuda, Keizo Sayanagi, Interplate locking derived from seafloor crustal deformation using GPS/acoustic technique at the Suruga trough, Japan.
- (5) Keiichi Tadokoro; Tsuyoshi Watanabe; Satoru Nagai; Ryoya Ikuta; Takashi Okuda; **Yasuda Kenji**, **Tsuyoshi Sakata**, Strain Accumulation Estimated from Seafloor Crustal Deformation at the Nankai Trough, Japan.

### 3-4. 技術職員の業務報告

奥田 隆

I. 職名：全学技術センター教育・研究支援室計測制御系 主席技師

#### II. 業務内容

- (1) 海底地殻変動観測システム開発のための実験、観測等に関する業務
- (2) 地震および地殻変動テレメータシステムの観測点子局と名大局の保守管理業務
  - ・第一級陸上特殊無線技士
- (3) 地殻変動連続観測・GPS 観測等地殻変動観測に関する業務
- (4) 火山噴火予知計画に基づく火山観測および調査に関する業務
- (5) 化学薬物管理・廃棄物処理および安全管理等に関する業務
  - ・平成 23 年度理学部・理学研究科安全衛生委員
  - ・第二種衛生管理者
  - ・名古屋大学廃棄物処理取扱者
- (6) 全学技術センター教育・研究技術支援室計測制御系に関する管理・連絡・事務処理等の業務
  - ・全学技術センター実務委員会委員（広報担当）
  - ・理学系技術連絡委員会幹事
  - ・有山委員会担当委員

#### III. 論文, 著書, 研究発表等

##### ◆学術論文（レフェリーあり）

- (1) Tadokoro, K., R. Ikuta, T. Watanabe, M. Ando, T. Okuda, S. Nagai, K. Yasuda, and T. Sakata, Interseismic seafloor crustal deformation immediately above the source region of anticipated megathrust earthquake along the Nankai Trough, Japan, *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1029/2012GL051696, 2012.

##### ◆学術論文（レフェリーなし）

- (1) 渡部 豪・田所敬一・生田領野・杉本慎吾・奥田 隆・永井 悟・江藤周平・久野正博, 衛星軌道暦の違いに基づくキネマティック GPS 解析の精度評価, *測地学会誌*, Vol.58, pp.61-76, 2012.

##### ◆学術研究発表等

- (1) 今西祐一・名和一成・田村良明・池田 博・宮地竹史・田中愛幸・宮島力雄・奥田 隆・伊藤武男, 石垣島における超伝導重力計観測, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (2) 池田 博・名和一成・今西祐一・田村良明・奥田 隆・伊藤武男・宮島力雄, 田中愛幸, 地筑波大学における超伝導重力計(CT36) の再立ち上げ—犬山から石垣島への移設—, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (3) 弓取なつみ・松島 健・及川 純・渡邊篤志・奥田 隆・河野裕希・小澤 拓, GPS 観測による三宅島 2000 年噴火以降の地殻変動, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉,



2012.05.

- (4) 山中佳子・中道治久・寺川寿子・奥田 隆・堀川信一郎・山崎文人, 山頂を挟む東西地震計アレイでみた 2011 年新燃岳噴火活動, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (5) 田所敬一・生田領野・渡部 豪・永井 悟・安田健二・坂田 剛・江藤周平・奥田 隆, 熊野海盆における海底地殻変動モニタリング結果, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (6) 渡部 豪・田所敬一・生田領野・永井 悟・奥田 隆・安田健二・坂田 剛・久野正博, 海底地殻変動観測より推定される南海トラフのすべり欠損速度(再考), 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (7) 寺川寿子・中道治久・山中佳子・渡辺俊樹・奥田 隆・堀川信一郎・山崎文人, 地震メカニズムトモグラフィ法による御嶽山周辺域の 3D 間隙流体圧分布, 日本地震学会 2012 年秋季大会, 函館, 2012.10.
- (8) 田所敬一・安田健二・渡部 豪・永井 悟・坂田 剛・奥田 隆・生田領野, 熊野灘・駿河湾における海底地殻変動観測, 日本地震学会 2012 年秋季大会, 函館, 2012.10.
- (9) 渡部 豪・田所敬一・奥田 隆・生田領野・永井 悟・安田健二・坂田 剛・久野正博, 海底地殻変動観測より推定される南海トラフのプレート固着状態推定, 本地震学会 2012 年秋季大会, 函館, 2012.10.
- (10) Motoyuki Kido, Hiromi Fujimoto, Yukihito Osada, Yusaku Ohta, Junpei Yamamoto, Keiichi Tadokoro, Takashi Okuda, Tsuyoshi Watanabe, Satoru Nagai, Yasuda Kenji, Development of GPS/A Seafloor Geodetic Network Along Japan Trench and Onset of Its Operation, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.
- (11) Yasuda Kenji, Keiichi Tadokoro, Ryoya Ikuta, Satoru Nagai, Tsuyoshi Watanabe, Takashi Okuda, Keizo Sayanagi, Interplate locking derived from seafloor crustal deformation using GPS/acoustic technique at the Suruga trough, Japan, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.
- (12) Keiichi Tadokoro, Tsuyoshi Watanabe, Satoru Nagai, Ryoya Ikuta, Takashi Okuda, Yasuda Kenji, Tsuyoshi Sakata, Strain Accumulation Estimated from Seafloor Crustal Deformation at the Nankai Trough, Japan, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.
- (13) Tsuyoshi Watanabe, Keiichi Tadokoro, Ryoya Ikuta, Takashi Okuda, Satoru Nagai, Masahiro Kuno, Crustal deformation at the Nankai Trough estimated from seafloor geodetic observations, AGU 2012 Fall Meeting, San Francisco, USA, 2012.12.

## 堀川 信一郎

I. 職名：全学技術センター教育, 研究支援室計測制御系 副技師

## II. 業務内容

(1) テレメータ室及びテレメータシステムに関する業務

- ・第一級陸上特殊無線技士

(2) 地震データ処理に関する業務

(3) 地震, 火山観測についての業務

- ・鳳来地震アレイ観測
- ・稲武地震アレイ観測
- ・御嶽山集中臨時観測
- ・濃尾断層集中観測
- ・霧島新燃岳臨時地震アレイ観測
- ・東北地方太平洋沖地震 臨時観測
- ・桜島構造探査

(4) GPS観測に関する業務

- ・日本海東縁ひずみ集中帯GPS観測
- ・濃尾断層帯GPS観測

(5) アクロスシステムに関する業務

(6) 理学部技術組織に関する業務

- ・理学部技術情報委員会 委員
- ・理学部研修・編集委員会 委員

## III. 論文, 著書, 研究発表等

### ◆ 学術論文 (レフェリーあり)

(1) Aitaro Kato, Toshihiro Igarashi, Kazushige Obara, Shinichi Sakai, Tetsuya Takeda, Atsushi Saiga, Takashi Iidaka, Takaya Iwasaki, Naoshi Hirata, Kazuhiko Goto, Hiroki Miyamachi, Takeshi Matsushima, Atsuki Kubo, Hiroshi Katao, Yoshiko Yamanaka, Toshiko Terakawa, Haruhisa Nakamichi, Takashi Okuda, Shinichiro Horikawa, Noriko Tsumura, Norihito Umino, Tomomi Okada, Masahiro Kosuga, Hiroaki Takahashi, and Takuji Yamada, Imaging the source regions of normal faulting sequences induced by the the 2011 M9.0 Tohoku-Oki earthquake, Geophysical Research Letters, vol.40, 1-6, 2013

### ◆ 学術研究発表等 (注：招待講演の場合はその旨を付記)

(1) 筒井智樹・井口正人・菅井 明・大島弘光・前川徳光・植木貞人・山本 希・野上健治・武尾 実・大湊隆雄・及川 純・渡邊篤志・中道治久・堀川信一郎・大倉敬宏・吉川 慎・高山鐵朗・園田忠臣・清水 洋・松島 健・宮町宏樹・八木原 寛・平野舟一郎・岡本和喜・片岡義久・松末伸一・小窪則夫・河野太亮・真崎潤一郎・中橋正樹・宇都宮真吾・生駒良友・芥川真由美, 桜島火山における反復地震探査 (第三回), 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.

- (2) 山中佳子・中道治久・寺川寿子・奥田 隆・堀川信一郎・山崎文人, 山頂を挟む東西地震計アレイでみた 2011 年新燃岳噴火活動, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉, 2012.05.
- (3) 寺川寿子・中道治久・山中佳子・渡辺俊樹・奥田 隆・堀川信一郎・山崎文人, 地震メカニズムトモグラフィ法による御嶽山周辺域の 3D 間隙流体圧分布, 日本地震学会 2012 年秋季大会, 函館, 2012.10.

◆技術報告等

- (1) 堀川信一郎・奥田隆・山中佳子, 名古屋大学における携帯テレメータの取り組みについて, 平成 24 年度東京大学地震研究所職員研修会(1-02) 2013.01
- (2) 堀川信一郎, 名古屋大学における JDXnet への接続とその利用状況について, 東京大学地震研究所データ流通ワークショップ, 2013.03.26

### 3-5. 受託・委託研究の報告

#### 1. ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究

—GPS観測による詳細なひずみ分布の解明—

[業務担当者：名古屋大学大学院環境学研究科 教授 鷺谷 威]

#### 2. ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究

—構造的弱点におけるひずみ集中機構の解明—

[業務担当者：名古屋大学大学院環境学研究科 准教授 山中佳子]

#### 3. 東海・東南海・南海地震の連動性評価のための調査観測・研究

—プレート境界面のすべりの時空間発展に関するデータベース構築—

[業務担当者：名古屋大学大学院環境学研究科 教授 鷺谷 威]

#### 4. 海底における観測技術の開発と高度化

—移動観測における高精度かつ高効率な海底地殻変動観測・解析技術の開発—

[業務担当者：名古屋大学大学院環境学研究科 准教授 田所敬一]

#### 5. 二国間交流事業

—スマトラ北部におけるスマトラ地震余効すべり過程とスマトラ断層歪み蓄積過程の解明—

[業務担当者：名古屋大学大学院環境学研究科 助教 伊藤武男]

### 3-5-1.

## GPS観測による詳細なひずみ分布の解明

### 1. はじめに

新潟県を含む日本海東縁部では、東西方向の短縮変形が日本列島の中で最も活発な地域であることが国土地理院のGPS観測（GEONET）により見出されてきました。2004年中越地震や2007年中越沖地震の発生に伴い、この変形集中と多発する大地震の関係の解明が重要な課題となってきました。名古屋大学では、ひずみ集中帯における変形の詳細な分布を稠密なGPS観測によって明らかにし、変形集中メカニズムや将来発生する地震の規模や頻度の推定に寄与することを目指して研究を実施してきました。

### 2. GPS観測の概要

本研究では、変形集中帯を東西方向に横切るように、糸魚川市、上越市、十日町市、南魚沼市にまたがる全長約80kmの線上に観測点を42ヶ所新設しました。既存の観測点と合わせて計50の観測点で繰り返し測定を行うことにより、変形の詳細分布の解明を試みしました（図1）。本研究で用いた観測点の間隔は3~5km程度で、平均間隔が20km程度のGEONETと比較すると空間密度が数倍です。本研究の観測点は、公立学校を初めとする鉄筋コンクリート製の建物の屋上にアンテナを固定用のボルトを埋設することで設置しました。新潟県は全国でも有数の豪雪地帯のため、アンテナを冬期も設置したままにしておく、積雪の影響でボルト、アンテナや建物を破損する恐れがあります。そのため観測は9月から11月を基本とし、年度によっては一部の観測点でより長期の観測を実施しました。

2011年3月11日に東北地方太平洋沖地震が発生しました。この地震の影響によって新潟県でも最大50cmを越える顕著な地殻変動が生じ、それまで東西に短縮していたひずみ集中帯は逆に東西方向に引きのばされ、本研究の対象地域においても地殻変動パターンが大きく変化しました。こうした地殻変動は地震後も続いています。そのため、ひずみ集中帯における短縮変形の詳細な空間分布を調べるという目的は2010年までの3年分のデータにのみ頼ることになり、当初想定していたデータの高精度化は期待できなくなりました。一方、この巨大地震に対するひずみ集中帯の反応に注目することで、ひずみ集中帯の成因の本質に迫ることが可能となりました。2011年と2012年は、一部の観測点において雪解け直後の4月から観測を実施し、東北地方太平洋沖地震後の地殻変動のより詳細な時間変化の検出を試みしました。

### 3. 研究成果の概要

図2は、本研究で得られた観測点（0241：上越市大潟, MKYS：十日町市名ヶ山）の1日

毎の座標値の変化を表しています。この変化は、富山県入善市の電子基準点 0052 に対する相対的なものです。これを見ると、2008 年から 2010 年までの間、各観測点は少しずつ西向きに動いて短縮変形が蓄積していましたが、2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震で各観測点は 10~20cm も東へ移動し、この地域は東西方向に大きく引き延ばされました。また、この東西に延びる動きは地震の後も継続し、地震後に 10cm 近く東へ動いています。

東北沖地震の前に生じていた東西方向の短縮変形は、新潟県の岩盤に加わる力を徐々に増し、2004 年中越地震や 2007 年中越沖地震のような大地震を起こす原動力になったとみられます。2004 年と 2007 年の地震は、どちらも岩盤に加わる東西方向の圧縮力で地殻が壊れて断層が生じました。この東西短縮は 2010 年までほぼ一定の速度で続いていましたが、その様子を矢印で示したのが図 1 です。上越・中越地域では、糸魚川市と南魚沼市の間で、年間約 1cm の短縮が生じていました。この短縮変形が起きている範囲が「ひずみ集中帯」と呼ばれているものです。

図 1 の結果を詳細に調べると、東経 138.5~138.8 度付近の東頸城丘陵（上越市と十日町の境界付近）でさらに顕著な変形集中が見られます。ここでは、東西方向に 20km 程度の距離の中で年間 5mm 程度の短縮が起きていました。この縮みをひずみに換算すると、1 年間に 400 万分の 1 縮んでいることになりませんが、これはひずみ集中帯の平均的な値よりも 2 倍以上大きな値です。

大地震は、地殻にたまったひずみ・応力により岩盤が壊れる現象です。地殻がためることができるひずみは 100ppm（1ppm は 100 万分の 1）程度とされています。1 年間に 0.1ppm のひずみが生じると、1000 年で 100ppm になるので、年間 0.1ppm のひずみがたまる場所では 1000 年に 1 度くらい大地震が起きる計算になります。2004 年中越地震や 2007 年中越沖地震はそうのように起きた地震と考えられます。また、周辺では 1828 年三条地震や 1847 年善光寺地震も起きていますが、これらもそれぞれの場所で 1000 年に一度といたった低頻度で起きる地震と考えることができます。

一方、東頸城丘陵では 1 年間のひずみが 0.2~0.3ppm たまっています。上の考えを当てはめると、300-400 年に一度大地震が起きる計算になりますが、東頸城丘陵では中越地震クラスの大地震は知られていません。これはどういうことでしょうか。蓄積したひずみが大地震で解消されるという考え方では、地殻がバネの性質（専門用語では弾性体と言います）を持つと仮定しています。バネに力を加えて縮めたところで手を離せば、バネは反発して元の長さに戻ります。実は、地殻にはバネのように振る舞わない場所もあります。その一つがずるずるとずれを起こす断層（これを専門用語で断層クリープと言います）です。断層がずるずると動き続けている場所は外国では知られていますが、日本国内では知られていませんでした。我々は、GPS の観測結果から、顕著な短縮変形が生じている東頸城丘陵では、地下で断層クリープが生じているのではないかと考えました。ただ、この地域では

海底でたまった軟らかい地層が表面を 5km 以上の厚さで覆っているため、地下で断層クリープが起きてても地表で明瞭なずれが見える訳ではありません。この地域では、元々水平だった地層がぐにゃぐにゃに曲げられる活褶曲と呼ばれる構造が知られており、GPS で検出された短縮変形は、深部の断層クリープに伴うこうした構造の発達過程を見ていると考えられます。こうした短縮変形は、必ずしも将来の大地震の準備過程ではなく、地層を変形により圧縮力を解消する過程と考えられます。

こうした考えは、東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動の検討からも支持されます。この地震に伴い、本研究の観測地域全体にわたって比較的一様な伸びの変形が見られました。このことは、東頸城丘陵などで地震前に見られた顕著な短縮変形が弾性的な変形ではなく、例えば、はちみつにパチンコ玉をぶつけた時のような、粘性的な変形と考えられます。この粘性の性質を明らかにするには、地震後の地殻変動の様子を詳細に調べることが必要ですが、それは今後の課題として残されています。

一方、変形が集中している東頸城丘陵の外側も日本列島の中では顕著な短縮変形が生じている場所であり、そこには弾性的なひずみの蓄積もあると考えられます。そこには六日町断層帯、十日町断層帯、高田平野断層帯などの逆断層型の活断層が存在しており、過去には、1751 年高田地震 (M7~7.4、死者 1500 以上)、1666 年越後高田地震 (M6.8) などの地震もありました。十日町断層帯や六日町断層帯の南側は歴史上大地震の記録が無い空白域であり、今後も大地震発生に対して十分な注意が必要です。

東北地方太平洋沖地震の地殻変動でこの地域は東西方向に引き延ばされ、大地震を起こすひずみが数十~数百年分減少した可能性があります。単純に考えれば大地震の危険は遠のいたこととなりますが、2011 年 3 月 12 日に新潟・長野県境付近で M6.8 の長野県北部地震が発生したことからも、単純な予想は難しいと言えます。この地域は日本列島の中でも特別に地殻変動が顕著な地域であり、地震に対しては備えを怠らないことが大変重要です。

#### 4. 今後の課題

ここまで述べてきたように、ひずみ集中帯がどんな性質を持ち、将来の地震に対してどのような意義を持つのかが少しずつ明らかになってきました。現時点では、東北沖の巨大地震の余効変動が継続中であり、これが次第に終息して地震発生前の状態に戻っていく様子を調べることが重要だと考えられます。そのためには 10 年単位の時間が必要になる可能性があります。そのためにも、これまでの観測を継続し、その時空間的な変化を把握することが重要と考えられます。また、この地域で見られる地殻のひずみのすべてが将来の大地震につながるものでない、という重要な知見が得られましたが、では地表で見られるひずみのうちどれだけが将来の地震につながるものかを定量的に明らかにしていくことが防災上大変重要です。

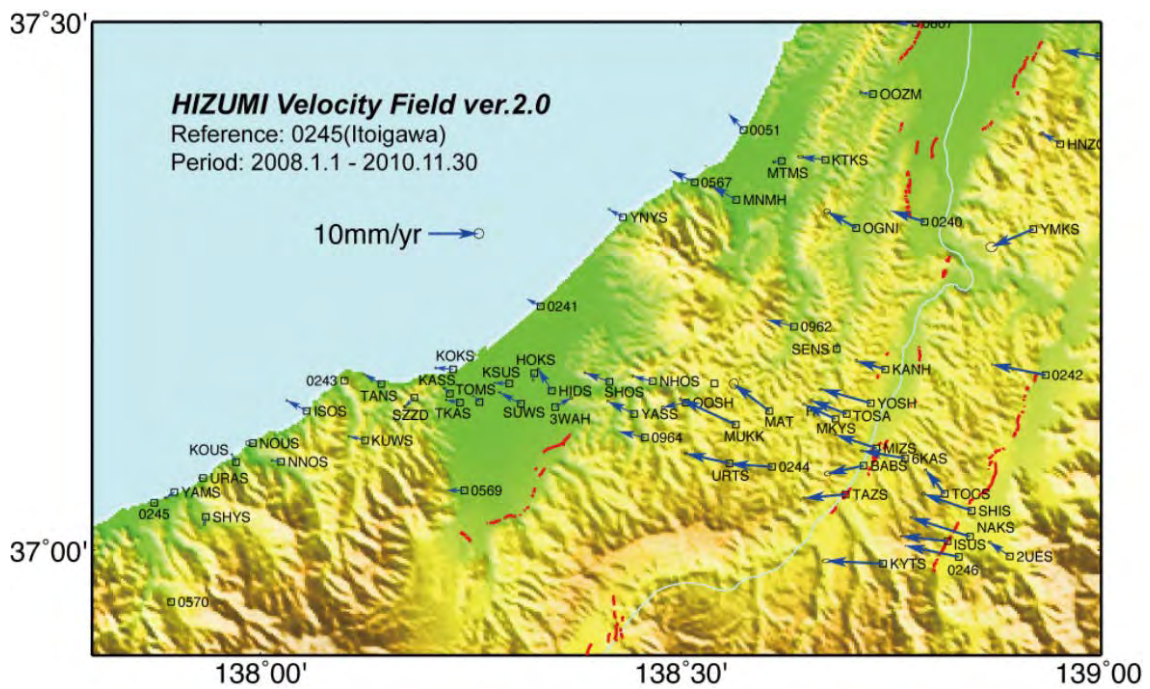


図1 2008年から2010年の地殻変動速度の分布（糸魚川を基準）。

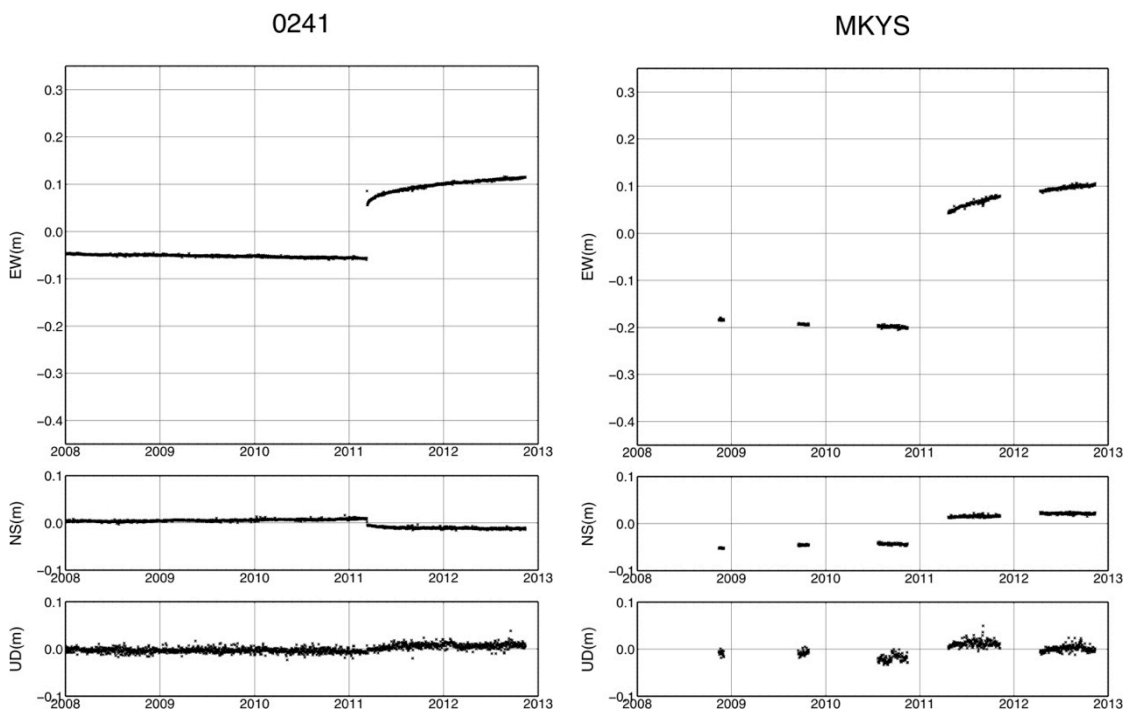


図2 0245（上越市大潟）、MKYS（十日町市旧名ヶ山小）における座標変化



## 構造的弱点におけるひずみ集中機構の解明

名古屋大学大学院環境学研究科地震火山防災研究センター

### 1. 研究の目的

御嶽山は、日本海東縁変動帯—新潟・神戸構造帯へと延びるひずみ集中帯の中に位置する成層火山であり、その周辺域では1979年以降微小な群発地震活動が活発化し、1984年には長野県西部地震(マグニチュード6.8)が発生しています。これらの地殻活動は、御嶽山周辺域に構造的弱点を形成していると考えられます。本研究では、御嶽山周辺域において機動的な地震観測を実施し、詳細な地震活動をとらえて地震波速度構造や応力場を明らかにし、構造的弱点に対するひずみ集中機構の解明をすることを目的とします。

### 2. 2012年1月～8月の御嶽山周辺の地震活動

名古屋大学では、本委託研究により設置した地震観測点(甘多粕NU.ATK、上垂NU.KMD、折橋NU.ORH、松原スポーツ公園NU.MTB、木曾福島NU.KKS、付知NU.TKC)に加え、名古屋大学定常観測、防災科研究Hi-net、気象庁、長野県、岐阜県の地震観測データをリアルタイムで収録しています。これらのデータのうち、2012年1月～4月に発生した地震については、気象庁一元化震源リストに基づき、2012年5月以降については、WINシステムの自動トリガー機能により検出した地震の震源再決定を行いました。本研究で得られた震源分布を図1に示します。NU.KMD、NU.ORH、NU.KKSとHi-net観測点N.KADHにて取り囲まれた領域と名大高根NU.TKN1観測点付近の地震活動や牧尾NU.MK01観測点直近の浅い地震活動が依然と活発です。また、2011年1月～7月において阿多粕NU.ATK観測点直近で活発化した浅い地震活動は、低調になりつつある様子が見えます。

### 3. 御嶽山周辺域の地震のメカニズム解

本研究により実施してきた3年間(約16ヶ月間)の機動的集中地震観測の地震波データに、本研究で設置した定常観測点と既存の観測網の地震波データ(2012年5月～2013年1月)を合わせ、WINシステムによる手動処理(一部自動処理を含む)で地震波形の読み取り作業および震源決定を行いました。また、これらの処理によるP波初動の押し引きデータをメカニズム解の解析プログラムHASH(Hardebeck & Shearer, 2002<sup>4)</sup>)に適用し、合計3985個のメカニズム解を求めました。メカニズム解のタイプはNW-SEにP軸を持つ横ずれ型が卓越しており、次いでNW-SEにP軸をもつ逆断層型が多いことがわかります(図2a)。特に逆断層型の地震は、

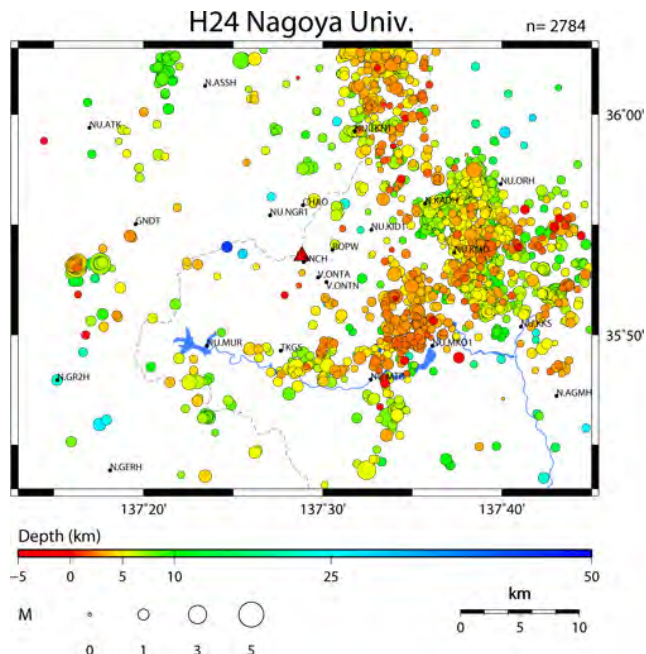


図1 2012年4月～2013年2月に御嶽山周辺に発生した地震の震央分布。丸の色にて震源の深さを表す。

御嶽山南東麓の5km以浅に集中していることもわかりました(図2b)。また、本研究で推定したメカニズム解のうち、精度のよい1250個の地震のマグニチュード頻度分布はマグニチュード1～3の範囲でグーテンベルク・リヒター則に従います(図3)。得られたメカニズム解は、マグニチュード1程度の微小地震まで含めて、広域応力場のパターン(Terakawa & Matsu'ura, 2010<sup>2)</sup>)と概ね整合的でした。

### 4. 御嶽山周辺の間隙流体圧分布

3.で求めたメカニズム解の示す断層すべりの向きと広域応力場の関係(Terakawa & Matsu'ura, 2008<sup>1)</sup>、Terakawa et al., 2010<sup>3)</sup>)から、御嶽山周辺域の3次元間隙流体圧分布(深さ0-15km)を誤差と共に推定しました(図4)。この結果、御嶽山東麓の群発地震活動域の深さ5-10kmのところ静水圧を大きく上回る高圧間隙流体圧域があることがわかりました。間隙流体圧分布と震源分布を比較したところ、地震活動は間隙流体圧分布の勾配が大きいところに集中する傾向があり、比較的規模の大きな地震(M>3)は間隙流体圧の低いところで発生する傾向があります。また、長野県西部地震の震源断層面上の間隙流体圧を調べたところ、本震で大きく滑った領域ではほぼ静水圧状態であるが、大き

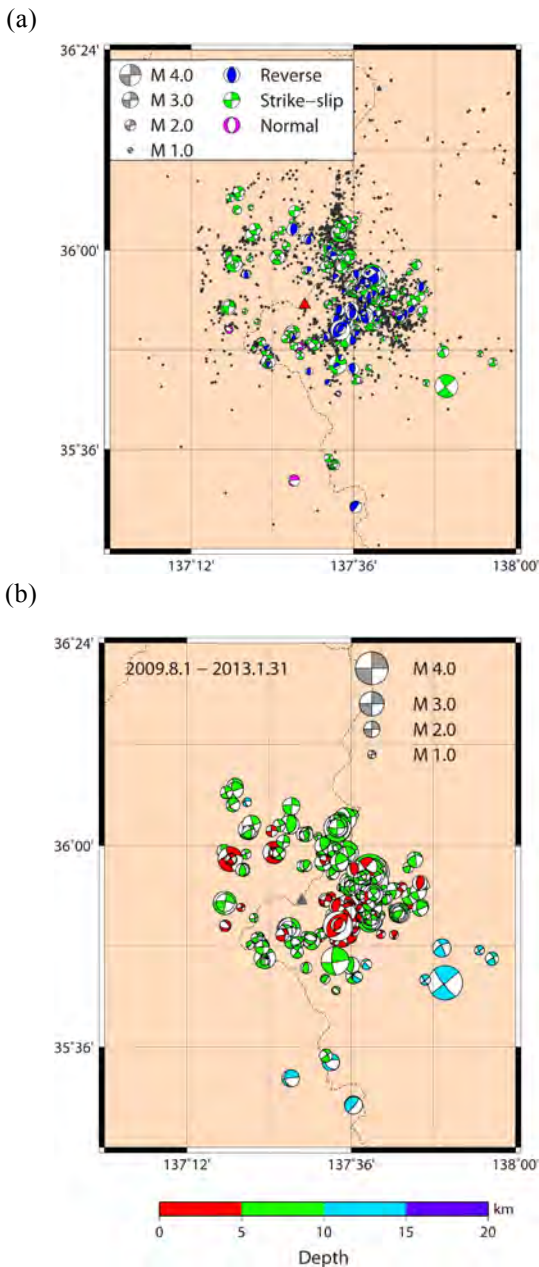


図 2 御嶽山周辺域で観測された地震のメカニズム解 (M1 以上)。(a)メカニズム解のタイプによる分類。背景の黒丸は M1 未満の地震を表す。(b)震源深さによる分類。

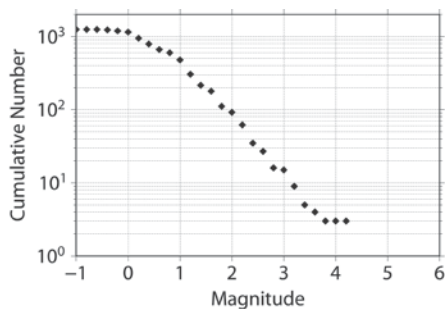


図 3 メカニズム解が得られた地震のマグニチュード頻度分布。

なすべり域の直下に高圧間隙流体圧域があることがわかりました。これらの結果をクーロンの破壊規準を基に分析すると、摩擦強度の低い高圧間隙流体圧域の変形が周辺域の摩擦強度の高い領域に応力蓄積を引き起こし、これが規模のより大きな地震の発生に向けての準備過程になっているようです。

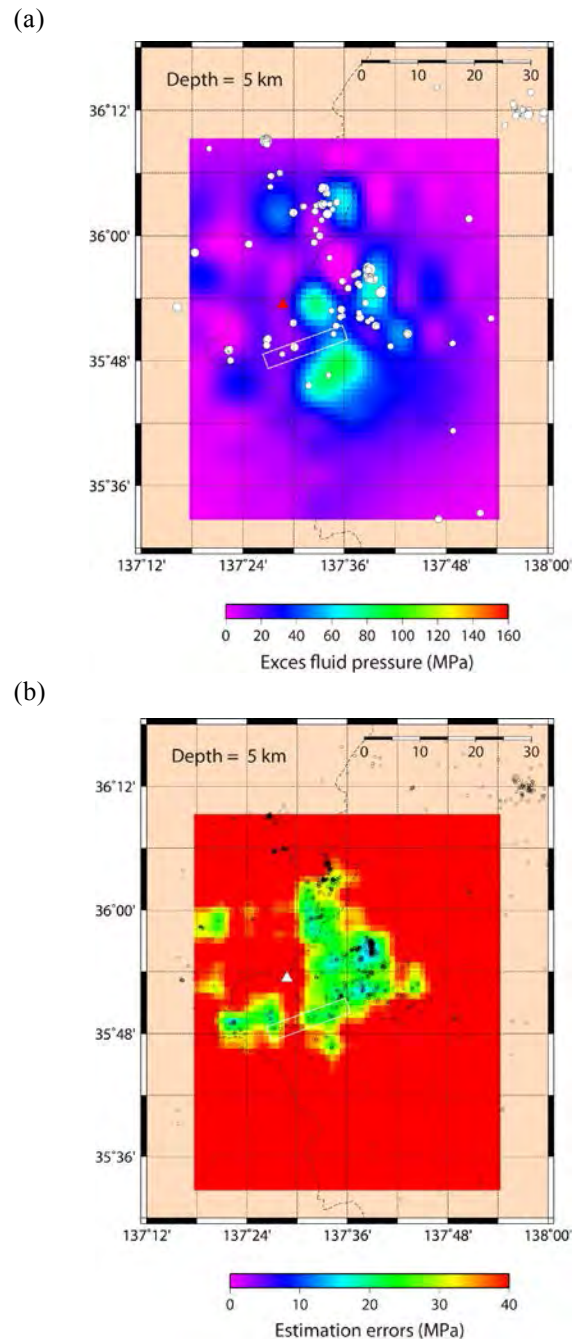


図 4 (a)地震メカニズムトモグラフィーから推定された間隙流体圧分布。(b)その推定誤差。

### 5. 御嶽山周辺の群発地震域の VP/VS 推定

近接する地震ペアの P 波走時差と S 波走時差を複数用いて微小領域内の VP/VS を推定する Lin & Shearer (2007)<sup>5)</sup>の方法を用いました。微小領域の大き



さは  $0.01^\circ \times 0.01^\circ \times 1.5 \text{ km}$  とし、図 5 に示す領域を微小領域に分割しました。気象庁一元化カタログから 1997 年 10 月～2011 年 12 月までに発生した地震データを抽出して解析に用いました。用いた地震数は 14,084 個で、得られた走時差は 4,681,347 個でした。各微小領域について走時差数が 500 以上の場合についてのみ VP/VS を推定しました。図 6 にある微小領域についての P 波と S 波の走時差分布を示します。分布に最もフィットする直線の傾きを該当微小領域の VP/VS とします。図 7 に深さ 7.5–9.0 km における群発地震域における VP/VS の分布を示します。この深さでは北東に高 VP/VS 域が見られました。

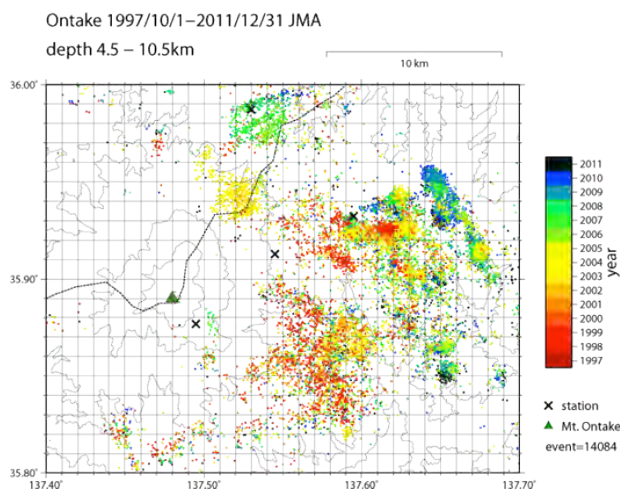


図 5 御嶽山周辺の震央分布(1997 年 10 月～2011 年 12 月)。発生年毎に配色してある。

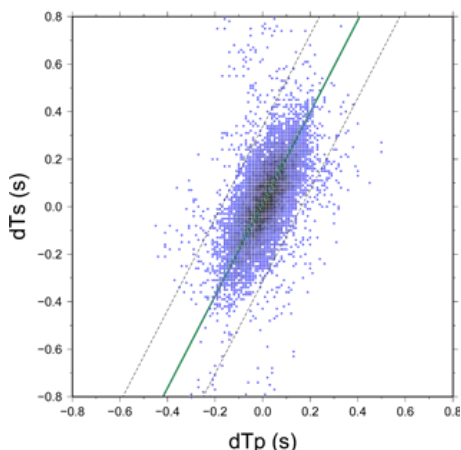
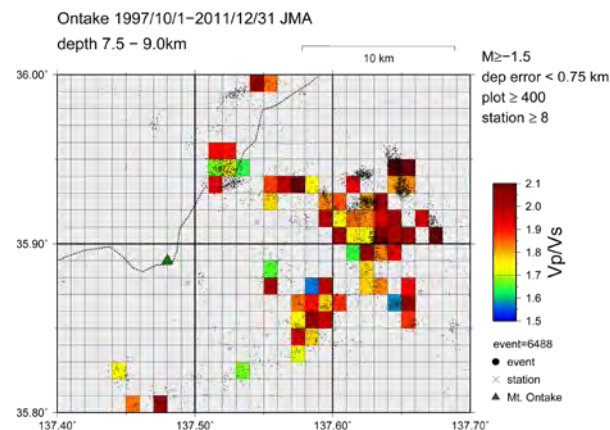


図 6 1 つの微小領域に対する複数地震の P 波走時差と S 波走時差の分布。

## 6. 結論ならびに今後の課題

本研究で実施した定常観測および集中観測の成果により、御嶽山周辺域の詳細な 3 次元震源分布や地震のメカニズム解が得られ、構造的弱点とひずみ集中機



構の解明のための基礎データを得ることができました。

図 7 深さ 7.5–9.0 km における VP/VS 分布。

さらにこれまでに蓄積されたデータを用いて、御嶽山周辺域の地震・火山活動を支配するテクトニック応力場、間隙流体圧場、地震波速度構造の推定をすることができました。その結果、群発地震の発生域付近には地震メカニズムトモグラフィー法による間隙流体圧の高まりがあることがわかり、P 波、S 波走時差から高 VP/VS 域が推定されました。この地域ではこれまでも広域 MT 探査による低比抵抗の分布(Kasaya et al., 2002<sup>6)</sup>, Kasaya et al, 2004<sup>7)</sup>)やリチウム同位体分析による深部起源の流体が観測(Nishio et al., 2010<sup>8)</sup>)されており、本研究の結果はこれらの先行研究の結果と調和的です。このことから御嶽山周辺域の群発地震活動域の深部に安定した流体源があることが予想されます。この群発地震活動は 1984 年に南麓にて長野県西部地震(M6.8)が発生した後、御嶽山南東麓に拡大し、最近 5 年間は御嶽山東麓から北東麓に群発地震活動域を移しています(図 5)。今回はデータ蓄積年数が短いためデータ数が十分でなく限られた領域についてしか結果が得られませんでした。もう少し長期間データを蓄積すれば、群発地震の時空間発展と間隙流体の挙動との関係も明らかにすることができるでしょう。

## 参考文献

- 1) Terakawa, T. and M. Matsu'ura, CMT data inversion using a Bayesian information criterion to estimate seismogenic stress fields, *GJI*, 172, 674-685, 2008.
- 2) Terakawa, T. and M. Matsu'ura, 3-D tectonic stress fields in and around Japan inverted from CMT data of seismic events, *Tectonics*, 29, doi:10.1029/2009TC002626, 2010.
- 3) Terakawa, T., A. Zoporowski, B. Galvan and S. A. Miller, High-pressure fluid at hypocentral depths in the L'Aquila region inferred from earthquake focal mechanisms, *Geology*, v. 38, no. 11, 2010.

- 4) Hardebeck, J. L. and P. M. Shearer, A new method for determining first-motion focal mechanisms, *BSSA*, 92, 2264-2276, 2002.
- 5) Lin G. and P. Shearer, Estimating local Vp/Vs ratios within similar earthquake clusters, *BSSA*, 97, 379-388, 2007.
- 6) Kasaya, T., N. Oshiman, N. Sumitomo, M. Uyeshima, Y. Iio and D. Uehara, Resistivity structure around the hypocentral area of the 1984 Western Nagano Prefecture earthquake in central Japan, *EPS*, 54, 107-118, 2002.
- 7) Kasaya, T. and N. Oshiman, Lateral inhomogeneity deduced from 3-D magnetotelluric modeling around the hypocentral area of the 1984 Western Nagano Prefecture earthquake, central Japan, *EPS*, 56, 547-552, 2004.
- 8) Nishio, Y., K. Okamura, M. Tanimizu, T. Ishikawa and Y. Sano, Lithium and strontium isotopic systematics of waters around Ontake volcano, Japan: Implications for deep-seated fluids and earthquake swarms, *EPSL*, 297, 567-576, 2010.

### 3-5-3.

## プレート境界面のすべりの時空間発展に関するデータベース構築

### (1) 業務の内容

#### (a) 業務題目

プレート境界面のすべりの時空間発展に関するデータベース構築

#### (b) 担当者

所属機関	役職	氏名
国立大学法人名古屋大学		
減災連携研究センター	教授	鷺谷 威
大学院環境学研究科	准教授	橋本千尋
大学院環境学研究科	助教	伊藤武男
大学院環境学研究科	助教	寺川寿子
大学院環境学研究科	特任研究員	光井能麻*
国立大学法人北海道大学理学研究院	准教授	勝俣 啓

\*現在の所属：ハンガリー国立アカデミー物理学研究所

#### (c) 業務の目的

南海トラフの海溝型巨大地震発生サイクルのほぼ1周期に相当する過去約120年間における各種観測データを整理し、これらのデータに基づいてプレート境界における固着の時空間的な発展や地震時及びスロースリップ発生時における断層すべりの様子を推定して、結果をデータベース化する。

#### (d) 5カ年の実施業務の要約

1) 平成20年度：様々な観測データの収集・データベース化の方針を策定した。南海トラフにおける1990年代以降のGPS観測結果を、国土地理院の座標値データを用いて整理し、特に、東海地域や豊後水道で発生したスロースリップについては地殻変動の詳細な時空間分布を整理した。また、プレート境界面のすべりの時空間発展を推定するためのプログラム開発に着手した。また、M3.5以上の地震について微小地震観測波形の再検測を行った。

2) 平成21年度：前年度までの成果に時間の経過に伴うGPSデータを追加した。加えて、水準測量データ及び潮位データの収集・整理を行い、明治時代以降の南海トラフ周辺の地殻上下変動の時空間的な分布についてまとめた。GPSデータを用いてすべりの時空間発展を推定し、南海トラフ沿いのすべり欠損分布や東海スロースリップ域における固着状況の時間変化を推定した。また、こうした測地データ逆解析の持つバイアスに関して定量的な評価を行った。さらに、微小地震観測波形の再検測を進め、スロースリップなどと同期した地震活動変化を検出した。

- 3) 平成22年度：GPS、水準測量、潮位等のデータについて、前年度までの成果に時間の経過に伴う新たなデータを追加した。加えて、三角測量データの収集・整理を行い、明治時代以降地殻水平変動の時空間的な分布についてまとめた。また、東海地域や豊後水道のスロースリップについて、データの総合的な再解析を実施し、断層すべりの時空間発展を推定した。
- 4) 平成23年度：GPS、水準測量、潮位等のデータについて、前年度までの成果に時間の経過に伴う新たなデータを追加した。また、地震活動データを整理し、プレート境界の固着やすべりに伴う応力変化が反映されていないかどうか検討した。豊後水道のスロースリップにおける断層すべりの時空間発展から、断層面における摩擦特性の空間的な不均質性を推定した。東北地方太平洋沖地震の発生を受けて東北地方のデータについて見直しを行い、明治時代の三角測量データに、基線測量の誤差に伴うバイアスが存在した可能性を指摘した。
- 5) 平成24年度：GPS、水準測量、潮位等のデータについて、前年度までの成果に時間の経過に伴う新たなデータを追加した。南海トラフにおける過去約120年間における地殻変動とプレート境界のすべり分布について整理し、推定されたすべり遅れと実際のアスペリティ分布の関係について考察を加えた。東北地方の三角測量データについて指摘された基線測量の誤差に伴うバイアスについて、基線の再測量等を通じて検討した。

## (2) 平成20～24年度の成果

### (a) 業務の要約

明治時代以降に蓄積された測地測量データを収集・整理し、過去約120年間における南海トラフ周辺をはじめとする地域の地殻変動を整理するとともに、そのデータを解析し、プレート境界の地震時すべりや地震間すべり遅れ分布を推定した。その結果、南海トラフのプレート境界固着域は日向灘付近まで広がっていると考えられること、1946年南海地震の地震時すべり域と余効すべり域、豊後水道のスロースリップ域の三者は互いに相補的な分布をしていることなどが明らかとなった。さらに、測地データから推定されたスロースリップの時空間変化に基づいて、プレート境界面上の摩擦特性の不均質な分布を推定することにも成功した。一方、関東・東海地域の地震について、過去のデータの再検測を実施し、均質な地震カタログを作成し、その結果に基づいて、東海スロースリップや関東地域におけるスロースリップに関連する地震活動の静穏化を検出した。

### (b) 業務の成果

#### 1) 測地データの調査・収集

本研究では、南海トラフの地震サイクルに伴う地殻変動の全容を明らかにするため、明治時代以来蓄積された測地測量データを整理するとともに解析し、プレート境界面における断層すべり・固着の時空間分布を求めた。

国土地理院のGPSデータについては、平成21年4月から公開された日座標解（F3解）を収集した。この解は1996年に遡った計算結果とともに、ルーチン解析結果として公表さ

れているものである。

水準測量データについては、古い測量については測定日がまとめて記載され不正確なものが多かった。そこで、特に地殻変動が急速に進行したと考えられる南海地震発生直後の測量（昭和 22 年度に実施）について、測量手簿に遡って測量日を調査し、紀伊半島と四国で行われた殆どのデータについて、測量の行われた日を特定することができた。また、水準測量データは陸上における相対的な隆起・沈降を反映したものであるため、海面を基準とした絶対的な隆起・沈降の議論ができるように年平均潮位データを収集・整理した。

また、明治期以降の三角測量データを整理した。こうした作業を進める中で重大な発見もあった。2011 年東北地方太平洋沖地震の発生は事前に予測することができなかったが、その原因となる過去の測量データのバイアスを発見した。東北地方では、三角網の測量によって明治期以降約 100 年間の地殻水平ひずみの分布が求められ（藤井・他, 1985, 橋本, 1990, 石川・橋本, 1999）、東北地方では南北方向の伸張ひずみ（0.1ppm/年程度）が卓越しているという結果が得られていた。一方、1990 年代半ばから開始された GPS 連続観測では、東北地方では顕著な東西短縮変形が見られ（Sagiya et al., 2000）、これは太平洋プレート上面でのプレート間固着によるものと解釈されていた（Nishimura et al., 2004, Hashimoto et al., 2009）。しかし、100 年という長期間のひずみ分布には東西短縮が見られなかったため、プレート間固着による短縮変形は、プレート境界で生じるスロースリップや余効すべり等の非地震性のプロセスで解消されていると解釈されていた。こうした解釈は結果的に間違っており、数百年にわたって続いたプレート間固着によって、M9.0 の東北地方太平洋沖地震が引き起こされたと考えられる。このパラドックスの一因として、明治期に行われた三角測量が系統的な誤差を含んでいたことを見出した。明治時代には角度のみの測定による三角測量が行われており、基線場と呼ばれる全国に 15 ヶ所ほど設置された長さ数 km の基線を鋼鉄製の基線尺で直接測定することにより、三角網全体のスケールを規定していた。基線測量の結果に誤差があれば、測量網全体に系統的な誤差を生じ得る。

測量網にスケール誤差があるのではないかと考えたもう一つの理由は、三角測量による地殻ひずみ分布と GPS による地殻ひずみ分布の特徴の違いにあった。既に述べたように、三角測量では南北伸張が卓越し、東西短縮は奥羽山脈脊梁部に見られるだけで、他には殆ど見られない。一方、GPS による近年の地殻変動では、ほぼ東西短縮のひずみのみが見られ、南北伸張は殆ど見られない。また、奥羽山脈脊梁部では東西短縮が周囲よりも大きくなっている（Miura et al., 2004）。両者のパターンを比較すると、GPS で得られた近年の地殻ひずみ分布に、人為的に等方的な膨張を加えてあげれば、三角測量で求められていたひずみ分布に近いものを作り出すことが可能と考えられた。三角測量にスケール誤差が入り込み易いことを考慮すれば、何らかの原因によって基線測量の値が過小となり、明治時代の測量で東北地方の三角測量網の広がりを実際よりも若干小さく求められ、バイアスの無い昭和時代の測量と比較したことで南北伸張を生じた、というのが最も説得力のある説明ではないかと考えたのである。

東北地方には、青森県の鶴児平（七戸町）と山形県の塩野原（新庄市、鮭川村）に基線が設置されている。国土地理院の倉庫には塩野原基線の測量計算簿等が残されていた。この資料を調べると、基線長（5129.587m）は合計 4 回測定されており、測定値のばらつきは最大でも 14mm（約 2.8ppm）程度であり、測定は十分高い精度で行われたことが確認された。すなわち、測量結果のばらつきがスケール誤差の原因という解釈はできない。しかし、測量簿から、この基線測量が 1894 年 5～6 月頃に行われていたことが判明した。

1894年10月22日に、山形県の庄内平野を震源として、庄内地震（M7.0）が発生した。塩野原基線の位置は山形県の内陸部であるが、庄内地震の震源域とは僅か20ないし30kmの距離である。また、庄内地震は庄内平野東縁断層帯を震源としたと考えられているが、この断層は南北走向で東に傾き下がる逆断層であり、震源域の東に位置し、しかも東西走向の塩野原基線は辺長変化が生じやすい。そこで、庄内地震の規模をMw7.0とし、断層の傾きを変えながら地殻変動の理論計算を行い、塩野原基線の長さによどの程度影響が生じるか検討してみた。その結果、3-6cm程度の伸びが生じる可能性のあることが分かった（図1）。これは、基線長に対して6~12ppm程度の伸びになり、10ppm程度のスケール誤差を東北地方全体に与える可能性のあることが分かった。

以上の結果から、東北地方では、1990年代以降にGPS観測で見出されたような顕著な東西短縮変形が、少なくとも明治期以降継続していた可能性が高い。おそらくは数百年にわたって東西方向の短縮が蓄積し、東北地方太平洋沖地震を引き起こしたと考えられる。2012年には、実際に塩野原基線の測量を実施し、庄内地震に伴う基線長の伸びが生じていたと考えられる結果を得た（図2）。

このように、過去の測量データを扱うにあたっては、それぞれの測量データの限界を踏まえ、その限界に応じた扱いをすることが必要であり、そうした配慮を怠ると、将来の大地震についても大きな見当違いをもたらす原因になることが分かり、今後へ向けての重大な教訓を得た。

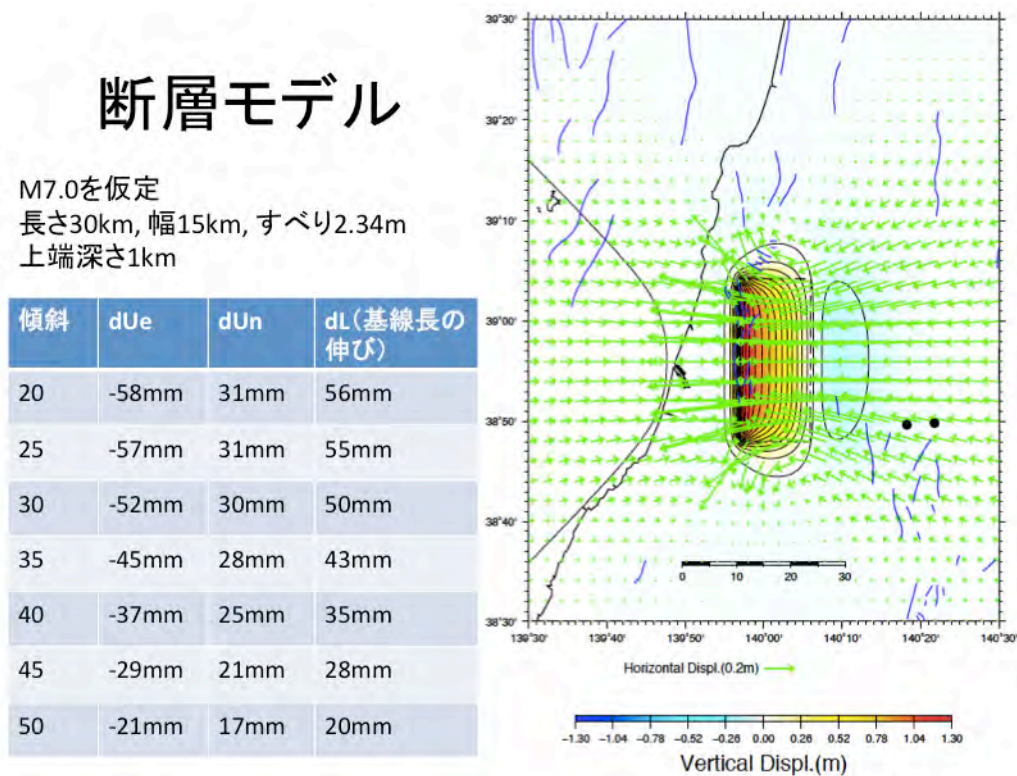


図1 庄内地震による地殻変動の計算。右図の2つの黒丸が塩野原基線の端点の位置。



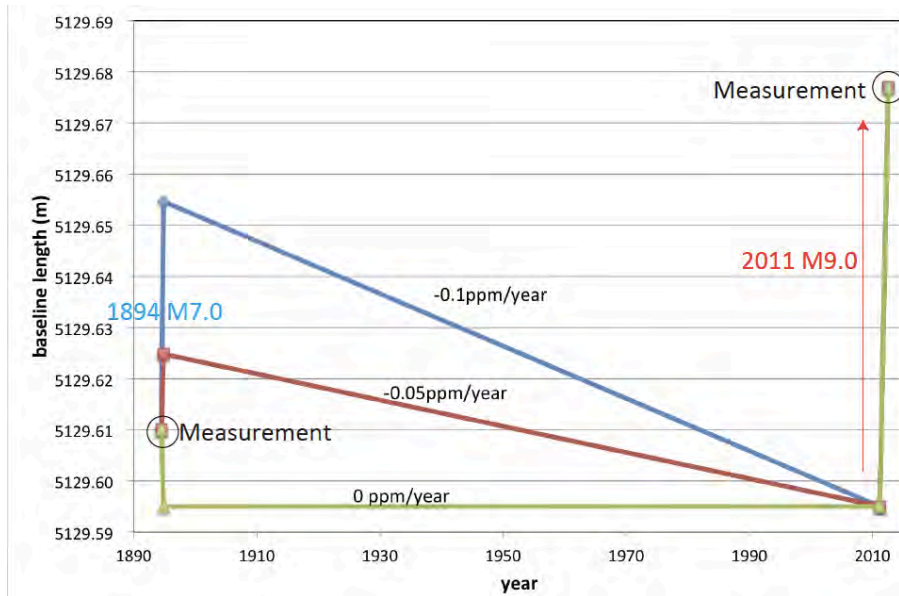


図2 塩野原基線の基線長の時間変化

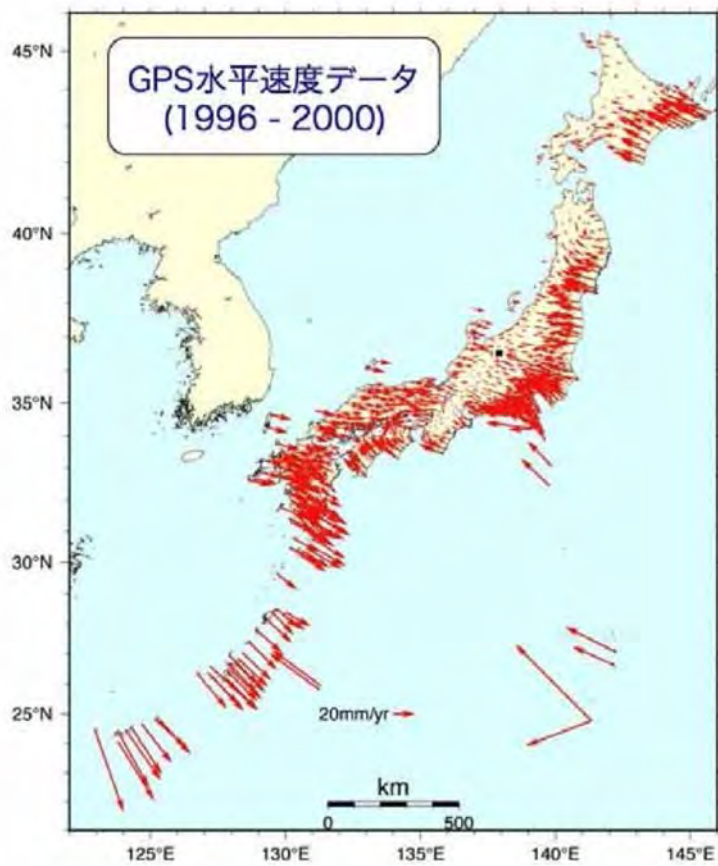


図3 解析に用いた GPS データ

2) GPS データによるプレート境界の固着すべり分布の推定

GPS データの逆解析により、東海から南西諸島海溝にいたるフィリピン海プレートの沈み込み境界における固着分布を表すすべり欠損の分布を推定した。解析に用いたデータは1996年～2000年のGPS日座標値から得られた速度ベクトルである(図3)。従来の測地デ

ータ逆解析では、GPS などにより得られる観測点の変位ベクトルや変位速度ベクトルをデータとして用いる場合が多かったが、これらのデータは、プレート境界の固着に起因する地殻のひずみだけでなく、陸側プレートにおける剛体ブロック運動の影響も受けている。そこで、こうした変位（速度）ベクトルのデータを直接解析するのではなく、GPS 観測点から三角網を構成し（図4）、その各辺の変長変化率をデータとして解析することにより、ブロック運動の効果が解析結果に現れないよう工夫した。

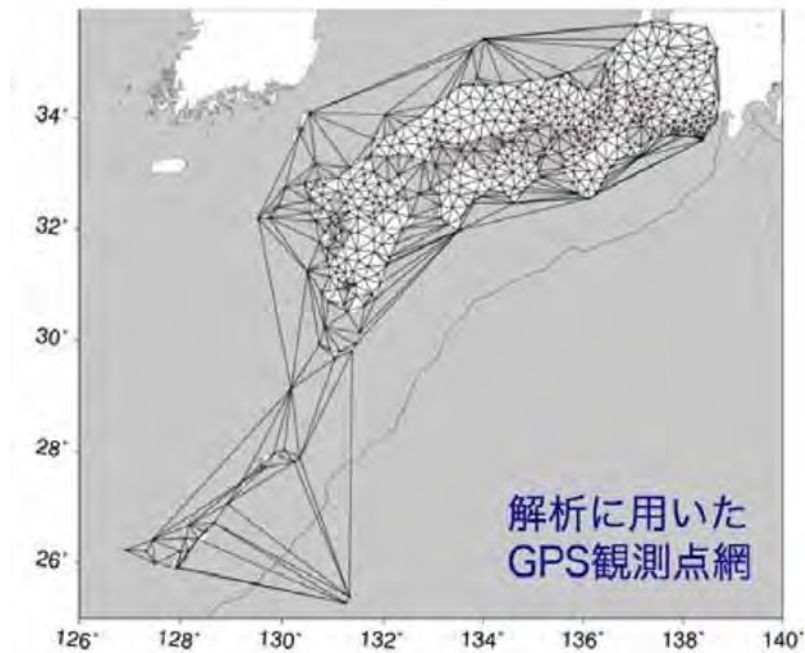


図4 解析に用いた三角網

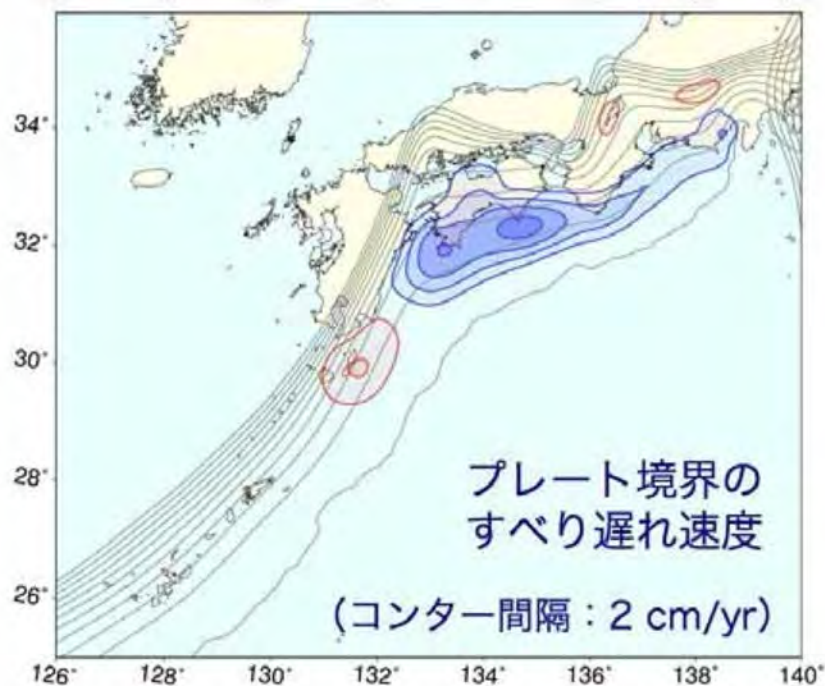


図5 推定されたすべり遅れ速度の分布

解析の結果得られたプレート境界のすべり遅れ速度分布を図5に示す。この結果を見ると、南海トラフ沿いのすべり遅れ速度分布は、東海地域で約2 cm/年であるのに対し、四国沖で最大約8 cm/年に達し、プレート境界に沿って西側へ行くほど顕著に増加することが分かる。こうした傾向は、沈み込むフィリピン海プレートと陸側のアムールプレートとの相対運動を表す回転極 (Miyazaki and Heki, 2001) や、伊豆半島周辺の局地的な変形 (Sagiya, 1999)、内陸部における東西短縮の影響 (Heki and Miyazaki, 2001) などから指摘されていた点であるが、今回の解析では、観測データそのものがこうした様々な要因を直接反映していることが改めて明らかにされた。推定されたすべり遅れ速度の分布は1944年東南海地震や1946年南海地震の津波波源域をほぼ包含し、また、そのプレート境界に沿った下限は、深部低周波微動の分布 (Obara, 2002) とほぼ一致する。一方、すべり遅れ速度分布の海溝沿いの変化に注目すると、すべり遅れ速度は四国沖で最大となり、足摺岬付近から西側で徐々に減少し、宮崎市沖付近で0となる。従来、南海トラフの巨大地震の震源域の西端は足摺岬付近になると考えられてきたが (Ando, 1975)、今回の解析結果は、地震時のすべりがさらに西側へ広がり、1968年日向灘地震 (M7.5) の震源域付近まで広がる可能性があることを示唆するものである。大分県の龍神池では、南海トラフで発生する地震のうち、特に巨大なものに対応する津波堆積物が発見されているが (松岡・他, 2006)、こうした津波堆積物が残るためには、四国沖以東の南海トラフで巨大地震が起きるだけでは不十分で、龍神池付近の地盤が低下する必要があると指摘されており、この日向灘付近で検出されたすべり遅れが地震時に解消されるというシナリオは、そうした巨大地震に対する一つの可能な解釈を与えるものである。

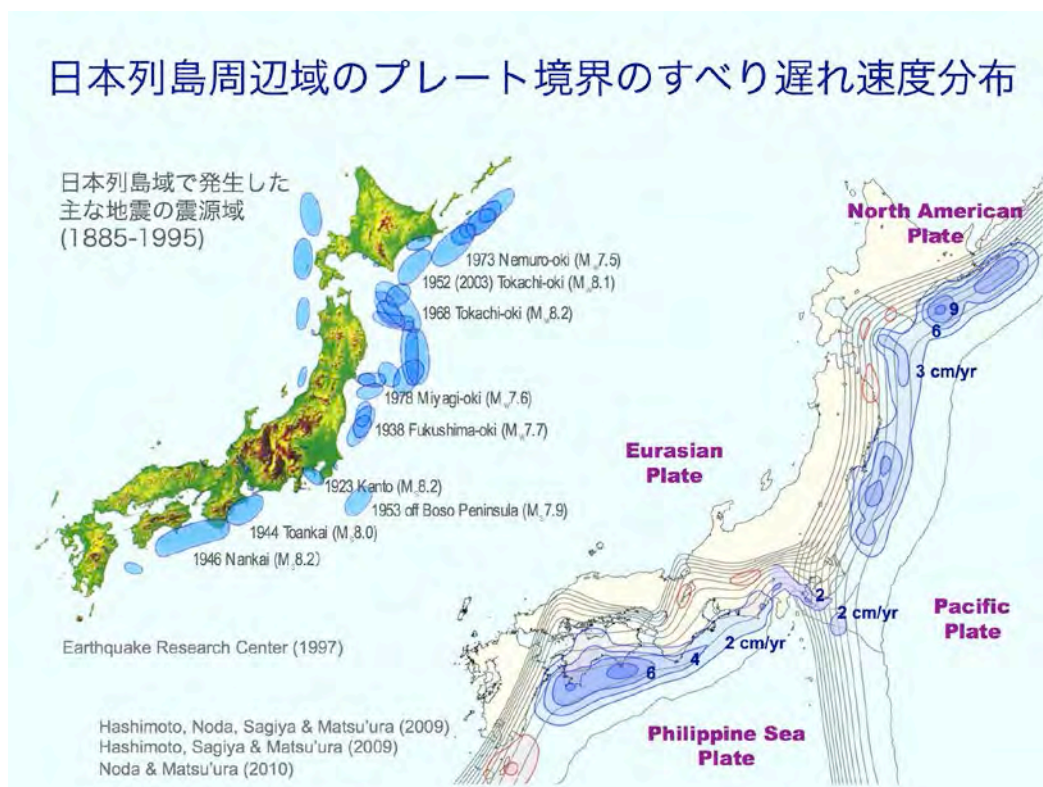


図6 GPS データの逆解析により推定した日本列島周辺のプレート境界のすべり欠損分布。



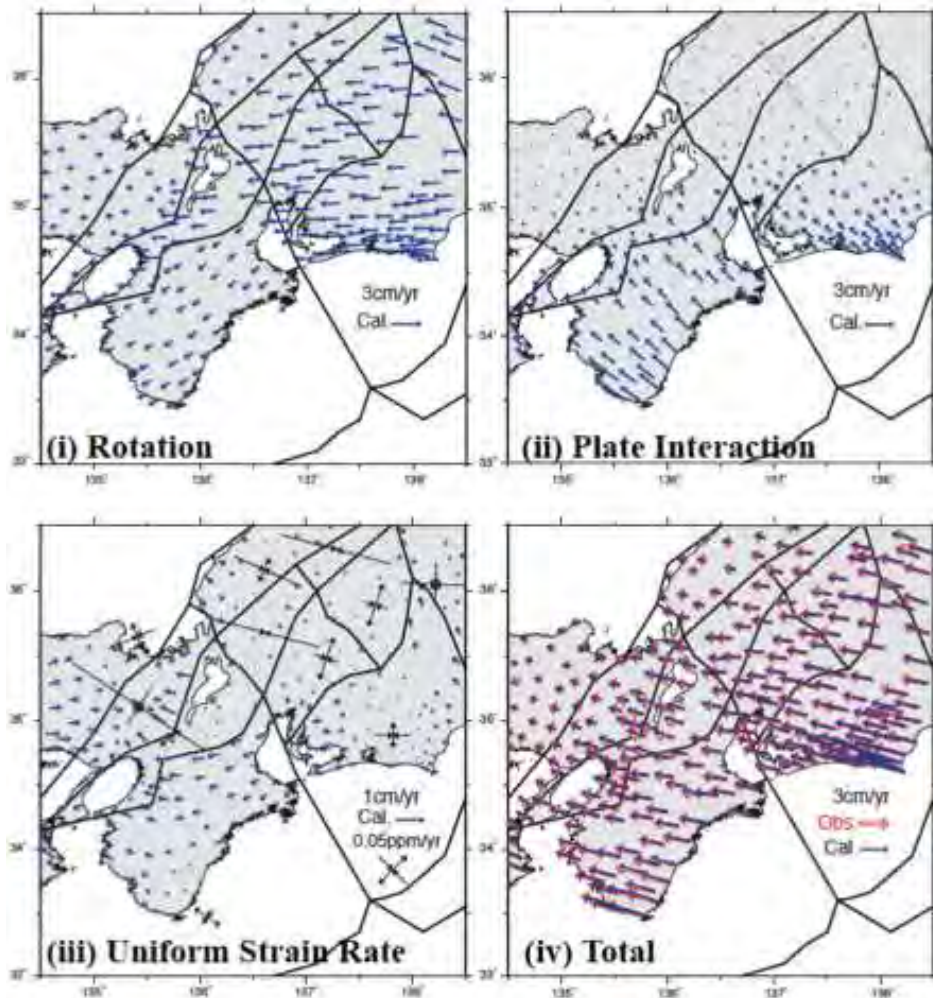


図7 逆解析により推定された GPS 速度ベクトルの (a)ブロック回転成分、(b)ブロック間相互作用成分、(c)ブロック内ひずみ成分。(d)は観測データと計算値の比較。

同様な解析は日本海溝沿いや南関東についても行われ、日本列島周辺のプレート境界面における固着状況が図6のように推定された (Hashimoto et al., 2009)。この結果は、2011年東北地方太平洋沖地震を含む最近100年ほどの間に発生した大地震との対応が良く、GPSデータの解析が、将来発生する大地震の震源域推定に対して大変有効な方法であることが示された。

GPS データは、プレート境界の固着分布に加え、内陸で生じている変形も反映する。こうした現象を総合的に扱うため、ブロック断層モデルを用いて東海・東南海地震震源域の周辺に位置する中部・近畿地方の GPS データを解析し、プレート境界面の固着すべり分布を推定した。解析は2000～2005年に発生した東海スロースリップの発生前、発生中、発生後と3つの期間に区分して行い、それぞれの時期について求めた平均的な地殻変動速度(水平・上下)をデータとした。この地域の地殻変動は、プレート境界からの影響だけでなく、内陸の短縮変形の影響が顕著に見られるという特徴がある。そのため、陸側プレートを複数のブロックに分割し、それぞれの定常的な運動とブロック間の断層のすべり欠損及び各ブロックにおいて一様なひずみを同時に推定した。解析にはブロック断層モデルの解析ソフトウェアである DEFNODE (McCaffrey, 2002) を使用した。地表変位の断層すべりに対する応答は半無限弾性体のものが使われている。内陸のブロック分割は客観的に最適な分割

モデルの選定が問題となるが、ここでは AIC（赤池情報量基準）を用いて最適な分割モデルを推定した。解析結果は図 7～9 に示す通りである。図 7 は、観測された GPS 速度ベクトルデータを、ブロックの剛体回転、ブロック間相互作用、ブロック内の一様ひずみの重ね合わせとして表現される様子を示したものである。図 8 は、スロースリップの発生前、発生中、発生後の各期間について、プレート境界面上のすべり・固着分布を推定した結果である。スロースリップ期間中には浜名湖よりやや北側のプレート境界を中心としてプレートの沈み込みに対するリバウンドが起きていることが分かる。図 9 は、東海地域（浜名湖付近）と紀伊半島において、プレート境界面上のすべり欠損のプレート沈み込み方向（北西方向）の変化を示す。この図より紀伊半島側では固着がより深いところまで及ぶこと、東海地域ではスロースリップの影響が深さ 30km 付近を中心に深さ 20-35km の範囲で見えること、さらにスロースリップ発生後、深さ 30km 付近の固着が十分に回復していないように見えることなどが分かる。

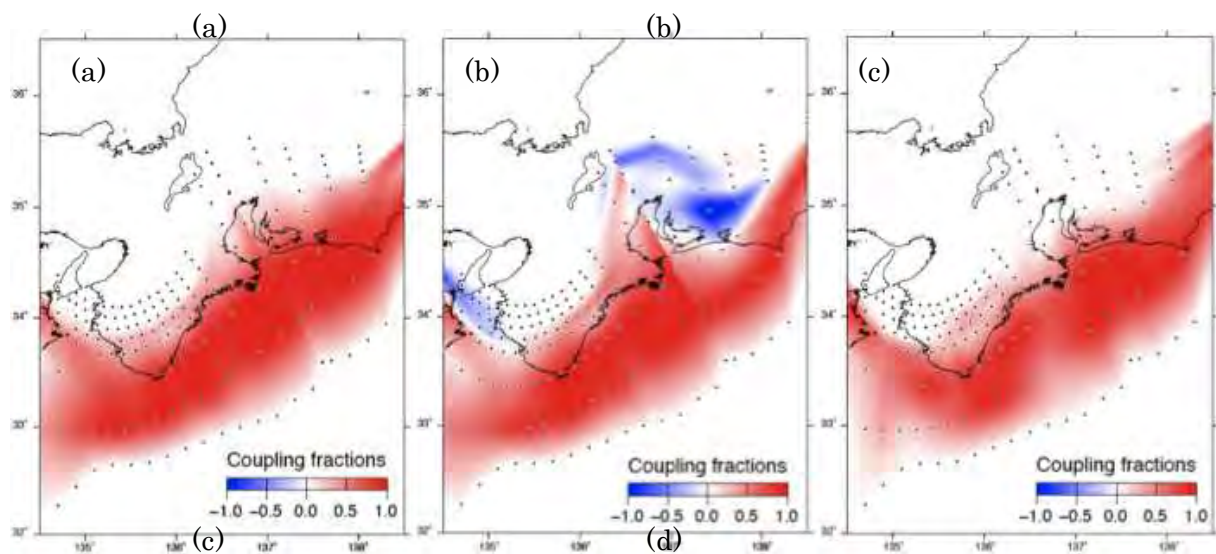


図 8 東海・東南海地域におけるプレート境界面でのすべり欠損分布。(a)スロースリップ発生前（1996～2000）。(b)スロースリップ発生中（2001-2004）。(c)スロースリップ発生後（2006-2008）。

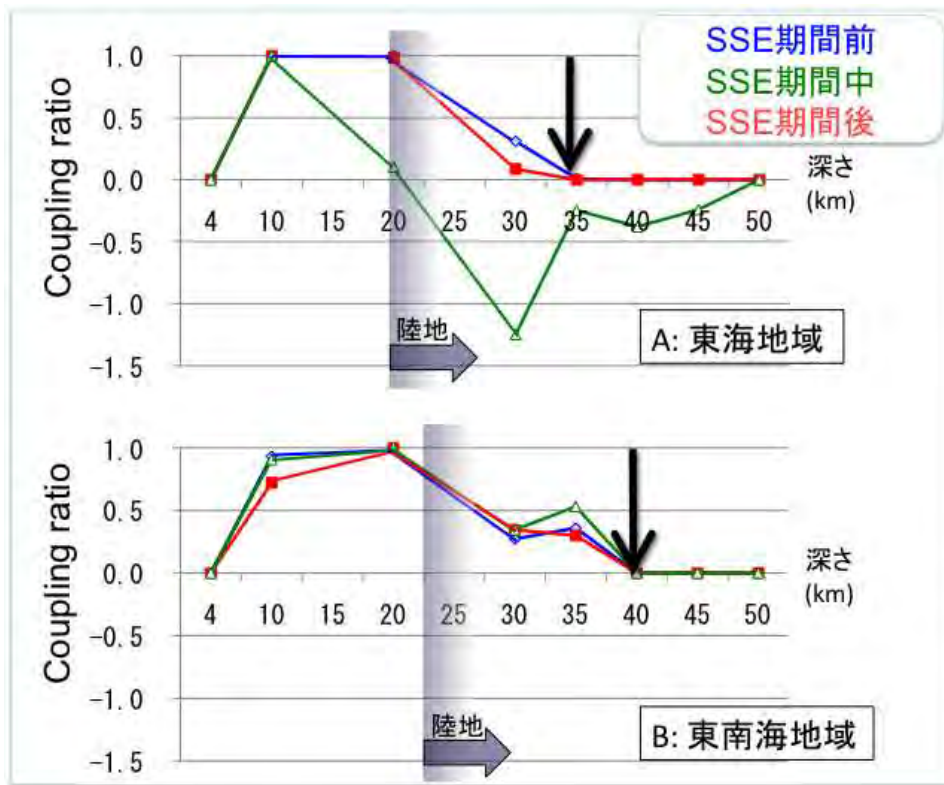


図9 すべり欠損の深さ方向の変化

豊後水道ではこれまで1997年、2003年、2010年と3度のスロースリップが6～7年の間隔で発生し、スロースリップ発生時のすべり分布は良く調べられてきたが、スロースリップ間のすべり欠損に関する解析は行われていなかった。そこで、13年におよぶGPS連続観測データからスロースリップの影響も含んだ長期の平均的な地殻変動速度及びスロースリップ間の地殻変動速度を推定し、それぞれを用いてすべり欠損分布を推定した。その結果、長期の平均的なすべり欠損では、スロースリップ領域にすべり欠損は見られず、スロースリップ間のすべり欠損は、スロースリップ領域にもすべり欠損が見られることが明らかとなった(図10)。このことから、豊後水道のスロースリップ領域では、6～7年の間隔で応力蓄積・解放が繰り返されており、このサイクルを超えた長期的な応力蓄積等はないものと考えられる。

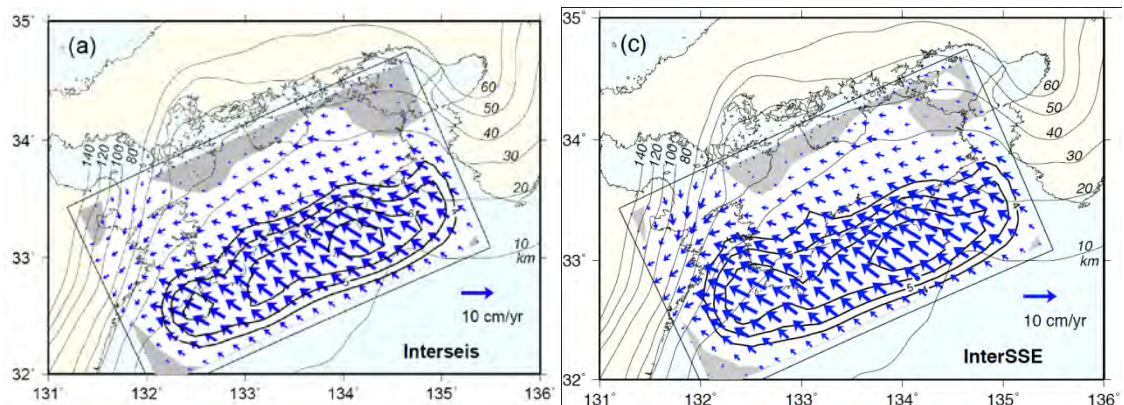


図10 四国・豊後水道地域における長期の平均的なすべり欠損分布(左)とスロースリップ間のすべり欠損分布(右)。



また、四国地域は大地震の地震時すべり、地震後の余効すべり、スロースリップが同一地域ですべて観測されている興味深い場所である。そこで、これまでに収集した水準測量データや潮位データに基づいて1946年南海地震時の地震時すべり、その後の余効すべり、GPSデータに基づいて豊後水道スロースリップのすべり分布を推定し、その空間分布の関係を調べた。これらの結果は、同一の解析手法及び同一のプレート境界形状を用いて行ったものであり、相互比較が可能である。解析の結果、1946年南海地震直後の余効すべりは四国西部のプレート境界深さ20-30kmの範囲に集中し、スロースリップ領域とは棲み分けられているように見える(図11)。この結果については以下の2通りの解釈が可能である。一つの解釈は、余効すべり域とスロースリップ領域が、同一の深さ範囲に位置するにも関わらず、異なる摩擦特性を有しているというものである。第二の解釈として、既に示したように、豊後水道のスロースリップ領域では6~7年の繰り返し間隔でひずみエネルギーの蓄積・解放が生じており、1946年南海地震時には解放すべきエネルギーが無く、その結果、地震時・地震後ともすべりを生じる必要が無かった、というものである。ひずみエネルギーの収支という点だけで言えば、第二の解釈で十分であるが、ただそれでは豊後水道でスロースリップが生じることが説明できない。そのため、特殊な摩擦特性の結果として短い繰り返し間隔でスロースリップが生じ、その結果、ひずみエネルギーの長期的な蓄積ができない、という両者を併せた解釈が適切ではないかと考えられる。この地域を対象とする地震サイクルシミュレーション等を行う際には、このような知見を組み入れる必要がある。

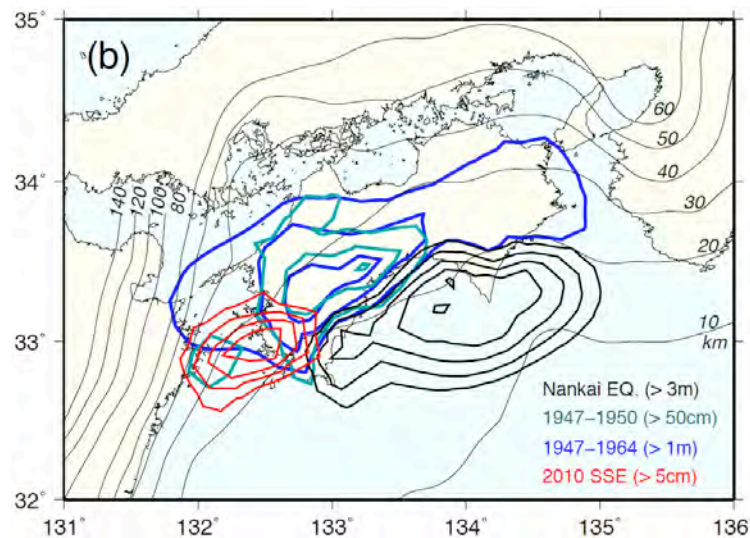


図11 四国地域における地震時すべり、余効すべり、スロースリップの空間分布。

### 3) すべり遅れ分布とアスペリティの関係に関する定量的評価

GPSや水準測量データを用いることにより、非地震時の地殻変動からプレート境界のすべり遅れ分布を推定することができる。このすべり遅れは、プレート境界の固着や大地震の震源域となるアスペリティと深く関連すると考えられるが、これまで、これらの関係を定量的に評価した研究は殆ど行われてこなかった。そこで、数値シミュレーションと測地データ逆解析を組み合わせることにより、プレート境界面上で仮定されたアスペリティ分布と、測地データから推定されるすべり遅れ分布の関係について定量的な検証を実施した。

検証の手順として、沈み込みプレート境界に円形で表現されるアスペリティをランダムに配置する。このアスペリティではプレート境界が強く固着する一方その周囲では摩擦がほぼゼロと仮定し、プレート沈み込みに伴うプレート境界面上でのすべりの分布を計算す

る。さらに、このすべり分布から地表変位が計算される。この地表変位に観測誤差を加えたものを逆解析し、プレート境界上のすべり遅れ分布を推定し、当初想定したアスペリティ分布と定量的な比較を行った(図 12)。震源域に対するアスペリティの面積比を 0.1~1.0 の範囲において 0.1 刻みで変化させ、それぞれのケースについて 100 回の試行を行ったところ、図 13 の解析結果を得た。当初仮定したアスペリティの面積に対して、推定されるすべり欠損の分布は 10% から最大で 3 倍程度過大評価となることが分かった。特にアスペリティの面積比が小さい場合に過大評価の程度が著しくなる。このことは、逆に、測地データからすべり遅れの存在が推定できない場合、プレート境界にはアスペリティが存在しない可能性が高いことを強く示唆するものである。

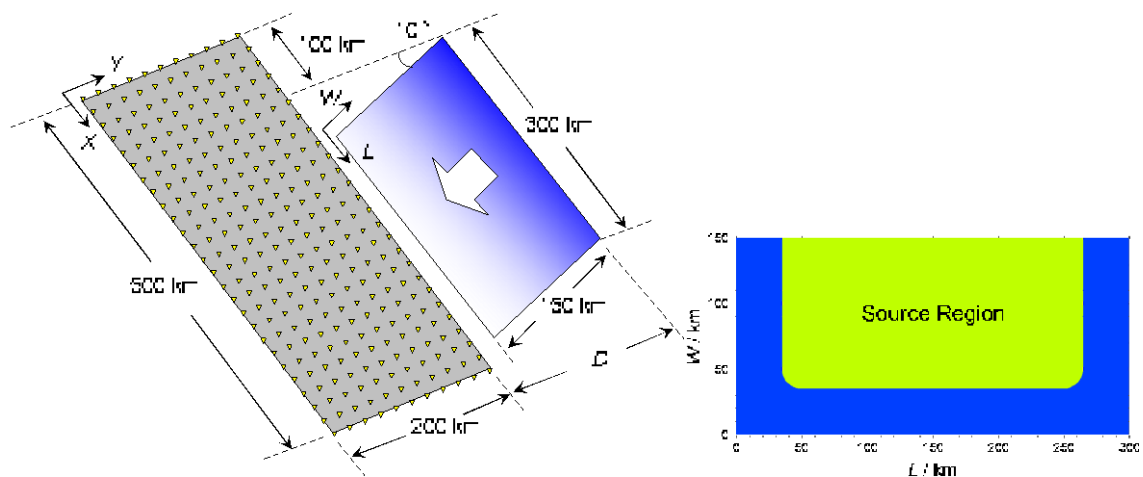


図 12(a)プレート境界と観測網の位置関係。(b)プレート境界に仮定した円形アスペリティ。

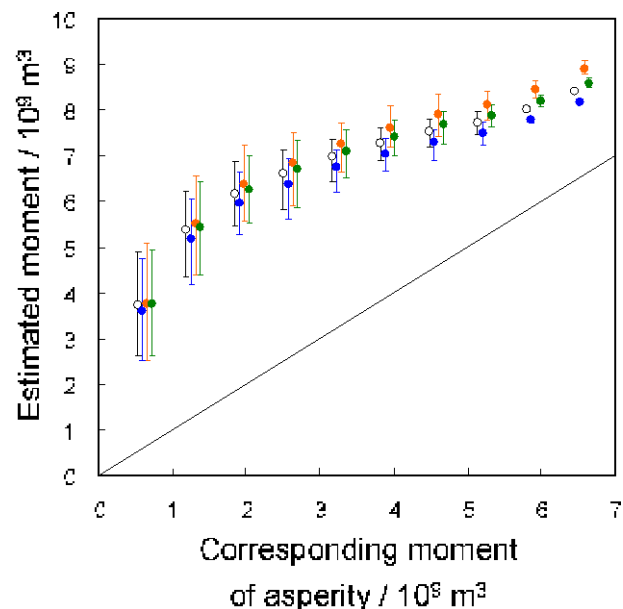


図 13 アスペリティの換算モーメントと推定されたすべり遅れの換算モーメントの関係。

この方法を日本海溝沿いと南海トラフ沿いの 2 地域について適用したところ、東北地方の 2011 年以前のデータからは固着域の面積比がおよそ 30~60%と推定されるのに対し、南海トラフでは 60~100%と、固着の度合いがより高いと推定された (Hirai and Sagiya, 2013) (図 14)。



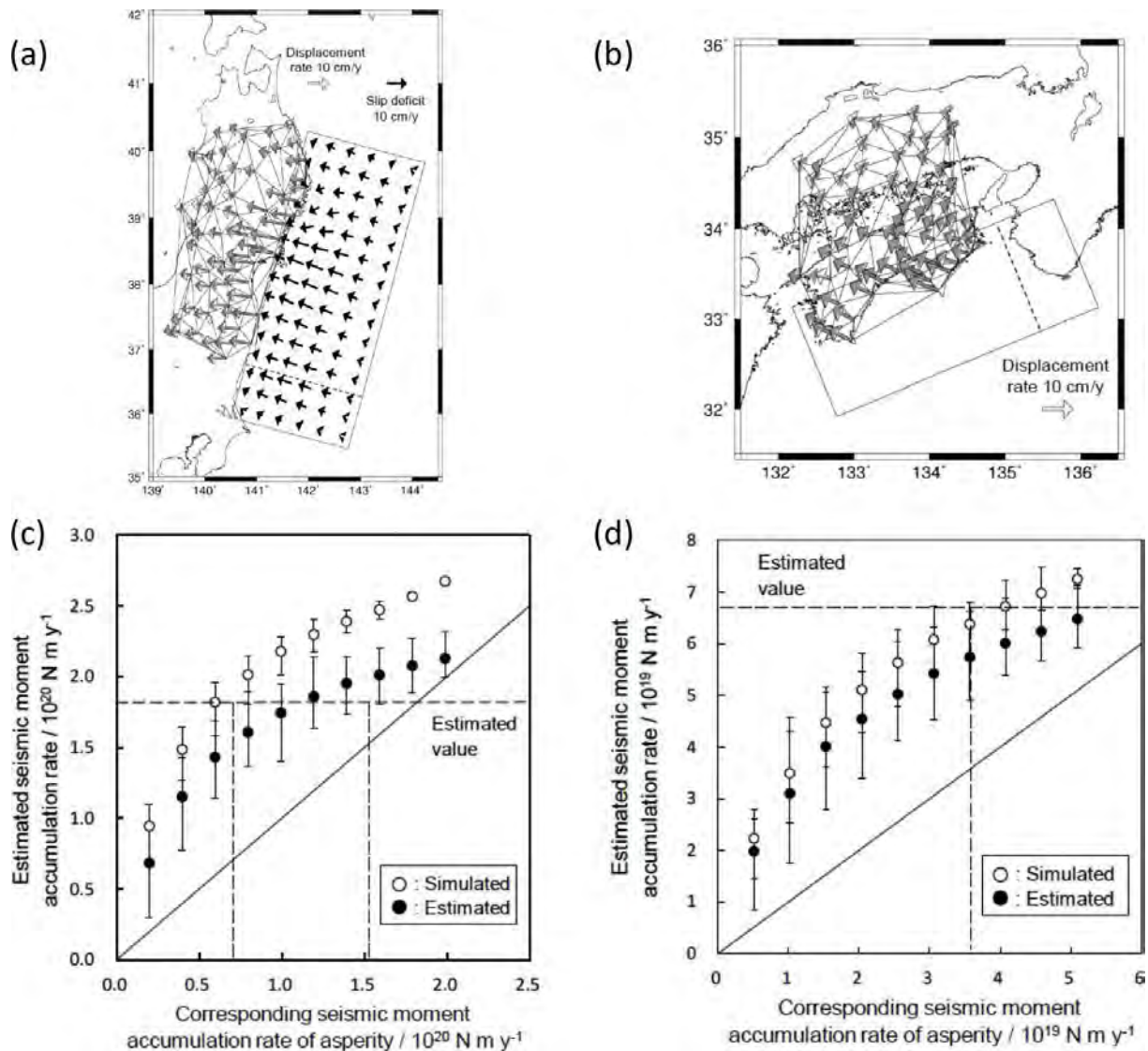


図 14 (a)東北地方の GPS データとプレート境界のすべり遅れ分布 (1996-2000)。(b)南海トラフ沿いの GPS データ。(c) 東北地方におけるシミュレーション結果とデータに基づく推定結果。(d)南海トラフ沿いのシミュレーション結果とデータに基づく推定結果。

#### 4) 測地データに基づくプレート境界のすべり分布手法の改良

プレート境界のすべり手法の改良を行い、2011年3月に発生した東北地方太平洋沖地震に適用した。主な改良点は以下の2点である。一つは、プレート境界の断層すべりに対する地殻の変形応答について、3次元不均質構造を用いた点である。有限要素法を用いて東北地方の3次元不均質構造をモデル化し、弾性変位応答のグリーン関数を用いて逆解析に使用した。単純な半無限弾性体を仮定した場合と比べると、変位応答が20%程度変わる場合もあり、求められるすべり分布に対する影響が無視できない。もう一つの改良点は、断層すべりの空間解像度を最適化した点である。この手法では、モンテカルロ法によりサンプリングされた各小断層間の相関係数に基づいて空間解像度を最適化する。小断層間の相関が負の場合には、小断層間の推定値にトレードオフが生じていることを示し、断層を一回り大きく設定することでトレードオフを解消する。これらの操作を繰り返すことで空間解像度を最適化した。

解析対象領域は東北地方を中心とした 1500km×1600km×400km の領域で陸上及び海底の地形を考慮した。2011 年東北沖地震のすべり解析には、モデル化された領域に含まれる GEONET の観測点及び海底 GPS 観測点 (3 カ所) を用いた。なお、有限要素法の解析には GeoFEM を使用し、Split Node 法で与えた断層すべりに対する地表の変位応答関数を求め、逆解析に使用している。逆解析にはマルコフ連鎖モンテカルロ法を使用した。この解析法は逆行列を使用しないため、平滑化パラメータを導入する必要がない。なお、本解析では先験情報として地震の大きさをマグニチュード 9 として解析した。

図 15(d) は均質な異なる大きさの小断層での解析例である。なお、LEVEL 4 ~ 1 の順に解像度が細かくなっているが、LEVEL 1 ~ 3 についての残差はほぼ同じで 99% 程度である。LEVEL 1 の解像度では小断層間に大きな相関が見られるため、トレードオフが生じている。本解析で得られた最適解は図 15(e) に示す通りである。ほかの解析結果と比較するとより陸側に近い場所で大きなすべりが推定された。

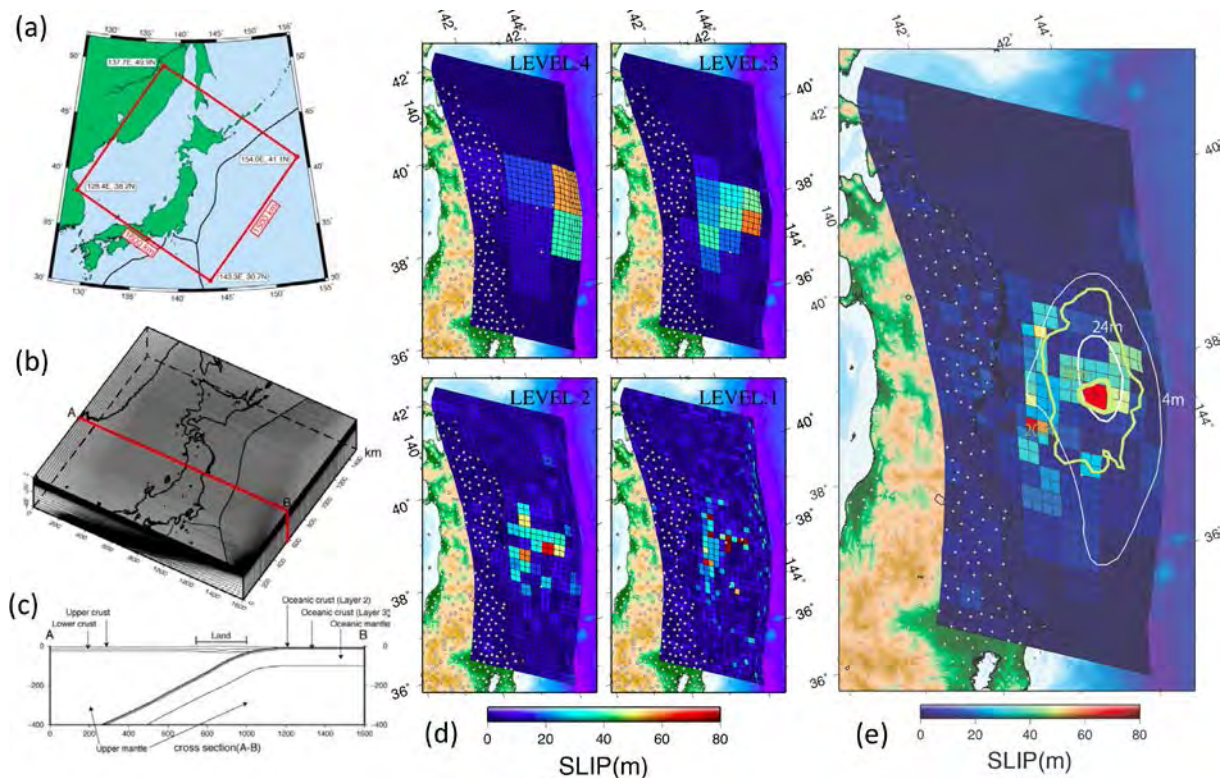


図 15 (a) FEM のモデル領域。(b) モデル領域の FEM メッシュの鳥瞰図。(c) 断面図。(d) 解像度を変化させた場合のすべり分布。(e) 空間解像度の最適化後の断層すべり分布。すべり分布を示すコンターは Ozawa et al. (2011) (白) 及び Simons et al. (2011) (緑)。

#### 4) 水準測量データに基づく地殻変動の時空間変化の推定

水準測量データを用いて、南海トラフの地震サイクルに伴う地殻変動の全体像の整理作業を開始し、平成 21 年度は紀伊半島のデータ整理を中心に実施した。紀伊半島南部では、1944 年東南海地震や 1946 年南海地震に伴って顕著な地殻変動が記録されたことに加え、海岸段丘や生物遺骸群集などの地質・地形データからも長期的な地殻変動が検出されている。宍倉・他 (2008) は、紀伊半島南部においてヤッコカンザシの遺骸群集の年代と高度を測定することにより長期的な隆起運動の分布と速度を推定し、それらが海岸段丘の分布と同じく南東上がりの傾動を示すこと、1944 年及び 1946 年の地震を含む期間の水準測量

からは南上がりの傾動が求められており、長期的な地殻変動と地震時の変動のパターンが異なることを指摘した。しかし、こうした長期的な地殻変動との比較には、地震時の地殻変動だけを抜き出すのではなく、地震サイクル全体を通じた累積変動量を用いる必要がある。水準測量は明治時代以来約 120 年に行われており、南海トラフの地震サイクルをほぼカバーしているが、水準点の移転・再設等の影響で 120 年分の変動を直接比較できない場合が多い。そこで、水準測量と潮位データに基づいて、地殻上下変動の時空間的な分布を基底関数展開して推定し、任意の場所と時間で地殻変動量を求めることができる手法 (Fukahata et al., 1996, 鷲谷, 2000) を適用した。

図 16 は、そうして得られた結果の一部で、1944 年及び 1946 年の地震時の地殻変動分布と地震サイクル 1 回分の累積変動量分布を比較したものである。地震時の地殻変動は、従来の研究の結果と同様に南に傾き上がるような傾向を持つが、地震サイクル 1 回分の累積変動量は、特に海岸線付近において南東上がりの傾向を示しており、地質・地形のデータと整合的である。また、114 年間での累積隆起量の最大値は約 20cm で、隆起速度としては 1.7mm/年程度となる。生物遺骸群集の高度と年代値から測定された隆起速度は 1～2 mm/年程度であり、本研究成果の値と整合的である。以上の結果は、巨大地震の繰り返し発生によって海岸付近では長期的な隆起が生じる可能性を示すものであり、前空 (1992) が室戸岬において指摘した陸域での地震発生による間欠的な隆起は、少なくとも潮岬付近については生じていない可能性がある。

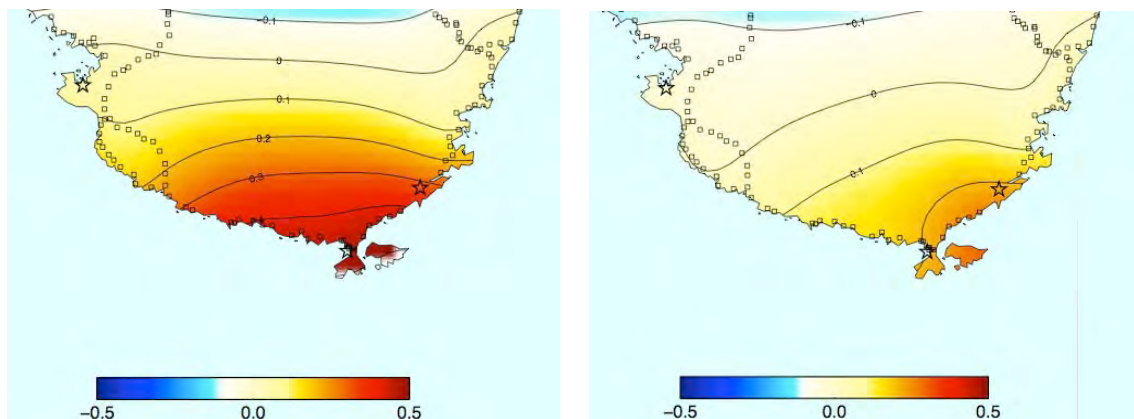


図 16 水準測量データから推定した紀伊半島南部の上下変動分布。(左) 1944 年東南海地震及び 1946 年南海地震に伴う地殻変動。(右) 南海トラフの地震サイクル 1 回分 (114 年間) の累積変動量

##### 5) スロースリップの解析によるプレート境界の摩擦特性推定

本研究では、これまで地殻変動データの同化解析による断層面の摩擦パラメータ推定方法の開発を進めてきた。今年度は、豊後水道で繰り返し発生しているスロースリップ域の摩擦特性について解析を実施した。

Miyazaki et al. (2006) は、東海地方で発生したスロースリップに関して、GPS データから断層すべりの時空間発展の様子を求め、その結果から断層面上の各点におけるすべりと応力変化の関係などを推定した。しかし、東海スロースリップはこれまでに 1 度しか発生していないため、推定結果が場所の特性を表したのか確かめることができなかった。

一方、豊後水道では、1997 年、2003 年、2010 年にスロースリップが 3 度繰り返している。これらのイベントにおける断層すべり時空間分布を同一の手法で解析すれば、推定さ



れた断層すべりと応力変化の関係が場所の摩擦特性を示すものかどうか判断可能となる。

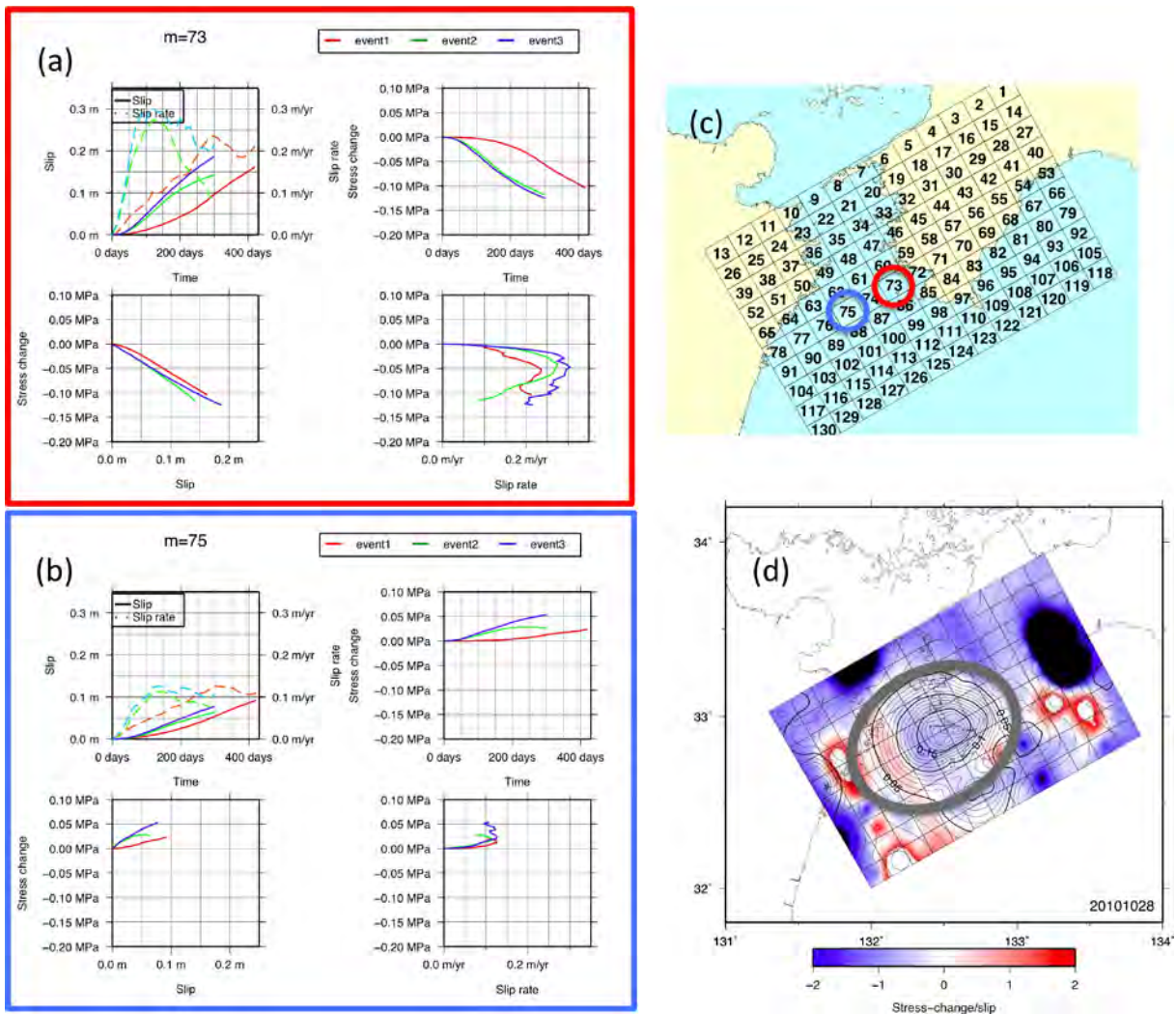


図 17 GPS データから推定した豊後水道スロースリップ域の摩擦特性。(a)すべり域の中央部に近いすべり弱領域における摩擦特性。すべりの時間変化、すべり速度の時間変化、すべり-応力関係、すべり速度-応力関係を3回のイベントから求めた結果を重ねて表示している。(b)すべり域縁辺部のすべり境界域における摩擦特性。(c)解析に使用した断層面と例示したすべり域の場所。(d)すべり-応力間の比例係数の分布。すべりが5cmを越える灰色の楕円内部で信頼できる値が得られている。青で示された中央部のすべり弱領域の回りに赤で示されたすべり強化域が存在している。

1996年以降に3度発生したスロースリップについて、GPS連続観測データを同一の方法で推定し、それぞれにすべり-応力関係を推定した。図17に示すように、3度のイベントですべりの時空間変化は必ずしも同一ではないが、断層面上の同一地点におけるすべり-応力関係は毎回殆ど一緒であり、この解析結果がロバストであること、それゆえこうした解析により断層面の摩擦特性を推定できることが示された。また、スロースリップ域の中心部は弱いすべり弱領域の特性を持ち、イベント中に約0.1MPa程度の応力低下が見られる一方、その周囲にすべり強化域が存在することから、こうした不均質な摩擦特性分布によってスロースリップ領域が規定されていることが示唆される。

## 6) データ同化手法の開発

予測シミュレーションによって将来の地殻活動予測を行うためには、観測データから得られる地球内部の力学状態の知見をシミュレーションに取り込むことが必要である。そのための手法を「データ同化」と呼んでおり、我々は地殻変動や地震活動データをシミュレーションに取り込めるようにするための技術開発やデータ構築を進めている。

データ同化の役割には大きく分けて2つある。一つはシミュレーションの現実からの乖離を避けるため、観測データに基づいて推定した応力・ひずみ・断層すべり等の物理パラメータを用いて逐次的にシミュレーションを修正・拘束することであり、もう一つはある程度まとまった観測データを与えて、シミュレーションの初期条件や摩擦パラメータを推定するもので、本研究では後者の手法開発を行った。

摩擦パラメータの推定は非線形性の強い問題である。最適解を推定するためには、無数の組み合わせを持つパラメータについて探索を行う必要があるが、それは計算能力の観点から効率的とは言えない。そこで注目されているのが、アジョイント法と呼ばれる解析手法である。アジョイント法は、時空間的に分布している観測データとモデル計算結果を比較した残差に対してアジョイント演算子を作用させて時間方向に逆伝播させ、モデルに含まれる物理パラメータの初期値や摩擦パラメータに対する修正量を求める手法であり、モンテカルロ的な手法に対して計算量が少なくすることが可能である。スロースリップの地震サイクルを模した単純なシミュレーションを対象としてアジョイント法を適用し、パラメータの最適化に関する検討を実施した。対象としたモデルは1セルの単純なもので、スロースリップが発生する条件でシミュレーションを行い、得られたすべり速度にノイズを加えた人工データを用いて摩擦パラメータ推定を行った。同化解析に用いるデータ範囲を変えると、最初のスロースリップイベントですべり速度が最大となる付近までのデータを使用することで、その後のすべり履歴が正しく予測されることが分かり、また、相当程度データを間引いて同化解析を行ってもすべり履歴の予測にはあまり大きく影響しないことが分かった(図 18)。これらは、同化解析に使用するデータが現象の特徴を正しく表していれば、データ量を減らしても良いことを表しており、現象の変化が緩やかで、新たな観測データを得たことによる情報利得が必ずしも大きくない固体地球現象の特徴が現れたものと考えられる。

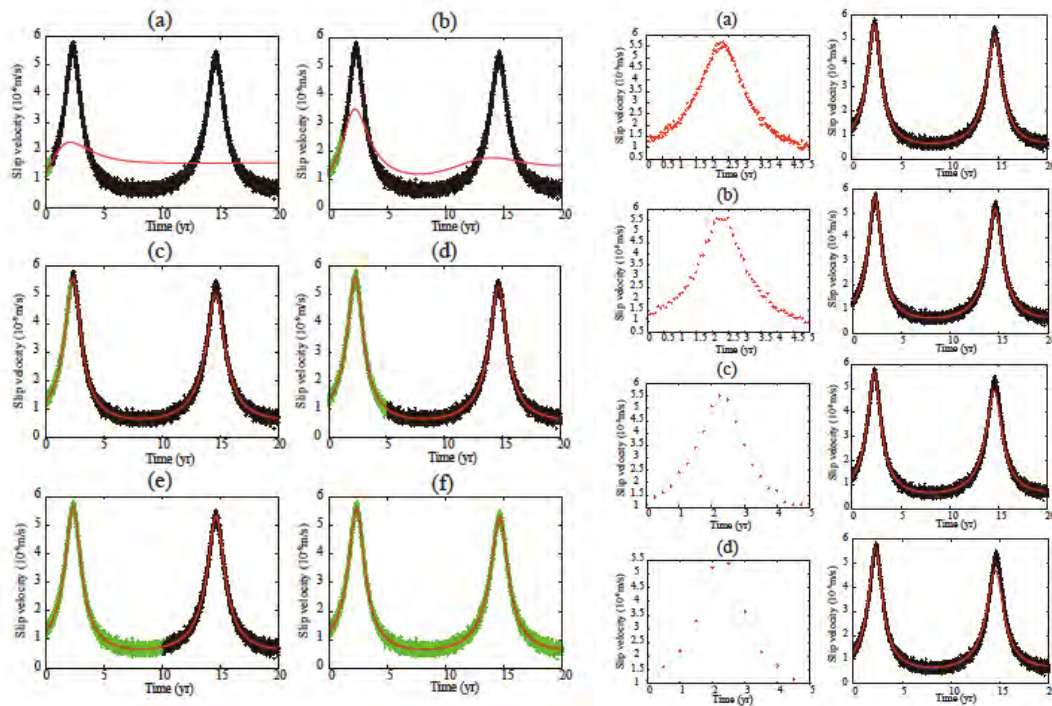


図 18 アジョイント法により推定された摩擦パラメータを用いたシミュレーションと解析に用いた模擬データの比較。左は同化解析に用いるデータ量（緑で示すデータ）を変化させた場合、右は解析に使用するデータのサンプリングを変えた場合の結果である。

一方、現実の観測データを用いてデータ同化を行う際には、非常に限られた期間の観測データしか利用できない場合も多く、そのような条件下で推定した結果がどのようなバイアスを持つ可能性があるかを、グリッドサーチを用いた網羅的探索により把握しておく必要がある。そのような観点から、観測期間の大部分を占める非イベント時（地震間）のデータを用いてどの程度モデルパラメータの情報を引き出せるか調べた。

以下では、地震発生サイクルを表現する物理モデルとして、無限弾性媒質中に存在する平面断層モデルを用いた。断層は1辺25.6kmの正方形で、内部は1辺100mの正方形の小断層に分割されている。中央に半径6kmの円形の領域を設定し、真のモデルにおいて、定常すべりの速度依存性を規定する摩擦パラメータを円の内部は  $A-B < 0$ 、外部は  $A-B > 0$  とする。定常状態間の遷移に必要な特徴的すべり量  $L$  は円の内外においてそれぞれ一様の値とする。この条件下で10cm/yrのローディングを与え断層上のすべりの時間発展を計算すると、円の内部で地震、外部で余効すべりが発生する（周期：約11年）。断層面から4km離れた平面上に分布させた観測点の変位履歴にノイズを加えて観測データを合成し（データ期間5.5年、データ間隔：0.1年）摩擦パラメータのデータ同化実験を行った。様々な摩擦パラメータの組み合わせについて、計算結果の全期間分の観測データとの適合度（尤度）を計算し、尤度が最大になる期間の値を採用する。そして、

1. 観測点間隔が2 km、4 km
  2. 観測データのノイズが  $\sigma = 2$  cm、4 cm
  3. データ期間が地震サイクルの後半、最後の1/4
- の各ケースについて尤度分布を比較した。



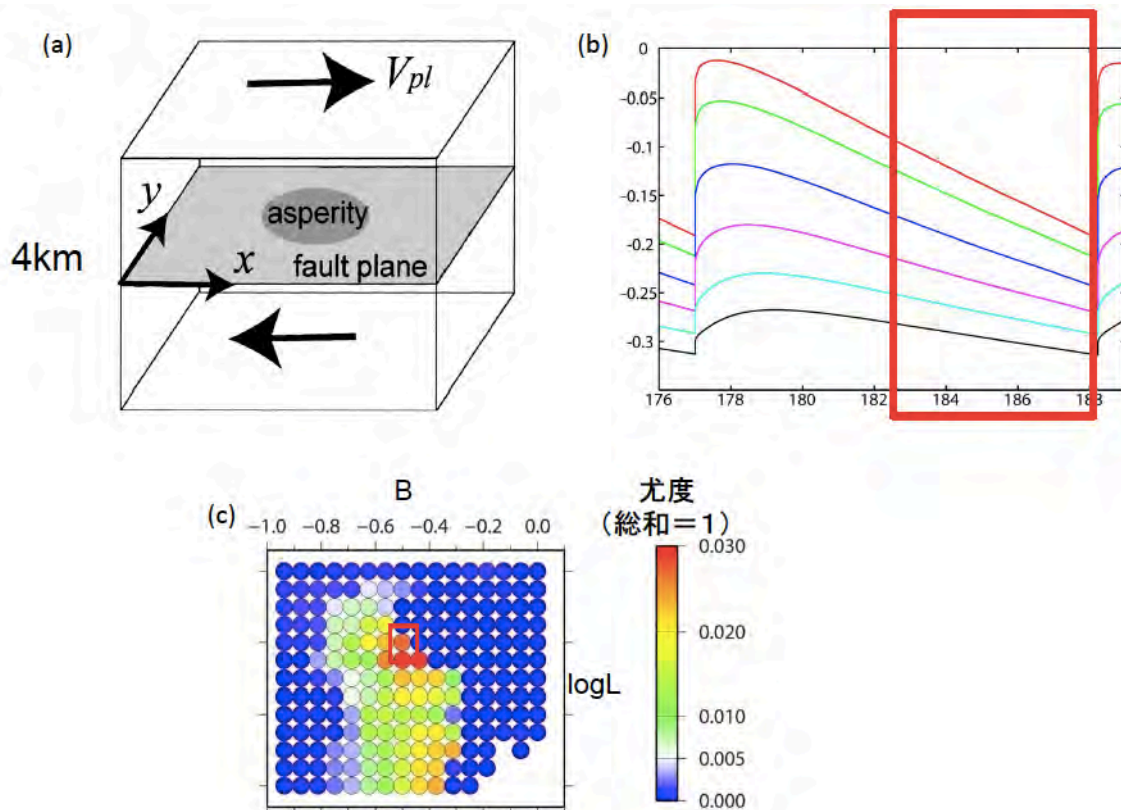


図 19 (a)データ同化実験を行ったモデルの概要。(b)シミュレーションにより得られた人工的な観測データ。赤い四角で囲った範囲を解析に使用した。(c) 2つの摩擦パラメータ(BとL)に対する尤度の分布。赤い四角で囲った範囲が真の値であり、正しく推定できていることが分かる。

その結果、地震間のデータのみでも真の値の辺りで最も尤度が高くなり、摩擦パラメータをある程度推定可能であることがわかった。ただし、LについてはA-Bと比較して解像度が悪い。これらの結果は以下の通り説明できる。断層の固着状態は主にA-Bに依存し、その固着状態に伴い観測点の変位履歴も変わる。この変位履歴の計算値とデータとの傾きの差によって残差が大きくなるため尤度の違いが生じ、解を推定できる。また、観測点数よりも観測誤差の大きさやデータ期間が推定結果に大きな影響を与えることが分かった(図19)。

大地震発生後の余効変動は摩擦パラメータに関する情報を多く持つと考えられ、余効変動データに基づく摩擦パラメータ推定の試みが行われている(Johnson et al., 2006, Fukuda et al., 2009)。しかし、従来のモデルは余効変動の空間的な広がりを見逃し、時間変化の情報だけを用いていた。そこで、すべりの伝播を表現できる2次元平面断層モデルを用いて、余効すべりを再現するような断層面上の摩擦パラメータ推定実験を行った。その際、観測点の分布や観測期間の違いによって推定結果(摩擦パラメータの尤度分布)がどのように変化するか調べた。なお、この地震サイクルの周期は11年、データ期間は地震発生翌日から最大2年とした。そして、観測点を全て、片側半分、端の1/4を使用した場合の尤度分布を比較した(図20)。

# データ期間に伴う尤度分布の変化

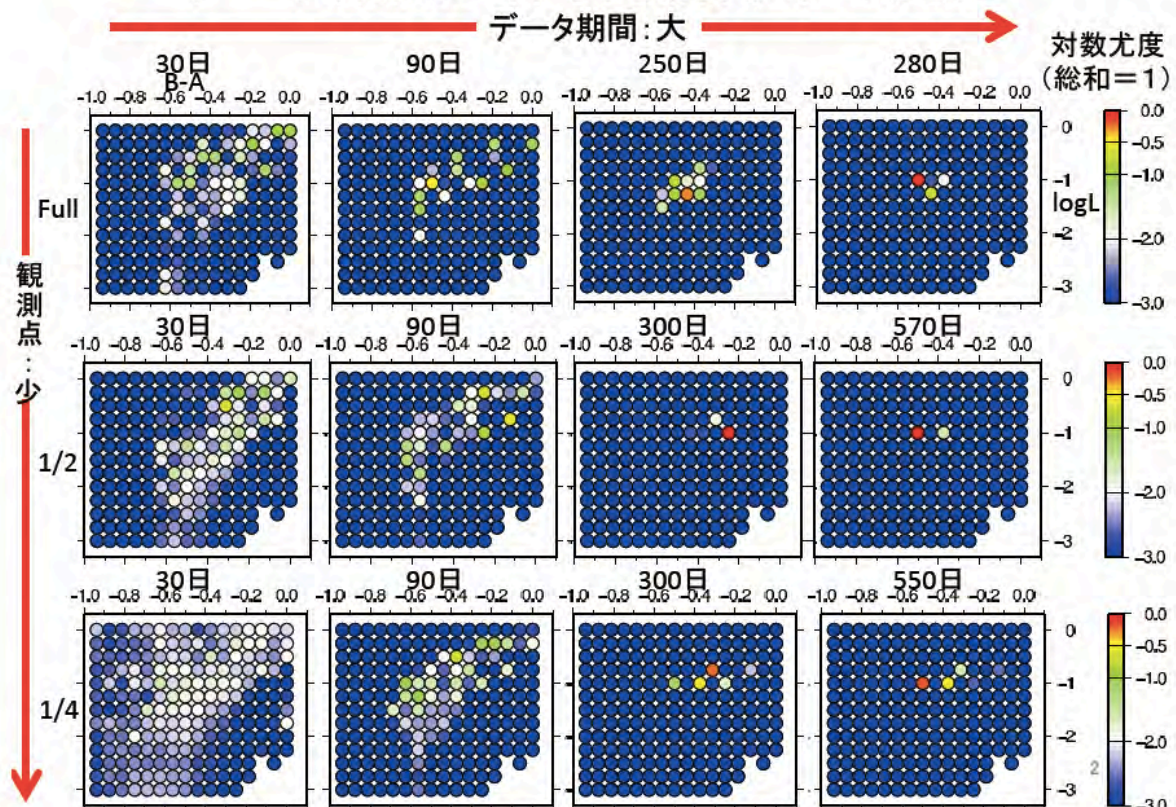


図 20 余効変動データの解析による摩擦パラメータの推定結果。データ期間や観測点数を変えた場合の推定結果を示す。

尤度分布は、観測点分布にほぼ関係なく、データ期間の増加に伴い収束していった。地震後約 1 か月で推定範囲の傾向が見え、3 か月でさらに範囲が絞られる。断層面上の変位及びそれに伴う観測点変位の履歴を確認したところ、アスペリティ外で生じる余効すべりの伝播に伴う、直上の観測点変位の変化が尤度推定に寄与しているとわかった。なお、パラメータ推定に使用した観測点分布の違いが尤度推定にほとんど影響がなかったのは、余効すべりの伝播に伴う観測点変位の変化が大きくなる、アスペリティ外直上の観測点が多数含まれているためと考えられる。

## 7) 地震活動データベースの整備

地震活動の長期変化から広域応力場の時間変化を検出するために、1994 年 1 月 1 日から 2007 年 12 月 31 日までの間に関東地方及び東海・東南海地域で発生した M3.3 以上の地震約 4,000 個の震源及び M を再決定した。再決定には、東京大学地震研究所が関東甲信越に展開している微小地震観測点、名古屋大学と東北大学が展開している観測点、及び気象庁の東海沖と房総沖の海底地震計など、合計 23 か所を使用した。記録された 1787 個のイベント波形ファイルの P 波・S 波到着時と最大振幅を、全て手動により注意深く再検出し、それらのデータを使用して震源と M を再決定した。選定した 23 か所の観測点は期間中に観測条件が変化していないこと、再検測は検測経験豊富な一人の作業員が行ったことなどから、作成された地震カタログは時間的・空間的に極めて均質であると考えられる。

その結果、



1. 東海地方で発生した深さ 20km 以浅の地震 70 個の積算度数分布を見ると、2000 年 7 月以降発生レートが増加し、その後徐々に低下、2005 年頃に元のレートに戻った (図 21)。この変化は東海スロースリップと同期しているように見える。
2. 2005 年 8 月から 2007 年 12 月にかけての約 2 年半、茨城県南部から東京湾にかけての深さ 30~60km では顕著な地震活動の活発化が観測された。さらに、同時期において銚子沖の深さ 20~50km では顕著な静穏化が観測された。これらの地震活動度変化を起こした領域は、2008 年 5 月 8 日に茨城県沖で発生した地震 (M7.0 と M6.4) の深部延長部に位置している。太平洋プレート上面のゆっくり滑りが発生し、周囲の応力場 (Coulomb Failure Stress, CFS) が変化し、地震の活発化と静穏化を同時に引き起こしたと考えられる (図 22)。GPS 観測網 (GEONET) のデータにも長期的 SSE の発生を支持する水平変動が見られた。

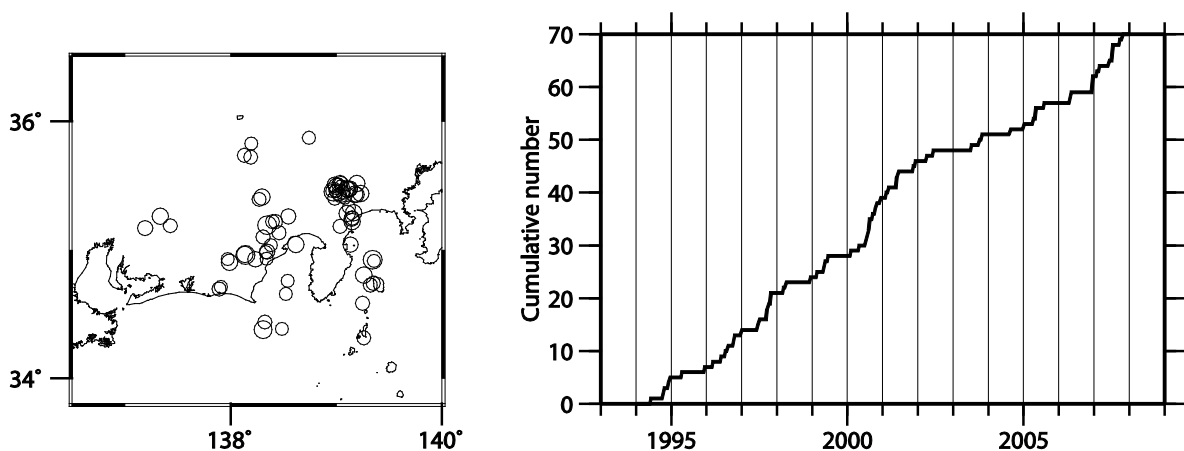


図 21. 東海地域の地震活動の長期変化。左が震央分布、右がその積算度数。

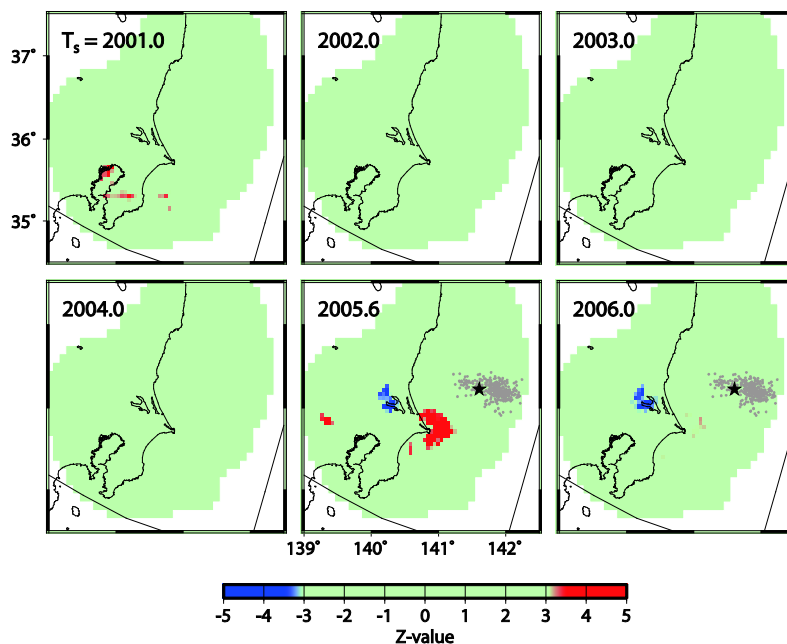


図 22 ZMAP。赤色は地震活動の静穏化、青色は活発化を示す。2005 年 8 月 (2005.6) では、霞ヶ浦付近で活発化、銚子付近で静穏化が見られる。★は 2008 年茨城沖の地震の震央、灰

点はその余震を示す。

#### 8) 地震メカニズムトモグラフィによる流体圧分布の推定

地震発生は地球内部の応力場を反映するが、その際、地殻内の間隙を満たす流体によって断層面の実効法線応力が低下し、有効摩擦係数が小さくなって破壊を起こし易くなることが知られている。従って、地下の流体圧分布を推定することは大変重要な課題であるが、これまで孔井を用いた直接的な測定以外に流体圧を推定する方法が無かった。そこで、地震のメカニズム解から地殻内の3次元流体圧分布を直接推定する地震メカニズムトモグラフィ法 (Focal mechanism tomography, FMT) を開発し、2009年イタリア・ラクイラ地震の震源域周辺の震源メカニズム解に適用して詳細な流体圧分布を推定した (図 23, Terakawa et al., 2010)。この手法では、地震すべりが標準的な摩擦係数によるクーロンの破壊規準に支配されるという古典的な物理法則に基づき、応力場に対する断層面の向きを調べることにより、その地震を駆動した間隙流体圧を推定する。そして、個々の地震データから離散的に得られた間隙流体圧の値に対し、ABICを用いたインバージョン解析を適用することにより、3次元の流体圧分布を推定誤差と共に推定する。この解析により、ラクイラ地震震源域では、深さ7~10km付近に静水圧状態を20-40MPa近く上回る高压流体が存在することが分かり、得られた流体圧分布の形や地震活動の時間発展から、これらの地震活動が、高压流体域からの流体拡散に伴う既存断層面の強度の低下により駆動されたものと推定された。この手法は広域的な観測から地震破壊に影響を及ぼす流体圧の分布を推定する新たな可能性を示すものであり、別途推定される地殻の応力分布と組み合わせれば、地震の破壊基準の判定を行えるようになるかも知れない。データ同化の観点から非常に重要な新手法であると言える。

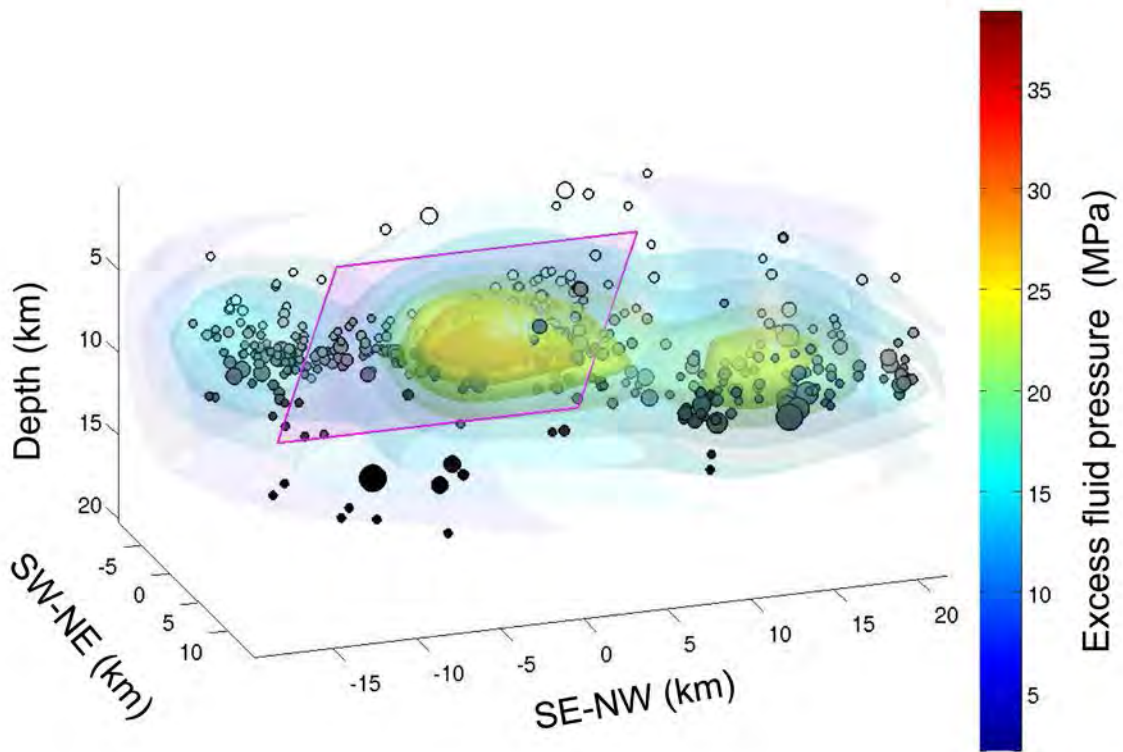


図 23 FMT 法で求めたラクイラ地震震源域付近の流体圧分布と震源分布。

(d) 結論ならびに今後の課題

本研究により、南海トラフ周辺を中心とする日本列島各地の、過去約 120 年間にわたる地殻変動の様子が整理された。こうしたデータは、今後、南海トラフの大地震に関する調査研究を進めていく上で基礎となる重要なデータである。日本列島で GPS 連続観測が開始されてから間もなく 20 年になろうとしており、この観測によって得られたデータは世界的に見ても貴重な情報の宝庫である。しかしながら、20 年という時間は、大地震の発生間隔に比べると依然として短く、GPS 以前の測量手法によるデータにも頼らざるを得ない。一方で、三角測量や水準測量のデータは、本研究でも指摘されたように精度上様々な問題を抱えており、その取り扱いに十分に注意していく必要がある。こうした情報が正しく使いやすい形で提供できるよう、データベースの整備をさらに進めていくことが必要であり、それが今後の課題となる。

(e) 引用文献

- 1) Ando, M., Source mechanism and tectonic significance of historical earthquakes along the Nankai trough, Japan, *Tectonophys.* 27:119-140, 1975.
- 2) 藤井陽一郎・杉田要・中根勝見, 東北日本の地殻歪(Ⅱ)-計算結果-, 測地学会誌, 32, 43-55, 1985.
- 3) Fukahata, Y., C. Honsyo and M. Matsu'ura, Crustal movements on Shikoku, southwestern Japan, inferred from inversion analysis of leveling data using ABIC, *Tectonophys.*, 257, 239-252, 1996.
- 4) Fukuda, J., K. M. Johnson, K. M. Larson, and S. Miyazaki, Fault friction parameters inferred from the early stages of afterslip following the 2003 Tokachi-oki earthquake, *J. Geophys. Res.*, 114, B04412, doi:10.1029/2008JB006166, 2009.
- 5) Hashimoto, C., A. Noda, T. Sagiya, and M. Matsu'ura, Interplate seismogenic zones along the Kuril-Japan trench inferred from GPS data inversion, *Nature Geoscience*, 2, 141-144, 2009.
- 6) 橋本学, 測地測量により求めた日本列島の地震間の平均的な地殻水平歪速度(Ⅰ): 本州・四国・九州, 地震, 43, 13-26, 1990.
- 7) Heki, K. and S. Miyazaki, Plate convergence and long-term crustal deformation in central Japan, *Geophys. Res. Lett.*, 28, 2313-2316, 2001.
- 8) Hirai, T., and T. Sagiya, Biased geodetic inference on asperity distribution on a subducted plate interface: a quantitative study, *Earth Planets Space*, in press.
- 9) 石川典彦・橋本学, 測地測量により求めた日本列島の地震間の平均的な地殻水平歪速度(Ⅱ), 地震, 52, 299-315, 1999.
- 10) Johnson, K. M., R. Burgmann, and K. M. Larson, Frictional properties on the San Andreas fault near Parkfield, California, inferred from models of afterslip following the 2004 earthquake, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 96, S321-S338, 2006.
- 11) 前杵英明, 西南日本外帯部の完新世地殻変動, 第四紀研究, 31, 285-296, 1992.
- 12) 松岡裕美・岡村眞・岡本直也・中野大智・千田昇・島崎邦彦, 津波堆積物に記録された南海地震の繰り返し間隔, 日本地球惑星科学連合2006年大会, S141-P037, 2006.
- 13) McCaffrey, R., Crustal block rotations and plate coupling, *Plate Boundary Zones* (ed. by S. Stein and J. Freymueller), *Geodynamics Series* 30, 101-122, Am. Geophys. Union, 2002.
- 14) Miura, S., T. Sato, A. Hasegawa, Y. Suwa, K. Tachibana, and S. Yui, Strain concentration zone along the volcanic front derived by GPS observations in NE Japan arc, *Earth Planets Space*, 56, 1347-1355, 2004.
- 15) Miyazaki, S. and K. Heki, Crustal velocity field of southwest Japan: Subduction and arc-arc collision, *J. Geophys. Res.*, 106, 4305-4326, 2001.
- 16) Miyazaki, S., P. Segall, J. J. McGuire, T. Kato, and Y. Hatanaka, Spatial and temporal evolution of stress and slip rate during the 2000 Tokai slow earthquake, *J. Geophys. Res.*, 111, doi:10.1029/2004JB003426, 2006.
- 17) Nishimura, T., T. Hirasawa, S. Miyazaki, T. Sagiya, T. Tada, S. Miura, and K. Tanaka, Temporal change of interplate coupling in northeastern Japan during 1995-2002 estimated from continuous GPS observations, *Geophys. J. Int.*, 157,

- 901-916, 2004.
- 18) Obara, K., Nonvolcanic deep tremor associated with subduction in southwest Japan, *Science*, 296, 1679-1681, 2002.
  - 19) Ozawa, S., T. Nishimura, H. Suito, T. Kobayashi, M. Tobita, and T. Imakiire, Coseismic and postseismic slip of the 2011 magnitude-9 Tohoku-oki earthquake, *Nature*, 475, 373-377, 2011.
  - 20) Sagiya, T., Interplate coupling in the Tokai district, central Japan, deduced from continuous GPS data, *Geophys. Res. Lett.*, 26, 2315-2318, 1999.
  - 21) 鷺谷 威, 地殻活動予測シミュレーションと地殻変動データ同化, *地震研究所集報*, 75, 145-158, 2000
  - 22) Sagiya, T., S. Miyazaki, and T. Tada, Continuous GPS array and present-day crustal deformation of Japan, *PAGEOPH*, 157, 2303-2322, 2000.
  - 23) Simons, M., S. E. Minson, A. Sladen, F. Ortega, J. Jiang, S. E. Owen, L. Meng, J.-P. Ampuero, S. Wei, R. Chu, D. V. Helmberger, H. Kanamori, E. Hetland, A. W. Moore, and F. H. Webb, The 2011 Magnitude 9.0 Tohoku-oki earthquake: mosaicking the megathrust from seconds to centuries, *Science*, 332, 1421-1425, 2011.
  - 24) 宍倉正展, 越智智雄, 前杵英明, 石山達也, 永井亜沙香, 南海トラフ沿いに起きた歴史地震に伴う隆起を記録した紀伊半島南部沿岸の生物遺骸群集, *歴史地震*, 23, 21-26, 2008
  - 25) Terakawa, T., A. Zoprowski, B. Galvan, and S. A. Miller, High pressure fluid at hypo-central depths in the L' Aquila region inferred from earthquake focal mechanisms, *Geology*, 38, 995-998, 2010.

### 3-5-4 . 移動観測における高精度かつ高効率な海底地殻変動観測・解析技術の開発

#### (1) 業務の内容

##### (a) 業務題目

移動観測における高精度かつ高効率な海底地殻変動観測・解析技術の開発

##### (b) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
名古屋大学大学院・環境学研究科	准教授	田所敬一	tad@seis.nagoya-u.ac.jp

##### (c) 業務の目的

今後予想される海溝型巨大地震の想定震源域は海域にあり、その周辺における地殻変動観測により、プレート境界の固着状態の空間分布を把握し、その時間変動をモニターすることが今後の重要な課題である。そのためには、想定震源域とその周辺における広域・高密度で精密な地殻変動連続観測が必要である。しかし、現状の GPS 音響結合方式の海底地殻変動観測には、測位精度が条件により 1~5 cm 程度、観測の結果が得られるのが 1 か月程度経過してからである等の問題点が存在する。本研究は、その海底地殻変動の高度化を実現するために必要な観測システム及び解析手法を開発することを目的とするものである。4 年間の研究により、1 回の測位精度を 1 cm 程度まで向上させ、海溝型巨大地震の想定震源域内及びその周辺における広域・高密度観測を進め、時系列として座標値の速報値を半日程度の観測の終了後、1 日程度の解析時間で求めることを目標とする。今後の観測形態としては、船を用いた移動観測と係留ブイを用いた連続観測の双方が必要となることを踏まえ、本業務項目では、移動観測における高精度かつ高効率な海底地殻変動観測・解析技術の開発を目標として、以下の研究開発を進める。

##### ・高精度な観測に向けた開発

本項目の目標は、現在の海底地殻変動観測において 1 回の測位の高精度化を妨げている主たる要因と考えられる海中音速の傾斜構造を推定する手法等を確立することである。そのために、複数の海上局を用いた海中音速構造の空間変化の推定（傾斜解析）、長期間のデータを統合した解析（統合解析）手法の開発を実施する。

##### ・高精度な地殻変動解析結果を迅速に得ることが可能な解析手法の確立

本項目の目標は、海底地殻変動観測を広域かつ高密度で実施した場合に得られる大量の観測データを迅速に解析し測位結果を得ることを目標とする。そのために、キネマティック GPS（以後 KGPS とする）解析に 3 時間遅れで提供される超速報暦等を用いてその測位精度評価を行うとともに、音響自動解析アルゴリズムの開発を実施する。

##### ・効率的な広域高密度観測が可能なシステムの開発

本項目では、現状では 1~2 日程度の観測時間で達成されている精度 1 cm（好条件時）の海底測位を最終的には半日程度の観測時間で達成することを目標とする。そのために、複数海底局同時測距システムの開発を実施する。

(d) 4か年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）

1) 平成 22 年度：

複数海上局システムの構築のため、小型ブイへの搭載機器の選定とハード部分の設計を行った。また、複数海上局システムを用いた際、海底局位置を最もよく推定できる海底局配置の拡がり（直径）は水深の $\sqrt{2}$ 倍程度であり、ブイ-海底局のジオメトリは相互に食い違う正三角形が望ましいこと、ブイは水平の様な移動よりは三角形の収縮の変形に弱いことがわかった。傾斜解析アルゴリズム及び統合解析アルゴリズムの基本設計を得た。傾斜推定アルゴリズムは、従来の手法に比べ、バイアス誤差を減らすことができた。超速報暦が KGPS 測位に有効である可能性が示された。海面での反射波の影響によって真の到達時刻を誤って読み取ってしまうという現象が生じることが数値実験により明らかになった。また、反射波を自動で取り除き、正確な信号到達時刻を得ることができる音響自動解析アルゴリズムの基本設計を得た。

2) 平成 23 年度：

高精度な観測に向けた開発として、音響測距海上局システムを開発し、3 台製作した。熊野灘の実海域で観測を行い、過去のデータも含めて取得したデータの利用によって傾斜解析アルゴリズムの検証を行い、深さ 100~600 m の海中層で約 1.5 m/s の音速変化を検出できることが明らかとなった。また、統合解析アルゴリズムを用いて解析を行った結果、年間 4~5 mm の精度で海底の変位速度を測定することに成功した。

高精度な地殻変動解析結果を迅速に得ることが可能な解析手法の確立のため、熊野灘の実海域で取得した GPS 測位データ等を用いた研究により、KGPS 測位精度は、超速報暦を用いた場合も精密報暦を用いた場合とほぼ同等であり、超速報暦の利用が KGPS 測位の迅速化手段に有効であることが分かった。音響自動解析アルゴリズムの開発を行い、海面での反射波の影響を自動で除去し、迅速に解析が行えるデータセットが作成できる方策を得た。

効率的な広域高密度観測が可能なシステムの開発のため、最低でも既存の 3 つの海底局との間をほぼ同時に測距できる複数海底局同時測距システムの基本設計を得た。

3) 平成 24 年度：

高精度な観測に向けた開発のために、前年度に開発した音響測距海上局システムの実海域試験を実施し、海中音速構造の空間変化の推定への有効性を評価する。また、熊野灘の実海域で引き続き観測を行い、取得した音響測距データ等及び過去のデータも利用して、傾斜解析アルゴリズムの試験及び傾斜解析に対応した統合解析アルゴリズムの開発を行う。

高精度な地殻変動解析結果を迅速に得ることが可能な解析手法の確立のために、熊野灘の実海域で引き続き観測し取得した GPS 測位データ等を用いて、前年度までに検討した KGPS 測位の迅速化手段と音響自動解析アルゴリズムの試験を行う。

効率的な広域高密度観測が可能なシステムの開発のために、前年度に開発した最低でも既存の 3 つの海底局との間をほぼ同時に測距できるシステムの実海域試験を行う。

4) 平成 25 年度：

高精度な観測に向けた開発のために、実海域において音響測距海上局システムの観測への適用と精度向上に対する評価を行うとともに、傾斜解析アルゴリズム及び傾斜解析に対応し

た統合解析アルゴリズムの精度向上への効果の評価を行う。

高精度な地殻変動解析結果を迅速に得ることが可能な解析手法の確立のため、KGPS 測位の迅速化手段を熊野灘等の実海域において取得した観測データに適用する。また、昨年度に引き続き、熊野灘等の実海域で観測し取得した音響測距データに対して音響自動解析アルゴリズムを適用し、精度向上への効果の評価を行う。

効率的な広域高密度観測が可能なシステムの開発のため、開発した複数海底局同時測距システムについて水深約 2000 m の海底での実証実験を行う。

#### (e) 平成 24 年度業務目的

高精度な観測に向けた開発のため、前年度に開発した音響測距海上局システムの実海域試験を熊野灘（三重県紀伊勝浦および浜島沖）、駿河湾（清水沖）等で実施し、海中音速構造の空間変化の推定への有効性を評価する。また、熊野灘（三重県紀伊勝浦および浜島沖）の実海域で引き続き観測を行い、取得した音響測距データ等および過去のデータも利用して、開発した傾斜解析アルゴリズムの試験および傾斜解析に対応した統合解析アルゴリズムの開発を行う。高精度な地殻変動解析結果を迅速に得ることが可能な解析手法の確立のため、熊野灘の実海域で引き続き観測し取得した GPS 測位データ等を用いて、平成 23 年度までに検討した KGPS 測位の迅速化手段と音響自動解析アルゴリズムの実海域試験を行う。効率的な広域高密度観測が可能なシステムの開発のため、平成 23 年度に開発した既存の 3 つの海底局との間をほぼ同時に測距できるシステムの実海域試験を行う。

## (2) 平成 24 年度の成果

### (a) 業務の要約

高精度な観測に向けた開発のため、複数の海上局を用いた実海域試験を実施し、音響測距信号の送受信が問題なく行えることを確認した。また、走時残差の空間パターンの情報を用いることにより、真の海底局位置の方向が推定可能であることが明らかになった。熊野灘の実海域で引き続き取得したデータおよび過去のデータの利用により、傾斜解析アルゴリズムの試験および傾斜解析に対応した統合解析アルゴリズムの開発を行い、上下成分、水平成分ともに誤差が軽減される効果があることを確認した。高精度な地殻変動解析結果を迅速に得ることが可能な解析手法の確立のため、KGPS 測位の迅速化手段の実海域試験を実施したところ、データ欠損の影響を受けて測位精度が著しく悪化する場合があります、その原因として Forward/Reverse の使用割合の入れ替わりであることを明らかにした。このことから、迅速な KGPS 測位を実施した場合でも、高精度な測位のためには測位解のクオリティチェックを手動で行う必要があるとの教訓が得られた。効率的な広域高密度観測が可能なシステムの開発のため、既存の 3 つの海底局との間をほぼ同時に測距できるシステムの実海域試験を行い、音響送受信に成功した。



## (b) 業務の実施方法

本年度の業務項目は、下記の4項目とした。

- 1) 複数海上局システムの実海域試験
- 2) 傾斜解析アルゴリズムの試験および傾斜解析に対応した統合解析アルゴリズムの開発
- 3) 超速報暦を用いた KGPS 測位の迅速化手段の実海域試験
- 4) 複数海底局同時測距システムの実海域試験

各項目の実施方法は以下の通りである。詳しくは次節「(c)業務の成果」で述べる。

1) では、昨年度製作した複数海上局システムを用いて既存の海底局との間で音響測距実験を実海域にて行う。

2) では、実海域において海中音速の不均質性（傾斜構造）を捉えるアルゴリズムの試験を行うとともに、過去のデータ及び今年度取得したデータを利用して、傾斜解析を採り入れた統合解析アルゴリズムの開発を行い、問題点を抽出する。

3) では、実海域で取得した GPS 測位の試験データを用いて、超速報暦を KGPS 解析に適用した場合の問題点を抽出する。

4) では、昨年度製作した3海底局との間をほぼ同時に測距できるシステムの実海域を行う。

## (c) 業務の成果

### 1) 複数海上局システムの実海域試験

現状での1回の観測による海底ベンチマークの位置決定精度は、条件が良ければ1 cm程度であるが、条件が悪いと5 cmに低下してしまう。この精度低下は、長期観測時のトレンド（変位速度ベクトル）を推定する際の精度低下を引き起こす。したがって、プレートの沈み込み速度が年間数 cmであることを考慮すると、1回の観測による海底ベンチマークの位置決定精度を条件によらず1 cm程度に向上させる必要がある。ここでいう条件が悪いというのは、実際の海中音速構造が水平成層構造をしていない場合のことを指す。なぜなら、現在の観測・解析方法では、一隻の観測船が海底ベンチマーク周辺の海上を移動しながら音響測距を行い、海中の音速構造が水平成層であると仮定して海底ベンチマークの位置を決定しているからである。したがって、海底ベンチマーク位置の決定精度を上げるためには、海中音速構造の不均質性を把握し、解析に取り込む必要がある。

そこで、複数の海上局を導入する新たな観測方式（複数海上局システム）の開発に着手し、平成23年度に簡易小型ブイを開発した（写真1）。簡易小型ブイの本体ケースは、サイズが幅63 cm×奥行49 cm×高さ32 cmであり、GPSアンテナの先端からトランスデューサの先端までの長さは155 cmである。空中重量は約70kgであり、大規模なクレーン等がなくても着水・揚収が比較的容易にできる。本体ケースは防水仕様になっており、その中に音響ユニット（音響信号の送受波・収録を行う装置）、GPS受信機、さらに、音響ユニットへ給電するためのバッテリーが収められている。GPS受信機は独自にバッテリーを搭載している。

実海域試験は、平成24年11月9日に駿河湾のSNW観測点において実施した。試験には東海大学の実習船「北斗」を使用させていただいた。図1に簡易小型ブイで収録した音響波形の一

例を示す。図1の左のようにS/N比の高い音響信号が収録できている。船での音響測距と同様に、海面からの反射波が見られる波形もあるが（図1右）、それでも直達波の到達時刻付近にも明瞭な相関ピークが現れているため問題はない。

なお、本業務の範疇から外れるが、複数海上局システムの実海域実験に先立ち、駿河湾のSNW観測点の海底局がバッテリー切れを起こしたため、ほぼ同じ位置に新たな海底局を設置した。この海底局は、待機用バッテリー（9V系）を約51Ah、測距用バッテリー（24V系）を約25Ah搭載しており、測距回数800ショットの観測を年2回行ったとしても30年間測距が可能な仕様になっている。

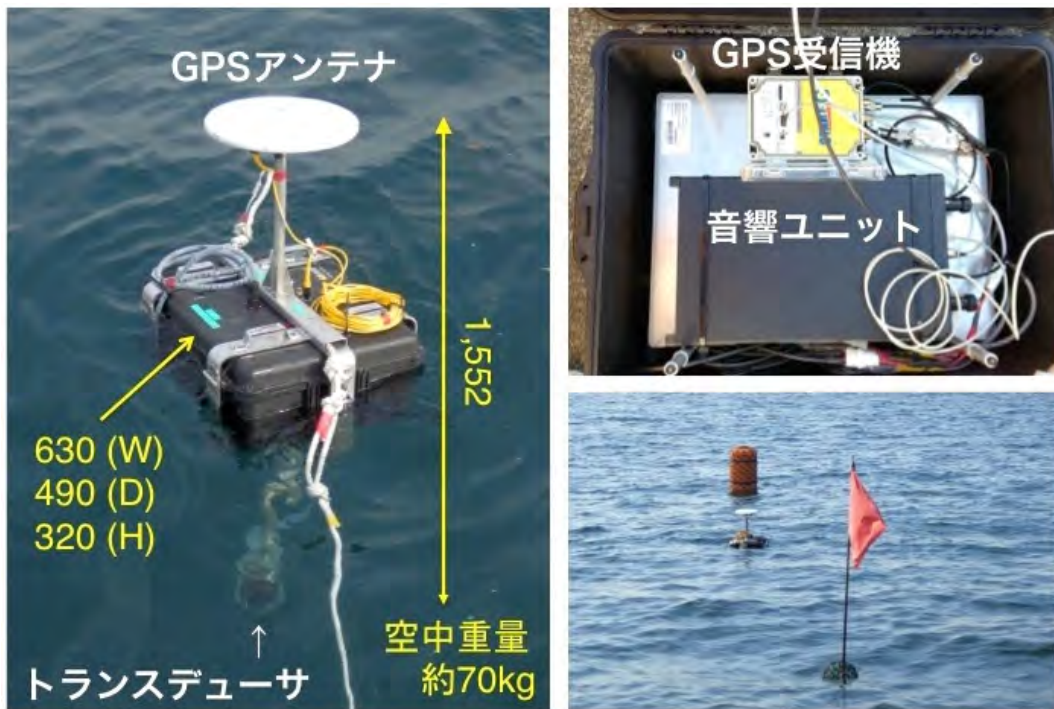


写真1 複数海上局システムおよびその実海域試験の様子。

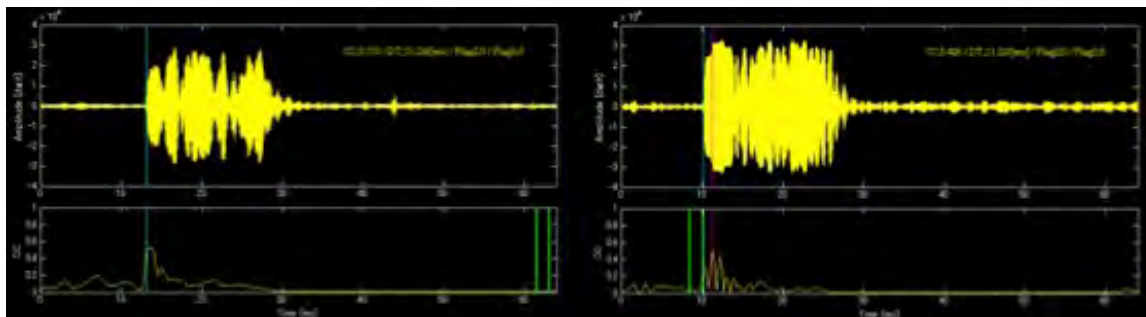


図1 複数海上局システムで収録した音響測距波形の例。

（左）直達波が明確に認定できる波形。（右）海面反射波が目立つ波形。それぞれ上が受信波形で、下が相互相関。

## 2) 傾斜解析アルゴリズムの試験および傾斜解析に対応した統合解析アルゴリズムの開発

傾斜解析アルゴリズムの試験に先立ち、小スケールの不均質性があった場合に海底ベンチマーク位置の水平成分のバイアスを 1cm 程度に抑えるには波線上に存在するどのくらいの大きさの不均質性（波線上の不均質媒体のスケールと速度偏差の積）まで把握する必要があるかを数値実験によって検討した。海底局の水深は 800m と 2,000m の 2 パターンを仮定し、1 辺 2,000m の六角形形状の測線上において 20m 間隔で音響測距を実施した場合を想定して疑似データを作成した。したがって、音響測距データの数は計 606 個（101 個×6 辺）である。波線上の不均質性は、それが存在する深さやスケールを考慮せず、疑似走時にランダムな偏差を与えることによって与えた。これは、全体の走時は微小区間における走時の積分値であるため、パス上のどこに不均質があっても、また、どのようなスケールの不均質があっても関係ないためである。偏差の大きさは、±0.001ms から ±1 ms までの 22 通りとした。疑似走時データに与えたランダムな偏差は乱数を用いて生成しているが、乱数の初期値を変えることにより、各 50 セットの疑似走時データを作成した。与えた音速構造の初期値は図 3 の通りである。作成した疑似走時データを用いてシューティング法による波線追跡 [永井ほか, 2012] を行い、海底局位置を求め、真の海底局位置とのずれを求めた。

図 4 および図 5 に数値実験の結果を示す。この結果によって、水平成分のバイアスを 1cm に抑えるためには、およそ 0.05ms 以上（厳密には、海底局の水深が 800m のときは 0.06ms、2,000m のときは 0.04ms）の走時偏差を与えるような不均質まで把握する必要があることが分かった。

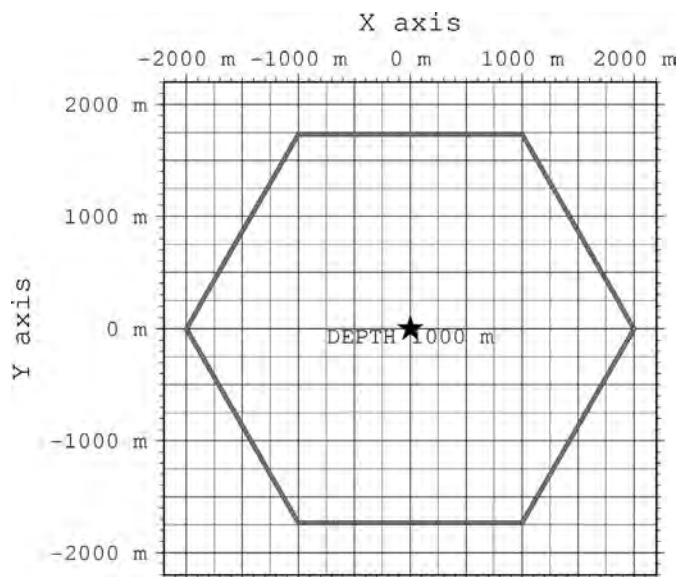


図 2 海底局位置（★印）と測線。

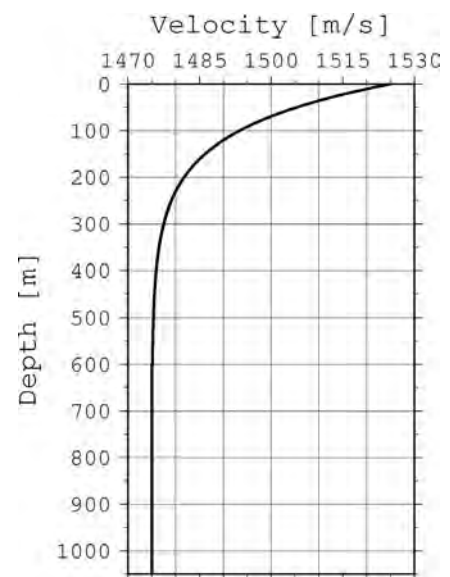


図 3 与えた音速構造  $V$  (m/s) の初期値。600m 以浅： $V=50\exp(-0.010z)+1475$ 、600m 以深： $V=1475$ 。

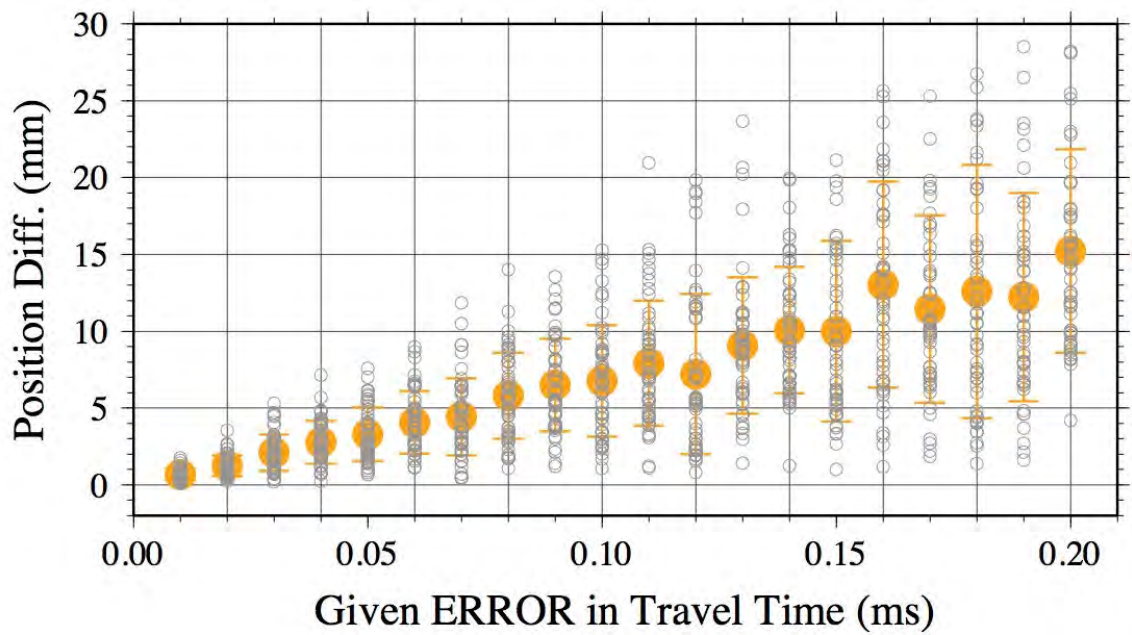
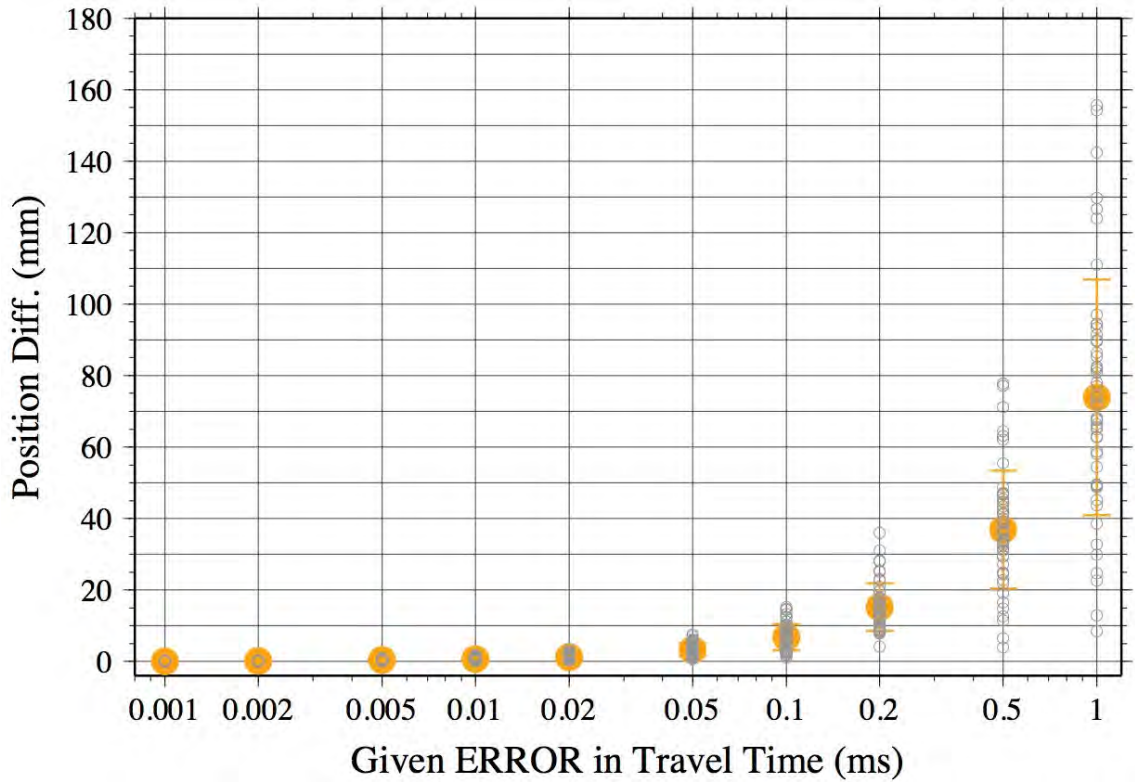


図4 海底局を水深800mの海底に置いた場合の疑似走時データに与えた速度偏差の大きさと海底ベンチマーク位置の水平成分のバイアスとの関係。

乱数の初期値を変えて作成した各データセットによる結果を白抜きので、平均値を黄色の●でそれぞれ示す。



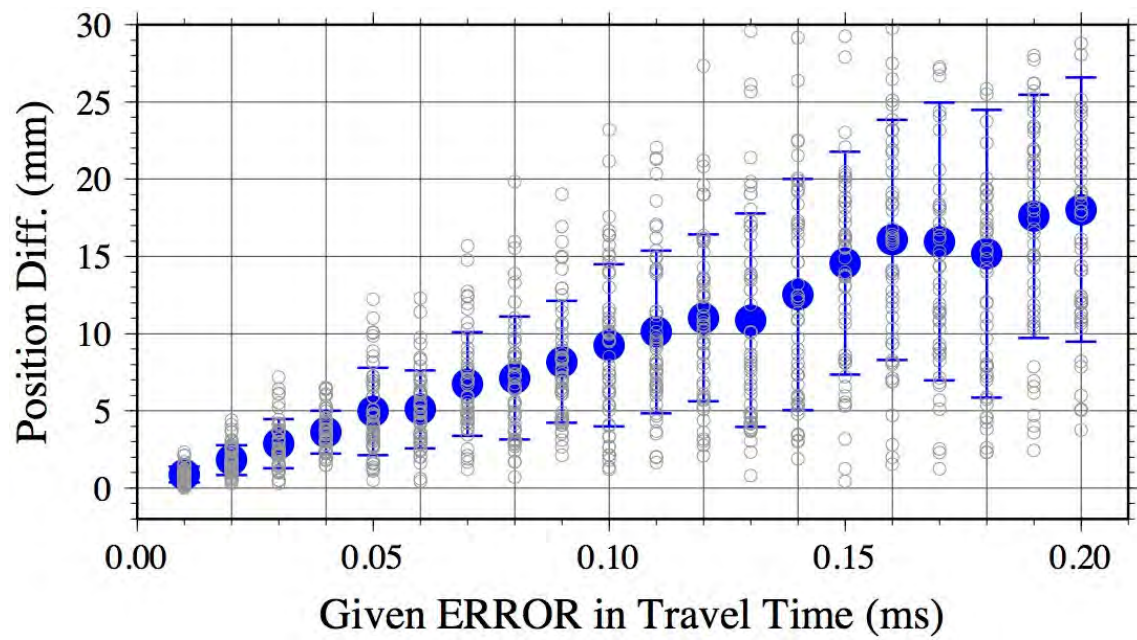
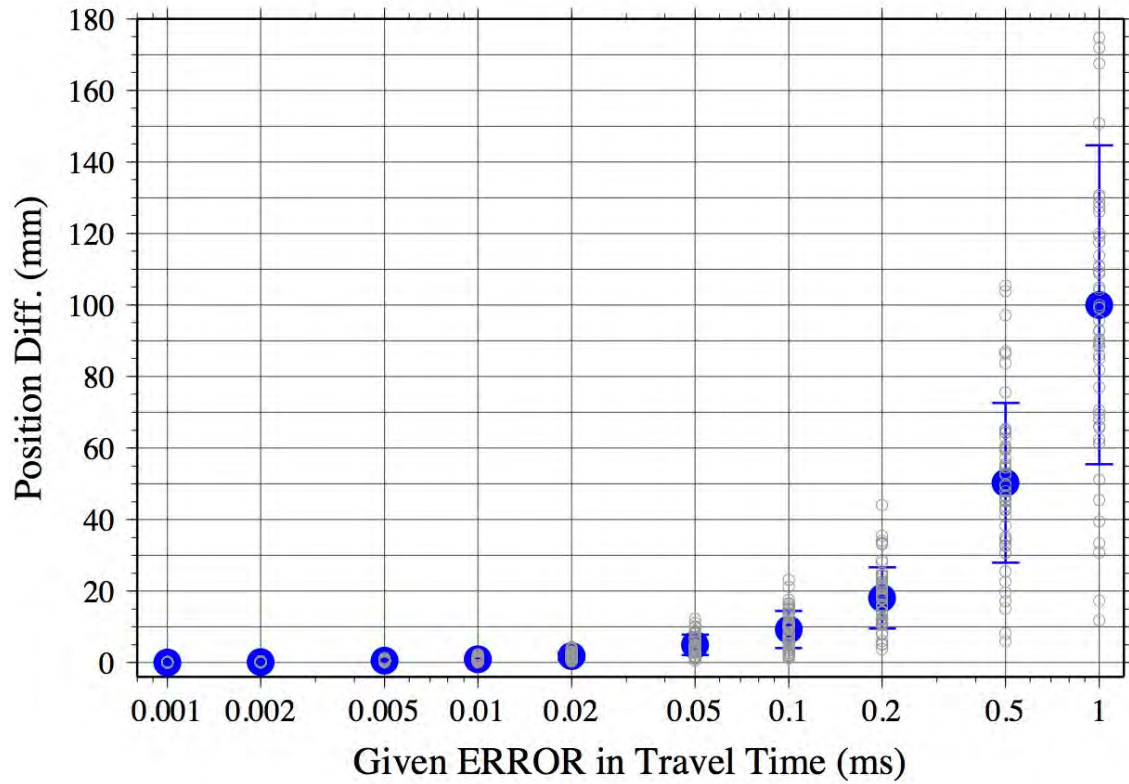


図5 海底局を水深 2,000m の海底に置いた場合の疑似走時データに与えた速度偏差の大きさと海底ベンチマーク位置の水平成分のバイアスとの関係。  
 乱数の初期値を変えて作成した各データセットによる結果を白抜きので、平均値を青色の●でそれぞれ示す。

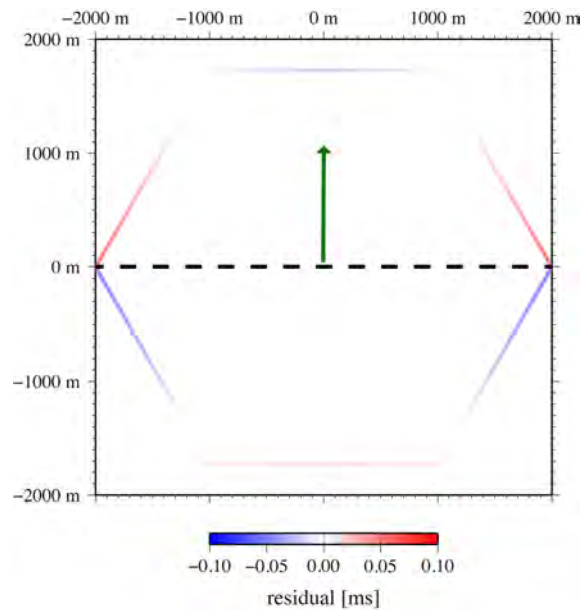


図 6 点線を境に明瞭な 0.1ms の走時差を与えるような空間不均質がある場合の走時残差の空間分布図。

矢印は真の海底局位置の方向を示す。海底局の深さは 800m とした。

次に、真の位置を推定する、すなわち、真の位置からのずれの大きさと向きを推定する方法について実データを参照しながら試験を行った。その際、走時残差（水平成層構造で解いた局位置に対する理論走時と観測走時の差）に注目した。

まずは、明瞭な速度差のある 2 つのブロックが接しているときについて検討した。図 6 は、点線を境に 0.1ms の走時差を与えるような空間不均質がある場合の走時残差の空間分布図である。六角形の航跡上を船が航行しながら音響測距をする場合、図 6 のように走時残差の正負が繰り返すような 6 象限型の分布となる。真の海底局は、緑矢印の方向（走時残差のパターンが白→青→白と変化する領域の中心方向）に存在する。このように走時残差のパターンから真の海底局位置を推定することができ、高精度化が期待される。

さらに複雑な場合を考える。それは、図 7 のように、走時残差の分布は一見ランダムだが、ところどころに極端な走時残差を与えるような小規模な不均質が存在する場合である。図 7 には真の海底局位置の方向も示したが、走時残差の分布がランダムに見えるため、当然ながら図 6 と同様にして真の海底局位置方向を求めることは困難である。しかし、不均質の影響は走時残差に現れるはずである。そこで、不均質の影響を最も良く反映していると考えられる走時残差の絶対値が大きなデータのみを選び出してみた。図 8 は、例として走時残差の上位・下位から 10 個ずつ選び出してプロットしたものである。そうすると、正負の走時残差の分布がほぼ 180 度で別れるように見え、図 6 と同様に青色の領域の中心方向に真の海底局があることが分かる。したがって、真の海底局位置の存在方向は、走時残差の上位・下位から 10 個ずつ選び出してプロットした時の走時残差の分布パターンから推定可能である。

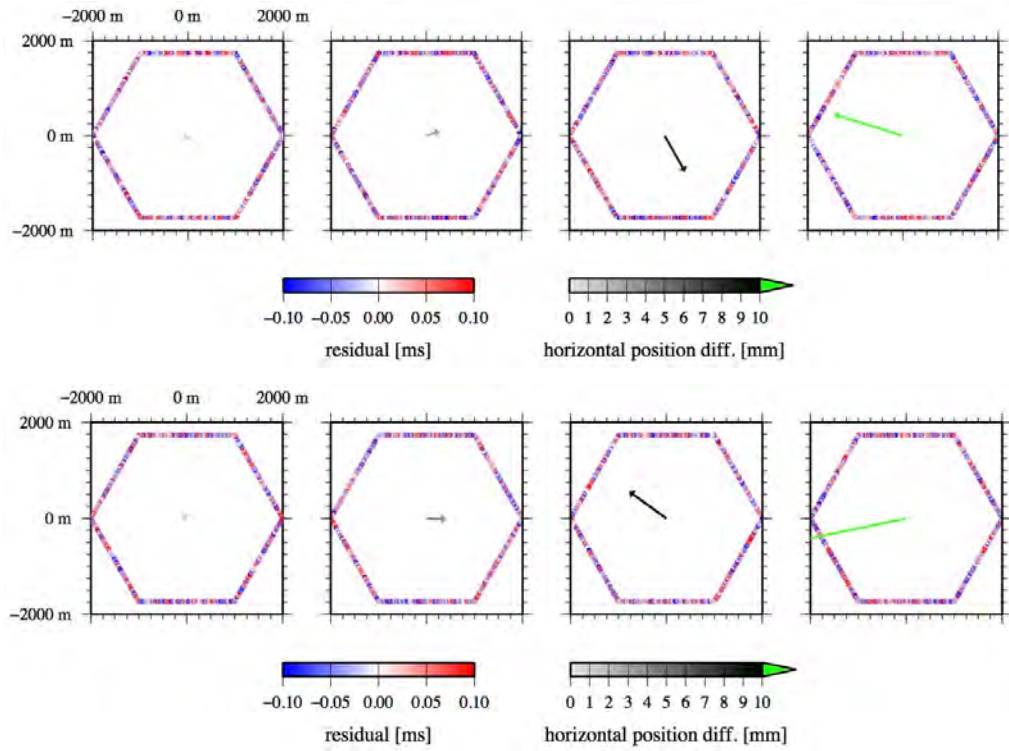


図7 一見ランダムに見える走時残差の空間パターンの例。  
 矢印は真の海底局位置の方向とそこからのずれ量を示す。(上) 海底局の深さが 800m の場合、  
 (下) 海底局の深さが 2,000m の場合。

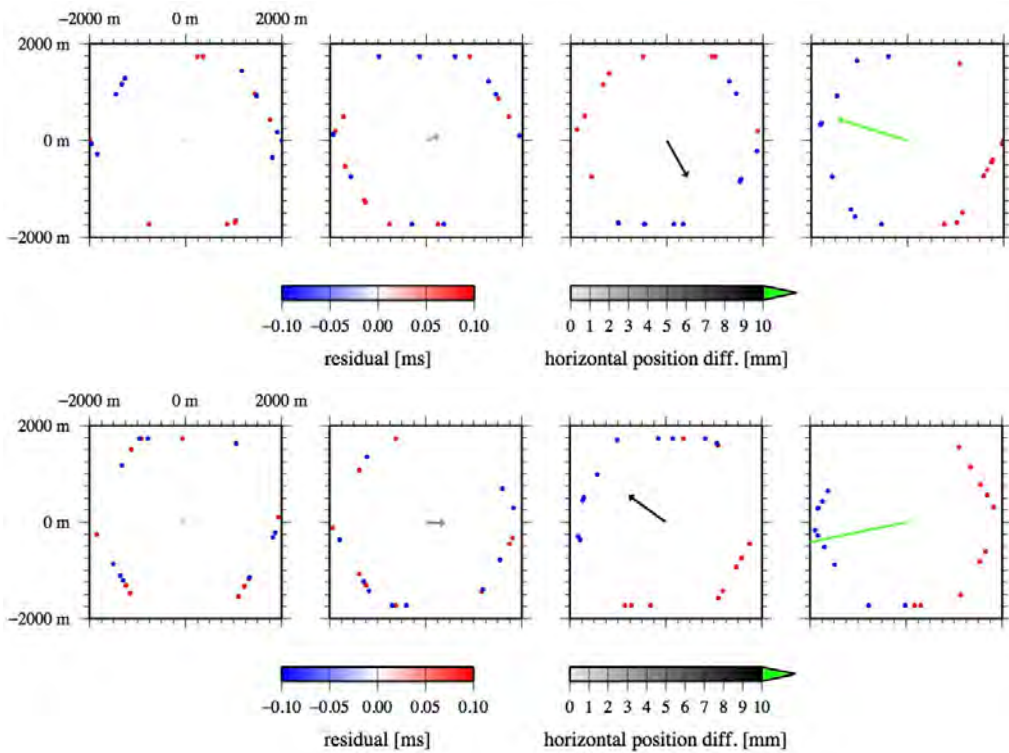


図8 走時残差の上位・下位から 10 個ずつのプロット。データセットは図7と同じ。



昨年度までに報告してきた統合解析（海中音速構造と海底局位置とのトレードオフを解消するために、過去の全データを用いて海底局アレイの形状を固定した解析方法）では、海中音速構造は均質であるとして解析を行ってきた。そこで、従来の統合解析アルゴリズムに図9のようなモデルを用いた傾斜解析を採り入れた新しい統合解析アルゴリズムを開発し、駿河湾で取得した実データに適用し、問題点を抽出した。統合解析部分のアルゴリズムは従来と同じである。傾斜解析部分について用いた傾斜構造のモデルは次の通りである。海上局から見た海底局の位置ベクトルを  $\vec{r}_{ji}$ 、船の位置を  $\vec{R}_i$  とし、船から海底ベンチマークを呼び出した時に音波が通る部分の平均音速  $S_{ij}$  が以下の式のように表すことができると仮定する。

$$S_{ij} = S_0 + \Delta\vec{S} \cdot (\vec{R}_i + a\vec{r}_{ji})$$

このとき、 $S_{ij}$  は、空間変化する音速場 ( $\Delta\vec{S}$ ) 中を船が移動 ( $\vec{R}_i$ ) したことによる音速変化の効果と、船から海底局を見た時に視線方向 ( $\vec{r}_{ji}$ ) によって音速構造が異なる効果が同時に入っている。それらの効果の度合いは  $a$  という係数で規定される。

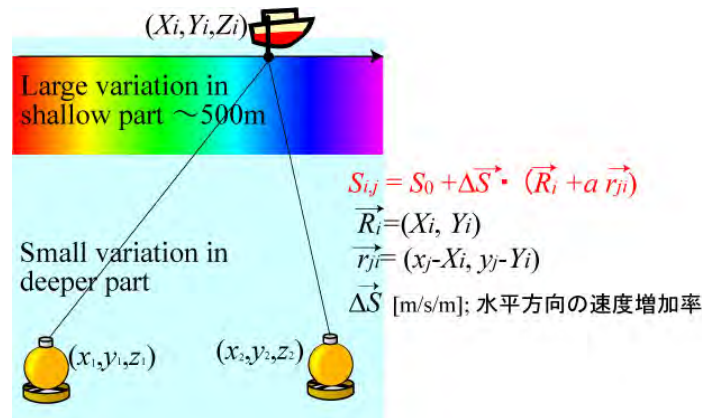


図9 傾斜推定で使用する音速構造の不均質に関するモデルの概念図。

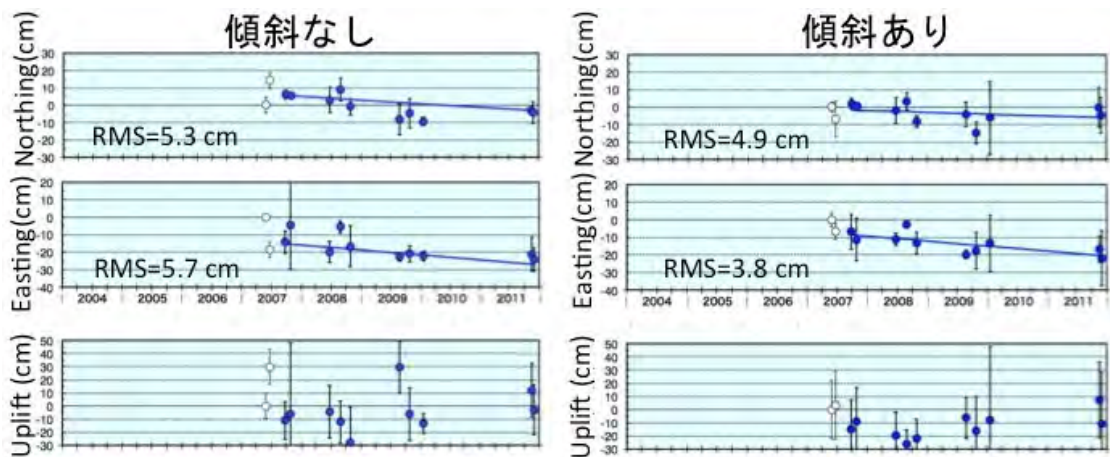


図10 傾斜解析を採り入れた統合解析アルゴリズムの適用例。

白抜きのは、音響測距データ数が平均の半分以下のエポック。

傾斜解析を採り入れた新しい統合解析アルゴリズムを駿河湾で取得した過去の実データに適用し、海底局位置決定を行った結果を図 10 に示す。傾斜ありの解析では、上下成分のバラツキが小さくなるという効果が特に顕著である。これは、音速構造の推定が改善され、上下成分とのトレードオフが解消されたためと考えられる。また、水平成分の RMS が南北成分で 4mm 程度、東西成分で 2cm 程度小さくなった。特に、2007 年最後の観測については、バイアス・ばらつき共に小さくなった。この日の観測では、直前の台風通過に伴う降雨によって河川水が流入し、音速構造の不均質性が大きくなったため、傾斜解析を行わない場合は誤差が大きかったが、傾斜解析を導入することによって誤差が改善した。また、2009 年と 2010 年の 3 回の観測については、南北成分のバイアスが小さくなった。特に 1 回目は上下成分が正しく推定され、水平成分とのトレードオフが解消している。以上のように、傾斜解析を採り入れた統合解析によって、特に上下成分のバラツキが小さくなった。水平成分は RMS としては小さくなったが、依然として 5cm 程度のバイアスが残っているエポックがある。これは、導入した速度構造モデルに問題があるためと考えられるため、このようなエポックについて元データに立ち返り、走時残差分布等を利用して改善した解析方法を検討する必要がある。また、音響測距データ数が少ないエポックについては改善が見られず、今後は少ないデータでも精度良く海底局位置を決定できる方法を確立することが課題として残った。

### 3) 超速報暦を用いた KGPS 測位の迅速化手段の実海域試験

2012 年の 8 月 30 日、31 日の 2 日間に熊野灘 (KME 観測点) で取得したデータを用いた場合、図 11 のようにある時刻を境に走時残差 (海底局位置決定結果の誤差に影響) が急激に大きくなる現象が見られた。図 11 の場合は、4 時を境に走時残差が急激に大きくなっている。超速報暦を用いて迅速に KGPS 解析結果が得られたとしても、このような現象が生じてしまえば海底局位置決定結果の誤差が大きくなるわけであり、その原因を追及しておかなければならない。

海底局位置決定には、音波走時、船の姿勢、KGPS 解析結果のデータを使用するが、音波走時については反射波等の走時測定の影響要因は除去している。また、船の姿勢については、その誤差が大きいデータは除去している。したがって、図 11 のような急激な誤差の増大は KGPS 解析結果にあると考えられる。そこで、KGPS 解析結果の誤差が 4 時から急激に誤差が大きくなる原因を考察した。図 12 に同日の 0 時から 4 時 30 分までの衛星補足状況や測位精度に関する情報を示す。この図によると、ちょうど走時残差が急激に大きくなる 4 時にデータ欠損があり、衛星補足数が減少し、同時に測位誤差や PDOP、Quality Number (KGPS 解析結果の良し悪しの指標で、1 が最良) が大きくなっていることが分かる。通常は Quality Number が 2 以上となっている時間帯は局位置解析に使用しないとの判断基準を用いているが、図 13 によると、走時残差が急激に大きくなる 4 時を境に Quality Number は変化していない。ところが、KGPS 解析の際に Forward 解析と Reverse 解析の結果をどの程度の割合で使用して最終結果としているかを示す Forward/Reverse weighting のグラフを見ると、4 時を境に使用率が Forward と Reverse で逆転していることが分かる。これは、4 時を境に Forward と Reverse の結果を継ぎ接ぎにして使用しているため、解の連続性が失われるためであろうと考えられる。このような継ぎ接ぎによる測位精度の低下は、Quality Number のみを判断根拠として見落として

しまう。超速報層を用いて KGPS 解析を行う場合には、Forward/Reverse weighting も参照し、KGPS 解析結果の精度が保証されていることをチェックする必要があることが教訓として浮かび上がった。

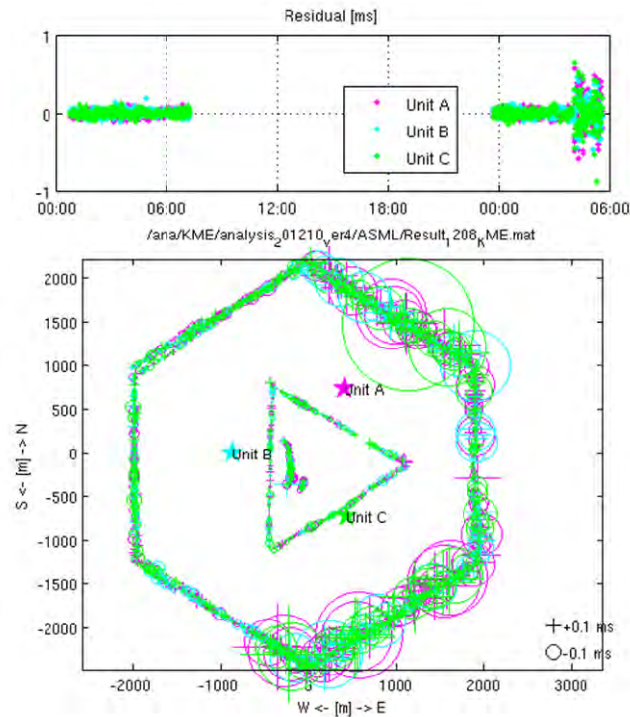


図 11 (上) 走時残差の時系列と (下) 航跡図上にプロットした走時残差。

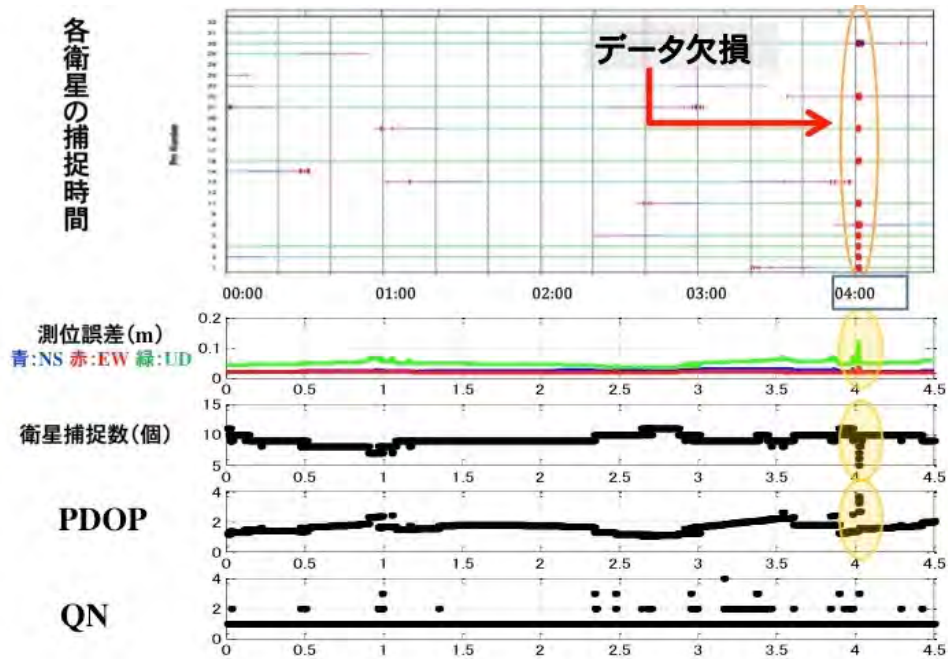


図 12 上から順に、GPS 衛星の補足状況、測位誤差、衛星補足数、PDOP、Quality Number (KGPS 解析結果の良し悪しの指標で、1 が最良)。

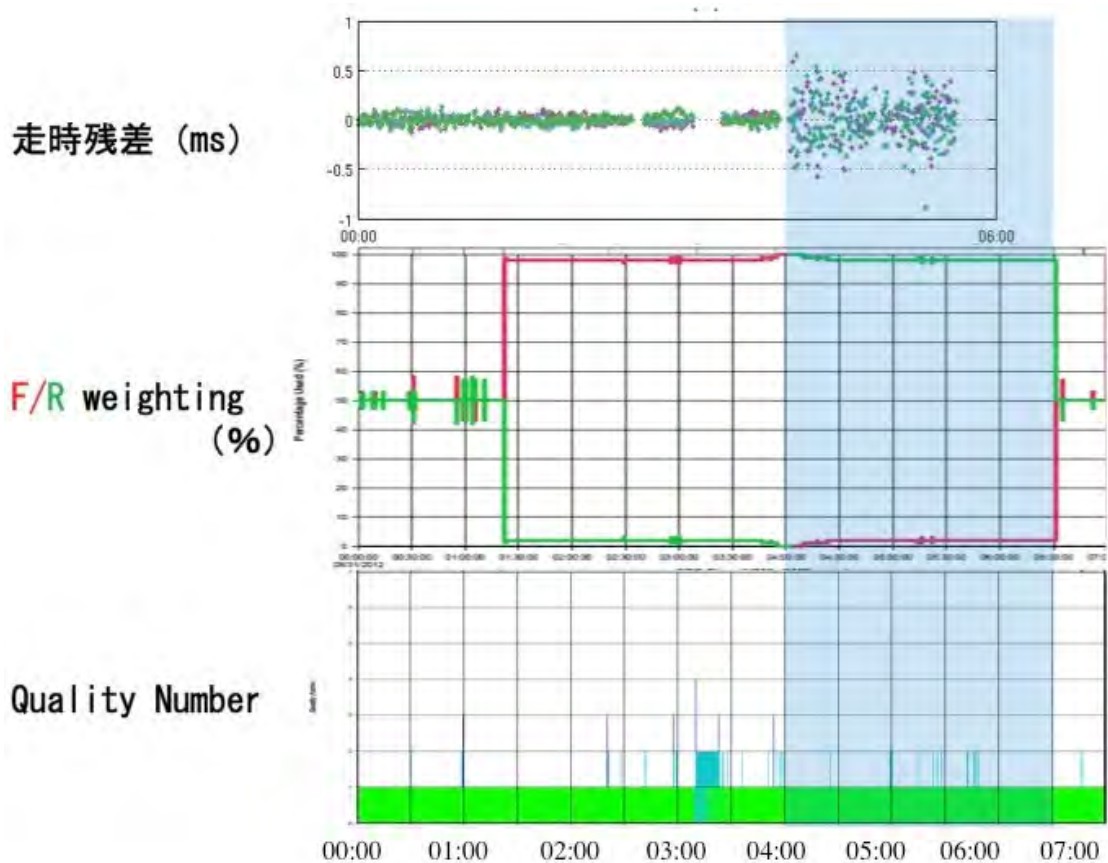


図 13 上から順に、走時残差、Forward/Reverse 解析の使用割合 Quality Number。

#### 4) 複数海底局同時測距システムの実海域試験

本年度は、昨年度設計した複数海底局同時測距システムの回路を海上局に搭載し、実海域にてデータを取得する試験を行った。試験は、複数海上局ブイと一緒に平成 24 年 11 月 9 日に駿河湾の SNW 観測点において実施した。取得した音響測距データの解析による各海底局との距離の時系列を図 14 に示す。海上局と 3 つの海底局との概算距離はそれぞれ 1013m、1267m、1527m であり、概算距離どおりの測距ができています。海底局②については、海底局①との距離差が短いため、最初の海底局①の収録を行っている最中に海底局②からの信号を収録するためのゲートを開けるタイミングが到来したために、収録に失敗している。このように 2 海底局を結ぶ線分の垂直二等分線上では全ての海底局からの信号を収録できない事があるが、音波の速度を 1500 m/s、水深を 2000 m とすると、その幅は約 150 m となる。船速を 3 ノットとすると、150 m を通過するのに要する時間はたかだか 5 分程度であり、大きな問題にはならない。また、今回の実験では海上局をほぼ静止させた状態で測距を行ったために、海底局②については、ほぼ全時間帯について収録ができていない。来年度は、実際の船での観測と同様に、海上局を移動させて試験を行う必要がある。



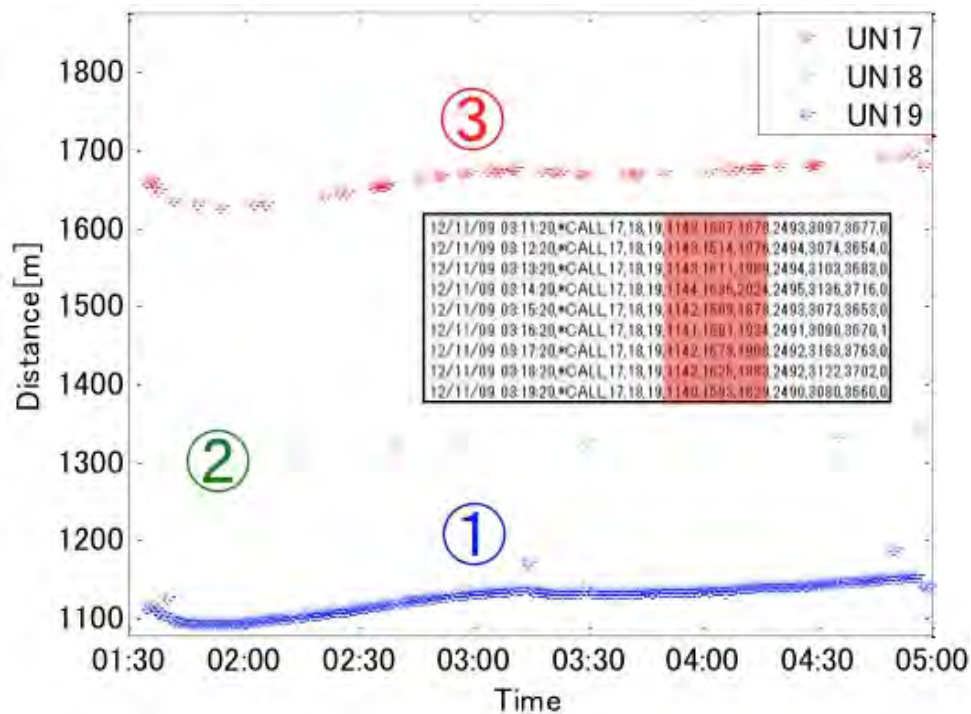


図 14 複数海底局同時測距システムの試験結果。数字は海底局の番号。図中の表に測距結果の一部を示す。

(d) 結論ならびに今後の課題

高精度な観測に向けた開発のため、複数の海上局を用いた実海域試験を実施し、音響測距信号の送受信が問題なく行えることを確認した。また、走時残差の空間パターンを用いることにより、真の海底局位置の方向が推定可能であることが明らかになった。熊野灘の実海域で引き続き取得したデータおよび過去のデータの利用により、傾斜解析アルゴリズムの試験および傾斜解析に対応した統合解析アルゴリズムの開発を行い、上下成分、水平成分ともに誤差が軽減される効果があることを確認した。しかし、依然として 5cm 程度のバイアスが残っているエポックがある。また、音響測距データ数が少ないエポックについては改善が見られなかった。そのため、これらの場合でも精度良く海底局位置を決定できる方法を確立することが課題である。高精度な地殻変動解析結果を迅速に得ることが可能な解析手法の確立のため、KGPS 測位の迅速化手段の実海域試験を実施したところ、データ欠損の影響を受けて測位精度が著しく悪化する場合があり、その原因として Forward/Reverse の使用割合の入れ替わりであることを明らかにした。このことから、迅速な KGPS 測位を実施した場合でも、高精度な測位のためには測位解のクオリティチェックを行う必要があるとの教訓が得られた。効率的な広域高密度観測が可能なシステムの開発のため、既存の 3 つの海底局との間をほぼ同時に測距できるシステムの実海域試験を行い、音響送受信に成功した。来年度は、実際の船での観測と同様に、海上局を移動させて試験を行う必要がある。

## (e) 引用文献

- 1) 永井 悟・江藤周平・田所敬一・渡部 豪・坂田 剛, 海洋音響測距における速度構造と波線追跡法による精度検証: 海底地殻変動観測における推定精度向上に向けて, 地球惑星科学連合大会, 2012.

## (f) 成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
渡部 豪・田所敬一・ 生田領野・杉本慎吾・ 奥田 隆・永井 悟・ 江藤周平・久野正博	衛星軌道暦の違いに基づくキ ネマティック GPS 解析の精度 評価	測地学会誌, 58, 61-76	平成 24 年
名古屋大学大学院環 境学研究科 (田所敬 一)	熊野灘および駿河湾での海底 地殻変動観測結果にもとづく プレート境界の固着状態	地震予知連絡会報, 88, 363-366	平成 24 年
田所敬一・生田領野・ 渡部 豪・永井 悟・ 安田健二・坂田 剛・ 江藤周平・奥田 隆	熊野海盆における海底地殻変動 モニタリング結果	日本地球惑星科学連合 2012 年連合大会	平成 24 年 5 月 22 日
安田健二・田所敬一・ 生田領野・渡部 豪・ 永井 悟・江藤周平・ 坂田 剛・佐柳敬造	駿河湾における海底地殻変動 モニタリング	日本地球惑星科学連合 2012 年連合大会	平成 24 年 5 月 22 日
渡部 豪・田所敬一・ 生田領野・永井 悟・ 奥田 隆・安田健二・ 坂田 剛・久野正博	海底地殻変動観測より推定さ れる南海トラフのすべり欠損 速度 (再考)	日本地球惑星科学連合 2012 年連合大会	平成 24 年 5 月 22 日
坂田 剛・田所敬一・ 永井 悟・生田領野	海中音速構造の空間変化を把 握するための海底地殻変動計 測システムにおける適切なブ イ配置の設計	日本地球惑星科学連合 2012 年連合大会	平成 24 年 5 月 22 日
永井 悟・江藤周平・ 田所敬一・渡部 豪・ 坂田 剛	海洋音響測距における速度構 造と波線追跡法による精度検 証: 海底地殻変動観測におけ る推定精度向上に向けて	日本地球惑星科学連合 2012 年連合大会	平成 24 年 5 月 22 日
田所敬一・安田健二・ 渡部 豪・永井 悟・ 坂田 剛・奥田 隆・ 生田領野	熊野灘・駿河湾における海底 地殻変動観測	日本地震学会 2012 年秋季大会	平成 24 年 10 月 18 日

渡部 豪・田所敬一・ 奥田 隆・生田領野・ 永井 悟・安田健二・ 坂田 剛・久野正博	海底地殻変動観測より推定さ れる南海トラフのプレート固 着状態推定	日本地震学会 2012 年秋季大会	平成 24 年 10 月 18 日
安田健二・田所敬一・ 渡部 豪・永井 悟・ 生田領野・佐柳敬三	海底地殻変動観測による駿河 湾におけるプレート間固着	日本測地学会第 118 回講 演会	平成 24 年 10 月 31 日
坂田 剛・田所敬一・ 永井 悟・生田領野	海中音速構造を考慮した海底 地殻変動計測システムにおけ るブイ配置の設計	日本測地学会第 118 回講 演会	平成 24 年 10 月 31 日
Tadokoro, K., T. Watanabe, S. Nagai, R. Ikuta, T. Okuda, K. Yasuda, and T. Sakata	Strain Accumulation Estimated from Seafloor Crustal Deformation at the Nankai Trough, Japan	2012 AGU Fall Meeting	平成 24 年 12 月 6 日
Watanabe, T., K. Tadokoro, R. Ikuta, T. Okuda, S. Nagai, and M. Kuno	Crustal deformation at the Nankai Trough estimated from seafloor geodetic observations	2012 AGU Fall Meeting	平成 24 年 12 月 6 日
Yasuda, K., K. Tadokoro, R. Ikuta, S. Nagai, T. Watanabe, T. Okuda, and K. Sayanagi	Interplate locking derived from seafloor crustal deformation using GPS/acoustic technique at the Suruga trough, Japan	2012 AGU Fall Meeting	平成 24 年 12 月 6 日
Nagai, S., T. Watanabe, and K. Tadokoro	New equations for ocean acoustic propagation and its application to develop seafloor geodetic observations	2012 AGU Fall Meeting	平成 24 年 12 月 6 日
Sakata, T., S. Nagai, K. Tadokoro, and R. Ikuta	Layout of buoys and seafloor transponders for next-generation measurement system for ocean floor crustal deformation	2012 AGU Fall Meeting	平成 24 年 12 月 6 日



(g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

名称	機能
なし	

3) 仕様・標準等の策定

なし

**(3) 平成 25 年度業務計画案**

高精度な観測に向けた開発のため、前年度までに開発・試験を行った音響測距海上局システム及び傾斜解析アルゴリズムを熊野灘（三重県紀伊勝浦及び浜島沖）、駿河湾（清水沖）等での実海域観測に適用し、1回の観測による測位精度 1cm の達成を試みるとともに、今後の課題を抽出する。高精度な地殻変動解析結果を迅速に得ることが可能な解析手法の確立のため、前年度までに検討した KGPS 測位の迅速化手段と音響自動解析アルゴリズムを傾斜解析アルゴリズムとあわせて実海域観測に適用し、解析結果を迅速に得る手段を確立するとともに、今後の課題を抽出する。効率的な広域高密度観測が可能なシステムの開発のため、前年度までに開発した既存の 3 つの海底局との間をほぼ同時に測距できるシステムを傾斜解析アルゴリズムとあわせて実海域観測に適用し、1回の観測期間の短縮を目指すとともに、今後の課題を抽出する。

## 二国間交流事業 共同研究報告書

共同研究代表者所属・部局 名古屋大学・大学院環境学研究科

(ふりがな) (いとうたけお)  
職・氏名 助教・伊藤武男

1. 研究課題名 スマトラ北部におけるスマトラ地震余効すべり過程とスマトラ断層歪み蓄積過程の解明

## 2. 研究組織

(1) 日本側参加者（代表者は除く）

氏名	所属・職名
田部井 隆雄	高知大学・教授
久保 篤規	高知大学・准教授
堤 浩之	京都大学・准教授
太田 雄策	東北大学・助教
松多 信尚	名古屋大学・研究員
中田 高	広島大学・名誉教授
村瀬 雅之	日本大学・助教
木股 文昭	地震予知総合研究振興会東濃地震科学研究所・ 副主席主任研究員

(2) 相手国側研究代表者

所属・職名・氏名 Syiah Kuala University・lecturer・Irwandi

(3) 相手国参加者（代表者は除く）

氏名	所属・職名
Fadhli	Syiah Kuala University・講師
Syukri Usman	Syiah Kuala University・講師
Nazli Ismail	Syiah Kuala University・講師
Irwan Meilano	Institute Technology Bandung・講師
Agustan	Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi・研究員

3. 研究実績概要（全期間を通じた研究の目的・研究計画の実施状況・成果等の概要を簡潔に記載してください。）

2004年スマトラ-アンダマン地震（M9.3）の超巨大地震が発生し、インドネシアは甚大な被害を受けた。これを受けて、名古屋大学では、科研費などの外部資金を取得し、現地でのGPS観測を実施してきた。その結果、スマトラ島北部に位置する、バンダアチェ市にて2012年末までの約8年間で約1mの余効変動を観測した。また、スマトラ島は内陸部に1200kmにも及ぶスマトラ断層が位置しており、これらの断層が活発化した。さらに、2004年スマトラ-アンダマン地震の側方延長部においてマグニチュード8クラスの地震が連続して発生しており、今後の推移を注目してゆく必要がある。このような現状において、GPS観測による地殻変動の解析と監視は非常に重要であり、このような現状を踏まえると、これらの観測の継続には現地の大学の研究者との協力や交流及び、若手研究者の育成が不可欠であり、本プロジェクトにてインドネシア国内でのGPS解析・観測の持続的な体制の確保を行う。以下、本プロジェクトの実施状況と得られた成果等の概説を行う。

#### 2) インドネシア研究者を名古屋大学に招聘し、地殻変動およびスマトラ断層における歪み蓄積過程に関する研究の情報交換と研究進展に必要な研究スキルの向上を実施

本研究において、延べ13名の計195日に及ぶインドネシア研究者を名古屋大学に招聘し、2004年スマトラ地震津波に関する地震時の地殻変動を用いた地震時の断層滑りの推測、GPS解析手法の習得、日本の衛星データALOSの解析手法の習得などを行った。

#### 3) スマトラ断層における歪み蓄積とスンダ海溝におけるプレート沈み込み過程に関するワークショップを開催し、情報共有を実施

スマトラ断層における歪み蓄積に関する国際ワークショップをバンダアチェのシアクラ大学において実施した。国際ワークショップに先立ち、アチェ州の山間部グンパ域を訪れて、日本の活断層研究者中田と松多の案内のもとにスマトラ断層の現地露頭を見学した。これまで、スマトラ断層の概略的な位置は明らかになっていたが断層露頭については確認されていなかった。今回の現地調査から断層地形が明確に指摘できた。バンドン工科大学において国際ワークショップ“Geodynamics in Plate Subduction Zones in Asia”を実施し、アジアにおけるプレート沈み込み帯におけるジオダイナミクスに関して発表と議論を行った。インドネシアやフィリピン、ベトナム、台湾において、若手研究者の取り組みから、それぞれの国においてGPS観測などに基づくGeodynamicsが解明されつつあることが明らかになった。

#### 4) スマトラ断層研究を科研費などに応募するための事前調査

2011年スマトラ断層アチェ現地ワークショップなどの成果、そして高知大学によるスマトラ断層における地震観測開始などの背景のもとに、2012年度科学研究補助金の基盤研究(B)(海外学術調査)に田部井が代表者になり「スマトラ巨大地震発生後のスマトラ断層：余効変動の収束と新たな歪み蓄積過程の解明」（研究期間 平成24年度～平成27年度）を申請し、採択された。科研費の採択により、本事業と連携した形でスマトラ断層におけるクリープ運動も含めた歪み蓄積過程の解明のさらなる進展が期待できる。

#### 5) これらの成果をまとめ国際学術誌への投稿した

Ito et al., Isolating along-strike variations in the depth extent of shallow creep and fault locking on the northern Great Sumatran Fault, J. Geophys. Res., doi:10.1029/2011JB008940, 2012.

4. 派遣・受入実績

(1) 研究期間中に相手国または相手国以外の国を訪問した日本側参加者氏名、派遣期間、主たる訪問先  
(年度毎に並べ、相手国以外の国における訪問先には下線を引き、国名を明記してください。)

氏名	期 間 (現地到着日～現地出発日)	主たる訪問先
村瀬雅之・日本大学	2011年1月6日-1月9日	シアクラ大学
田部井隆雄・高知大学	2012年1月5日-1月8日	バンドン工科大学
伊藤 武男・名古屋大学	2012年1月5日-1月8日	バンドン工科大学
太田 雄策・東北大学	2012年1月5日-1月8日	バンドン工科大学
村瀬 雅之・日本大学	2012年1月5日-1月9日	バンドン工科大学
伊藤 武男・名古屋大学	2013年7月1日-7月7日	シアクラ大学
久保 篤規・高知大学	2013年11月18日-11月28日	シアクラ大学
伊藤 武男・名古屋大学	2013年11月17日-11月26日	シアクラ大学
堤 浩之・京都大学	2013年11月19日-11月28日	シアクラ大学
太田 雄策・東北大学	2013年11月17日-11月28日	シアクラ大学
計 10 名 (延べ人数)	計 71 日	

(2) 研究期間中に受け入れた相手国参加者氏名、来日期間、主たる訪問先 (年度毎に並べ、振興会から滞在費等の支給を受けた研究者に\*印をつけてください。)

氏名	期 間 (来日日～離日日)	主たる訪問先
Meilano Irwan・ITB*	2010年7月24日-8月7日	名古屋大学
Irwandi・UNISYIAH*	2010年8月10日-9月4日	名古屋大学
Meilano Irwan・ITB*	2011年2月4日-2月17日	名古屋大学
Ismail Nazile・UNISYIAH*	2011年2月22日-3月4日	名古屋大学
Agustan・BPPT*	2011年2月23日-3月3日	名古屋大学
Irwan Meilano・ITB*	2011年9月5日-10月4日	名古屋大学
Agustan・BPPT*	2011年10月1日-10月21日	名古屋大学
Irwandi・UNISYA*	2012年2月18日-2月29日	名古屋大学
Irwan Meilano・ITB*	2012年3月23日-3月31日	名古屋大学
Agustan・BPPT*	2012年3月24日-3月31日	名古屋大学
Irwandi・UNISYIAH*	2012年8月26日-9月21日	名古屋大学
Meilano Irwan・ITB*	2013年1月20日-2月2日	名古屋大学
Agustan・BPPT*	2013年2月6日-2月16日	名古屋大学
計 13 名 (延べ人数)	計 207 日	

5. 研究の成果（「6. 研究実績概要」の内容と対応させつつ、本研究によって得られた新たな知見、成果、及び一般国民にとってどのようなメリットがあったかを平易な表現で記述してください。）

(1) 学術的価値（本研究により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果）

本研究により、スマトラ断層北部では数十 km 単位でのセグメント化しており、それらのセグメントはクリープしている領域と固着している領域として振る舞いが異なっている事を明らかにした。これらのアチェ州中央でのクリープ運動が卓越したセグメントと固着による歪み蓄積が卓越するセグメントの存在が推定される。アメリカの San Andreas 断層で確立されたクリープ運動に対して、その多様化した新たな見解に発展することが期待できる結果である。数 cm/yr と大きな変動が推定されることから新たな研究手法として合成開口レーダ干渉法による面的な地殻変動の検出が期待できることから、Agustan と Irwandi がこの In-SAR の解析手法の習得を行った。Irwandi は基礎的な手法の理解、Agustan はすでに理解があることから、時系列解析の観点での解析手法を学んだ。また、すでに検出されている地殻変動にもとづく断層固着モデルの推定について、Irwan はそのモデルの詳細化と問題点を検討した。なお、これらの成果は T. Ito et al., (2012) に報告した。

(2) 相手国との交流（両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果）

インドネシアのスマトラ島北部に位置する、スマトラ断層における歪み蓄積に関する国際ワークショップをバンダアチェのシアクラ大学において実施した。国際ワークショップに先立ち、アチェ州の山間部グンパ域を訪れて、日本の活断層研究者中田と松多の案内のもとにスマトラ断層の現地露頭を見学した。これまで、スマトラ断層の概略的な位置は明らかになっていたが断層露頭については確認されていなかった。今回の現地調査から断層地形が明確に指摘できた。ワークショップでは、以下の発表と議論がなされた。

- a) GPS 観測にもとづく断層周辺の歪み蓄積過程として、クリープ運動が進行していること
- b) 衛星写真から断層沿いに断層運動による盆地が発達していること
- c) 最近、拡充されたインドネシアの地震観測網からスマトラ断層沿いに活発な地震活動が検出されていること、しかしながら、地元の測候所にデータが保存されていないことから、詳細は明確にならないこと
- d) 電気伝導観測から断層周辺では比抵抗の低い地殻構造が推定されること
- e) 水準測量によれば台湾の経度谷断層では年間数 cm のクリープ運動が観測されていること

そして、シアクラ大学では 2004 年スマトラ地震津波で中断していた地球物理学研究室が 1 月に認可され、これからスマトラ断層などをフィールドとして調査研究に取り組むことが報告された。また、本ワークショップには地元のアチェ州の防災担当者も参加し、内陸直下型地震の震源地としてのスマトラ断層に関する認識を高めることができた。このような活動を通して、日本とインドネシアの研究者の学術交流は、スマトラ断層などをフィールドとして確実に進展している。

また、バンドン工科大学において、国際ワークショップ“Geodynamics in Plate Subduction Zones in Asia”を開催した。ワークショップには、本事業で日本から4名の研究者、他の費用で日本から3名、フィリピンとベトナムから各1名の研究者、そしてインドネシアからはITBやLIPI、BPPTなどから計20名ほどが参加した。そして、アジアにおけるプレート沈み込み帯におけるジオダイナミクスに関して発表と議論を行った。インドネシアやフィリピン、ベトナム、台湾において、若手研究者の取り組みから、それぞれの国においてGPS観測などに基づくGeodynamicsが解明されつつあることが明らかになった。

一つの主たる議題になったのは、アジアのプレート沈み込み帯の内陸側に位置する活断層において、顕著なクリープ運動が観測されていることであった。フィリピンから参加したTotoによりフィリピン断

層のルソン島中部、伊藤らによりスマトラ断層北部、そして、村瀬らにより台湾東部の玉里断層において、実際にクリープ運動がGPSや水準の測量から検出されていることが報告された。今後の研究からこれらの活断層におけるクリープ運動における時空間的なゆらぎとそのモデル化は今後の観測と調査から明らかにされ、アジア発の報告として期待できる。

(3) 社会的貢献（社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか）

2004年スマトラ-アンダマン地震以降、スマトラ島北部では地震が頻発している。そのような中で、現在懸念されているのはスマトラ断層での内陸地震である。内陸地震の懸念はすでに多くの論文等で指摘されてきたが、観測に基づく定量的な議論は本研究が初めてである。このような研究成果を現地の人々に波及させるのは困難であり、社会貢献として位置づけるには、現地の研究者との連携が不可欠である。我々は現地の研究者と2004年スマトラ-アンダマン地震を受けて発足した津波防災センターの職員および研究者と交流を深め、現地の津波防災センターへのポスターの提供などをして、啓蒙活動を実施した。

(4) 若手研究者養成への貢献（若手研究者養成への取り組み、成果）

のべ13名、計195日間にわたり、インドネシア研究者を名古屋大学に招聘し、地殻変動およびスマトラ断層における歪み蓄積過程に関する研究の情報交換と研究進展に必要な研究スキルの向上を実施した。

Irwan (ITB) は2004年スマトラ地震津波に関する地震時の地殻変動から、地震時の断層滑りの推測を行い、破壊域が浅部ではプレート境界から上部スラストに移っていることを明らかにした。Irwandi (UNISYAH) は、スマトラ断層沿いでGPS観測を実施しており、その意味でGPS解析の取得が急務であり、名古屋大学でその解析手法を習得した。Nazile (UNISYAH) はスマトラ島におけるダイナミクスについて過去の研究をレビューした。そして、Agustan (BPPT) はスマトラ南部のクラカタア火山における地殻変動を日本の衛星データALOSから解析し、2009-2010年も顕著な地殻変動が進行していることを明らかにした。彼らから、スマトラ断層における地殻変動研究の現状として、GPS観測網の整備、観測状況が報告された。まずはスマトラ断層北部では確実に観測網が充実し、今後の観測継続から確実に地殻変動が検出できると期待できる。

(5) 将来発展可能性（本研究・交流事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか）

科研費などに応募するための事前調査を実施し、2011年スマトラ断層アチェ現地ワークショップなどの成果、そして高知大学によるスマトラ断層における地震観測開始などの背景をもとに、2012年度科学研究補助金の基盤研究(B) (海外学術調査) に田部井が代表者になり「スマトラ巨大地震発生後のスマトラ断層：余効変動の収束と新たな歪み蓄積過程の解明」（研究期間 平成24年度～平成27年度）を申請し、採択された。科研費の採択により、本事業と連携した形でスマトラ断層におけるクリープ運動も含めた歪み蓄積過程の解明のさらなる進展が期待できる。

6. 研究発表（本共同研究の一環として発表したもの、又は、発表予定のものについて記入してください。なお、印刷物がある場合は1部添付してください。）

イ. 論文発表 [発表者名、テーマ名、発表誌名、巻号、掲載頁、発刊年月の順に記入してください。]

Endra Gunawan, Takeo Ito, Fumiaki Kimata, Takeshi Sagiya, Takao Tabei, Didik Sugiyanto, Irwandi, Irwan Meilano, Mipi A. Kusuma, Hasanuddin Z. Abidin, Agustan, Ground deformation detected by AGNeSS (Aceh GPS Network for Sumatran fault System) in North Sumatra after the 2004 Sumatra-Andaman earthquake, The 6th Investigation Report of 2004 Northern Sumatra Earthquakes, 112-121, 2010.

伊藤 武男, Endra Gunawan, 木股 文昭, 田部井 隆雄, Irwandi, Agustan, Irwan Meilano, Mark Simons, スマトラ島北西部のスマトラ断層における地震発生ポテンシャル, 名古屋大学環境学研究科 2004 年北部スマトラ地震調査報告 VI, 107-111, 2010.

T. Ito, E. Gunawan, F. Kimata, T. Tabei, M. Simons, I. Meilano, Agustan, Y. Ohta, I. Nurdin, D. Sugiyanto, Isolating along-strike variations in the depth extent of shallow creep and fault locking on the northern Great Sumatran Fault, J. Geophys. Res., doi:10.1029/2011JB008940, 2012.

ロ. 口頭発表 [発表者名、テーマ名、会合名、発表年月日の順に記入してください。]

\*特に、学会参加費を本経費から支出したのものについては記載してください。

E. GUNAWAN, T. SAGIYA, T. ITO, F. KIMATA, T. TABELI, I. MEILANO, D. SUGIYANTO, IRWANDI, Afterslip Following 2004 Sumatra-Andaman Earthquake in Northern Sumatra Deduced from AGNeSS data, 日本地震学会 2011 年秋季大会, 2011 年 10 月 12 日~15 日, ポスター

Takeo Ito, Spatial variations in Fault Coupling on the northern portion of the Great Sumatran Fault, International workshop on Active Tectonics in subduction zone geodesy research group, 2012 年 11 月 18 日~24 日, 口頭

伊藤 武男, Endra Gunawan, 木股 文昭, 田部井 隆雄, 太田 雄策, Meilano Irwan, Agustan, Irwandi Nurdin, GPS 観測網(AGNeSS)によるスマトラ断層の断層固着の空間変化, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 2012 年 5 月 20 日, 口頭

ハ. 出版 [著者名、出版社名、刊行年月日の順に記入してください。]

特になし



### 3-6. 「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」

#### 平成24年度年次報告

課題番号：1701

研究課題：駿河ー南海トラフ周辺における多項目統合モニタリング

[研究課題担当者：名古屋大学大学院環境学研究科 教授 山岡耕春]

課題番号：1702

研究課題：プレート境界地震のための地殻活動予測シミュレーション・データ同化システムの構築

[研究課題担当者：名古屋大学大学院環境学研究科 教授 鷺谷 威]

課題番号：1703

研究課題：日本列島地殻活動総合相関評価システムの研究

[研究課題担当者：名古屋大学大学院環境学研究科 教授 山岡耕春]

課題番号：1704

研究課題：活断層の地表形状・ずれ量にもとづく地震発生予測

[研究課題担当者：名古屋大学大学院環境学研究科 教授 鈴木康弘]

課題番号：1705

研究課題：内陸地震発生域における応力蓄積状態の解明

[研究課題担当者：名古屋大学大学院環境学研究科 教授 鷺谷 威]

課題番号：1706

研究課題：GPS/音響方式海底地殻変動観測システムの高度化

[研究課題担当者：名古屋大学大学院環境学研究科 准教授 田所敬一]

課題番号：1707

研究課題：精密制御信号システム（アクロス）による地下の高精度常時モニタリング技術の高度化

[研究課題担当者：名古屋大学大学院環境学研究科 准教授 渡辺俊樹]

課題番号：1708

研究課題：プレート境界周辺海底活断層の変動地形学的・古地震学的フィージビリティ調査

[研究課題担当者：名古屋大学大学院環境学研究科 教授 鈴木康弘]

課題番号：1709

研究課題：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

[研究課題担当者：名古屋大学大学院環境学研究科 准教授 山中佳子]

課題番号：1710

研究課題：南海トラフの海溝軸付近における海底地殻変動モニタリング

[研究課題担当者：名古屋大学大学院環境学研究科 准教授 田所敬一]

( 1 ) 実施機関名：

名古屋大学

( 2 ) 研究課題(または観測項目)名：

駿河 - 南海トラフ周辺における多項目統合モニタリング

( 3 ) 最も関連の深い建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

( 1 ) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

ウ．東海・東南海・南海地域

( 4 ) その他関連する建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

( 3 ) 地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程

( 3-1 ) 地震発生先行過程

ア．観測データによる先行現象の評価

3. 新たな観測技術の開発

( 1 ) 海底における観測技術の開発と高度化

ア．海底地殻変動観測技術

( 3 ) 観測技術の継続的高度化

ア．地下状態モニタリング技術

( 5 ) 本課題の 5 か年の到達目標：

本研究課題では、駿河-南海トラフでのプレートの収束速度やカップリング状態のモニタリングを行うために、以下のモニタリングに関する研究を行う。

1 ) 海底地殻変動観測によるモニタリング

海底地殻変動の観測結果を用い、駿河-南海トラフにおける詳細な変位速度場を明らかにする。

2 ) 伊豆諸島における非弾性変形モニタリング

キャンペーン GPS 観測により銭洲海嶺周辺におけるプレート収束速度を実測し、その他伊豆諸島の GEONET の結果を総合し、伊豆半島周辺の変形が駿河-南海トラフでのプレート収束速度に与える影響を評価する。

3 ) アクロスによるプレート境界面のモニタリング

プレート境界からの反射波の検出とその時間変動のモニタリングのため、データ蓄積と解析を進めつつ、深部低周波微動など比較的短期間で繰り返す現象を対象として実証実験の事例を積み重ねる。

4 ) 地殻変動連続観測・地中ガス・地震観測による固着-滑りのモニタリング

和歌山県新宮・静岡県春野・静岡県菊川に設置された深部ボアホールひずみ計記録は大変 SN 比が高く、低周波微動にともなう短期的スローリップを捉えている。それらの高感度のひずみ計を用いたモニタリング技術の高度化を行う。また、静岡県春野の深部ボアホールにおけるガスのモニタリン

グを継続し、深部低周波地震等との関連の解明を進める。さらに、愛知県の鳳来に設置した地震計アレイは、ノイズ等の環境も良好であるので、このアレイによる低周波地震のモニタリング技術の高度化を行う。

( 6 ) 本課題の5か年計画の概要 :

5か年で、以下の観測研究を進める。本研究では、駿河・南海トラフの研究を進めている東京大学地震研究所・京都大学防災研究所・高知大学と、毎年1 - 2回の研究会を開催し、連携しながら進める。

1) 海底地殻変動観測によるモニタリング

駿河湾内及び熊野灘に設置した海底局について毎年3回程度繰り返し観測を実施することにより得られたデータを用いて、プレート固着状態の解明を進め、後半の年度では固着状態のモデル化を試みる。

2) 伊豆諸島における非弾性変形モニタリング

銭州におけるGPSキャンペーン観測を毎年1回実施する。その観測結果と伊豆半島周辺のGEONETのデータを用いて、伊豆半島周辺のマイクロプレートの分布などの非弾性変形の解明を進める。

3) アクロスによるプレート境界面のモニタリング

プレート境界からの反射波の検出とその時間変動のモニタリングの研究を進める。長期モニタリング実証試験には、地震計アレイによるオフライン連続観測、及び、大学、Hi-netなど既存の定常地震観測網による連続地震観測を用い、連続地震波形データの収録・解析を行うシステムを構築する。震源は、豊橋の名古屋大学三河観測所の震源装置の他、気象研究所と協力し静岡県森町の震源を用いる。さらに、JAEAの等地球科学センターの震源の信号を用いる。

愛知県鳳来における地震計アレイは5年間維持し、3か所の震源からの記録を取得すると共に、アレイ近傍の地形・地殻構造の特性を考慮し、地形・構造がアレイ特性に与える影響を評価する。東濃地科学センターの震源の長期モニタリングを進めるほか、気象研森町の震源からの記録の解析を進める。

三河観測所の震源については、震源近傍からの観測を順次進め、震源周辺の構造特性を解明し、遠地への震動伝達特性の解明を進める。

4) 地殻変動連続観測・地中ガス・地震観測による固着-滑りのモニタリング

和歌山県新宮・静岡県春野・静岡県菊川に設置された深部ボアホールひずみ計による観測を5年間継続する。それらの深部ボアホールひずみ計や地中ガス等の解析を進め、低周波地震・微動とゆっくり滑りとの関係の解明を進める。

愛知県鳳来における地震計アレイ観測は5年間観測を継続し、上記のアクロスの信号以外に、深部低周波地震の分布や震源の詳細について解析を進める。

( 7 ) 平成24年度成果の概要 :

以下の小課題についての成果の概要を示す。

1) 海底地殻変動観測によるモニタリング

本小課題は、超巨大地震の課題に統合して実施された。

2) 伊豆諸島における非弾性変形モニタリング

銭州におけるGPSキャンペーン観測を試み、岩礁まで漁船をチャータしたものの、出港時に想定したよりも波が荒く、接岸できなかったため、本年度は観測を断念した。

3) アクロスによるプレート境界面のモニタリング

原子力研究開発機構が東濃鉱山(岐阜県土岐市)に所有していたアクロス震源を名古屋大学に委譲してもらい、観測を継続している。この震源は2004年からほぼ連続して運転されているが、原子力研究開発機構での研究終了により運転停止の危機にあった。名大への委譲により東濃鉱山における運転を継続することができた。このアクロスの信号を57km離れたHi-net鳳来で受信して、P波とS波の掃除の時間変動を解析したものを図1と2に示す。P波S波とも、2008年以降定常的な走時の早まりが見えている。また、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震時に発生した走時の遅れも見える。多くの場合地震時の走時の遅れは一時的であり、徐々に元の走時に戻るのが普通である。そ

れは地下水の一時的な移動が原因と考えられるが、この記録はそのようになっておらず、別の原因である可能性が高い。その他、愛知県豊橋市のアクロス震源については、桜島火山への移設のため工場で一部改造を行ったが、本年度再設置をし、連続運転を開始した。しかしながら2台の震源のうち1台のインバータが老朽化のため故障し、現在1台が停止中である。

#### 4) 地殻変動連続観測・地中ガス・地震観測による固着-滑りのモニタリング

愛知県鳳来に設置したアレイで、低周波微動の観測を継続した。東濃地震科学研究所が愛知県下山に設置したアレイとの比較解析を行い、微動到来方向の特性を行った。ただし、その位置は気象庁が発表している震源の位置とは異なっており、今後の検討が必要である。

(8) 平成24年度の成果に関連の深いもので、平成24年度に公表された主な成果物(論文・報告書等) :

(9) 平成25年度実施計画の概要 :

平成25年度は、以下の観測研究を実施する。

#### 2) 伊豆諸島における非弾性変形モニタリング

銭州におけるGPSキャンペーン観測を実施し、その観測結果と伊豆半島周辺のGEONETのデータを用いて、伊豆半島周辺の地殻変動の解明を進める。

#### 3) アクロスによるプレート境界面のモニタリング

岐阜県土岐市、愛知県豊橋市のアクロス震源の運転を継続し、地震波伝播特性変化のモニタリングの高度化を進める。また気象研究所・静岡大学と共同して静岡県森町の震源の運転を継続する。これら3点の震源による伝達関数を明らかにし、東海地方における地震波伝播特性の変化を明らかにする。

#### 4) 地殻変動連続観測・地中ガス・地震観測による固着-滑りのモニタリング

愛知県鳳来に設置した地震計アレイの記録を用い、3台のアクロス震源からの伝達関数解析及び低周波微動の解析を進める。

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

名古屋大学環境学研究科 山岡耕春・鷲谷威・渡辺俊樹・田所敬一・中道治久・川邊岩夫

他機関との共同研究の有無 : 有

東濃地震科学研究所・静岡大学・高知大学と連携して進める。

(11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名 : 環境学研究科附属地震火山研究センター

電話 : 052-789-3046

e-mail :

URL : <http://www.seis.nagoya-u.ac.jp>

(12) この研究課題(または観測項目)の連絡担当者

氏名 : 山岡耕春

所属 : 名古屋大学環境学研究科附属地震火山研究センター

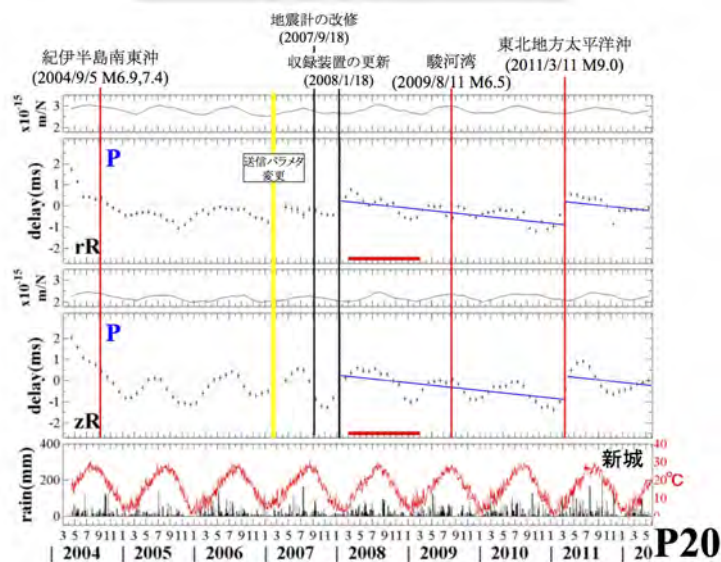


図1 土岐のアクロス震源と Hi-net 鳳来の間の P 波相似の時間変動  
 岐阜県土岐市に設置されているアクロス震源を Hi-net 鳳来で受信して得られた伝達関数のうち、P 波部分の走時変動。2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震で約 1 ミリ秒の遅れが見られる。また、2008 年以降は定常的な走時の早まりが見られる。

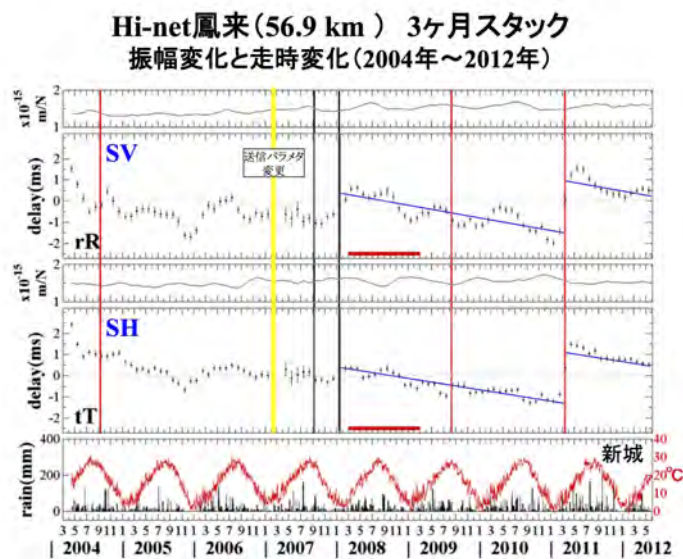


図2 土岐のアクロス震源と Hi-net 鳳来の間の S 波相似の時間変動  
 岐阜県土岐市に設置されているアクロス震源を Hi-net 鳳来で受信して得られた伝達関数のうち、S 波部分の走時変動。2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震で約 2.5 ミリ秒の遅れが見られる。また、2008 年以降は定常的な走時の早まりが見られる。



( 1 ) 実施機関名：

名古屋大学

( 2 ) 研究課題(または観測項目)名：

プレート境界地震のための地殻活動予測シミュレーション・データ同化システムの構築

( 3 ) 最も関連の深い建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

( 2 ) 地震・火山現象に関する予測システムの構築

( 2-1 ) 地震発生予測システム

ア．地殻活動予測シミュレーションとデータ同化

( 4 ) その他関連する建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

( 2 ) 地震・火山現象に関する予測システムの構築

( 2-1 ) 地震発生予測システム

イ．地殻活動予測シミュレーションの高度化

( 5 ) 本課題の 5 か年の到達目標：

本課題では、第 2 次計画までに開発された地殻活動予測シミュレーションモデルを更に改良し発展させるとともに、地震活動、地殻変動等の観測データの情報をシミュレーションに取り入れるためのデータ同化システムのプロトタイプを開発し、プレート境界地震の発生履歴の再現やプレート境界の摩擦特性の推定等を行う。さらに、これらのシステム及びモニタリングシステムを構成要素とする地震発生予測システムの全体像を設計し、プロトタイプシステムを実際のデータに適用してプレート境界における滑りの時空間発展や地震発生を予測するデータ同化・予測実験を行う。こうした研究を通して本格的な地震発生予測システムの構築に向けて準備を整える。

( 6 ) 本課題の 5 か年計画の概要：

(a) 地殻活動予測シミュレーションモデルの開発研究及び予測実験

日本列島全域を対象とした地震発生シミュレーションの為に数値計算コードの改良と最適化を行なう。また、プレート境界面の摩擦特性の推定に向けた地殻変動解析モデルの構築を進める。

また、沈み込むプレートの 3 次元形状を考慮し、規模依存の破壊エネルギー摩擦特性分布を用いた、半無限均質弾性媒質中における南海トラフ及び千島海溝巨大地震発生サイクルシミュレーションを行い、歴史地震に見られる、大きな発生間隔・規模・東西セグメントの破壊時間差を再現するモデル作成を行うとともに、シミュレーションコードの高速化を進める。さらに、滑り応答関数計算を高度化するため、GeoFEM コードを改良して均質粘弾性媒質モデル作成の効率化を図る。

一方、これまでのシミュレーションであまり考慮されていなかった、応力や摩擦パラメータ等の短波長不均一が地震サイクルや予測に及ぼす影響をシミュレーションにより調べる。

さらに、プレート境界と内陸地震の相互作用の理解と活動度予測のための、計算効率の高い不連続体セルモデルシミュレーションモデル構築において、成層粘弾性媒質中での滑り応答関数を用いた粘弾性地震発生サイクルシミュレーションに取り掛かる。

平成 21 年度は、南海トラフ、日本海溝、千島海溝等のプレート境界を対象に、シミュレーションモデルを作成する。フォワード計算により、応力相互作用の評価を行う。

平成 22 年度は、不均質粘弾性構造、動的破壊過程、プレート境界地震と内陸地震の相互作用等を考慮して、モデルの高度化を進める。相互作用評価を継続する。

平成 23 年度は、モデル高度化を継続する。過去の大地震発生系列を再現するシミュレーションにより、摩擦特性等を推定する。近年の大地震の破壊過程、余効滑り過程のシミュレーションにより、摩擦特性等を推定する。

平成 24 年度は、シミュレーションによる摩擦特性等の推定の継続。プレート境界と内陸の相互作用のシミュレーション。摩擦パラメータ推定の不確定性が予測精度に及ぼす影響の評価を行う。

平成 25 年度は、これまでに推定された摩擦パラメータ等に基づき、予測シミュレーションを試行する。予測シミュレーションの誤差を評価する。シミュレーションに基づき、西南日本内陸の地震活動の変化について議論する。

#### (b) 地殻変動データを用いたデータ同化手法の開発と同化実験

プレート境界地震の余効滑りなどゆっくりとした断層運動を対象として、GPS データなど地殻変動データから、速度・状態依存摩擦構成則で用いられる摩擦パラメータや、滑り速度等の初期値を推定する手法を開発する。単純なバネ・ブロックモデルや複数のセルモデルを用いた研究を進めるとともに、2次元の連続体モデル（1次元断層）による解析手法について検討する。

平成 21 年度は、地殻活動予測システムの全体設計、パラメータ最適化手法、逐次データ同化手法の検討を行う。

平成 22 年度は、地殻活動予測システムの全体設計を完了し、パラメータ最適化手法、逐次データ同化手法の開発、試験を行う。

平成 23 年度は、データ同化の解析事例を増やし、手法の高度化を行う。

平成 24 年度は、予測シミュレーションと連携したデータ同化実験のためのシステム開発を行う。

平成 25 年度は、予測シミュレーションとデータ同化システムを連携させた予測システムのプロトタイプを稼働させる。

#### (c) 地震活動データの活用手法の開発

繰り返し地震をもれなく抽出し、滑り量分布の推定の精度を上げるため、幅広い規模の地震に適用できる新たな繰り返し地震抽出基準の策定を行う。具体的には、釜石沖等のすでに知られていて、現在の波形相似性の基準では抽出されない中規模繰り返し地震を用い、波形の相似性からこれらの繰り返し地震を同定できる基準を調べる（解析周波数帯、ウィンドウ等の工夫）。次に、この基準を用い、過去の波形記録を系統的に探索する。

関東地方及び東海・東南海地域の微小地震活動度の長期的変化を高信頼度で推定する。そのためには、時間的・空間的に均質な地震カタログを作成する必要がある。東京大学地震研究所の微小地震観測網で 1994 年から 2007 年までに観測された M3 以上の地震の震源と M の再決定を実施する。その際、使用する観測点は 1994 年当時の配置に固定し、新しい観測点を導入したことによる影響を除去する。（北大・地震研）

測地データに加えて小繰り返し地震のデータを用いて、余効滑りの時間発展を推定する手法を確立する。特に、異種データの重み付けや滑りの空間分布に対する penalty 項の与え方について種々検討を行い、最適なものを見いだす。

平成 21 年度は、波形の相関、詳細な震源決定や、発生間隔等をもとに、小繰り返し地震を抽出する最適な手法の開発を開発する。また、地震活動から応力変化を推定する手法を開発する。

平成 22 年度は、小繰り返し地震と GPS データを用いてプレート間滑りの推定を行う手法を開発する。また、地震活動データから応力変化の推定を試み、その有効性を検証する。

平成 23 年度は、開発した手法を用いて、プレート境界の滑りの時空間発展を推定する。また、推定された応力変化がプレート境界の滑りによるものと仮定して、滑りの時空間発展について知見を得る。

平成 24 年度は、地震活動データから推定された滑り変化と数値シミュレーションを比較することにより、プレート境界の摩擦特性、応力について知見を得る。

平成 25 年度は、地震活動データを用いたデータ同化手法について検討する。

#### (7) 平成 24 年度成果の概要：

##### (a) 地殻活動予測シミュレーションモデルの開発研究及び予測実験

###### ・ プレート境界地震の破壊開始点における破壊エネルギー推定（東大地震研）

地震の破壊開始点における破壊エネルギーは、地震発生や震源核の規模を支配する重要な物理パラメータである。沈み込み域の地震サイクルシミュレーションを行うことにより、プレート境界地震の破壊開始点の破壊エネルギーを推定した。プレート境界の固着域の下端では深部の非地震性滑りにより応力集中が生じている（図 1）。応力集中の大きさは非地震性滑り量に比例し、応力集中とともに増大するエネルギー解放率が固着域での破壊エネルギー  $G_c$  に等しくなったときに固着域が破壊される。プレート境界地震が周期的に発生するとき、非地震性滑り量はプレート相対運動速度  $V_{pl}$  と地震の再来周期  $T_r$  の積から得られるため、これらから破壊開始点の破壊エネルギーが推定できる。理論的には、 $G_c$  は  $V_{pl}^2 T_r^2$  に比例する。この理論の妥当性を、沈み込み域の 2 次元弾性体モデルと速度状態依存摩擦則を用いたシミュレーションで検証し、破壊エネルギーを推定するための関係式を導いた（図 2）。ただし、浅部地震発生域での非地震性滑りが顕著な場合には、この関係式は利用できない。この関係を使い、南海トラフの M8 級地震の破壊開始点と 2011 年東北地方太平洋沖地震の発生を支配していた高強度領域の破壊エネルギーを推定したところ、それぞれ、0.1-1MJ/m<sup>2</sup>、約 10MJ/m<sup>2</sup> の値を得た。

###### ・ 準静的地震発生サイクルシミュレーションコードの省メモリ化・高速化（京大）

昨年度は、階層型行列（H-matrix）法による地震発生サイクルシミュレーションコードの省メモリ化・高速化（Ohtani et al., 2011）を行い、2011 年東北地方太平洋沖地震サイクルシミュレーションを実行した。今年度は、1986 年十勝地震震源域を含む北部領域まで震源域を広げ、3 次元形状を持つ沈み込む太平洋プレート境界（馬場・他, 2006）を、昨年度の  $N=200,704$  から  $N=237,204$  に拡張して三角セルに分割し、大規模シミュレーションを実行した。まず北部領域も単独でサイクル計算を行い、M7 クラスの地震を含む 1986 年十勝沖地震の再来間隔が百年となるように階層アスペリティモデル（Hori and Miyazaki, 2011）パラメータを決定した。次に、これまで行なってきた南部（2011 年東北地方太平洋沖地震震源域）+ 釜石沖 + 北部の地震サイクルシミュレーションを、釜石沖の摩擦特性を変えて実行し、南部と北部の連動・非連動破壊条件を考えた。この成果の詳細は、「2011 年東北地方太平洋沖地震前後のプレート境界及びその周辺域の挙動の解明」で報告されている。

また、これまで H-matrix を用いた地震サイクルシミュレーションで滑り応答関数の H-matrix 作成部分が並列化できていなかったため扱えるセル数に制限があったが、情報関係の研究者の協力を得て並列化を行い、この部分での制約がなくなった。地震サイクル計算の並列化性能を上げるという課題は残されているが、一応並列化させており、今後の大規模シミュレーションに向けて、列島規模の地震発生サイクルシミュレーションの検討を行った。やや大きなセルサイズ（ $\sim 1\text{km}$ ）で北海道・東北・関東に至る太平洋プレート境界を深さ 80km まで、また関東・中部・紀伊半島・四国・九州東部に至るフィリピン海プレート境界面を深さ 60km まで分割すると、106 のオーダーのセル数（ $N$ ）になると見積もられた（図 3）。

さらに、これまで行なってきた東北日本や西南日本といった地域モデルでも、長期短期スローリップを含む巨大地震サイクルや GR 則に従う（例えば M5 以上の地震を含む）小さな地震から巨大地震まで含む地震サイクルシミュレーションを行うには、セルサイズを小さくする必要があり（ $\sim 100\text{m}$ ）セル数が増大する。こういった、マルチスケールシミュレーションの可能性も併せて検討した。

###### ・ 粘弾性媒質中での地震発生サイクルシミュレーション（京大）

昨年度、粘弾性媒質中での応力計算には、メモリ変数を用いて、履歴積分を要しない新手法を開発

した(平原・他, 2011)。そこでは、弾性媒質と同様に粘弾性媒質でもメモリ変数を用いた滑り応答関数に H-matrices 法が適用でき実際の計算が可能になると報告したが、残念ながら、H-matrix 法は適用できず、セル数を  $N$  とすると、従来の方法による弾性計算とほぼ同じ  $O(N \times N)$  の計算量が必要となることが分かった(平原・他, 2012)。

・ 南海トラフ巨大地震サイクル中における西南日本内陸地震活動(京大)

南海トラフ巨大地震の発生前 50 年から後 10 年に西南日本で内陸地震活動が増す(Utsu, 1974; Hori and Oike, 1996)と報告されている。これを受けて、東西圧縮、南海トラフでの固着と地震発生に伴う粘弾性応答によるクーロン破壊応力の時間変化(CFF)、及び変形源として内陸地震発生を加え、近畿地方周辺の多数の活断層上で CFF を計算した結果、南海トラフ巨大地震の発生前に逆断層型地震が多く起こり、発生後に横ずれ型地震が多くなることを予測する結果(図 2 右図)を得た(鹿倉・他, 2012)。実際、多くの逆断層タイプの地震は南海トラフ巨大地震前に発生していることを確認した。

(b) 地殻変動データを用いたデータ同化手法の開発と同化実験

・ 余効滑りに基づく摩擦パラメーターの推定(東大地震研)

摩擦法則を用いた地震サイクルのシミュレーションを行うためには、プレート境界面の摩擦特性についての知見が必要である。このような知見を得るために、2011 年東北沖地震の余効滑りの時空間変化を GPS 時系列データから時間依存インバージョン解析により推定した。これまで、余効滑りの時間変化は、速度・状態依存摩擦法則から導かれた速度強化の定常摩擦を用いてモデル化されてきた。このようなモデルでは、剪断応力の速度依存性を表すパラメーター(a-b) は時間的に一定であると仮定されてきたが、インバージョン解析から推定された東北沖地震の余効滑りの時間変化は、このような従来のモデルでは説明できないことが分かった。(a-b) が時間的に一定な速度強化の定常摩擦に従う場合、余効滑りによるプレート境界面上における剪断応力変化を滑り速度の対数  $\ln V$  で微分した結果は(a-b) を与える。従って、(a-b) が時間的に一定の場合、 $\frac{d\tau}{dV}$  と  $\ln V$  は比例することになる。これまで、いくつかの地震の余効滑りに対して、 $\frac{d\tau}{dV}$  と  $\ln V$  が線形の関係を示すことが確認されてきたが、東北沖地震の余効滑りでは、これらが非線形の関係を示した。この結果は、摩擦パラメーター a-b に滑り速度依存性があるか、有効法線応力  $\sigma_n$  の時間変化があることを示す。 $\frac{d\tau}{dV}$  と  $\ln V$  の関係から(a-b) を滑り速度の関数として求め、推定された(a-b) を用いて 1 自由度モデルを用いた余効滑りのシミュレーションを行ったところ、インバージョンで推定された余効滑りの時間変化が良く再現された。

・ 地表観測データによる余効滑り領域の摩擦パラメーターの推定実験(京大)

京都大学では、アジョイント法を用い、地殻変動データから断層面上の摩擦パラメーターを推定する手法を開発している。今年度は、地震発生域は従来と同じくセル断層で近似しているが、余効滑り領域を  $10\text{km} \times 10\text{km}$  の小断層に分割し、余効滑りの伝播を表現できるようにした。ただし、余効滑り領域の摩擦パラメーターは空間的に一様とした。このモデルを用い、2003 年十勝沖地震から 2004 年釧路沖地震までの一連の過程を模した数値実験を行った。

(1) モデルとして、十勝沖地震と釧路沖地震の発生域を表すセルを 2 個配置し、それ以外の領域を余効滑り領域とした。「真の摩擦パラメーター」及び適当な初期値を用いてモデルのスピンアップを行ったのち、十勝沖地震の発生から余効滑りの発生と伝播、釧路沖地震の誘発を表す部分を切り出した。

(2) 断層面上で滑り速度が直接観測されるとし、平均  $0 \cdot$  標準偏差  $1.0 \times 10^8$  m/s の正規誤差を加えたものを同化に用いるデータとした。データは 1 日ごとに得られるものとし、同化期間は余効滑りの発生している十勝沖地震後 20 日間とした。

(3) 「真の摩擦パラメーター」とは異なるパラメーター値(「第一推定値」)を与え、アジョイント法により、データに最も適合するパラメータ(「解析値」)を iterative に求めた。

(4) 「解析値」を用いて、同化期間より将来の滑り速度の時空間発展及び、それによる釧路沖地震のセルにおける地震発生時期の推定を行った。

摩擦パラメーターの、真の値、第一推定値、解析値及び、それぞれを用いて得られた釧路沖地震の発生時期(十勝沖地震からの経過時間、単位は年)を図 5 に示す。プレート境界面上における滑り速度を同化することで(A-B, A, L)=(10.0, 80.0, 80.0)であった第一推定値が(5.37, 40.5, 40.8)へと更新されて

いる。この解析値は真の値 (5.00, 40.0, 40.0) に近い値であり、釧路沖地震の発生時期の予測が改善されていることが分かる。

- ・ 測地データに基づくプレート境界面における真の固着域面積の推定 (名大)

測地データに基づく滑り欠損推定は、プレート境界の固着状態を推定する手段として有用であるが、固着域との対応関係は必ずしも明らかになっていない。固着域では滑り 0, 非固着域では応力 0 という単純な仮定の下、プレート境界面上に固着域の分布を仮定してプレート運動に伴う滑り欠損分布を理論的に計算することができ、それに伴う地表変位の模擬データから、プレート境界における地震モーメント蓄積速度を推定すると過大評価となることが分かる。この方法を日本海溝沿いと南海トラフ沿いの 2 地域について適用すると、東北地方の 2011 年以前のデータからは固着域の面積比がおよそ 30 ~ 60% と推定されるのに対し、南海トラフでは 60 ~ 100% と、固着の度合いがより高いと推定される (Hirai and Sagiya, 2013) (図 6)。

(c) 地震活動データの活用手法の開発

- ・ 地震活動変化に基づくスロースリップの検出 (北大)

地震活動の長期変化から広域応力場の時間変化を検出するために、1994 年 1 月 1 日から 2007 年 12 月 31 日までの間に関東地方及び東海・東南海地域で発生した  $M_{jma}=3.3$  の地震の震源及び  $M$  を再決定した。その結果、2005 年 8 月から 2007 年 12 月にかけての約 2 年半、茨城県南部から東京湾にかけては顕著な地震活動の活発化、同時期において銚子沖では顕著な静穏化が観測された。これら活発化と静穏化の空間パターンは、銚子付近の太平洋プレート上面において長期的スロースリップイベント (SSE) が起きたと仮定し、クーロンの破壊応力を計算すると良く説明できる。さらに、GPS 観測網 (GEONET) のデータにも長期的 SSE の発生を支持する水平変動が見られた (図 7)。

- ・ 繰り返し地震による非地震性滑り分布の推定 (東北大)

中規模の繰り返し地震を含めた解析により、2011 年東北地方太平洋沖地震前後の非地震的滑りの推定を進めた。地震前の 3 年間 (図 8 b) は、それ以前の 12 年間に比べて 2011 年東北地方太平洋沖地震滑り域内やその近傍での滑りレートが大きかった。これは、2011 年東北地方太平洋沖地震前のプレート境界の固着の緩みを示している可能性がある。また、地震後は地震時滑り域の周辺で、余効滑りが起きていることが推定された。この結果は GPS データ等の測地データの解析とは独立で、海溝近傍まで空間分解能が高い推定として有用と考えられる。

- ・ 地震活動データに基づく地震時の大滑り域の推定 (東大地震研)

昨年度に引き続き、日本列島全域に展開されているテレメータ地震観測点で観測された地震波形記録の蓄積を行い、小繰り返し地震の抽出を行った。また、この抽出結果を用いて、プレート間滑りの時間・空間変化の推定を行った。更に本年度は、平成 23 年東北地方太平洋地震発生後に発生したプレート境界型地震活動の空間分布を活用し、東北地震発生時の大滑り域の広がりを推定した (図 9)。

近年、大地震後に発生する余震活動は、大滑り域を避け、その縁辺部に集中するという報告が多数なされている。東北沖地震発生時においても、プレート境界型の余震は、宮城県沖の本震の震央周辺から海溝軸にかけて発生頻度が極端に低い。そこで、この余震分布の特徴と大滑り域の相補関係を東北沖地震の余震活動に適用し、東北沖地震発生時の大滑り域の広がりを推定した。本解析によって定義された大滑り域は複雑な形状を示し、特に、南側では、福島県沖・茨城県沖まで伸びる細長い大滑り域の存在が明らかとなった。大滑り域の外側では、小繰り返し地震も多数分布している。大滑り域から解放された応力によって、大滑り域の外側で余効滑りが駆動されていることを示唆している。推定された滑り速度は時間経過とともに徐々に減少しているが、岩手県から福島県沖の大滑り域の周辺では、約 2 年経過した現在においても太平洋プレートのプレート収束速度よりも 2 倍以上速い状況が続いている。

- (8) 平成 24 年度の成果に関連の深いもので、平成 24 年度に公表された主な成果物 (論文・報告書等) :  
Fukuda, J., Y. Aoki, T. Kato, and N. Kato (2012), Evolution of afterslip following the 2011 Tohoku-oki earthquake, 2012 AGU Fall Meeting, T13F-2695, San Francisco, USA.

- Hirahara, K., M. Ohtani, M. Hyodo, T. Hori and Y. Mitsui (2012) Earthquake cycle models for the 2011 Tohoku giant earthquake, 9th General Assembly of ASC, Ulaanbaatar, Mongolia.
- 平原和朗・大谷真紀子・鹿倉洋介・兵藤守・堀高峰・橋間昭徳 (2012) 漸化型メモリ変数法を用いた粘弾性媒質における地震発生サイクルシミュレーション, 日本地震学会 2012 年秋季大会, P2-68, 函館.
- Hirai, T., and T. Sagiya (2013) Biased geodetic inference on asperity distribution on a subducted plate interface: a quantitative study, Earth Planets Space, in press.
- 加納将行・宮崎真一・伊藤耕介・平原和朗 (2013) An adjoint data assimilation method for optimizing frictional parameters on the afterslip area, データ同化ワークショップ。
- Kato, N. (2012) Fracture energies at the rupture nucleation points of large interplate earthquakes, Earth Planet. Sci. Lett., 353-354, 190-197.
- Katsumata, K. (2013) Detection of a small slow slip event beneath the Kanto district, central Honshu, Japan by modeling a pair of seismic quiescence and activation anomalies and GPS data, Earth Planets and Space, submitted .
- 大谷真紀子・平原和朗・堀高峰・兵藤守 (2012) 2011 年東北地方太平洋沖地震より大きな地震は東北で発生するか, 日本地震学会 2012 年秋季大会, P1-66, 函館.
- Ohtani M., K. Hirahara, T. Hori and M. Hyodo (2012) Possible occurrence of a giant interplate earthquake in northeast Japan greater than the 2011 Tohoku earthquake, 2012, APEC Cooperation for Earthquake Simulation (ACES) 8th International Workshop, Maui, USA.
- 鹿倉洋介・深畑幸俊・平原和朗 (2012) プレート運動と地震発生に伴う西南日本内陸活断層の長期的な破壊関数の変化, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, SSS38-11, 千葉.
- Uchida, N., T. Matsuzawa (2013) Pre- and post-seismic slow slip surrounding the 2011 Tohoku-oki earthquake rupture, Earth Planet. Sci. Lett., under revision.

( 9 ) 平成 25 年度実施計画の概要 :

(a) 地殻活動予測シミュレーションモデルの開発研究及び予測実験

H-matrix を用いた地震サイクルシミュレーションの更なる省メモリ化・高速化、並びに列島規模大規模シミュレーション、及び地域モデルにおけるマルチスケール地震サイクルシミュレーションの検討を行う。粘弾性媒質中での地震サイクルシミュレーションについては、滑り応答関数のメモリ関数近似の精度の再評価を行い、地震サイクルシミュレーションの精度検証を行う。また、摩擦の非線形性や複数アスペリティの相互作用による地震発生の不規則性を数値シミュレーションにより明らかにする。

(b) 地殻変動データを用いたデータ同化手法の開発と同化実験

東北沖地震の余効滑りに関する 24 年度の結果に基づき、速度・状態依存摩擦法則に基づく余効滑りの物理モデルを構築する。また、物理モデルに観測データを同化するための手法開発を行う。十勝沖地震のケースについて 24 年度行った数値実験で用いたデータはプレート境界面におけるデータであり直接観測することはできない。そこで、直接観測できる量である地表面での変位の人工的なデータを用いて同様の実験を行い、24 年度に行った実験との比較を通して地表データを同化することで摩擦パラメータの推定にどのような影響を与えるかを調べる。その後 2003 年十勝沖地震を実例に実データの同化を行う。さらに、東海地域において、東北地方太平洋沖地震の余効変動の影響と南海トラフのプレート間固着の影響の分離を試みる。

(c) 地震活動データの活用手法の開発

これまでの研究で中規模の繰り返し地震を用いた非地震性滑りの推定に目途がついた。今後、東北地方太平洋沖地震の余効滑りの進展や、中規模繰り返し地震の特徴について研究を進める。また、これまでに得られた成果を論文として出版する。

( 10 ) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

名古屋大学大学院環境学研究科 : 鷲谷威、橋本千尋、伊藤武男

他機関との共同研究の有無：有  
東京大学地震研究所：加藤尚之、加藤照之、五十嵐俊博、福田淳一  
京都大学大学院理学研究科：平原和朗、宮崎真一  
京都大学防災研究所 橋本学  
東北大学大学院理学研究科：内田直希、松澤暢  
北海道大学大学院理学研究院：勝俣啓  
海洋研究開発機構 堀高峰

( 11 ) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：名古屋大学大学院環境学研究科

電話：052-789-3046

e-mail：web-master@seis.nagoya-u.ac.jp

URL：http://www.seis.nagoya-u.ac.jp/

( 12 ) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：鷺谷威

所属：名古屋大学大学院環境学研究科

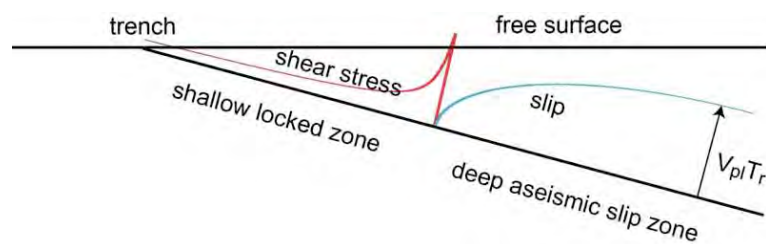


図1 沈み込み域のプレート境界深部の非地震性滑りと浅部のせん断応力分布の模式図  
浅部の固着域下端に応力集中が生じる。



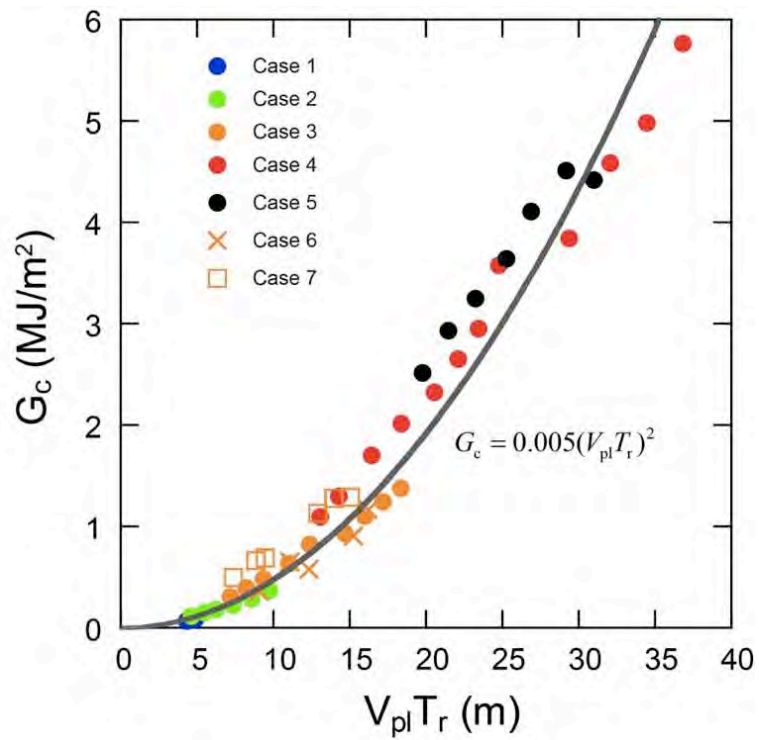


図2 破壊エネルギーとプレート相対運動速度と地震の再来周期の積の関係  
 有効法線応力の深さ分布やプレート相対運動速度  $V_{pl}$  が異なる7ケースについて調べたが、すべてについて1つの関係式で説明できる。ただし、係数は破壊開始点の深さやプレート境界面の伏角に依存する。

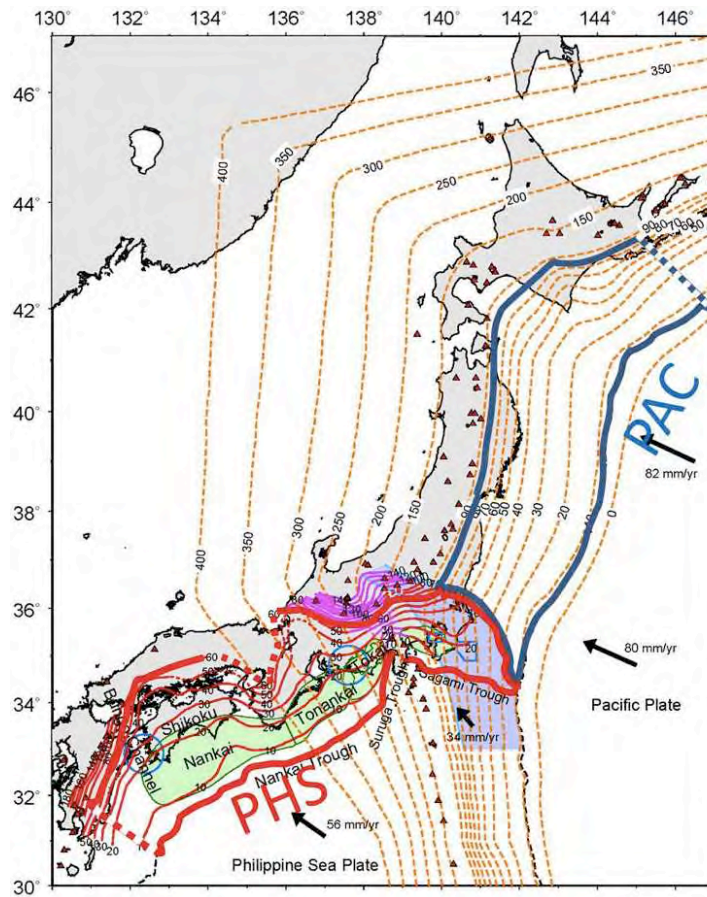


図3 日本列島規模地震サイクルシミュレーションにおけるセル数の検討  
 図に示したプレート境界面を1km程度のセルに分割すると、106のオーダーのセル数を要する。図は弘瀬のHP  
 ( <http://www.mri-jma.go.jp/Dep/sv/2ken/fhirose/index.html> ) より引用。

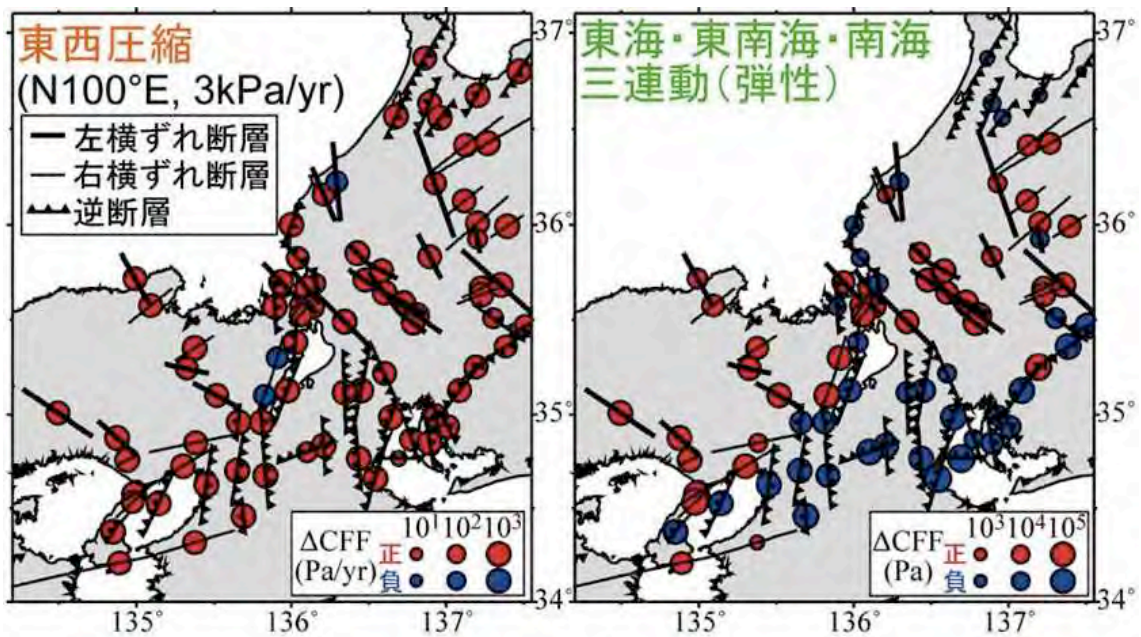


図4 西南日本内陸活断層における応力変化  
 左):  $0.3 \times 10^{-7}$ /年の東西圧縮による各断層におけるクーロン応力変化 ( $\mu' = 0.3$ を仮定) (右): 100年間の固着を仮定した時の南海トラフ巨大地震時における各活断層のクーロン応力変化。(赤: 正、青: 負) (鹿倉・他, 2012)

	A-B (kPa)	A (kPa)	L (mm)	評価関数の 値	釧路沖地震の発生時期 (十勝沖地震からの経過 時間, 年)
真の値	5.00	40.0	40.0	3000	3.83
第一推定値	10.0	80.0	80.0	12500	10.9
解析値	5.37	40.5	40.8	3010	3.92

図5 余効滑りデータによる摩擦パラメータの推定結果

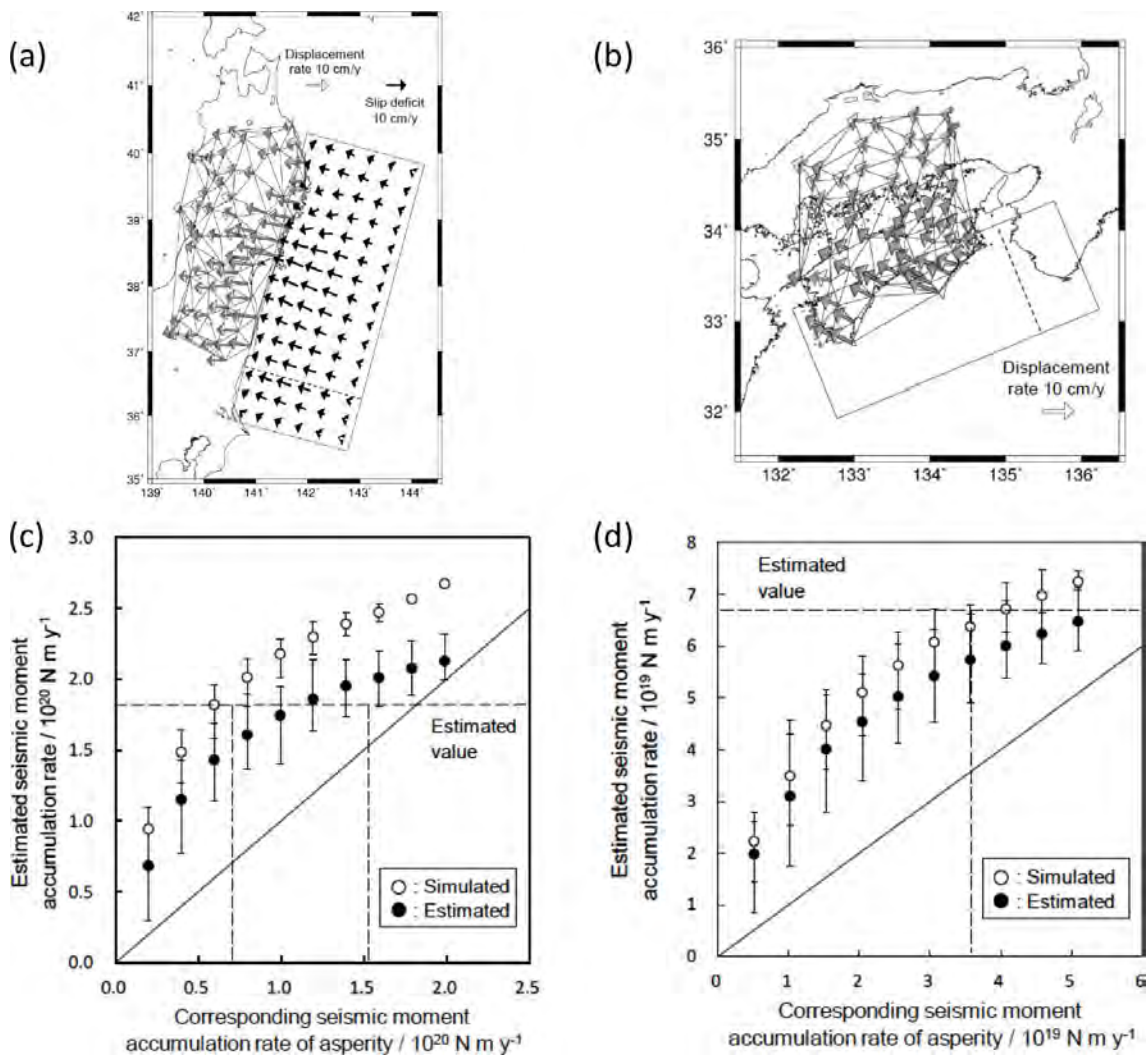


図6 地震モーメント蓄積速度と測地データに基づく推定値の関係

(a) 東北地方の GPS 変位速度データとインバージョン解析による計算値の比較。(b) 南海トラフ西部付近の GPS 変位速度データとインバージョン解析による計算値の比較。(c) 東北沖のプレート境界について、仮定したアスペリティにおける地震モーメント蓄積速度と模擬測地データから推定された地震モーメント蓄積速度の比較(黒丸)。白丸は計算上得られる滑り欠損分布に基づく地震モーメント蓄積速度。実際のデータに基づく推定値を水平の破線で、それに基づく真の地震モーメント蓄積速度の範囲を縦の破線で示す。(d) 南海トラフについての解析結果。



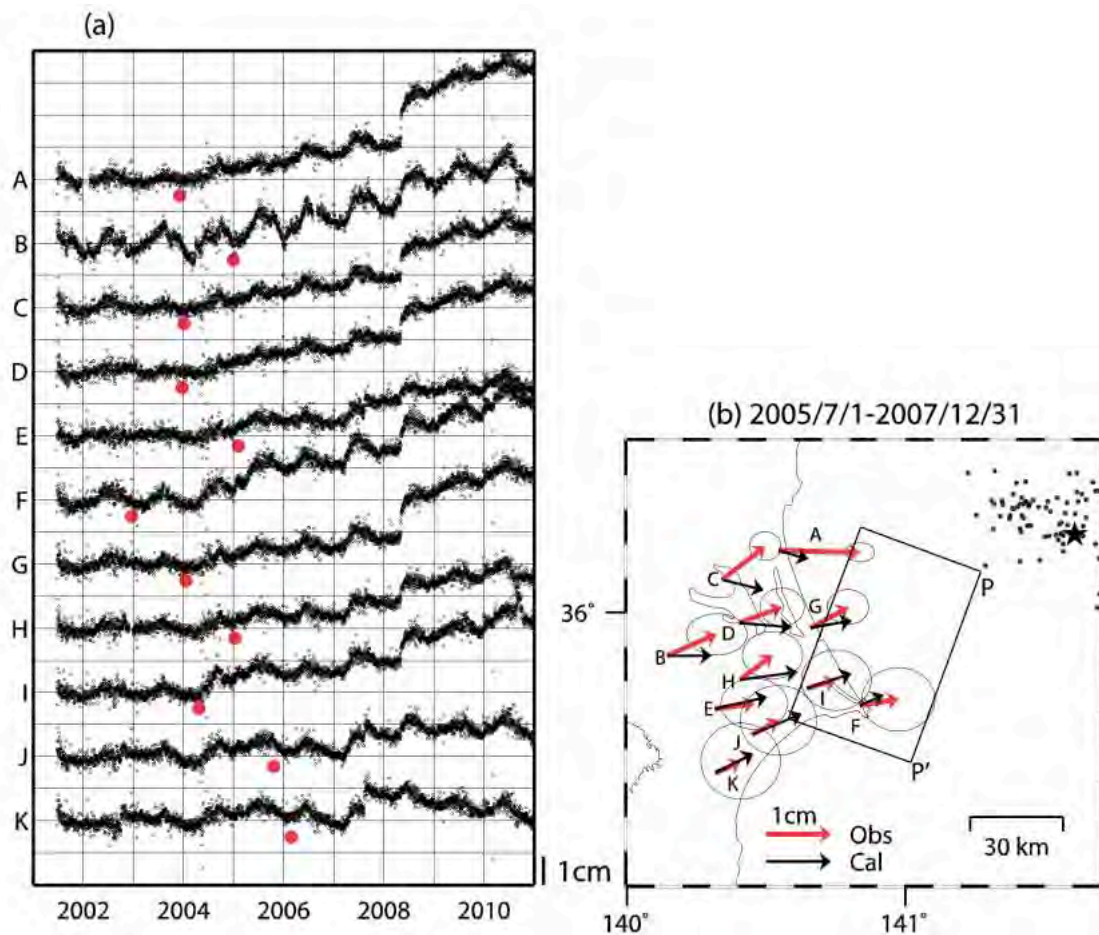


図7 地震活動変化に基づくスロースリップの検出

(a)GPSの東西成分。2001年6月から2003年6月までの変化を直線で近似し、その近似直線からのずれを表示した。赤点は近似直線からのずれの開始時、2008年5月付近の飛びは茨城県沖の地震 (M7.0) によるものである。(b)長期的スロースリップイベントの断層モデル。四角形が西方に傾き下がる太平洋プレート上面に仮定した断層面を表し、P-P'が深さ30 kmである。赤矢印が観測値、黒矢印が計算値である。

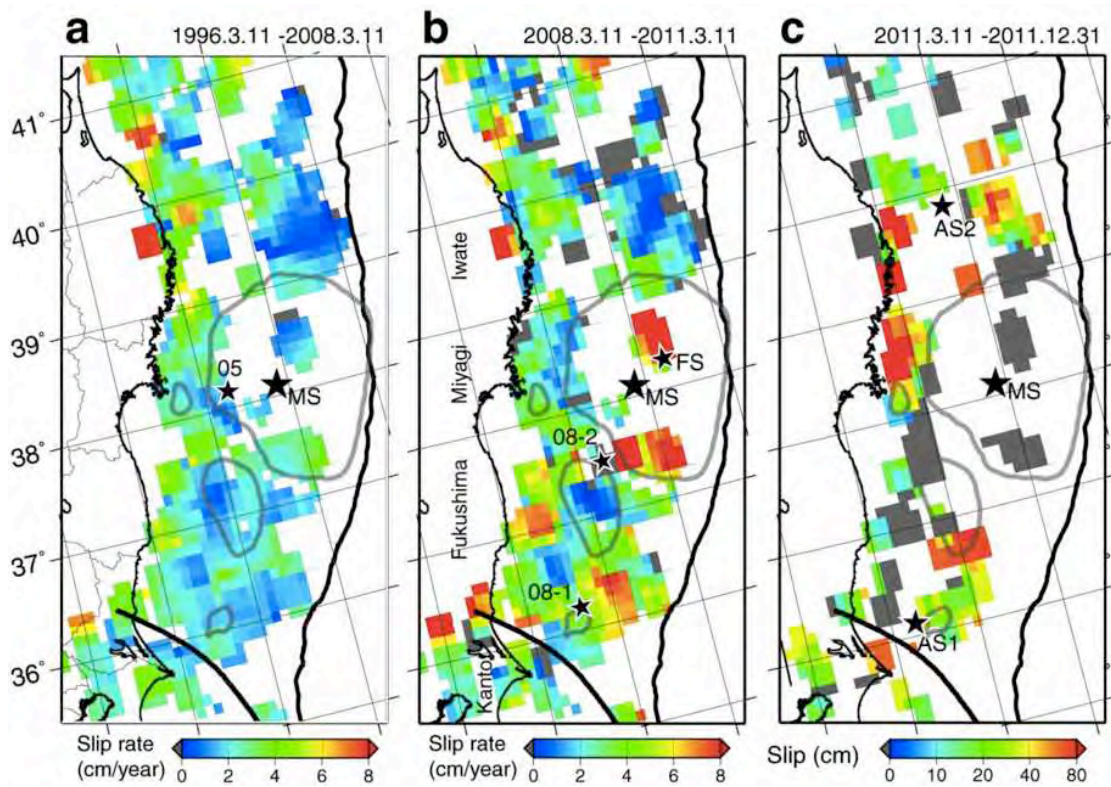


図8 繰り返し地震による非地震性滑り分布の推定

(a)1996年3月11日-2008年3月11日、(b)2008年3月11日-2011年3月11日、(c)2011年3月11日-2011年12月31日。0.3°×0.3°のグリッドごとに図a、bでは滑り速度、図cでは滑り量を表示している。白はグリッド内に3個以上の繰り返し地震がない場所、灰色は滑り量が0を表す。灰色のコンターはIinuma et al. (2012)による10mの地震時滑りコンター、黒太線はフィリピン海プレートの北東限(Uchida et al, 2009)。星はM7クラス以上の地震の震央。

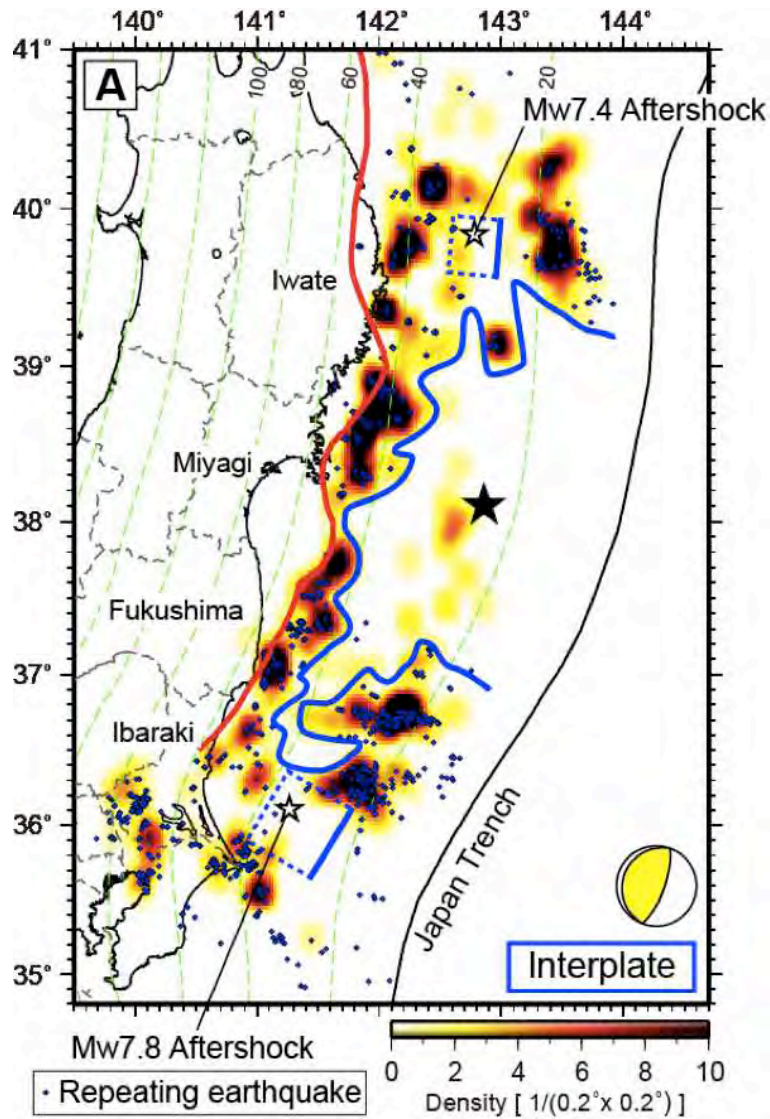


図9 プレート境界型地震の活動度及び小繰り返し地震活動から推定された大滑り域  
 青色の実線で囲まれた領域が推定された大滑り域。小繰り返し地震を青色のひし形で、プレート境界型地震の発生密度をカラースケールで示す。プレート境界型地震の西縁の位置を赤色の実線で、太平洋プレート上面の深さを緑色の破線で表している。

( 1 ) 実施機関名：

名古屋大学

( 2 ) 研究課題(または観測項目)名：

日本列島地殻活動総合関連評価システムの研究

( 3 ) 最も関連の深い建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

( 3 ) 地震・火山現象に関するデータベースの構築

イ. 地震・火山現象に関する情報の統合化

( 4 ) その他関連する建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

( 1 ) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

ア. 日本列島域

( 5 ) 本課題の 5 か年の到達目標：

本研究課題(5 か年)は、日本列島の地殻構造や、その活動をモニターしていると考えられる観測データを収集し、それらに潜在する地殻の現象を反映している成分あるいは指標を抽出する。その上で、得られた指標相互の時空間的相関を精査し、現象間の関連を多角的に解明する。これらにより、地震や火山噴火などの現象がどのような地殻活動ネットワークの中に位置付けられるのかを明らかにし、地殻活動モニタリングのための新たな指標を探索する。

( 6 ) 本課題の 5 か年計画の概要：

平成 21 年度から 5 か年継続し、地殻内部の構造や現象に関する情報の集積、統一フォーマットでのデータベース化、可視化を行う。具体的には、地殻の弾性的な厚さ分布、重力異常分布、地震発生の上限・下限、GPS によって得られるひずみ速度分布、地震活動度分布、活断層分布、地温勾配、地磁気データ等を用いる。ここでは地殻の状態を示す新指標の提案、導入も視野に入れ、全てのデータ、指標の 3 次元可視化システムを整備する。

平成 21 年度より、上記と平行して、各種地殻活動情報間の相関評価システムの開発を開始する。具体的には、日本列島を統一されたメッシュで覆い、全ての観測量、算出された指標を同一フォーマットの格子データとして格納する。それらのデータセットを照合し、各指標間の空間分布、あるいは同一指標内の各格子点間の時間変化の相関を求める。この作業を任意の時空間範囲内で自動的に繰り返し、相関の高い指標セットあるいは格子点セットをサーチするシステムを開発する。

( 7 ) 平成 24 年度成果の概要：

平成 24 年度は、GNSS による地殻変動及び一元化震源による地震活動をグリッドデータ化するためのシステムを整備した。また、グリッドデータ及びグリッドデータを用いた図をウェブにて公開した。公開 URL は

<http://www.seis.nagoya-u.ac.jp/yamaoka/EWSN1703/>



である。今後、計算結果を順次 web にアップロードしていく予定である。

- ( 8 ) 平成 24 年度の成果に関連の深いもので、平成 24 年度に公表された主な成果物(論文・報告書等) :  
Kawamura, M., T.Kudo and K.Yamaoka, Spatiotemporal Relationship between Geodetic and Seismic Quantities: A Possible Clue to Preparatory Processes of  $M > 6.0$  Inland Earthquakes in Japan, International Journal of Geophysics, vol.2012, doi:10.1155/2012/61712, 2012
- ( 9 ) 平成 25 年度実施計画の概要 :  
平成 25 年度は、前年度に整備した地殻変動及び地震活動のグリッドデータに加え、異なった観測料相互の関連を計算し、グリッドデータ化するシステムを整備する。またその結果を平成 24 年度に作成した web で公開する。
- ( 10 ) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :  
山岡耕春(名古屋大学環境学研究科)  
古本宗充(名古屋大学環境学研究科)  
他機関との共同研究の有無:有  
工藤 健(中部大学工学部理学教室)  
河村 将(台湾国立中央大学地球科学系/地球物理研究所)
- ( 11 ) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先  
部署等名:環境学研究科附属地震火山研究センター  
電話:052-789-3034  
e-mail :  
URL : <http://www.seis.nagoya-u.ac.jp/>
- ( 12 ) この研究課題(または観測項目)の連絡担当者  
氏名:山岡耕春  
所属:名古屋大学環境学研究科附属地震火山研究センター

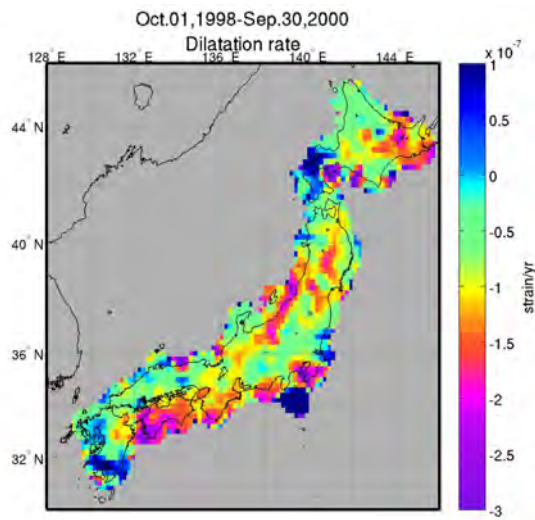


図1 面積ひずみ速度のグリッドデータを図示したものの一例  
 1998年10月1日から2000年9月30日までを平均した面積ひずみ速度を緯度・経度で0.2度ごとにグリッド化し、図示したもの。

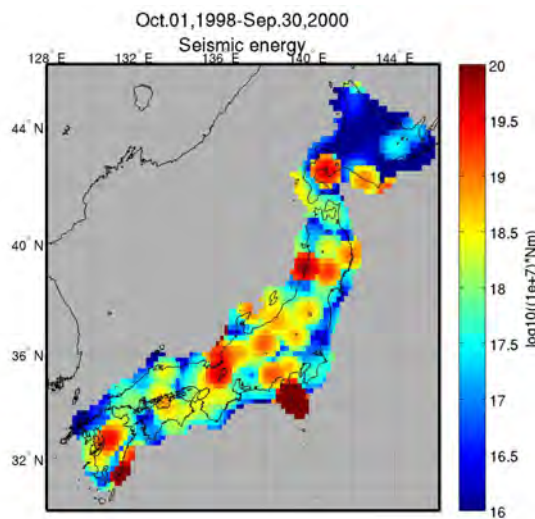


図2 地震活動(地震エネルギー)をグリッド化したデータを図示したものの一例  
 1998年10月1日から2000年9月30日までを平均した地震エネルギーを緯度・経度で0.2度ごとにグリッド化し、図示したもの。

( 1 ) 実施機関名：

名古屋大学

( 2 ) 研究課題(または観測項目)名：

活断層の地表形状・ずれ量データにもとづく地震発生予測

( 3 ) 最も関連の深い建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

- ( 1 ) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象  
オ．地震発生サイクルと長期地殻ひずみ

( 4 ) その他関連する建議の項目：

( 5 ) 本課題の 5 か年の到達目標：

活断層の地表形状は、地震規模や強震動特性を推定するための基本情報であり、具体的にアスペリティの位置やセグメンテーション及び破壊開始点を解明するためにも、より詳細な、活断層トレースの末端及び接合部の構造や、地点ごとのずれ量に関する情報の取得が必要である。また、平成 20 年岩手・宮城内陸地震のような事前の検出が難しい地震予測のためにも、活断層認定に関する有効な手法の検討が必要である。

本研究は、近年の活断層判読手法・調査方法の高度化や LiDAR 及び写真測量等による地形計測の技術革新を背景に、従来不明であった活断層をあらたに認定するほか、地表形状とずれ量分布を詳細に明らかにして、従来の静的な断層モデルや経験式に依存した予測に留まらず、動的な断層モデルの構築に貢献することを最終目標とする。

1) 1 回変位量と累積変位量を区別し、地震時のずれ量分布及びその再現性に関する基礎的検討を実施する。

2) モーメントマグニチュード、アスペリティ位置、破壊開始点及びセグメンテーションを明らかにする。

3) GIS を応用することにより、活断層地形に関する膨大な数値情報を、更新性を十分に確保した形で整備する。将来起こる地表変位予測情報としても活用できるようにする。

このため本研究では、a. 実際に出現した近年の地表地震断層とその起震断層、b. 比較的長大な活断層、c. 強震動予測の精度を高める要請の高い都市域周辺の活断層を対象とする。また、d. 地表形状に関して再検討が必要な活断層、e. 近年発見された活動性が不明の活断層についても検討を行い、上記目標の達成を目指す。

( 6 ) 本課題の 5 か年計画の概要：

全体の地表形状や活動性に関する基礎的情報を取得しつつ、以下の調査を実施する。( 1 ) 計測作業として、a. 地表における測量基準 ( GCP ) の取得、b. 写真測量システムや LiDAR による計測。( 2 ) 活断層調査として、a. 多時期の大縮尺航空写真判読、b. 活断層変位地形の認定及び計測測線の決定、c. 現地調査による地形面編年調査、d. 詳細な変位地形に関する現地測量及び掘削調査。

調査対象は到達目標に記した活断層であり、具体的には横手盆地東縁断層、阿寺断層帯、北部九州の活断層、中国地方の活断層、中央構造線、西山断層帯のほか、熊野 新宮断層帯等、その存在の可

能性が新たに指摘されているものを含める。精査段階においては、詳細写真判読を再度実施するとともに、LiDAR、航空写真測量等により変位地形の細密な標高モデルを作成し、1回変位量・累積変位量・平均変位速度の高密度取得作業を行う。加えて地形面の編年、現地測量及び掘削調査を実施する。最終的には、アスペリティ、モーメントマグニチュード、破壊開始点等を考察し、dislocation modelの検討や動的な断層モデルの推定に資するデータの取りまとめを行う。

#### (7) 平成24年度成果の概要：

##### 1 「活断層判読支援システム」の整備・更新（広島大）

「活断層判読支援システム」に組み込んでいる数値標高モデル（DEM）を基に作成したステレオ画像に、新たな画像を追加できるよう、DEMの整備を行った。昨年度末の2012年3月28日、1級河川沿いを中心に航空レーザで測量して作成された数値標高データが国土地理院より大量に公開された。その範囲は約134,000平方km（国土の約35%）に、及び5m間隔の数値標高モデルが利用可能な地域は合計で約170,000平方km（国土の約45%）と急激に広がった。これを受け、昨年度まで作成してきたステレオ画像と同様の画像が作成できるようにデータの取得、変換を行い、ステレオ画像が作成できる環境を整えた。今後、ステレオ画像の作成を行い、平野部の活断層分布を系統的に見直す作業を行う。

##### 2 群馬県太田市における太田断層のボーリング掘削調査（群馬大）

###### 2-1 目的

強震動予測の精度を高める要請の高い都市域周辺において活断層地形を新たに発見したことから、活断層の地質学的認定及び、累積変位量を明らかにするため、群馬県太田市龍舞において5本の群列ボーリング調査を行った（図1）。なお、2009、2010年度では同地点でトレンチ掘削調査を実施した。その際は、変形構造の上部のみしか観察できなかったため、今回は、ボーリング調査を行うことで深部の地下構造を把握することを意図とした。

###### 2-2 調査概要

日程は2012年12月3日より12月21日まで行った。ボーリング調査は、比高約2.5mの撓曲崖を直交する測線上で、5本行った（図2）。各地点におけるボーリングの深度は、No.1は5m、No.2は8m、No.3は7m、No.4は6m、No.5は5.1mである。地点ごとの深度の違いは、下部の礫層を掘削終了の目安とし、地点ごとに礫層の深度が異なったためである。

###### 2-3 結果概要

今回のボーリング調査に加えて、群馬県東部農業事務所の御厚意で、事務所が収集したボーリングコアも閲覧することが可能となった。図3は、それも含めた地形地質断面図である。注目すべきは、断層下盤側にあたる既設No.5においてYP（浅間板鼻黄色軽石）とみられるテフラが確認できることである。すでに、トレンチ調査でYPは断層上盤側で認められ、今回のボーリング調査No.1、No.5でも認められている。既設No.5と断層上盤側のYPの層位は、ともに砂～シルト層中の水中堆積であり、ほぼ同じ環境下に堆積している。一方、断層を挟む高低差は2～3mあり、これは両地点間にYP以降に断層変位があったことを強く示唆する。また、下部で認められた礫層は、下盤側では深さ5m（下盤側の水田の高さを0とする）ぐらいで一定しているのに対して、断層上盤側では、深さ0mであり、5m以上の変位が認められる。このことから、礫層はYPよりも多く断層変位を受けている可能性が高い。今後、さらに、テフラ分析やコアの詳細な記載などを実施し、詳細な検討を進める予定である。

##### 3 糸静線活断層系中部、岡谷市におけるトレンチ掘削調査（産総研・名古屋大・鶴岡高専・信州大）

糸魚川 - 静岡構造線活断層系中部の塩尻峠周辺には、北西 - 南東走向の左横ずれ断層が複数並走する（図4）。今回、調査対象とした活断層は、塩尻峠付近の南東側で2条にわかれて分布し、長さ約3kmにわたって北北西 - 南南東方向に延びる幅約100mの細長い凹地状の地形を形成しているが、明瞭な横ずれ変位地形は認められない（活断層研究会編，1991；下川ほか，1995；澤ほか，2007など）。塩尻峠の南側に位置する断層露頭では、ほぼ垂直な断層が最上部の地層まで変位させていることから、本断層の最近の活動が示唆されるが、同時にそれは地滑りによって形成された可能性があることも指

摘されている（土木学会原子力土木委員会断層活動性分科会，2004）。

このように、最近の活動性が不確かな断層について古地震情報を得て、牛伏寺断層や岡谷断層などで報告されている活動時期との関係を検討するために、塩尻峠の南側に位置する岡谷市西山地点においてトレンチ調査を実施した（図4）。

調査地点は凹地状の地形をしており、その中心付近には沼池や湿地といった平坦面が広がっている。これは2条の断層の左横ずれにともなう活動により左雁行部分において水平方向に引張を受けて相対的に中心部が落ち込み、谷の下流側（東側）が閉塞されることによって形成されたものと考えられる。

西側の活断層トレースにおいては、主断層と考えられるトレースのやや東側に、比高1 m程度の西上がりの低崖地形が連続することから、これが本断層の最新活動によって形成されたものであると推定し、3か所で掘削調査を実施した。しかしながら、いずれのトレンチにおいても、湿地性堆積物と考えられるシルト層や泥炭層に変位・変形は認められなかった。現在、湿地性堆積物基底から得た年代試料と湿地性堆積物最上部付近で採取した火山灰試料を分析中である。

東側の活断層トレースに沿っては、下流側（東側）隆起のバルジ状の高まりが形成されており、その西側斜面の傾斜変換点付近を断層が通過するものと推定し、掘削を行った。

トレンチに露出した地層は、下位より礫層、褐色風化火山灰質土壌、腐植質土壌、表土に区分され、壁面にはほぼ垂直に近い高角な活断層が数条認められた（図4）。断層は腐植質土壌をくさび状に落ち込ませるように変形させ、それより上位の表土に覆われる。現在、年代測定を実施中であり、その結果にもとづき活動時期と回数を推定し、本断層と並走または延長上に位置する他の活断層で報告されている活動時期との関係について検討する予定である。

#### 4．糸静線活断層系北部、白馬村におけるボーリング調査（産総研・名古屋大）

白馬村北部、北城盆地には、西側山地から流下する松川や楠川、平川などによって扇状地性段丘面・沖積扇状地面が広く分布し、これらの段丘面を東上りの変位させる活断層（神城断層）が分布する（図5）（活断層研究会編，1991；東郷ほか，1996；澤ほか，1999；池田ほか編，2002；中田・今泉編，2002；松多ほか，2006など）。中でも大出（おおいで）周辺には、下流側（東側）隆起の低断層崖・撓曲崖基部に湿地や平坦地が発達している（松多ほか，2006など）。こうした湿地・平坦面は変動崖の形成に起因して発達したと考えられ、扇状地堆積物直上の堆積物基底や、明瞭な湿地性堆積物基底が示す年代値は、断層の活動時期を示すものと推定される。山崎（1979）は、大出において湿地性堆積物基底（深度数10 cm：山崎，私信）から  $2000 \pm 130$  yBP（Gak7856）を示す木片を採取している。杉戸ほか（2007）は、L2面，L3面，A面の基部に発達する湿地・平坦地地下の扇状地堆積物に到達するボーリングコアを大出で5本（長さ各3 m）を取得した。表土を除くと、採取したコアは主に洪水堆積物と湿地・湿地性堆積物により構成されている。また、鈴木ほか（2010）によって同地点で実施されたピット調査でも、同様の結果が得られており、湿地性堆積物の年代はいずれもL3面・A面相当の若い年代を示している（Modern～ $2070 \pm 30$  yBP）。

そのため今年度は、杉戸ほか（2007）及び鈴木ほか（2010）の調査結果を補完するために、同地点にて新たに2本のボーリング調査を実施した（図5）。調査地点は、鈴木ほか（2010）がピット調査を実施した地点とほぼ同じ地点である。

OI-1201（深度8 m）では、深度約2.5 m以深は径2～8 cmの亜角から亜円礫からなる礫層であり、最上部では細粒化する。これらの礫層は段丘面構成層と考えられる。その上位には厚さ10 cm程度の腐植質シルトがあり、これは湿地性堆積物と考えられる。深度約2.2 mの湿地性堆積物中の試料（葉）を測定したところ、Modernであったため、同層準において追加の年代測定をしているところである。深度約2.1～1.2 mまではシルトから砂といった細粒な堆積物であり、これらは洪水性堆積物と考えられる。それより上位には厚さ50 cm程度の湿地性堆積物が認められる。深度0.7 m以浅は表土及び盛土である。

OI-1202（深度4 m）では、OI-1201と同様に深度約1.5 m以深は亜角から亜円礫からなる礫層であり、これらは段丘面構成層と考えられる。深度約2.2 m付近にややシルト質な細粒堆積物をはさむ。それより上位は表土及び盛土であり、OI-1201でみられたような洪水性堆積物は認められない。

今後、現在測定中の年代試料の分析結果をもとにして、堆積環境の変化や周辺の地形発達を推定し、断層の活動性について検討する予定である。

- ( 8 )平成 24 年度の成果に関連の深いもので、平成 24 年度に公表された主な成果物(論文・報告書等)：  
後藤秀昭，2012，数値標高モデルから作成した日本列島の地形アナグリフ - 解説と地図 - ，広島大学大学院文学研究科論集特輯号，72。  
後藤秀昭・杉戸信彦，2012，数値標高モデルのステレオ画像を用いた活断層地形判読，E-journal GEO，7，197-213。  
熊原康博，2013，関東平野北部の活断層“太田断層”の認定と周辺の古地震・地盤災害との関係，日本地理学会 2013 年春季学術大会発表要旨集，83，3 月，埼玉。  
澤 祥・鈴木康弘・渡辺満久，2012，横手盆地東縁断層帯南部の活断層地形と横手市平鹿町浅舞付近での群列ボーリングによる活動度の検討，日本活断層学会 2012 年度秋季学術大会講演予稿集，P-1，京都，11 月。  
杉戸信彦・後藤秀昭，2012，名古屋市街地を縦断する活断層の変動地形学的検討，日本活断層学会 2012 年度秋季学術大会講演予稿集，O-1，京都，11 月。  
鈴木康弘，2012，阪神淡路大震災と神戸の活断層を再考する，日本地理学会 2012 年秋季学術大会発表要旨集，82，S1703，兵庫，10 月。  
Suzuki, Y., 2013, Tectonic geomorphological active fault studies in Japan after 1980, Geographical Review of Japan Ser.B, submitted.  
鈴木康弘・渡辺満久，2012，5 m メッシュDEM による神戸市街地の活断層の再検討，日本活断層学会 2012 年度秋季学術大会講演予稿集，O-8，京都，11 月。  
谷口 薫・杉戸信彦・廣内大助・澤 祥・渡辺満久・鈴木康弘，2012，糸魚川 - 静岡構造線活断層系中部，茅野断層(茅野市坂室)の変動地形の再検討，活断層研究，37，17-28。  
渡辺満久・鈴木康弘，2012，能登半島西岸の地震性隆起海岸と活断層，日本地球惑星科学連合 2012 年大会，HSC24-11，千葉，5 月。  
渡辺満久，2012，近畿圏の活断層と原子力関連施設，日本地理学会 2012 年秋季学術大会発表要旨集，82，S1705，兵庫，10 月。  
渡辺満久・中田 高，2012，小浜湾周辺の活断層 - 若狭湾の原子力発電所と活断層 - ，日本活断層学会 2012 年度秋季学術大会，O-9，京都，11 月。

( 9 )平成 25 年度実施計画の概要：

近年、新たに見出されてきた活断層や再検討が必要な活断層、現時点で活動性に関する十分な情報を得られていない活断層を重点的に対象とし(中国地方の活断層、横手盆地東縁断層、九州北部地域の活断層、糸静線活断層系、首都圏近郊の活断層等)以下の調査を実施する。(1)計測作業として、a.地表における測量基準(GCP)の取得、b.写真測量システムや LiDAR による計測。(2)活断層調査として、a.多時期の大縮尺航空写真判読、b.活断層変位地形の認定及び計測測線の決定、c.現地調査による地形面編年調査、d.詳細な変位地形に関する現地測量及び掘削調査。地形判読に際しては、近年急速に整備が進んだ数値標高モデルを用いてステレオ画像を作成し、空中写真とは異なる視点で活断層分布の再検討を行う。

( 10 )実施機関の参加者氏名または部署等名：

鈴木康弘・杉戸信彦(名古屋大学)

他機関との共同研究の有無：有

堤 浩之(京都大学) 後藤秀昭(広島大学) 廣内大助(信州大学) 熊原康博(群馬大学) 松多信尚(台湾大学) 澤 祥(国立鶴岡工業高等専門学校) 渡辺満久(東洋大学) 中田 高(広島工業大学)

(11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：名古屋大学環境学研究科 地震火山・防災研究センター

電話：052-789-3046

e-mail：

URL：http://www.seis.nagoya-u.ac.jp

(12) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：鈴木康弘

所属：名古屋大学



図1 太田断層の位置



図2 太田市龍舞におけるボーリング調査地点の詳細図



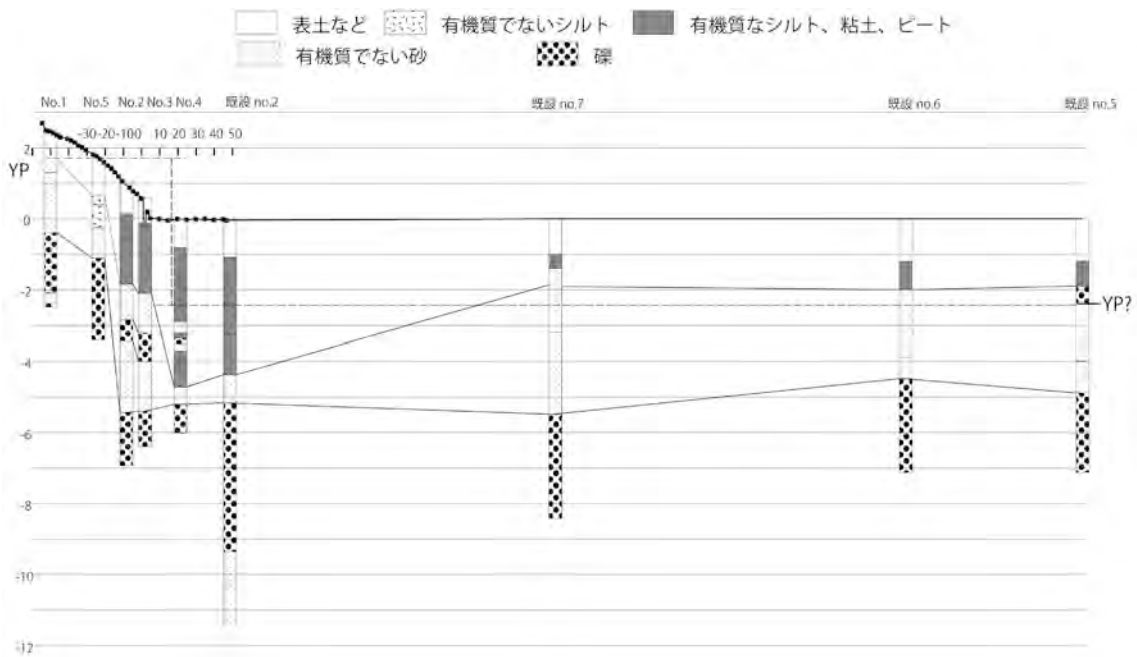


図3 太田市龍舞の地形地質断面図

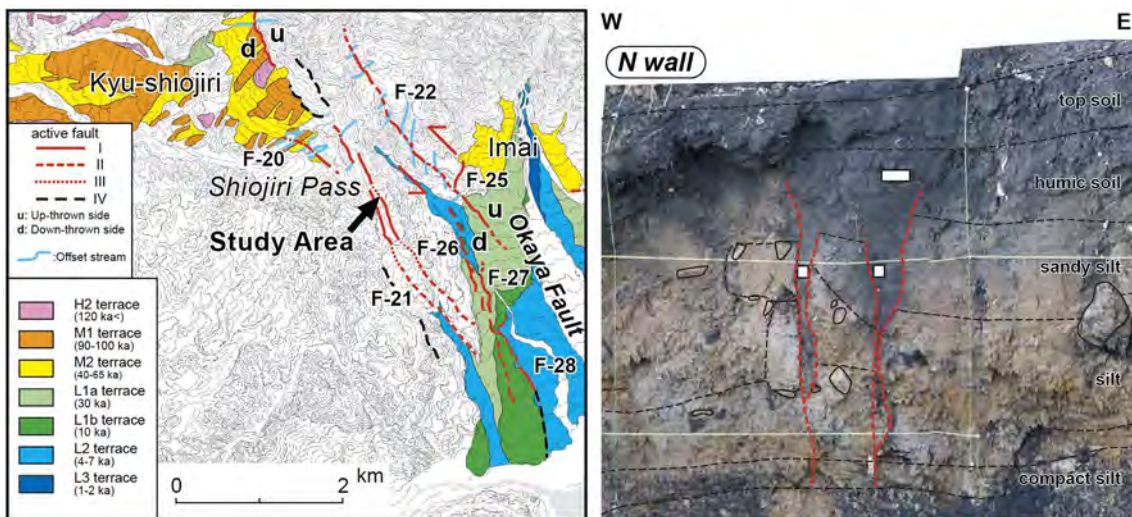


図4 岡谷市、トレンチ掘削調査地点周辺の段丘面区分と活断層の分布(谷口ほか(2011)を加筆・修正)及びトレンチ北側壁面(一部)

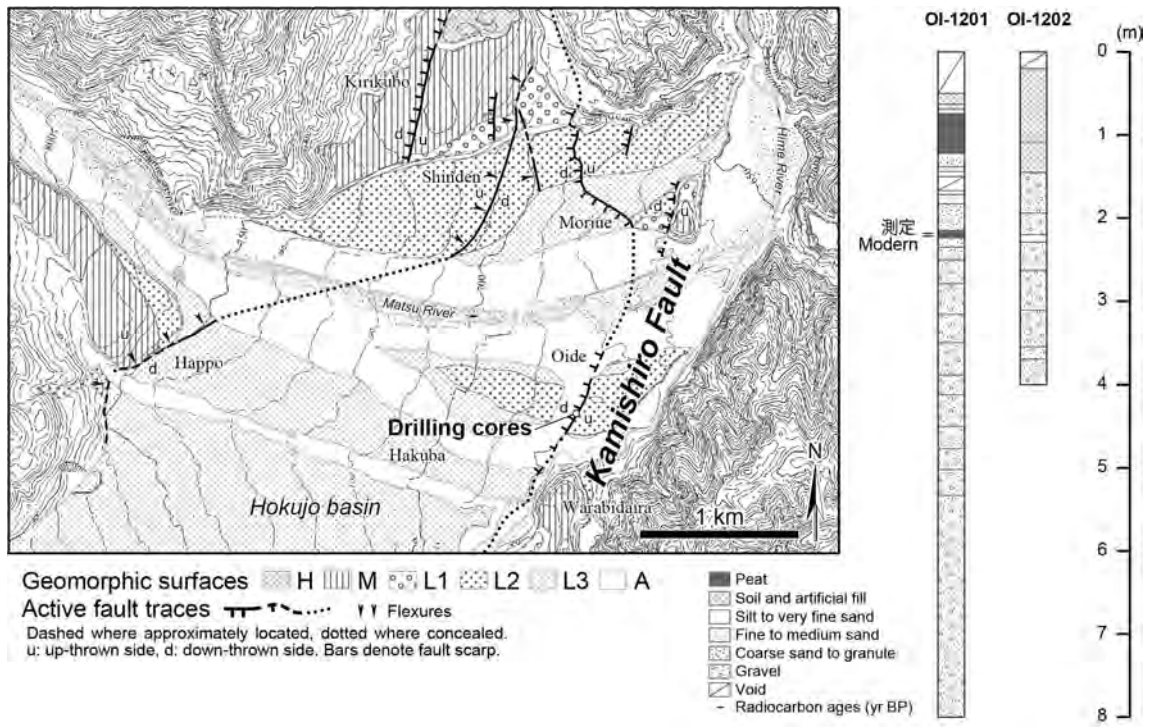


図5 白馬村、ボーリング調査地点周辺の段丘面区分と活断層の分布（鈴木ほか（2010）を加筆・修正）、及びボーリング調査結果

( 1 ) 実施機関名：

名古屋大学

( 2 ) 研究課題(または観測項目)名：

内陸地震発生域における応力蓄積状態の解明

( 3 ) 最も関連の深い建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

( 2 ) 地震・火山噴火に至る準備過程

( 2-1 ) 地震準備過程

ウ．ひずみ集中帯の成因と内陸地震発生の準備過程

( 4 ) その他関連する建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

( 1 ) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象

ア．列島及び周辺域のプレート運動，広域応力場

( 5 ) 本課題の 5 か年の到達目標：

本研究では、測地観測、地震観測、数値モデリング等の様々な手法を駆使して内陸地震の発生域における応力状態及びその時間的な変化の把握、更には応力蓄積のメカニズムを解明することを目指す。測地観測では、中部地方に位置する、地震サイクル中のステージや変形様式の異なる複数の活断層の周囲で稠密 GPS 観測を実施し、それぞれの変形様式から応力蓄積過程の違いを明らかにする。地震観測では、内陸地震発生域におけるコーダ Q の時空間変化の検出を試み、その結果から応力状態及びその時間変化を推定する。また、GPS を用いた固体地球の潮汐応答により応力臨界状態の検出を試みる。最後に、これらの観測結果を総合して、内陸地震発生域における応力状態の把握を目指す。

( 6 ) 本課題の 5 か年計画の概要：

(a) 詳細な地殻変動分布から見る内陸地震発生域の応力蓄積過程

本課題では、約 400 年前に地震が発生した可能性のある養老-桑名-四日市断層(1586 年天正地震)及び阿寺断層南部(1586 年天正地震)、約 150 年前に地震が発生した跡津川断層、顕著な地殻変形が見られる糸魚川-静岡構造線北部を対象として稠密なキャンペーン GPS 観測を実施し、詳細な地殻変動分布を得て、各断層の応力蓄積過程の解明を目指す。平成 21 年度は、阿寺断層周辺に稠密 GPS 観測網を構築し、観測を実施する。また、養老-桑名-四日市断層周辺で選点調査を実施し、観測の計画を立てる。

(b) 散乱構造から見る内陸地震発生域の応力状態とその時間変化

中部地方を中心にした領域で自然地震を利用したコーダ Q の解析を行い、コーダ Q の空間分布を調べる。特にひずみ集中帯に注目しながら、できるだけ観測時間幅を広くした解析を行い、コーダ Q の時間変化や安定性を検討する。

(c) 活断層の地震サイクルとひずみ集中帯の生成に関する物理モデル構築

下部地殻を構成する鉱物のレオロジーを考慮した内陸活断層の地震サイクルモデル構築を開始する。

平成 21 年度は、跡津川断層周辺で従来から継続してきた GPS 観測を実施するとともに、糸魚川 - 静岡構造線北部で観測網を構築し、観測を開始する。また、阿寺断層でも観測点調査を行う。散乱構造については手法の検討を行う。

平成 22 年度は、跡津川断層、糸魚川 - 静岡構造線北部での観測を実施するとともに、阿寺断層で観測網を構築し、観測を実施する。養老 - 桑名 - 断層で観測点調査を行う。散乱構造の解析手法を特定の地域に適用し、三次元的な構造の抽出を試みる。

平成 23 年度は、養老断層系に観測網を構築し、観測を実施するとともに、他の断層でも観測を行う。潮汐応答による応力状態のモニター手法の開発を行う。散乱構造の時間変化を検出する手法の検討を行う。

平成 24 年度は、各断層で観測を実施する。観測結果の暫定的なまとめを行う。特定の断層について、潮汐応答による応力状態モニターを試みる。散乱構造の時間変化に注目し、四次元的な構造変化の抽出を試みる。

平成 25 年度は、観測やデータ解析を継続するとともに研究全体のまとめを行い、内陸地震発生域の応力蓄積状態に関する知見を得る。

#### ( 7 ) 平成 24 年度成果の概要 :

##### (a) 詳細な地殻変動分布から見る内陸地震発生域の応力蓄積過程

2011 年 3 月の東北地方太平洋沖地震の発生以降、この巨大地震の余効変動の影響により、日本列島の内陸部の变形場は大きく変化している。本研究では糸魚川-静岡構造線最北部の白馬地域で GPS 観測を実施していたが、この地域における地震前と地震後の地殻変動速度を求めて比較した結果を図 1 に示す。地震後の変動場を見ると、固定点 0266 ( 白馬電子基準点 ) に対して HPPO は東向き短縮運動をしていたのが、地震後は東向き成分が見られていない。一方、より固定点に近い HKBA が東向きの変動を示しており、現時点では解釈が困難である。これらの観測点共通に見られる南向き成分の原因は今のところ不明であり、今後も観測を継続して精度を向上させる必要がある。

##### (b) 散乱構造から見る内陸地震発生域の応力状態とその時間変化

跡津川合同観測で得られた 3 成分それぞれの地震波形データを用いて跡津川断層帯周辺のコーダ Q 値 ( $Q_c$ ) の空間分布を求めた。解析に用いた地震は 2004 年 11 月から 2006 年 12 月に飛騨地方及び北陸地方で発生した M1.8 以上、深さ 30 km 以浅の 249 個の地震である。1.5-24 Hz までの 10 周波数帯において、Sato (1977) の一次等方散乱モデルを適用し、 $Q_c$  を推定した。得られた  $Q_c$  を空間的に平滑化した分布図を図 2 に示す。低周波数帯である 1.5 Hz 帯や 2.0 Hz 帯では、北東 - 南西方向に跡津川断層帯と重なるように低  $Q_c$  域 ( 高  $Q_c^{-1}$  域 ) が広がり、跡津川断層帯から離れるにつれ、高  $Q_c$  ( 低  $Q_c^{-1}$  ) になる。しかし、この低  $Q_c$  域は周波数帯が高くなるにつれて不明瞭となる。低周波数帯の  $Q_c$  値の空間分布について、Nakajima et al. (2010) による地震波トモグラフィーの S 波速度構造と比較すると、上部地殻下部から下部地殻での S 波速度と相関が見られ、低速度では低  $Q_c$ 、高速度では高  $Q_c$  となる傾向がある ( 図 3 a-c )。このことから、低周波数帯における  $Q_c$  は地殻の脆性-延性遷移領域を反映したパラメータであると考えられる。Hiramatsu et al. (2010) による方法を用いて、 $Q_c$  と GPS 観測で得られた差はずみ速度 ( Sagiya et al., 2000 ) との関係から応力蓄積速度の空間変化量を推定すると ( 図 3 d, e ) 1.5 Hz 帯で  $15 \pm 3$  kPa/year、2.0 Hz 帯では  $18 \pm 4$  kPa/year と求められる。これらの値は GPS の結果から推定された値 ( 3 kPa/year ) (Hiramatsu et al., 2010) より大きく、脆性-延性遷移領域下での高変形速度が上部地殻での高応力速度すなわち高はずみ速度を形成していることが考えられる。

濃尾地震断層域の合同地震観測で得られた地震波形を用いて、地震波干渉法を用いた雑微動の自己相関関数の減衰率 ( $Q_{ACF}$ ) とコーダ Q 値 ( $Q_c$ ) との時空間的な対応を調べた。 $Q_{ACF}$  については 2010 年 2 月から 2011 年 10 月の期間の 61 観測点の常時微動地震波形の上下動成分を解析した。 $Q_c$  については 2009 年 5 月から 2012 年 8 月の期間の震源が 30km 以浅、M 1.8 以上の地震 (178 イベント) について 83 観測点の 3 成分記録を解析した。解析には一次後方散乱モデル (Aki and Chouet, 1975) を適用

し、 $Q_{ACF}$  については表面波を想定、 $Q_c$  については実体波を想定した。 $Q_{ACF}$  の空間分布は、1-2, 2-4 Hz 帯で、濃尾断層帯より南西方向の領域では相対的に高  $Q$  値を示す領域が存在する (図 4 a)。4 Hz より高周波数帯ではそのような傾向は見られなかった。一方、 $Q_c$  の空間分布は、1-2, 2-4 Hz 帯では濃尾断層帯から南西及び、北東方向の領域で低  $Q$  値を示す領域が分布する (図 4 b)。4-8, 8-16, 16-32 Hz の周波数帯では、解析領域の北東方向で低  $Q$  値を示す傾向が見られた。Hiramatsu et al. (2012) では、低周波数帯 (1-4 Hz 帯) において跡津川断層帯に沿うように低  $Q$  領域が分布する傾向を示した。しかし、濃尾断層帯ではそのような明瞭な空間変化は確認できない。

$Q_{ACF}$ 、 $Q_c$  共に東北地方太平洋沖地震前後に伴う時間変化について調査を行ったが、どちらのパラメータにも東北地方太平洋沖地震地震に伴う変化は見られなかった (図 5)。しかし、 $Q_{ACF}$  には、7 月前後で  $Q$  値が高くなる変化が見られた。

過去 10 年間に深さ 5-10 km、10-15 km で発生した地震 ( $M > 2$ ) の空間分布と比較すると、1-2 Hz における  $Q_{ACF}$  の空間分布はどちらの深度における地震活動とも関係を示さなかったが、 $Q_c$  の空間分布は深さ 10-15 km の地震の空間分布と良い対応を示した。

#### (c) 潮汐応答による内陸地震発生域の応力状態モニター

GEOENT の 30 秒サンプリングのキネマティック解析を実施し、得られた時系列データを用いて潮汐応答解析を行った。解析に用いたデータは 2011 年 3 月東北地方太平洋沖地震前のデータを用いており、地震発生後は多くの余震と余効変動の影響を受けているため、長期間データを用いる潮汐解析は極めて難しい。図 6 は M2 分潮の GPS 観測によって得られた固体地球潮汐の振幅と理論値との比較であり、内陸部において理論値よりも大きな振幅が系統的に観測された。また、位相については理論値から 0.5 から 0.1 度程度遅れており、時間にして約 1 分から 10 秒ほどの遅れに相当する。この原因としては構造の不均質が考えられるが、固体地球潮汐に 100km 以浅の構造に関する感度はほとんど無いので、更なる検証が必要である。さらに、潮汐応答の時間的な変化を抽出するためには感度が比較的浅い場所にある海洋潮汐の応答に着目する必要があるが、この地域の M2 分潮の海洋潮汐の振幅が 5mm 程度であることから、海洋潮汐自体の振幅は GPS にて観測可能であるが、その変化を抽出するのは困難であると予想される。

#### (d) 活断層の地震サイクルとひずみ集中帯の生成に関する物理モデル構築

日本海東縁ひずみ集中帯では、顕著な短縮変形と同時に長期的かつ長波長の沈降が生じており、堆積盆形成に寄与している。この地殻変形の運動学的なモデルについて検討した。厚さ 8km の弾性的な上部地殻の上に厚さ 10km の堆積層 (軟らかい弾性層) が、下に粘弾性的な下部地殻 (粘性率  $10^{21} \text{Pa} \cdot \text{s}$ ) とマントル (粘性率  $3 \times 10^{19} \text{Pa} \cdot \text{s}$ ) を仮定する。上部地殻全体と堆積層の下半分を切る傾斜 30 度の逆断層を仮定し、断層変位後の完全緩和を求めた結果を図 7 に示す。この完全緩和は、断層が一定速度でずれている場合の定常解とみなすことが可能であるが、断層付近で短縮変位の 3 割程度に相当する沈降域が生じること、水平短縮のブロック運動が再現されることが分かる。短縮変形による余剰質量をアイソスタティックに支えるために生じる沈降と考えられ、ひずみ集中帯の変形過程を支配するメカニズムの一つと考えることができる。

- (8) 平成 24 年度の成果に関連の深いもので、平成 24 年度に公表された主な成果物 (論文・報告書等) :
- Hiramatsu, Y., A. Sawada, K. Nishigami, E. Kurasimo, Spatial distribution of coda  $Q$  and stressing rate around the Atotsugawa fault zone in a high strain rate zone, Japan, AOGS-AGU (WPGM) 2012, SE57-A002, 2012.
- Hiramatsu, Y., A. Sawada, Y. Yamauchi, S. Ueyama, K. Nishigami, E. Kurashimo, and the Japanese University Group of the Joint Seismic Observations at NKTZ, Spatial variation in coda  $Q$  and stressing rate around the Atotsugawa fault zone in a high strain rate zone, central Japan, Earth Planets Space, in press, 2013.
- 平松良浩, 澤田明宏, 山内順公, 上山信吾, 西上欽也, 蔵下英司, 歪集中帯大学合同地震観測グループ, 跡津川断層帯周辺におけるコーダ  $Q$  の空間分布, 日本地球惑星科学連合 2012 年度連合大会,

SCG64-P16, 2012.

鷺谷威・歪み集中帯 GPS 観測グループ, GPS 稠密観測から推測される日本海東縁歪み集中帯の変形様式, 日本地震学会 2012 年秋季大会, 2012.

辻 清根・平松良浩・濃尾合同観測グループ, 濃尾断層帯周辺における coda Q と地震波干渉法から得られた減衰率の推定, 日本地震学会 2012 年度秋季大会, P1-18, 2012.

辻 清根・平松良浩・濃尾合同観測グループ, 濃尾断層帯周辺における地震波干渉法から得られた減衰率の空間変化の推定, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, SSS34-P06, 2012.

( 9 ) 平成 25 年度実施計画の概要 :

白馬地域、跡津川地域、上越・中越地域で GPS 観測を実施し、東北地方太平洋沖地震後の地殻変動分布と時間変化の把握を進める。濃尾地域の散乱構造については、投稿論文を作成する。また、ひずみ集中帯の変形モデルを更に精緻化する。

( 10 ) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

名古屋大学大学院環境学研究科 : 鷺谷威, 古本宗充

他機関との共同研究の有無 : 有

金沢大学理工研究域自然システム学系 : 平松良浩

( 11 ) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名 : 名古屋大学大学院環境学研究科

電話 : 052-789-3046

e-mail : web-master@seis.nagoya-u.ac.jp

URL : <http://www.seis.nagoya-u.ac.jp/>

( 12 ) この研究課題 ( または観測項目 ) の連絡担当者

氏名 : 鷺谷威

所属 : 名古屋大学大学院環境学研究科



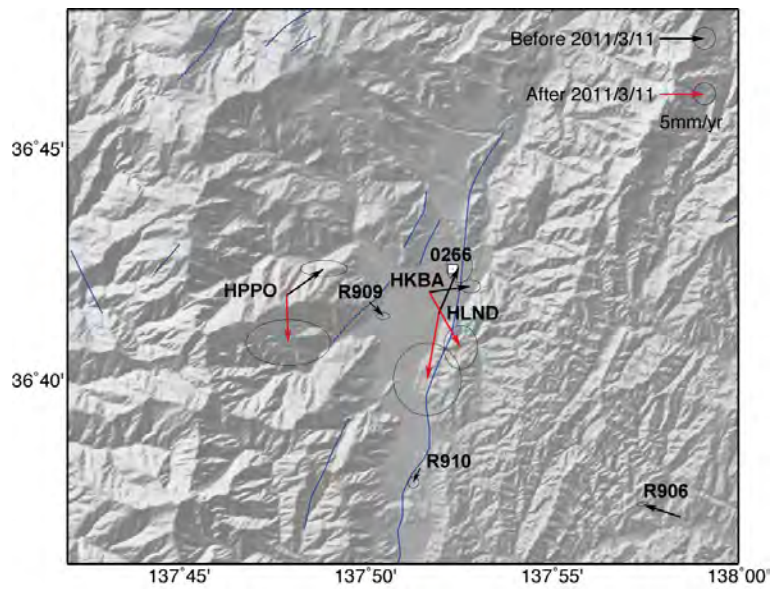


図1 白马地域における東北地方太平洋沖前後の地殻変動速度の比較  
 固定点は白马電子基準点(0266)、黒矢印は2010年以前、赤矢印は2011年3月以降の変動速度を表す。

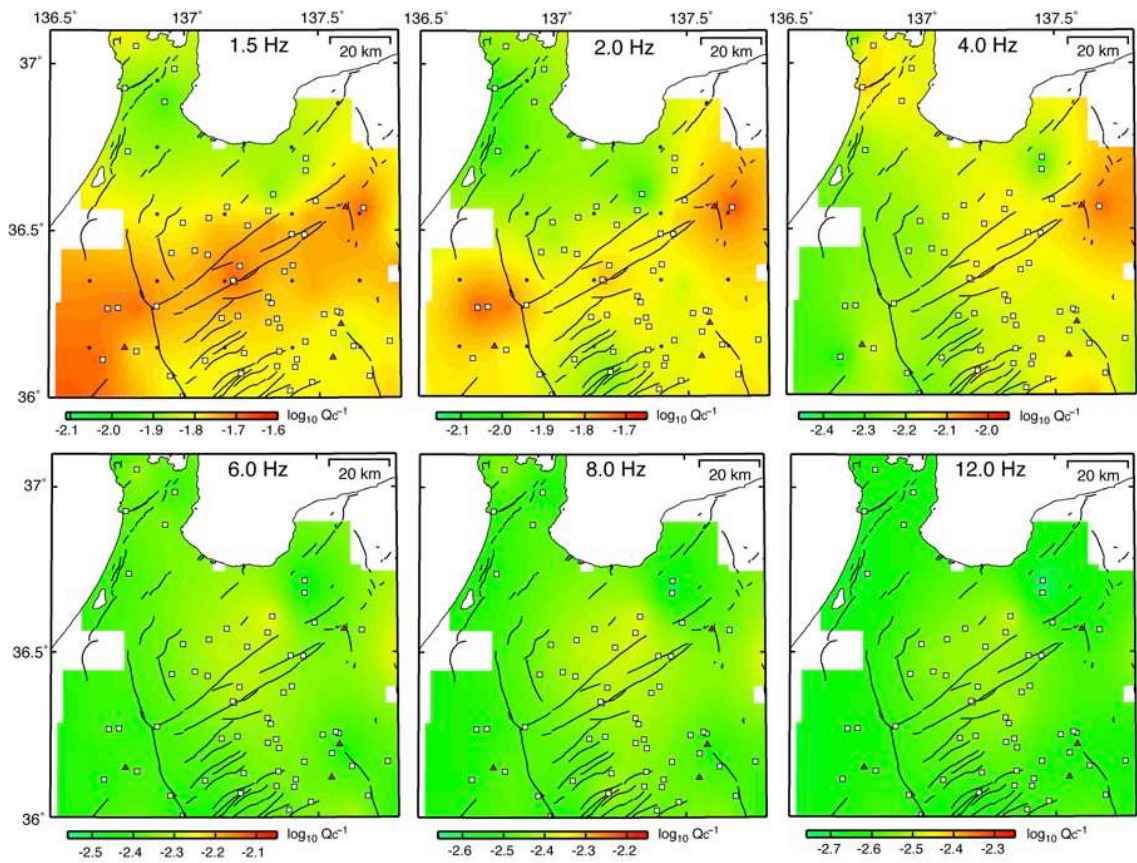


図2 coda Q-1 の空間分布  
 四角は観測点、実線は第四紀活断層、三角は第四紀活火山を表す。丸は図2において coda Q、 $V_s$ 、差はずみ速度のそれぞれの値比較に用いた点を示す。



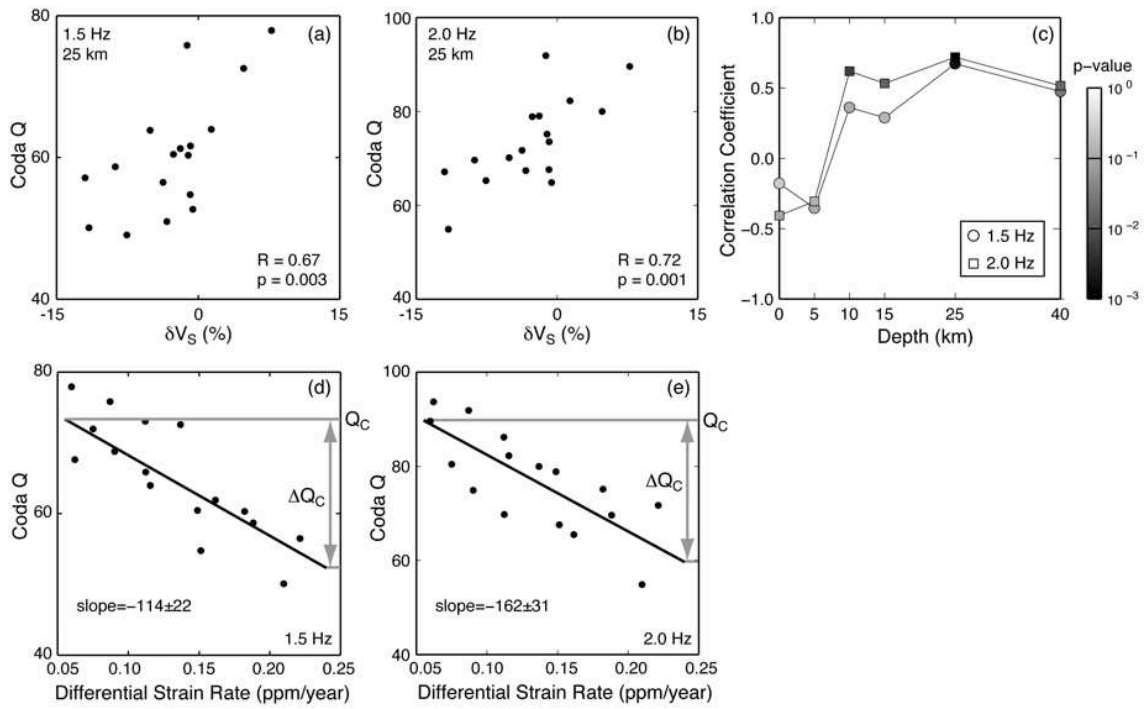


図3 coda Q 値と地震波速度やひずみ速度の関係

(a) 1.5 Hz 帯の coda Q 値と  $V_s$  (Nakajima et al., 2010) の関係。(b) 2.0 Hz 帯の coda Q 値と  $V_s$  (Nakajima et al., 2010) の比較。(c) 各深さにおける  $V_s$  と coda Q 値の相関係数。グレースケールは p 値を表す。(d) 1.5 Hz 帯の coda Q 値と差ひずみ速度 (Sagiya et al., 2000) の関係。(e) 2.0 Hz 帯の coda Q 値と差ひずみ速度 (Sagiya et al., 2000) の関係。

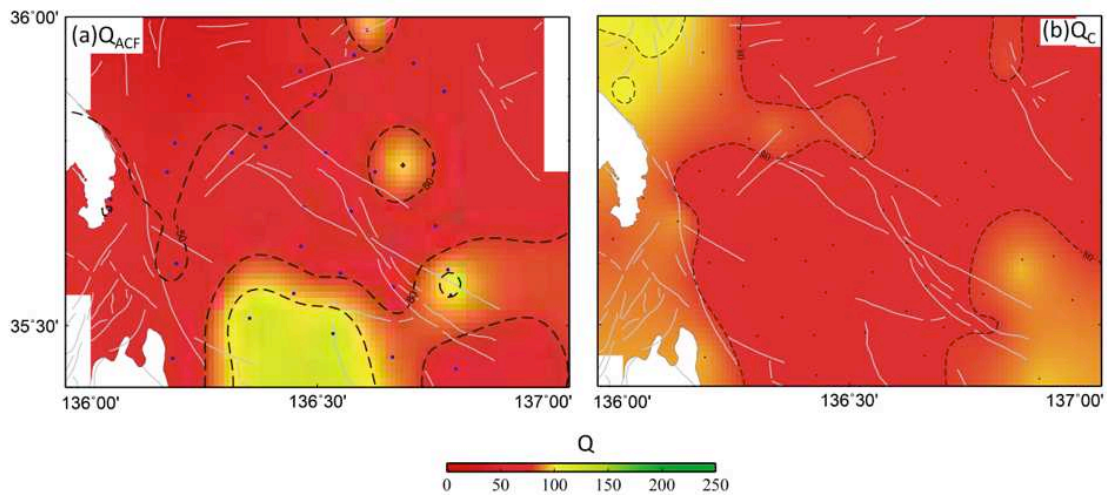


図4 1-2 Hz 帯における散乱構造の空間分布図

(a)  $Q_{ACF}$ , (b)  $Q_C$

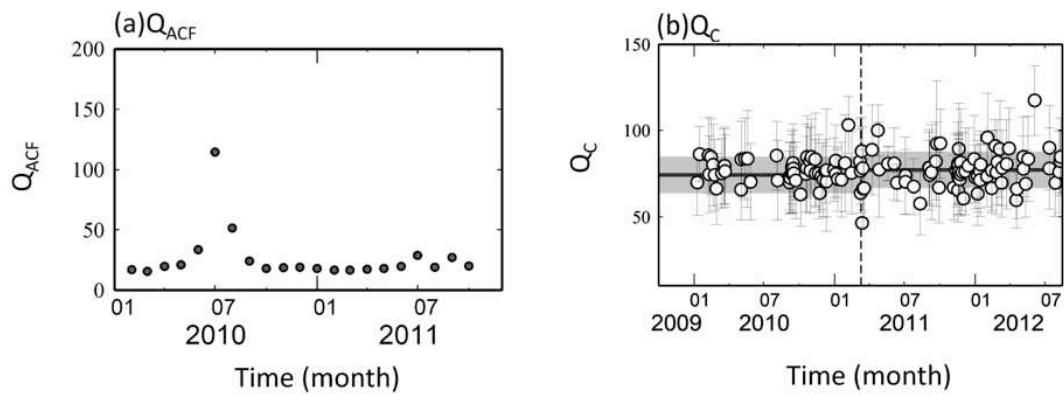


図5 1-2 Hz 帯における散乱構造の時間変化  
(a)  $Q_{ACF}$ , (b)  $Q_c$

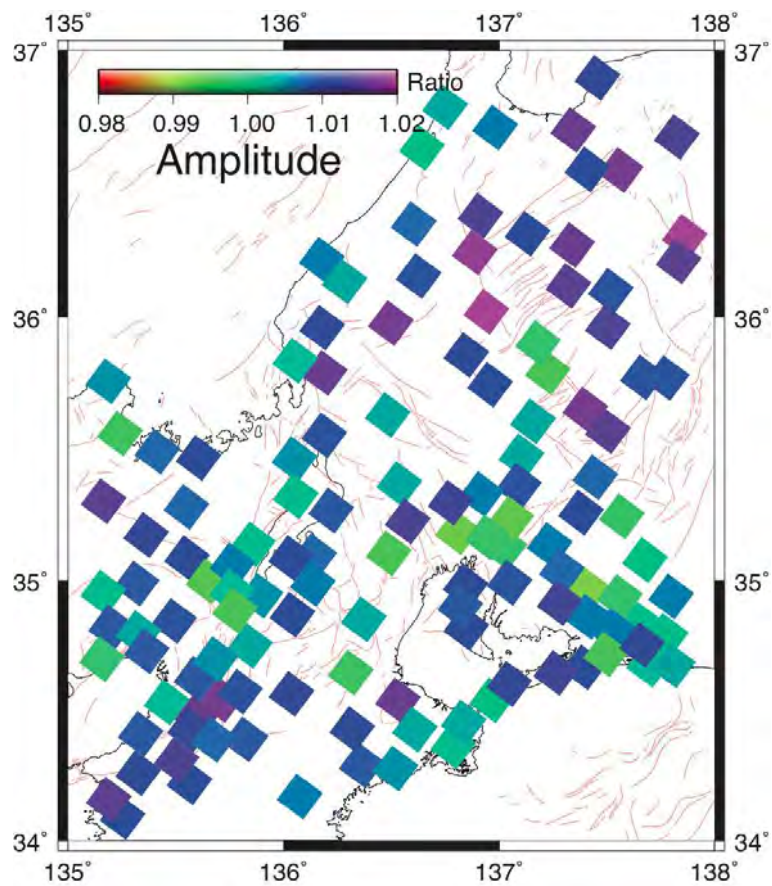


図6 GPS 観測から得られた固体地球潮汐の M2 分潮の理論値との比

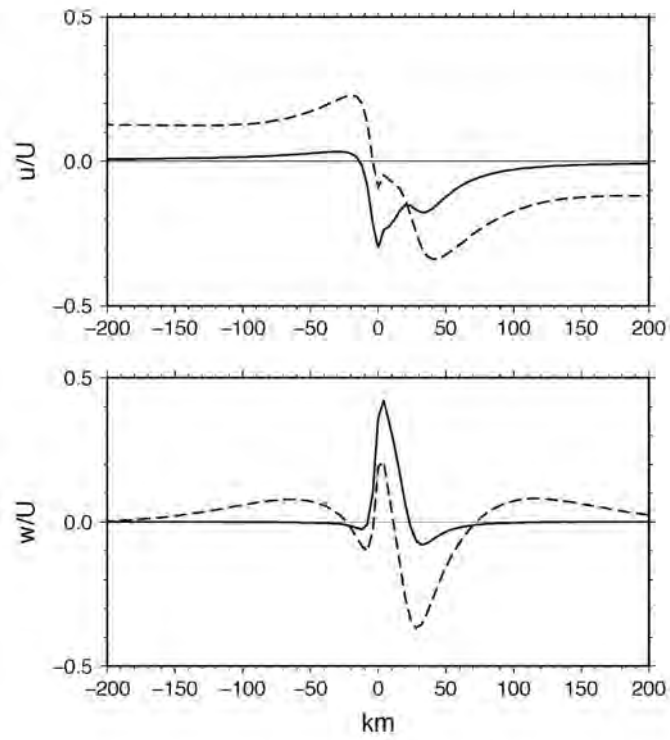


図7 ひずみ集中帯の運動学的モデルによる変形速度分布

(上) 水平変動分布。実線は断層変位に伴う瞬間的な変化。破線は完全緩和で、一定速度の断層滑りに対する定常解に相当する。(下) 上下変動の分布。

( 1 ) 実施機関名：

名古屋大学

( 2 ) 研究課題(または観測項目)名：

GPS / 音響方式海底地殻変動観測システムの高度化

( 3 ) 最も関連の深い建議の項目：

3. 新たな観測技術の開発

( 1 ) 海底における観測技術の開発と高度化

ア．海底地殻変動観測技術

( 4 ) その他関連する建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

( 1 ) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

ウ．東海・東南海・南海地域

( 5 ) 本課題の 5 か年の到達目標：

GPS/音響方式の海底地殻変動観測システムをモニタリングに資する実用的なものにポリッシュアップするにあたり、現状では 1) 高精度化, 2) 観測・解析の効率化, 3) 広域・多点観測の実施, 4) 連続的観測及び機動観測, 5) システムの標準化及び普及型システムの開発が課題となっている。これらのうち、本課題では 1) 及び 2) を実施する。3) については名古屋大学で実施する他の計画「駿河 - 南海トラフ周辺における多項目統合モニタリング」で実施する。

1) 高精度化

これまでの研究開発の結果、海中音速構造の時空間変化が海底局位置決定の精度に大きく影響していることが分かった。この問題を解決しなければ、海底地殻変動観測システムの高精度化は実現しない。そのため、水温水圧計による水温(音速構造)を連続的に測定し、その測定結果を取り入れた解析方法を開発する。また、複数の船上局を用いた音響トモグラフィ的手法を用いたシステムの開発に取りかかり、駿河湾や熊野灘等の実海域でデータ取得を行い、精度向上への有効性を評価する。

2) 観測・解析の効率化

これまでは、GPS 解析に使用する暦として最終精密暦を用いていた。そのため、解析結果が出るまでに 1 か月程度の時間を要していた。GPS 解析をより早く行うためには、約 3 時間後に出される超速報暦を用いるのが効果的であると考えられる。そこで、衛星数や時期によらずに超速報暦が常に有効であるかを評価し、解析に導入する。また、多点観測が推進された際の膨大なデータ量に対応した新たな解析アルゴリズムの開発・検討も実施する。

( 6 ) 本課題の 5 か年計画の概要：

平成 21 年度においては、実海域で水温水圧計による水温(音速構造)を連続的に測定し、海中音速構造の時空間変化に対する基礎データを取得する。また、GPS の超速報暦を試験的に導入し、有効性を評価する。また、膨大なデータ量に対応した新たな解析アルゴリズムの開発を開始し、その有効性を評価する。

平成 22 年度においては、実海域で水温水圧計による水温（音速構造）の連続的測定を継続するとともに、複数の船上局を用いた音響測距システムの設計を行う。また、膨大なデータ量に対応した新たな解析アルゴリズムを開発し、過去のデータに適用する。

平成 23 年度においては、実海域で水温水圧計による水温（音速構造）の連続的測定を継続するとともに、その測定結果を取り入れた解析方法を開発し、実海域で取得した水温水圧計のデータに適用して、その有効性を評価する。また、複数の船上局を用いた音響測距システムの試験を開始する。さらに、膨大なデータ量に対応した新たな解析アルゴリズムを過去のデータに適用して再解析を実施する。

平成 24 年度においては、複数の船上局を用いた音響測距システムの試験を継続し、高精度化への有効性を評価する。

平成 25 年度においては、水温水圧計による水温の連続的測定、複数の船上局を用いた音響測距システム、GPS の超速報暦、新たな解析アルゴリズムを組み合わせ、高精度な測定を効率よく行うシステムの構築を目指す。

( 7 ) 平成 24 年度成果の概要：

平成 24 年度は、音響トモグラフィ的手法によって海中音速構造の不均質性を把握するため、複数の船上局を用いた音響測距システムの試験を実施した（写真 1）。開発した複数海上局ブイは全高が 1,552mm、空中重量が 70kg 程度であり、音響送受信装置とトランスデューサ、GPS 受信機とアンテナ、バッテリーがひとつの防水ケースに搭載されている。各ブイからは 20 秒ごとに測距信号を送信でき、1 度の送信で同時に 3 つの海底局との測距が可能である。ただし、今回の試験では、ひとつのブイの GPS の調子が悪かったため、位置が正確に決定できた 2 つのブイの測定結果を用いて議論する。

試験は 2012 年 11 月 9 日に駿河湾北西部（SNW 観測点）の水深 800m の海域で実施した。なお、観測には東海大学の実習船「北斗」を使用させていただいた。既設の海底局直上に 3 機のブイをおよそ 1,500m 間隔で三角形に配置（係留）した。さらに、2 つのブイの係留策には水温水圧計を 5 台（水深 50m, 100m, 200m, 300m, 400 m）取り付け、音響測距と同時に各層の水温の連続測定を実施した。

試験の結果、小規模な水塊の移動に伴うと思われる水温の変化を捉えることに成功した。まず、海中音速が水平成層かつ均質であると仮定し、海底局位置を決定した。さらに、CTD 測定結果からブイと海底局間の理論走時を計算し、走時残差を求めた。このとき、走時残差は音速構造の不均質性を反映している。図 1 のとおり、2 つのブイ直下において、相対的な音速の空間変化が時間と共に変化する様子が捉えられた。つまり、最初は青線で示したブイ直下の音速が遅かったが、その後は緑線で示したブイ直下の音速が遅くなり、最後には両ブイの直下とも音速が同程度になっている様子が分かる。水温測定の結果からは、2 つのブイ直下において、約 30 分～1 時間の時間差で水温変化が伝播する様子が捉えられた（図 2）。

これらの結果から、小規模な水塊の移動による水温つまり、音速の変化があることが実測され、それが走時残差を通して検出可能であることが明らかになった。したがって、現在の解析法に走時残差の情報を加えて局位置決定の高度化が行える目処が立った。

( 8 ) 平成 24 年度の成果に関連の深いもので、平成 24 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：  
名古屋大学大学院環境学研究科（田所敬一）、熊野灘および駿河湾での海底地殻変動観測結果にもとづくプレート境界の固着状態、地震予知連絡会報、88、363-366、2012。

Tadokoro, K., R. Ikuta, T. Watanabe, M. Ando, T. Okuda, S. Nagai, K. Yasuda, and T. Sakata, Interseismic seafloor crustal deformation immediately above the source region of anticipated megathrust earthquake along the Nankai Trough, Japan, *Geophys. Res. Lett.*, 39, L10306, doi:10.1029/2012GL051696, 2012.  
渡部 豪・田所敬一・生田領野・杉本慎吾・奥田 隆・永井 悟・江藤周平・久野正博, 衛星軌道暦の違いに基づくキネマティック GPS 解析の精度評価, *測地学会誌*, 58, 61-76, 2012。

( 9 ) 平成 25 年度実施計画の概要：

平成 25 年度は、複数の船上局を用いた音響測距システムによる海中音速構造の不均質性の把握を継続するとともに、海中音速構造の不均質性を海底局位置決定に採り入れる手法を確立する。さらに、超速報暦を採り入れた KGPS 解析を組み合わせ、高精度な測定を効率よく行う解析システムの構築を目指す。

( 10 ) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

名古屋大学環境学研究科 田所敬一, 渡部 豪, 杉本慎吾

他機関との共同研究の有無 : 有

静岡大学理学部 生田領野

東海大学海洋研究所 佐柳敬造, 長尾年恭

( 11 ) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名 : 名古屋大学環境学研究科 地震火山・防災研究センター

電話 : 052-789-3046

e-mail :

URL :

( 12 ) この研究課題 ( または観測項目 ) の連絡担当者

氏名 : 田所敬一

所属 : 名古屋大学環境学研究科 地震火山・防災研究センター

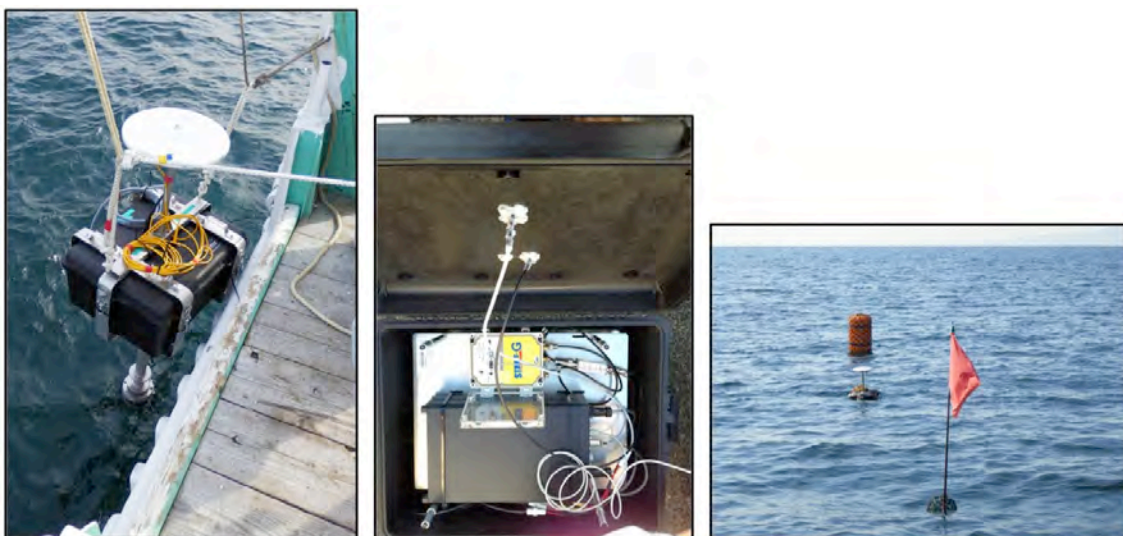


写真 1 複数海上局ブイの試験の様子



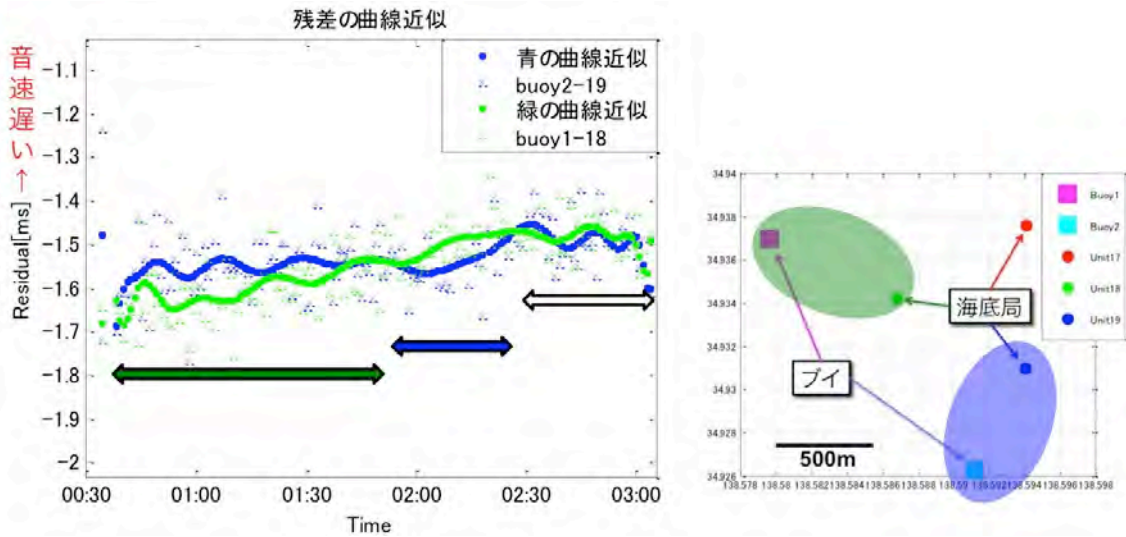


図1 複数海上局ブイの試験で捉えられた走時残差の時間変化  
 1:50頃までは青線で示したブイ直下の音速が遅く、その後2:30頃までは緑線で示したブイ直下の音速が遅く、最後には両ブイの直下とも音速が同程度になっている様子が見られる。

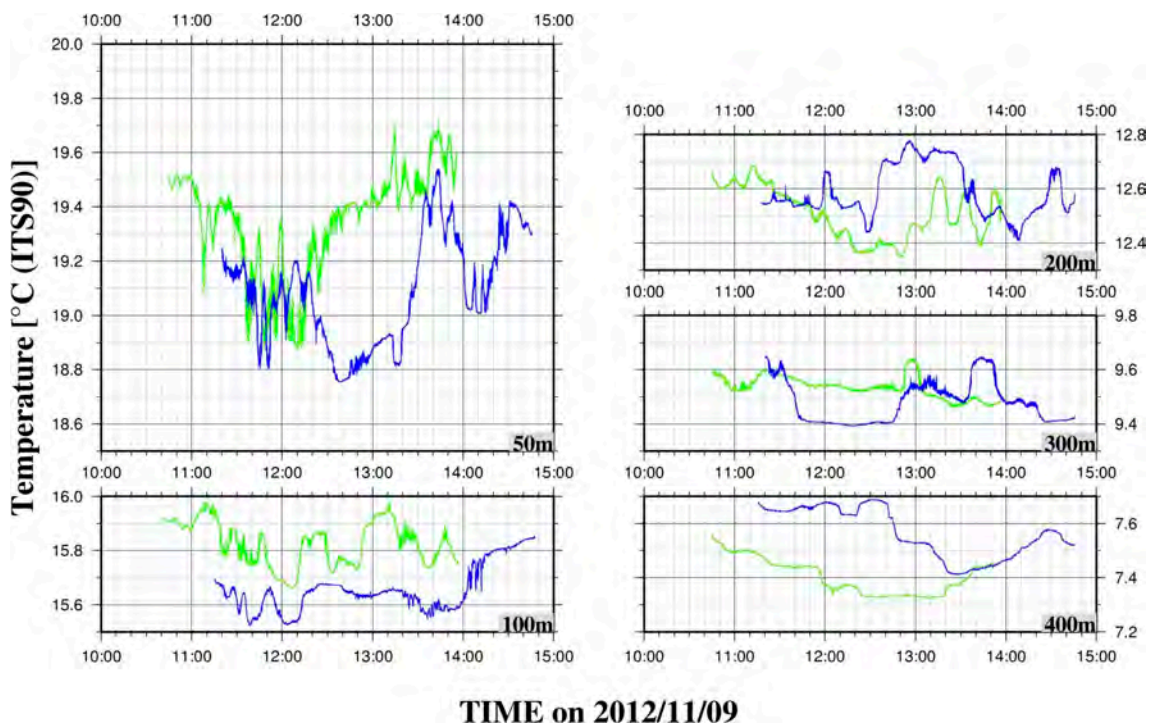


図2 複数海上局ブイに取り付けた水温計で測定した海中水温の時間変化



( 1 ) 実施機関名：

名古屋大学

( 2 ) 研究課題(または観測項目)名：

精密制御信号システム(アクロス)による地下の高精度常時モニタリング技術の高度化

( 3 ) 最も関連の深い建議の項目：

3. 新たな観測技術の開発

( 3 ) 観測技術の継続的高度化

ア. 地下状態モニタリング技術

( 4 ) その他関連する建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

( 1 ) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

ウ. 東海・東南海・南海地域

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

( 2 ) 地震・火山噴火に至る準備過程

( 2-2 ) 火山噴火準備過程

ア. マグマ上昇・蓄積過程

( 5 ) 本課題の 5 か年の到達目標：

本課題では、平成 21 年からの 5 か年において、前計画で確立した精密制御信号システムの技術の高度化を行うとともに、地下の状態の時間変動のモニタリングの実証に重点を置く。

1. モニタリング技術の高度化

精密制御信号の送信技術は確立されたので、目標とする地下の地震波伝播特性の時間変化の検出精度を高めるための高度化を行う。震源関数の推定手法及び浅部の環境変化による擾乱を除去する手法を高度化する。また、目標に向かって信号を照射するために震源アレイの技術を高度化する。さらに、地震計アレイによる解析手法についても高度化する。

2. 火山におけるモニタリング技術の開発

火山における噴火準備過程の能動的モニタリング手法を確立する基礎研究を実施する。火山を対象とした場合の信号の伝達効率や伝達特性に関する理論的検討、震源・観測点配置、変動源の検出手法やモニタリング手法の開発を行う。また、現行の震源装置に加え、より低い周波数帯域の地震波信号の送信が可能な震源について検討する。

( 6 ) 本課題の 5 か年計画の概要：

1. モニタリング技術の高度化

平成 21 年度においては、複数のアクロス震源装置の発震信号を制御して震源アレイを構成する手法の高度化に着手する。

平成 22 年度においては、震源関数の推定手法及び浅部の環境変化による擾乱を除去する手法の高度化に着手する。

平成 23 年度においては、地震計アレイによる解析手法の高度化に着手し、Hi-net 観測点などのデータを用いて実証する。

高度化された手法は順次モニタリングに反映させ、平成 24 年度以降においては、定常的モニタリングを実施する。

## 2. 火山におけるモニタリング技術の開発

平成 21 年度においては、火山における噴火準備過程の能動的モニタリング手法を確立する基礎研究を実施する。

平成 22 年度においては、火山を対象とした場合の信号の伝達効率や伝達特性に関する理論的検討、震源・観測点配置の検討、変動源の検出手法やモニタリング手法の開発を行う。

平成 23 年度以降において、現行の震源装置に加え、より低い周波数帯域の地震波信号の送信が可能な震源について検討する。

計画期間中に実際の火山における能動的モニタリングの実施を目指し、可能になった場合はモニタリングの実施に集中する。

### (7) 平成 24 年度成果の概要：

平成 24 年度からの本格的なモニタリングにあたり、連続地震波形データの自動処理システムを構築した。現在、中部・東海地方の約 100 点の Hi-net 及び名古屋大学の定常地震観測点の記録を日々処理している。また、これまでに収集した連続地震波形データも過去に遡って処理を進めている。

豊橋アクロスは、昨年度まで稼働していた震源装置システム一式を桜島へ移設したことにより、既存の震源装置と新規導入した電源・制御盤によって新規の震源装置システムを構成した。昨年度末から設置と調整を実施し、年度当初から連続運転を再開した。残念ながら制御盤のインバータ機器の老朽化による不調のため、10 月以降は 2 台のうち 1 台のみの運転となっている。

震源関数の推定手法及び浅部の環境変化による擾乱を除去する手法の高度化に関し、豊橋アクロス震源の近傍約 100 m にある地震観測点 (NU.MIK) の 2009 年～2010 年の 2 年間の連続地震記録を使用し、伝達関数の日変化を調べた。震源から観測点までの間の伝達関数を 1 日毎に求め、平均伝達関数を求めた。日々の伝達関数の変動を、平均伝達関数との相互相関係数と走時に着目して詳細に検討した(図 1)。走時の変動には年周期的な変動と短期的な変動が見られるが、短期的な変動は降雨とよく対応し、降雨翌日のステップ状の遅れと緩やかな回復で表せる。降水量による走時変化の応答をモデル化し、観測された走時変動を説明可能であることを明らかにした。

火山を対象とした噴火準備過程の能動的モニタリングについて、科学研究費補助金の支援を受けて、豊橋で稼働していたの電源盤・制御盤と予備の震源装置を桜島火山へ移設した(図 2)。整備、試験運転を経て、6 月から連続運転を開始した。現在、停電等による短期間の停止を除きほぼ連続して運転を続けている。懸念された火山灰の震源装置への影響は今のところ問題となっていない。桜島島内の地震観測点及び島外の Hi-net 観測点等の地震記録を解析し、アクロス信号が観測されていることが確認できた(図 3)。7 日間のスタッキングで約 20 km 離れた島外の観測点でもアクロス信号を検出した。連続観測の結果、震源近傍の加速度計や 600 m 程度離れた観測点で信号強度の変動が観測されており(図 4)、降雨等の気象条件による影響について検討している。

### (8) 平成 24 年度の成果に関連の深いもので、平成 24 年度に公表された主な成果物(論文・報告書等)：

宮町宏樹, 八木原 寛, 山岡耕春, 渡辺俊樹, 國友孝洋, 井口正人, 為栗 健, 三ヶ田 均, 清水 洋, 松島 健, 竹中博士, ACROSS を用いた桜島における能動監視, 日本火山学会 2012 年度秋季大会, A2-13, 2012.  
山岡耕春, 渡辺俊樹, 井口正人, 為栗 健, 八木原 寛, 三ヶ田 均, 竹中博士, 清水 洋, 宮町宏樹, 活火山における能動監視 桜島火山へのアクロス設置, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, SVC50-P01, 2012.

( 9 ) 平成 25 年度実施計画の概要 :

豊橋アクロス震源は 1 台のみの連続運転であるが , もう 1 台の復旧は手配済みであり年度早い時点で連続運転が可能になる予定である . 長期連続運転を実施し , 連続地震波形データの収集と処理を実施する . データ処理は過去に遡って実施する .

火山における能動的モニタリングについては , 震源装置の連続運転を継続する . 火山灰由来の軟弱な地盤に設置した震源への地盤の影響の評価 , 及び周辺環境の変動のモニタリングとその影響の評価を行う . 震源基礎上に設置した加速度計により , 震源基礎の挙動をモニタリングする . 本計画で高度化した震源関数の推定手法により , 地盤 - 基礎カップリング系の応答を評価し , 浅部の環境変化による擾乱を除去して , 火山の内部に起因する変動のモニタリングを行う .

( 10 ) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

名古屋大学環境学研究科 ( 山岡耕春、渡辺俊樹 )

他機関との共同研究の有無 : 有

静岡大学理学部 ( 生田領野 )、鹿児島大学理学部 ( 宮町宏樹 )

東京理科大学 ( 佐伯昌之 )、気象庁気象研究所 ( 勝間田明男、3 名 )

( 11 ) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名 : 名古屋大学環境学研究科附属地震火山・防災研究センター

電話 : 052-789-3046

e-mail :

URL : <http://www.seis.nagoya-u.ac.jp/>

( 12 ) この研究課題 ( または観測項目 ) の連絡担当者

氏名 : 渡辺俊樹

所属 : 名古屋大学環境学研究科附属地震火山・防災研究センター

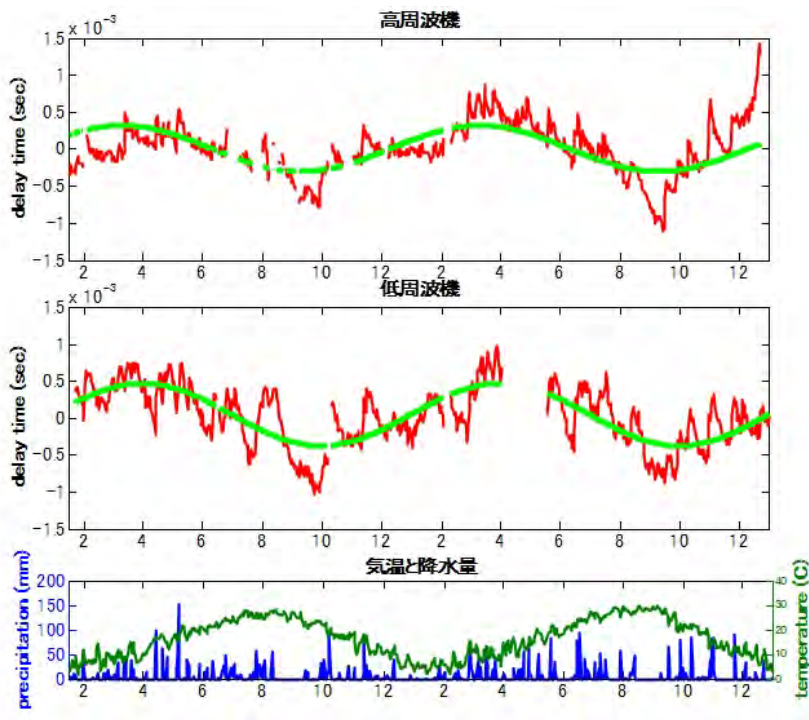


図 1. 豊橋アクロス震源 NU.MIK 観測点間の伝達関数の走時の 2 年間の変化



図 2. 桜島アクロス震源装置

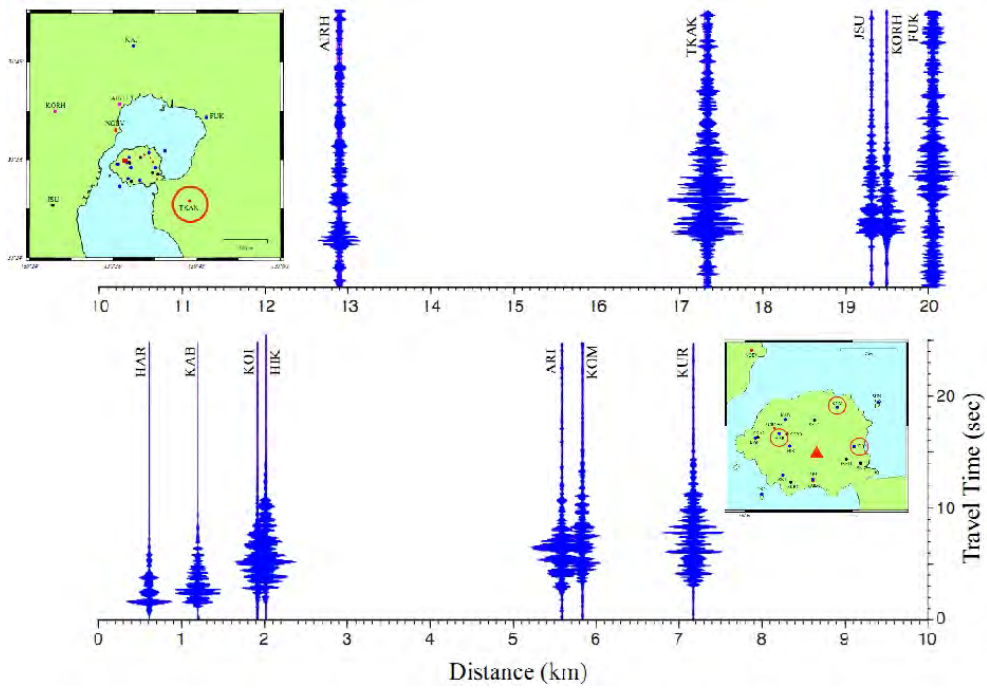


図 3. 桜島島内及び島外の観測点で観測された桜島アクロスの伝達関数

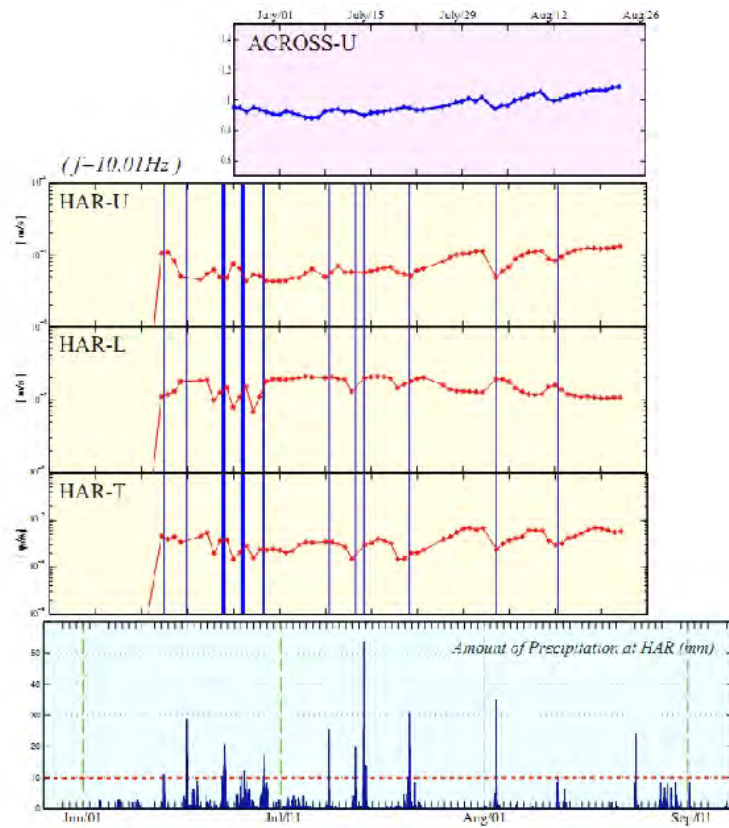


図 4. 桜島アクロスの観測信号の強度変化と降雨の比較

( 1 ) 実施機関名：

名古屋大学

( 2 ) 研究課題(または観測項目)名：

プレート境界周辺海底活断層の変動地形学的・古地震学的フィージビリティ調査

( 3 ) 最も関連の深い建議の項目：

5. 超巨大地震に関する当面実施すべき観測研究の推進

( 1 ) 超巨大地震とそれに起因する現象の解明のための観測研究

ア．超巨大地震の発生サイクルの解明

( 4 ) その他関連する建議の項目：

5. 超巨大地震に関する当面実施すべき観測研究の推進

( 3 ) 超巨大地震とそれに起因する現象の解明と予測のための新技術の開発

イ．海底地形・堆積物調査技術

( 5 ) 本課題の 5 か年の到達目標：

プレート境界型地震においても内陸地震と同様に大地震に伴う震源断層の活動は地表(海底)に変位を累積させる。本研究においては、これまで陸域の活断層に適用してきた変動地形学的・古地震学的調査手法を海底活断層に適用することにより、超巨大地震の発生予測に寄与することを目指す。まず 2 年間、手法開発を含めたフィージビリティ調査を行う。

超巨大地震の履歴は海底活断層として検出できる可能性が高いことから、日本列島周辺のプレート境界で発生する超巨大地震の発生源となる海底活断層の位置・形状に関する基礎的資料を整備し、超巨大地震の発生場所や規模を具体的に予測することが重要である。東北地方太平洋沖地震以降、日本列島周辺の連動型地震に対して注目が集まるが、巨大地震を起こし得る震源断層面の想定は地形地質学的な空間分解能には達しておらず、海底活断層との対応の詳細もほとんど解明されていない。本研究では、近い将来巨大地震が発生すると予測されている南海トラフやプレート境界域の地震空白域を中心に、詳細な測深データに基づいて作成する精緻な海底立体視画像を用いて、陸域活断層と同様の手法で活断層及び変動地形を高い精度で認定する。特に、海底活断層の連続性や非連続性、断層変位地形の特徴に着目し、地震の規模や活動性、地下のアスペリティ分布などに関する新たな知見を獲得し、海底活断層に注目した地震予測を目指す。計画年度においては変動地形学的研究に重点を置きつつ、さらに、これらの活断層の活動時期の予測につながる古地震学的研究のフィージビリティを探る。

( 6 ) 本課題の 5 か年計画の概要：

本研究では、これまでの海底活断層の変動地形学的予察研究結果を踏まえ、超巨大地震活動を反映する海底断層変位地形について、相模トラフと南海トラフ前縁断層を対象に、変動地形学的調査、曳航式音波探査による深海底浅層反射断面調査(音波探査による断層変位構造の把握)、可能であればピストンコアリングを実施する。

平成 24 年度は、日本海溝と南海トラフにおいて、これまでに整備した海底地形 DEM を精査し、超巨大地震の痕跡と推定される変動地形について、変位量計測を実施しつつ詳細な記載を行う。また、詳



細データが欠落する海域において新たなマルチビーム測深を実施して、データ取得に関するフィージビリティ調査を行う。ただし、広域的な探査を実施する予算規模が確保されていないため、東京海底谷出口周辺等、比較的水深が浅い海域を例に、ピストンコアリングによる掘削候補地点の選定およびデータ解析手法の検討を試みる。

平成 25 年度は、前年度から引き続き、日本海溝と南海トラフの海底活断層の記載を行うとともに、震源域や津波波源域との対応関係を精査する。また、トラフ前縁断層に沿う天竜海底谷出口付近等において音波探査調査を実施し、海底活断層の古地震学的調査の実施可能性を探る。

( 7 ) 平成 24 年度成果の概要：

平成 24 年度は、日本海溝と南海トラフにおいて、これまでに整備した海底地形 DEM を精査し、超巨大地震の痕跡と推定される変動地形について、変位量計測を実施しつつ詳細な記載を行った。その結果をもとに、プレート境界型巨大地震の地震発生予測研究における変動地形学的視点からの活断層への取り組みの意義と重要性についてまとめを行った。

一方、詳細な測深情報を収集するために広域的な探査を実施する予定であったが、予算規模が限られたため、三浦半島三崎沖の東京海底谷出口周辺（第 1 図）において、KONGSBERG 社製 EM302 型マルチビーム音響測深装置を用いて調査船（第七開海丸 500 トン）を 4.5 ノットで航行し、片舷 40 °（両舷 80 °）の範囲で、ビーム幅が 2（送信ビーム）× 2（受信ビーム）の、432 点のマルチビームを等間隔で発射し、精緻な測深を行った。この結果、これまでをはるかに凌ぐ詳細な海底地形データを得ることができた。1923 年大正関東地震の震源断層を特定できた可能性がある。同時に実施した KONGSBERG 社製 SBP（TOPAS PS18）サブボトムプロファイラーによる堆積物構造調査では、海況が思わしくなく良いデータを得ることができなかった。

陸域活断層と同じ手法で海底活断層を判読するために、詳細海底地形データから作成した地形画像は、既存のデータから作成した画像に比較して断層変位地形が明確となり（第 2 図）、縮尺 4 万分の 1 空中写真を用いた地形判読と同等の詳細さで変位地形が捉えられている。プレート境界における巨大地震の震源断層の具体的な位置と形状が特定でき、古地震の変位量を直接計測することが可能となっている。巨大地震の断層モデル構築に向け、これまでの地震観測結果や測地観測結果とは異なる貴重な情報を取得できるようになり、歴史地震の発生源の検討や地震発生予測に大きく貢献するものと期待される。

( 8 ) 平成 24 年度の成果に関連の深いもので、平成 24 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

中田 高，2012，プレート境界型地震予測における変動地形研究の意義，日本地球惑星科学連合 2012 年大会予稿集，U03-05，千葉，5 月。

中田 高，2012，プレート境界型巨大地震と海底活断層 - 変動地形学からの問題提起 - ，日本地理学会 2012 年秋季学術大会発表要旨集，82，S1702，兵庫，10 月。

渡辺満久・中田 高・鈴木康弘・後藤秀昭・隈元 崇・徳山英一・西澤あずさ・木戸ゆかり・室井翔太，2012，日本海溝とその周辺の活断層と巨大地震，日本地球惑星科学連合 2012 年大会，SSS38-P08，千葉，5 月。

( 9 ) 平成 25 年度実施計画の概要：

平成 25 年度は、平成 24 年度に引き続き、日本海溝と南海トラフの海底活断層の記載を行うとともに、歴史地震や津波との対応について地殻変動計算プログラムや津波シミュレータなどを用いて検討する。さらに、平成 24 年度に調査を実施した海域でサブボトムプロファイラーを用いて稠密な堆積物構造調査を行い、海底活断層の浅層構造解析とピストンコアリング調査地点の選定を行う。さらに、予算的に可能であればピストンコアリングを実施する。

( 10 ) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

鈴木康弘，杉戸信彦

他機関との共同研究の有無：有

石黒聡士（国立環境研究所），渡辺満久（東洋大学），後藤秀昭・中田 高（広島大学）

（11）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山・防災研究センター

電話：052-789-3046

e-mail：

URL：<http://www.seis.nagoya-u.ac.jp>

（12）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：鈴木康弘

所属：名古屋大学減災連携研究センター

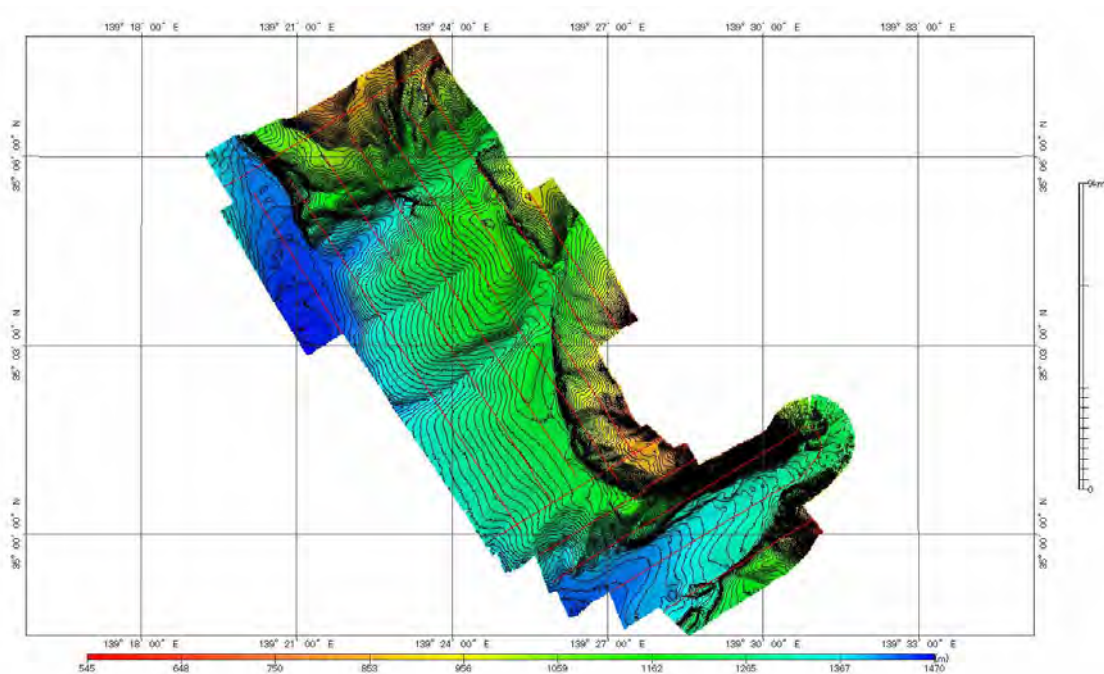


図1 マルチビーム測深作業の航跡図．

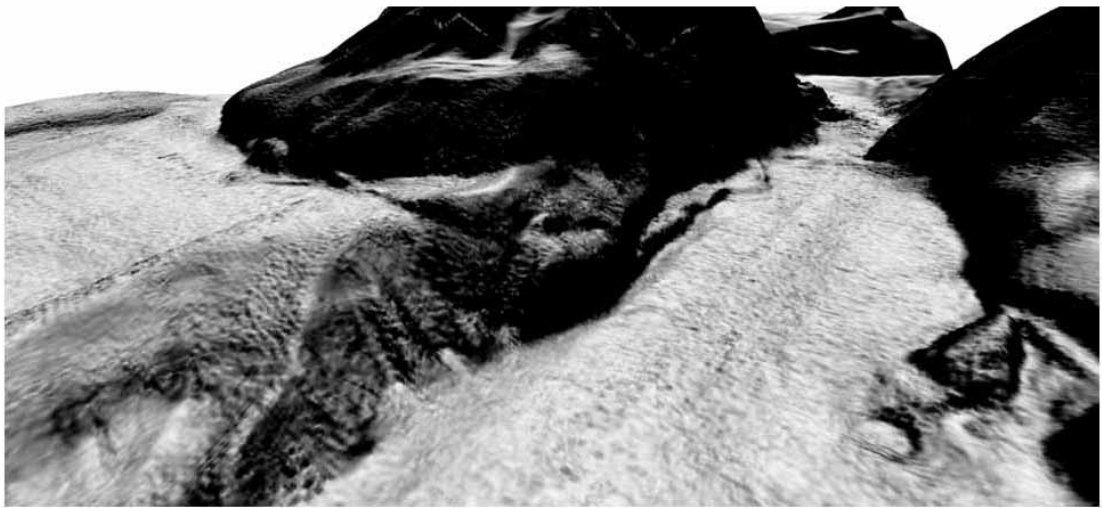
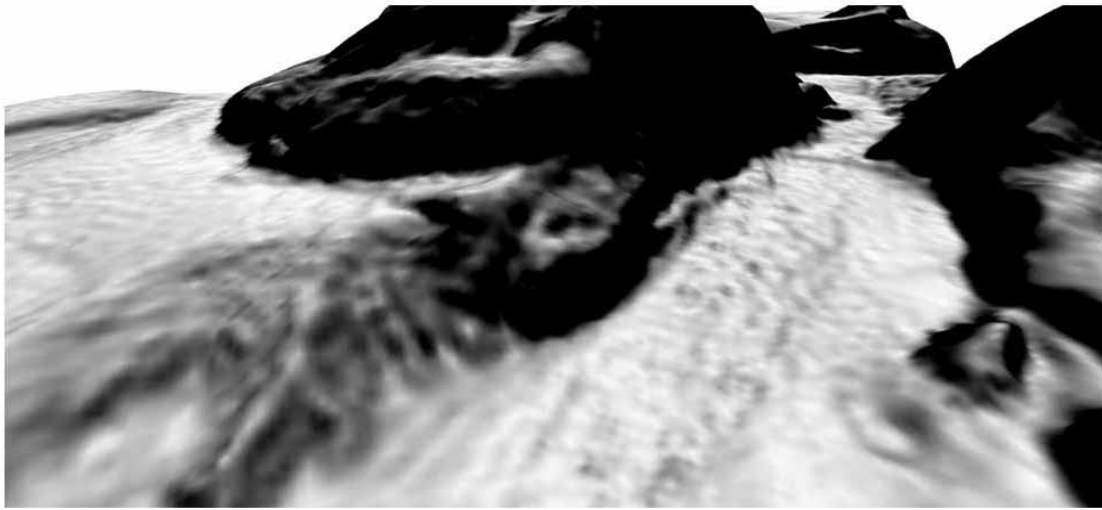


図2 上：既存の詳細 DEM ( 3 秒 = 90 m グリッド DEM ) から作成した東京海底谷，相模トラフ出口付近の 3 D 画像．西から東を望む．下：本年度調査によって得られたデータをもとに作成した 0.5 秒 = 15 m グリッド DEM から作成した同地点の画像．

( 1 ) 実施機関名：

名古屋大学

( 2 ) 研究課題(または観測項目)名：

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

( 3 ) 最も関連の深い建議の項目：

5. 超巨大地震に関する当面実施すべき観測研究の推進

( 1 ) 超巨大地震とそれに起因する現象の解明のための観測研究

イ. 超巨大地震の発生とその前後の過程の解明

( 4 ) その他関連する建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

( 3 ) 地震・火山現象に関するデータベースの構築

ア. 地震・火山現象の基礎データベース

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

( 1 ) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象

オ. 地震発生サイクルと長期地殻ひずみ

( 2 ) 地震・火山噴火に至る準備過程

( 2-1 ) 地震準備過程

ア. アスペリティの実体

( 3 ) 地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程

( 3-2 ) 地震破壊過程と強震動

イ. 強震動・津波の生成過程

( 5 ) 本課題の5か年の到達目標：

南海トラフ沿いで超巨大地震は起こりうるのか？中央防災会議では巨大地震と連動して海溝沿い全域に津波地震発生を想定しているが、やや非現実的な想定であろう。三陸沖を見ても、津波地震が発生している場所はかなり限られており、海溝付近まで普通の巨大地震が起こっているところと津波地震が発生するところと棲み分けているように見える。またこれまでの津波地震解析からプレート境界に流体を持ち込みやすい条件が整ったところで津波地震が発生しているようにみえる。この仮説に基づけば南海トラフ沿いで巨大地震、津波地震が発生しうる条件を備えているところはどこかを明らかにすることは重要である。南海トラフ沿いに発生した巨大地震については古文書史料などに頼るしかない。これまでも古文書資料や津波遡上高などから過去の震源域のおおまかな推定が行われているが、もう一度古文書を洗い直して見る必要があるのではないかと。本当に慶長の地震は津波地震だったのだろうか？昭和、安政、宝永、明応の地震のアスペリティはどこだったのか？南海トラフ沿いの海溝付近では本当に津波地震が発生できるのか？本研究では文学部の研究者と一緒に古文書から南海トラフ

沿いに発生している巨大地震，超巨大地震に関する情報をできる限り収集し，これらの情報を用いて過去に発生した東海，東南海，南海地震の震源域の推定を試み，近い将来起こるであろう南海トラフ沿い超巨大地震の想定震源域をどう考えるべきか，津波地震発生可能な領域はどこかを検討する．

( 6 ) 本課題の 5 か年計画の概要：

南海トラフ沿いで超巨大地震発生メカニズムを考えるためには，過去に発生した巨大地震についての情報無しにはできない．これまでも多くの資料が集められているが，慶長地震が本当に津波地震であったのかなど曖昧な点が多い．古文書に関しては信憑性に欠けるものも多く，古文書に書かれている日付が間違っているとして現在扱われているものもあるが，もう一度これらを見直す必要があるのではないか？そのためにもより多くの情報を収集する必要がある．本課題ではまず寺院明細帳，神社明細帳，郷土史資料を用いて，南海トラフ沿いで発生した地震の被害，津波，地殻活動に関する情報を収集・整理し，昭和の地震との比較を行うことで過去に発生した巨大地震の発生メカニズムについて検討する．これらの資料については本来信憑性などを検証する必要があるが，ここではとりあえず同様の資料が同時期複数の所で記載されているかどうかで信憑性を判断する．更に名古屋大学が所有する濃尾地域や伊勢地方の情報を多く含む高木家文書のうち安政東南海・南海地震に関する記事について解説する．

【平成 24 年度】

明治 1 2 年内務省通達により全国府県で作成された寺院明細帳，神社明細帳の情報を調べる．寺院，神社明細帳から得られた情報を元により詳しい資料がないかどうかを調査する．愛知県については神社明細帳には殆ど情報がないことが分かっているので郷土史の資料から地震被害の情報を整理する．さらに，名古屋大学では濃尾地域や伊勢地方の情報を多く含む高木家文書を所蔵しており，ここから愛知県周辺の情報を得る．ただ高木家文書は傷みが激しく現在は開くことができない．そこで高木家文書で安政東南海・南海地震に関する日記が書かれている 6 冊のうち，3 冊を修復に出す．このほか神宮皇學館文庫や蓬左文庫にある高木家文書の調査も行う．高木家文書については修復が終わったものから翻刻（電子化）を開始し，地震情報に関する調査を行う．

【平成 25 年度】

前年度に引き続き，神社明細帳や郷土史からの調査を進める．高木家文書については安政東南海・南海地震に関する日記が書かれている 6 冊のうち，残りの 3 冊を修復に出し，修復が終わったものから翻刻し，地震情報に関する調査を行う．

本研究で調べた情報と過去の研究者によって得られている情報も含めて整理しデータベース化する．その上で昭和地震での被害状況，津波状況などと比較し，アスペリティの位置の推定や津波地震発生の可能性について検討を行う．

( 7 ) 平成 24 年度成果の概要：

名古屋大学が所蔵する高木家文書（西高木家）のうち「御用日記」で安政東南海・南海地震に関する日記が書かれている 6 冊のうち 4 冊の修復を行った．現在翻刻中であるが，新収地震史料には載っていない地震記載も多数存在すること，蓬左文庫にある高木家文書（東高木家）よりも安政東海・南海地震についての記載が多いことが分かった．このほか徳川林政史研究所の調査も行った．

すでに翻刻されているものの整理として，今年度は和歌山県と高知県神社明細帳の調査，愛知県，静岡県，長野県の区市町村史の調査を行いデータベース化した．高知県神社明細帳によると宇佐地域の神社の多くが宝永地震の津波で流されているが，安政地震に関する記載は全く出て来ないなど，高知県では安政地震の津波被害の記載が全体的に少ないことが分かった．一方和歌山県では安政でも宝永でも同じような被害に遭っている．区市町村史の調査からは各地の揺れによる被害状況，各市町村の災害に対する意識の違いなども見えてきた．

( 8 ) 平成 24 年度の成果に関連の深いもので，平成 24 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

特になし

( 9 ) 平成 25 年度実施計画の概要 :

前年度に引き続き、神社明細帳や郷土史からの調査を進める。高木家文書については安政東南海・南海地震に関する「御用日記」の残りの修復を行うと共に、修復が終わったものから翻刻し、地震情報に関する調査を行う。その他西高木家の「留守居方日記」「川通御用日記」、東高木家の当主の日記なども調査をし比較検討を行う。また徳川林政史研究所や神宮皇學館文庫、蓬左文庫、岩瀬文庫などの調査も行う。

本研究で調べた情報と過去の研究者によって得られている情報も含めて整理し、昭和地震での被害状況、津波状況などと比較してアスペリティの位置の推定や津波地震発生の可能性について検討を行う。また南海トラフ巨大地震の前後の地震活動についても調査する。

( 10 ) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

山中佳子、溝口常俊、石川寛、羽賀祥二  
他機関との共同研究の有無：無

( 11 ) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

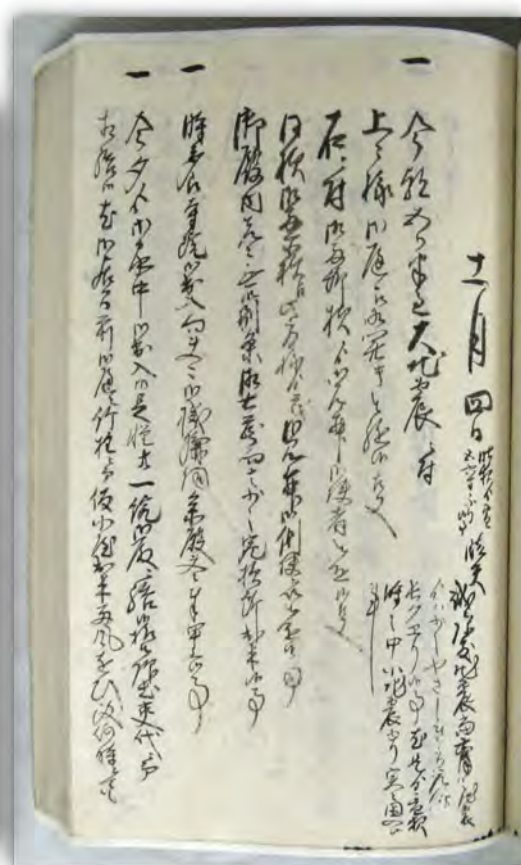
部署等名：名古屋大学大学院環境学研究科  
電話：052-789-3046  
e-mail：  
URL：

( 12 ) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：山中佳子  
所属：名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター



御用日記 安政元(1854)年十一月四日条



十一月四日御用日記 晴天  
誠ニ珍敷地震、当六月之地震方ハ少しやさしき方、乍併長クエリ候事、尤是方昼夜時々中小地震ゆり実ニ困入候事

一 今朝五ツ半過大地震ニ付  
 上々様御庭江相開キ被遊候事  
 右ニ付御両所様方御見舞御使者被遊候事  
 同様御両所様江此方様方御見舞御使者ヲ以被遊候事  
 御殿内先々無御別条、御土藏向者少々宛損所出来候事  
 一時多良寺院御出入向夫々御機嫌伺參殿、夫々奉申上候事  
 一 今夕方御家中御出入御足輕共一統御殿ニ詰候様被仰出、交代ニ而相詰候、尤御居間前御庭ニ竹柱ニ而飯小屋出来、雨風をひ致何時ニても御開キ被遊候様御用意之事

図1 修復された高木家御用日記の例

( 1 ) 実施機関名：

名古屋大学

( 2 ) 研究課題(または観測項目)名：

南海トラフの海溝軸付近における海底地殻変動モニタリング

( 3 ) 最も関連の深い建議の項目：

5. 超巨大地震に関する当面実施すべき観測研究の推進

( 2 ) 超巨大地震とそれに起因する現象の予測のための観測研究

ア．超巨大地震の震源域における地殻活動のモニタリング

( 4 ) その他関連する建議の項目：

5. 超巨大地震に関する当面実施すべき観測研究の推進

( 3 ) 超巨大地震とそれに起因する現象の解明と予測のための新技術の開発

ア．超巨大地震のための海底地殻変動観測技術

( 5 ) 本課題の 5 か年の到達目標：

従来の知見では、海溝軸付近のプレート境界は、固着の度合いが小さいため、海溝型巨大地震の際には大きく滑らないと考えられていた。しかし、東北地方太平洋沖地震の際にはこの領域が大きく滑ったことが、GEONET による陸上における GPS 観測、GPS/音響結合方式による海底地殻変動観測、海底水圧計やブイによる津波の観測結果等によって明らかになった。また、海溝軸付近の大きな滑りによって高い津波が発生したことが指摘されている。したがって、より正確な海溝型超巨大地震の理解やその発生予測、さらには巨大津波予測のためには、海溝軸付近におけるプレート境界の固着状態を把握することが不可欠である。このことは南海トラフの巨大地震に対しても当てはまるため、南海トラフの海溝軸(トラフ軸)付近におけるプレート間の固着状態を早急に調査する必要がある。

そこで、本研究では、南海トラフの海溝軸付近において GPS/音響結合方式による海底地殻変動観測を実施し、海溝軸付近におけるプレート境界の固着状態を把握することを目的とする。本研究課題の推進によって、南海トラフの巨大地震やそれに伴う津波発生予測の研究に資する基礎的な地殻変動データが得られるものと期待される。

( 6 ) 本課題の 5 か年計画の概要：

本研究では、これまでには得られてない南海トラフの海溝軸のごく近傍における海底地殻変動観測データを取得するために、海底ベンチマークを 1 か所に設置し、GPS/音響結合方式による 2 年間の海底地殻変動モニタリングを実施する。名古屋大学では、熊野海盆の 3 か所にトラフ軸と直交方向に並ぶように海底ベンチマークを設置している。また、海上保安庁では、その延長上のトラフ軸寄りかつ分岐断層の手前に新たな海底ベンチマークを設置する予定である。以上の配置を考慮して、海上保安庁が設置予定である場所の更にトラフ軸寄り(分岐断層の更に海側)に海底ベンチマークを設置する。このような線状の配置にすることにより、本研究の目的である海溝軸付近における海底地殻変動の観測のみならず、トラフ軸と直交方向の海底地殻変動を空間的に把握できる観測線が完成する。過去の巨大地震の際には南海トラフの海溝軸近くに存在する分岐断層が活動したとの指摘もある。将来的には、

新規のベンチマークと海上保安庁が設置予定のベンチマークにおける観測結果から、分岐断層の両側における地殻変動の観測結果から分岐断層へのひずみ蓄積過程の解明も可能となる。

平成 24 年度は、上記の領域に海底ベンチマークを設置するとともに、モニタリングを開始する。設置も含めた観測回数は 2 回程度の予定である。平成 25 年度は、継続して 2 回程度の観測を実施する。2 年間のモニタリング結果をもとにモデリングを行い、南海トラフの海溝軸付近におけるプレート間の固着状態の把握を試みる。

なお、本申請課題の実施にあたり、現建議で名古屋大学が実施している「駿河ー南海トラフ周辺における多項目統合モニタリング」(課題番号 1701)及び「GPS / 音響方式海底地殻変動観測システムの高度化」(課題番号 1706)の実施項目を縮小する。前者については、従来から行っている熊野灘での海底地殻変動観測を取り止める。しかし、他研究において技術開発のために取得する予定のデータが利用可能であり、熊野灘における海底地殻変動モニタリングの継続性は保たれる。後者については、実施予定であった水温水圧計による水温連続測定を取り止める。

( 7 ) 平成 24 年度成果の概要：

平成 24 年度は、平成 25 年度に設置・観測を行う海底局の機器整備を行った。設置を予定している海域は、水深が 3,500m 程度とこれまでの海域(水深 2,000m 程度)よりも深いため、東北大学等が開発した深海型と呼ばれる海底局を設置することとした。さらに、東北大学・JAMSTEC と共同で、名古屋大学の熊野灘 KME 観測点の南東方約 50km (トラフ軸から約 30km) の地点に、名古屋大学 / 東北大学の両仕様を兼ね備えたハイブリッド型海底局を新設した。この点は、本研究課題で地殻変動の推定を直接的に行うトラフ軸付近よりは陸側に位置するが、トラフ軸から陸域までの連続的な地殻変動プロファイルを得るために重要な観測点である。

( 8 ) 平成 24 年度の成果に関連の深いもので、平成 24 年度に公表された主な成果物(論文・報告書等)：

( 9 ) 平成 25 年度実施計画の概要：

平成 25 年度は、これまで名古屋大学及び海上保安庁が設置している熊野海盆の観測網(南海トラフの走向に対して直交方向に線状に設置されている)を更に南海トラフ軸方向に延長するべく、新たな観測点を設置する。この新規観測点を 2 回程度観測し、南海トラフの海溝軸付近における最初の地殻変動データを得る。

( 10 ) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

田所敬一・渡部 豪・永井 悟

他機関との共同研究の有無：有

藤本博己・木戸元之(東北大)、生田領野(静岡大)、佐藤まりこ(海上保安庁海洋情報部)

( 11 ) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：名古屋大学環境学研究科

電話：052-789-3046

e-mail：tad@seis.nagoya-u.ac.jp

URL：

( 12 ) この研究課題(または観測項目)の連絡担当者

氏名：田所敬一

所属：名古屋大学環境学研究科

## 4. 教育活動

- 4-1. 学部・大学院講義一覧
- 4-2. 学位論文
- 4-3. セミナー
- 4-4. 2012年度JICA研修コース

## 4-1. 学部・大学院講義一覧

### 学部 [全学共通教育]

前期		後期	
講義名	担当教員	講義名	担当教員
基礎セミナーA	田所敬一	地球惑星の科学Ⅰ期	古本宗充
地球科学基礎	山岡耕春	地球惑星の科学Ⅱ期	山中佳子

### 学部 [専門科目]

2年生前期		2年生後期	
講義名	担当教員	講義名	担当教員
地球惑星物理学基礎	古本宗充	地球惑星物理学実験法 及び実験I	桂木洋光, 城野信一 渡辺俊樹, 田所敬一 伊藤武男, 中道治久
固体地球惑星物理学	渡邊誠一郎, 城野信一 諸田智克, 伊藤武男 山岡耕春, 古本宗充 桂木洋光	地震・地球構造論	古本宗充
		地球ダイナミクス	鷲谷 威 ウォリス, サイモン
3年生前期		3年生後期	
講義名	担当教員	講義名	担当教員
地球惑星物理学実験Ⅱ	桂木洋光, 城野信一 山中佳子, 寺川寿子	地球惑星観測論	田所敬一
		地球惑星科学セミナーI	ウォリス・サイモン 橋本千尋, 門脇誠二 竹内 誠, 桂木洋光 中道治久, 高野雅夫 西田佐知子, 諸田智克 吉田栄一, 柴田 隆 城野信一
4年生前期		4年生後期	
講義名	担当教員	講義名	担当教員
地球計測学演習	渡辺俊樹		
地球惑星物理学演習I	橋本千尋 城野信一		
地球惑星科学特別研究	各講座教員	地球惑星科学特別研究	各講座教員

### 大学院 [環境学研究科地球環境科学専攻]

前期		後期	
講義名	担当教員	講義名	担当教員
総合防災論1(自然編) (研究科共通)	鈴木康弘, 古本宗光 山岡耕春, 飛田 潤 野田利弘, 上田 博 水谷法美, 堀 和明 護 雅史, 廣井 悠	地球惑星科学概論 (研究科共通)	山本鋼志, WALLIS, Simon 鷲谷 威, 古本宗充 竹内 誠, 三村耕一
地殻活動論	鷲谷 威	地殻マントル変動論	古本宗充
地震観測論	田所敬一	地震学特論	山岡耕春
		地殻構造探査学	渡辺俊樹

※太字は地球惑星ダイナミクス講座の教員

## 4-2. 学位論文

### [修士論文]

発表者	タイトル	主査
小山真央	アクロス震源近傍の環境変化による伝達関数の時間変化への影響 Effect of near-source environment on temporal variation of ACROSS transfer function	渡辺俊樹
坂田 剛	海中音速構造を考慮した海底地殻変動観測のシステムの設計 System design for sea-floor crustal deformation measurement considering ocean sound speed structure	田所敬一
丹原 裕	箱根火山の群発地震震源域における S 波スプリッティング解析 Shear-wave splitting analysis in the focal area of earthquake swarm at Hakone volcano	田所敬一
丸目悠生	重力異常による活断層の把握 Investigation of hidden active faults using the gravity anomaly	古本宗充
三宅淳司	西南日本のスロー地震発生域周辺におけるスラブ内応力場 Spatial variation of stress fields in the Philippine Sea Slab : Its effect on slow earthquakes	山中佳子
安田健二	海底地殻変動観測による駿河トラフにおけるプレート間固着 Interplate locking derived from the seafloor crustal deformation measurement at the northern part of the Suruga Bay	田所敬一

### [卒業論文]

発表者	タイトル	担当教員
多羅尾朋宏	2011 年東北地方太平洋沖地震後の $b$ 値の変化について b-value Change After the 2011 Tohoku-oki Earthquake	鷲谷 威
川崎悠介	反射法地震探査で観測された地震記録の自己相関解析を用いた地下構造イメージング Subsurface structure imaging using auto-correlation analysis of the seismogram obtained in the seismic reflection survey	渡辺俊樹
友部真宏	反射波から推定した箱根火山の浅部構造 Subsurface structure beneath the Hakone Volcano estimated from reflected waves	田所敬一
藤井越百	GPS/音響測距結合方式を用いた海底地殻変動観測 ～走時残差が大きくなる原因の追究とその改善～ GPS/acoustic sea-floor crustal deformation system: Cause of large travel-time residual and its improvement	田所敬一
宮田裕介	東海地方における深部低周波微動の下山アレイ解析 Analysis of the Shimoyama seismic array for deep low-frequency tremors occurred beneath the Tokai region, Japan	山中佳子

### 4-3. セミナー

地震学・測地学・火山学といった地球物理学的研究を行うグループによるGJセミナーでは、各人の研究を1時間程度で報告する。具体的には、地震活動解析、地震発生サイクルのコンピュータ上での再現、地球内部・地下構造、地殻変動観測によるプレート間カップリングや火山噴火過程の解明、新しい観測技術の開発といった内容が報告されている。また、月に1回程度、地球惑星物理学講座と合同でセミナーを行っている。

#### GJセミナー

前期	開催日	発表者	内容
第1回	4/19(木)	篠島	房総半島下で薄くなったフィリピン海スラブと、その沈み込みに伴って生じた第四紀地殻変動
		崎山	地震波ノイズ干渉法による2009年駿河湾の地震後の地震波速度変化の検出
		鈴木(あ)	海底地殻変動観測のための音波走時決定精度向上のアルゴリズム作成
第2回	4/26(木)	戸谷	マルチチャンネル反射法地震探査による室戸岬周辺の隆起プロセスの解明
		野村	2011年東北地方太平洋沖地震による東海地域の地殻変動
第3回	5/10(木)	丹原	箱根火山における群発地震の発生とクラック構造との関係
第4回	5/17(火)	安田	駿河湾における海底地殻変動モニタリング
第5回	5/30(木)	坂田	海中音速構造の空間変化を把握するための海底地殻変動計測システムにおける適切なブイ配置の設計
第6回	6/14(木)	Endra	Postseismic deformation after the M9.2 Sumatra-Andaman earthquake
第7回	6/27(水)	小山	豊橋アクロスによる伝達関数の時間変化 ~NU.MIK観測点~
第8回	7/19(木)	大藪	御嶽山周辺の群発地震域におけるVp/Vs比の推定
第9回	7/25(水)	三宅	西南日本のスロー地震発生域周辺におけるスラブ内応力場の推定
後期	開催日	発表者	内容
第10回	10/25(木)	吉本	2004年スマトラ島沖地震の震源過程
第11回	11/01(木)	江藤	駿河湾における海中音速構造の時間・空間変化についての考察
第12回	11/08(木)	篠島	関東地方下のフィリピン海スラブと上盤の境界型地震のスリップベクトルと、GPSから推測される相対運動方向との系統的なずれについて
第13回	11/15(木)	崎山	地震波ノイズ干渉法による2009年駿河湾の地震後の地震波速度変化の検出
第14回	11/22(木)	Angela	A rheological modeling of crustal deformation in the Niigata Kobe Tectonic Zone (NKTZ)
第15回	11/29(木)	鈴木(翔)	東北地方のプレート境界の摩擦特性の推定にむけて
第16回	12/20(木)	鈴木(あ)	海底地殻変動観測における音波到達時刻の決定の自動化
第17回	1/17(木)	戸谷	深発地震を用いた地殻構造の地震波干渉法イメージング
第18回	1/24(木)	野村	2011年東北地方太平洋沖地震後における東海地域のプレート間カップリング

#### 合同セミナー

回	開催日	発表者	内容
第1回	5/18(金)	桂木	固体球と寒天ゲル衝突の粘弾性的特徴付け
		杉戸	名古屋直下の活断層：地形および諸データの再検討
第2回	6/21(木)	諸田	「かぐや」がとらえた最も新鮮な月面クレータ・ジョルダノブルーノ
		永井	海中音速のモデル化と理論音波走時計算の高度化-海底地殻変動観測における解析の高度化に向けて-
第3回	7/13(金)	城野	原始惑星系円盤の温度上昇にともなうダストアグリゲイトの進化
		光井	シンプルな地震発生サイクルモデルから巨大地震発生の切迫度を知る方法
第4回	10/11(木)	篠島	スラブ内歪み速度とスラブの運動速度変化~特にBending-Unbendingの影響~
		伊藤	測地学的な断層すべりに関する逆解析手法の最適化
第5回	11/09(金)	渡部	日本海溝沿いの海底GPS観測網の構築
		渡邊	はやぶさ2のサイエンス
第6回	12/13(木)	松多	東北地方大平沖地震にみる津波の高さおよび人的被害の地形学的特徴と東南海地震への応用展望
		山岡	海底下に設置する「アクロス」
第7回	1/25(金)	河村	渦における微惑星形成：ダストのサイズ分布を考慮した場合
		寺川	2011年東北地方太平洋沖地震による余震の発生メカニズムの多様性



#### 4-4. 2012年度JICA研修コース

「地震津波火山観測システムの運用・管理」

鷺谷 威

JICA 研修コース「地震津波火山観測システムの運用・管理」は、6名の研修員を迎えて2012年9月から2013年2月までの6ヶ月間実施した。以下にその概要をまとめる。

##### 1. 研修員

2012年度の研修員は以下の6名である。研修員間の関係は良好であり、年長者であるウガンダからの研修員を中心として良くまとまっていた。コスタリカの研修員は若く好奇心旺盛であり、休日を利用して各地の火山を訪問するなど、従来の研修員には見られない活動的な一面を見せてくれた。

Mr. Philipo Joachim Msisi	Tanzania	Meteorologist, Tanzania Meteorological Agency
Mr. Lutaaya John Vianney	Uganda	Staff Surveyor, Department of Surveys and Mapping
Mr. Lawrence D. Arteza	Philippine	Science Research Assistant, Philippine Institute of Volcanology and Seismology
Ms. Aye Thanda Lwin	Myanmar	Senior Observer, Department of Meteorology and Hydrology
Mr. Handi Sulistywo Widodo	Indonesia	Staff, Meteorology, Climatology and Geophysical Agency (BMKG)
Mr. Gino Gonzalez	Costa Rica	Geologist, National Seismological Network, Universidad de Costa Rica

##### 2. 研修内容

本研修で実施した講義・実習の内容は以下の表の通りである。前年度に引き続き、2011年東北地方太平洋沖地震の被災地を見学した。また、例年通り、淡路島や根尾谷断層を訪問して活断層の地震について、紀伊半島を訪問して津波に対する実地の対策について学び、神津島では測量実習を実施した。講義では2日間程度の集中講義で様々な

トピックを広くカバーした。2012年度からは、津波堆積物の専門家である平川先生にも講義を担当して頂いた。

	講師	講義・実習内容
講義	石川有三（産総研）	SEIS-PCによる地震活動解析
	鈴木貞臣（東濃地震研）	地震学とその応用
	木股文昭	日本の地震、津波と火山
	Rahma Hanifa（名大）	Generic Mapping Tools
	谷岡勇市郎（北大）	津波の基礎
	中村 衛（琉球大）	津波シミュレーション
	横山 泉	火山物理学
	Ngyuen Anh Duong	ベトナムにおける津波モデリング
	宮城洋介（防災科研）	干渉合成開口レーダー
	鷺谷 威（名大）	地殻変動
	平川一臣	古津波
	中田 高	活断層
	安藤雅孝（中央研究院）	地殻変動による断層モデル
実習	中道治久（名大）	地震計の設置とデータ処理
見学	木股文昭	東北沖地震・津波、岩手山
	木股文昭	活断層（野島断層、根尾谷断層、阿寺断層）
	木股文昭・鷺谷威 津村建四朗 清水勲（稲むらの火の館）	津波（三重県大紀町錦、尾鷲市、和歌山県広川町）
	大久保慎人（東濃地震研） 雑賀敦（東濃地震研）	地震計・ひずみ計（東濃地震研究所）
	木股文昭 森 濟（北大） 村瀬雅之（日大）	水準測量（神津島）

### 3. 研修への取り組みとその成果

6ヶ月に及ぶ研修を通して、地震・津波・火山の基礎を学ぶとともに、こうした自然災害の影響を軽減するために、それぞれの国で必要な取り組みについて、課題研究として検討した。こうした研修および課題研究の成果は、以下の Action Plan としてまとめられた。

Philipo Joachim Msisi	Interaction of tsunami wave propagation with coastal bathymetry Tanzania
Lutaaya John Vianney	Monitoring land deformation and displacement using the national geodetic network
Lawrence D. Arteza	Tsunami modeling and assessment for large magnitude earthquakes in Mindoro Island Philippines
Aye Thanda Lwin	Probability of estimating a strong earthquake occurrence along the Sagaing Fault and tsunami simulation along the west coast of Myanmar
Handi Sulistywo Widodo	Tsunami risk at southern Java: case study July 2006 Pangandaran Tsunami earthquake and June 1994 Banyuwangi tsunami earthquake
Gino Gonzalez	Tectonic earthquakes triggering volcanic activity? Preliminary case study: Central American Pacific coast, 2012

#### 4. 終わりに

前任の木股教授が2012年3月末で定年退職されたため、本年度から研修を引き継ぐことになった。木股先生には特任教授として毎週2日ほど来て頂き、研修員の世話もかなり見て頂いた。しかし、前年までと比較すると、講義、研修旅行、発表会等を通じて研修員と交流する機会が格段に増え、彼らの母国の状況について多くを学ぶことができ、研修のあり方についても色々考えさせられた。我々日本人は東日本大震災によって、いかに大規模自然災害に対する備えが不十分だったか、身をもって思い知らされたばかりだが、半年間の研修を通じて、世界には日本のレベルにほど遠い国も多くあり、そうした国々に対して日本の経験や知識を伝えていくことの重要性を改めて感じた。このJICA研修コースの持つ重要な意義を再度確認し、次年度の研修に生かしていきたい。

## 5. 観測点一覧

### 地震観測点

観測点名称	略称	緯度	経度	標高	設置状態	データ回収方式	備考
犬山	NU.INU1	35.3532	137.0253	130	定常	回線	
宇賀溪	NU.UGK	35.10839	136.46922	301	定常	回線	
三河	NU.MIK	34.7659	137.4670	76	定常	回線	
新豊根	NU.STN	35.1387	137.7413	485	定常	回線	
付知	NU.TKC2	35.6553	137.4653	645	定常	衛星	
板取	NU.ITD1	35.7480	136.7702	276	定常	回線	
新野	NU.NIN	34.6833	138.1312	55	定常	回線	
豊田	NU.TYD	35.1163	137.2457	110	定常	回線	
南伊豆	NU.MNI1	34.6913	138.8388	5	定常	回線	
大鹿	NU.OOS1	35.5924	138.0595	985	定常	回線	
清見	NU.KYM2	36.11557	137.16908	569	定常	回線	
高根	NU.TKN1	35.9872	137.5297	1260	定常	回線	
開田	NU.KID1	35.9128	137.5453	1340	定常	回線	
牧尾	NU.MKO	35.8250	137.6018	885	定常	衛星	
濁河	NU.NGR1	35.92385	137.45101	1797	定常	回線	
三浦ダム	NU.MUR	35.8251	137.3923	1310	定常	衛星	
阿多粕	NU.ATK	35.98980	137.28287	612	プロジェクト	回線	2008-2012
上垂	NU.KMD	35.89552	137.62214	1102	プロジェクト	衛星	2008-2012
折橋	NU.ORH	35.94743	137.66553	1320	プロジェクト	衛星	2008-2012
松原	NU.MTB	35.79953	137.54461	903	プロジェクト	衛星	2008-2012
京大木曾	NU.KKS	35.83955	137.68424	777	プロジェクト	回線	2008-2012
滝越	TKGS	35.82125	137.46089	1358	定常	回線	(長野県所属)
御岳ロープウェイ	ROPW	35.89765	137.50912	2140	定常	無線経由回線	(長野県所属)
御岳山頂	SNCH	35.88842	137.48236	2935	定常	無線経由回線	(長野県所属)
巖立	GNDT	35.91705	137.32588	690	定常	回線	(岐阜県所属)
チャオスキー場	CHAO	35.93145	137.48137	2190	定常	回線	(岐阜県所属)

### 地殻変動観測点 (ラドン測定・水温測定を含む)

観測点名称	略称	緯度	経度	標高	設置	データ回収方式	傾斜計等
犬山	NAIN	35.35270	137.02600	129	横	回線	傾斜計, 伸縮計
瑞浪	NAMZ	35.37860	137.23900	195	横	回線	傾斜計, 伸縮計, ラドン, 水温
旭	NAAS	35.22300	137.36100	200	横	回線	傾斜計, 伸縮計, ラドン, 水温
稲武	NAIB	35.20200	137.53300	700	横	回線	傾斜計, 伸縮計, ラドン, 水温
豊橋	NATY	34.76450	137.46700	77	横	回線	傾斜計, 伸縮計, ラドン
春野	NAHR	34.95860	137.89600	250	縦3	回線	傾斜計, 歪計
菊川	NAKI	34.72720	138.07290	160	縦	回線	傾斜計, 歪計, 歪地震計
新宮	NASN	33.68830	135.96800	-480	縦	回線	傾斜計, 温度, 磁力, 歪計

## GPS観測点

観測点名称	略称	緯度	経度	設置方式	データ回収方式	管轄(設置場所)
飛騨天文台	HIDA	36.37779	137.37166	2周波連続	現地収録	名古屋大学
東谷	HGSD	36.42180	137.44280	2周波連続	現地収録	名古屋大学
祐延峠	SKNB	36.48900	137.40570	2周波連続	現地収録	名古屋大学
大無雁	OMKR	36.29690	137.11980	2周波連続	現地収録	名古屋大学
白川村牧	SMAK	36.14610	136.90890	休止中		名古屋大学
白川村平瀬	HIRS	36.16990	136.90710	休止中		名古屋大学
栃尾	TCHO	36.24580	137.51060	2周波連続	現地収録	名古屋大学
砂防観測所	NAKO	36.25770	137.57440	2周波連続	現地収録	名古屋大学
山之村小学	YMNS	36.37780	137.37170	2周波連続	現地収録	名古屋大学
高山観測所	TKYM	36.13730	137.17810	2周波連続	現地収録	名古屋大学
菅島	SGSM	34.48500	136.87530	休止中		名古屋大学
犬山	NU.IN	35.35320	137.02530	休止中		名古屋大学
神津島	KOHZ	34.19890	139.12690	2周波連続	一般回線	名古屋大学
割石温泉	WARI	36.36640	137.28190	2周波連続	現地収録	名古屋大学
牧	MAKI	36.40180	137.29000	2周波連続	現地収録	名古屋大学
利賀	TOGA	36.45763	137.02634	休止中		名古屋大学
河合(2周波)	KAWA	36.30418	137.10406	2周波連続	現地収録	名古屋大学
坂上	SAKA	36.43068	137.00584	休止中		名古屋大学
庄川	SHOK	36.57715	139.98611	休止中		名古屋大学
稲越	INAK	36.25599	137.09827	2周波連続	現地収録	名古屋大学
古川	HURU	36.23819	137.18614	休止中		名古屋大学
国府	KOKU	36.21605	137.21410	休止中		名古屋大学
万波	MNN	36.38402	137.11618	2周波連続	現地収録	名古屋大学
山之村	YMMN	36.37287	137.30670	休止中		名古屋大学
長棟	NGTO	36.42373	137.31995	休止中		名古屋大学
漆山	URSY	36.42410	137.25440	休止中		名古屋大学
檜峠	NRTG	36.34728	137.06625	休止中		名古屋大学
河合(1周波)	KAWA	36.30418	137.10406	休止中		名古屋大学
高瀬溪谷	ROO1	36.51726	137.78153	2周波連続	常時接続	名古屋大学
宇留賀	ROO3	36.47048	137.94096	2周波連続	常時接続	名古屋大学
竹場	ROO5	36.44241	138.00618	2周波連続	常時接続	名古屋大学
開田	KAID	35.91280	137.54530	2周波連続	常時接続	名古屋大学
浜島	HAMA	34.29400	136.76400	2周波連続	常時接続	海底
尾鷲	OWAS	34.05800	136.21500	2周波連続	常時接続	海底
宇久井	UGUI	33.65900	135.97100	2周波連続	常時接続	海底

## 海底

観測点名称	略称	緯度	経度	設置方式	データ回収方式	管轄(設置場所)
熊野灘	KME	33.88900	137.11400	定常		
熊野灘	KMN	33.72600	136.49800	定常		
熊野灘	KMS	33.57700	136.59800	定常		
熊野灘	KMC	33.64300	136.54800	定常		
駿河湾	SNE	34.93500	138.68200	定常		
駿河湾	SNW	34.93400	138.59100	定常		
駿河湾	SSW	34.60000	138.54000	定常		
駿河湾	SSE	34.65300	138.63200	定常		

## 6. 取得研究費

研究費種別	項目	課題番号	課題名	代表者	分担者
科学研究費	基盤研究(A)	23240121	詳細DEM画像による日本列島周辺海域の変動地形	広島工業大学(名誉教授) 中田 高	鈴木康弘
	基盤研究(A)	24240114	東日本大震災の災害地理学的検証-「想定外」回避のためのハザード評価手法の再検討	鈴木康弘	
	基盤研究(B)	23340130	弾性波アクロスによる桜島火山のマグマ動的变化の検出とその要因に関する研究	鹿児島大学理学部 宮町宏樹	山岡耕春 渡辺俊樹
	基盤研究(B)	24310131	孔内用精密制御振源とトモグラフィ解析による表層地盤のS波速度構造の高精度決定	渡辺俊樹	
	基盤研究(B)	24403005	スマトラ巨大地震発生後のスマトラ断層：余効変動の収束と新たな歪み蓄積過程の解明	高知大学 田部井隆雄	伊藤武男
	基盤研究(C)	22540437	プレート沈み込み帯における大規模余効変動と断層強度回復過程の解明	鷺谷 威	
	基盤研究(C)	23540493	地震メカニズムトモグラフィによる地殻内三次元間隙流体圧場の時間発展解析	寺川寿子	
	挑戦的萌芽研究	23650582	高解像度DEMステレオ計測システムの開発と活断層・変動地形研究への応用	鈴木康弘	杉戸信彦
	挑戦的萌芽研究	24654145	地下深部における地震波モニタリングのためのボアホール型シングルフォース震源の研究	山岡耕春	
	若手研究(B)	23740337	モンテカルロ法による最適なモデル解像度を得る逆解析手法の開発とその応用	伊藤武男	
受託研究費	東北大学		海底地殻変動観測技術の高度化	田所敬一	
	東北大学		海底地殻変動観測技術の高度化の強化	田所敬一	
	(独)防災科学技術研究所		GPS観測による詳細なひずみ分布の解明	鷺谷 威	
	(独)防災科学技術研究所		構造的弱点におけるひずみ集中機構の解明	山中佳子	
	(独)海洋研究開発機構		プレート境界面のすべりの時空間発展に関するデータベース構築	鷺谷 威	
	(独)海洋研究開発機構		地震・津波の予測精度の高度化に関する研究	橋本千尋	
	(独)日本学術振興会		スマトラ北部におけるスマトラ地震余効すべり過程とスマトラ断層歪み蓄積過程の解明	伊藤武男	
	(独)国際協力機構		JICA研修コース「地震津波火山観測システムの運用・管理」	鷺谷 威	
	愛知県		愛知県震度観測・調査研究	山岡耕春	
	(財)伊藤科学振興会		海溝型巨大地震の連動、津波地震発生メカニズムの解明	山中佳子	
共同研究	(株)地球科学総合研究所		稠密長大展開による自然地震観測データを用いた深部地殻構造イメージング手法の開発	渡辺俊樹	
	公益財団法人地震予知総合研究振興会		長岡盆地西縁断層帯周辺のGPS観測・解析	鷺谷 威	
	東京大学地震研究所		DSMを用いた新しい震源解析手法による連動型地震メカニズムの解明	山中佳子	

## 7. 広報活動

- 7-1. 講演会・シンポジウム・セミナー等
- 7-2. 新聞記事タイトル
- 7-3. 表彰・評価関連



## 7-1. 講演会・シンポジウム・セミナー等

### 講演会・シンポジウム

#### ■東海大地震からアーカイブスをどう守るべきか -震災への保存と地域連携を考える-

日時：2013年2月7日(木) 13:00-17:00

主催：名古屋大学大学文書資料室

共催：名古屋大学減災連携研究センター

場所：名古屋大学シンポジオンホール

講演：奥村 弘（神戸大学大学院文学研究科教授・歴史資料ネットワーク代表委員）

「大震災と地域歴史遺産・災害に強い地域文化形成における大学の役割」

大国 正美（神戸新聞編集局次長・神戸深江生活文化資料館館長）

「座野のアーキビスト論と民間所在資料の保全をめぐる」

西村 慎太郎（国文学研究資料館准教授・NPO 法人歴史資料継承機構代表理事）

「民間所在資料散逸の要因」

コメント：山中 佳子（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准教授）

#### ■地震火山研究センター2012年度年次報告会

日時：2013年3月19日(火) 9:00-17:25

場所：名古屋大学環境総合館レクチャーホール(環境総合館 1F)

懇親会兼送別会：18:00-20:00 シェ・ジロー (ES 総合館 1F)

### セミナー

#### ■Invited Seminar

日時：2012年9月28日(金) 15:00-16:30

場所：理学部E館セミナー室 101

講演者：Dr. Kevin Chao (Earthquake Research Institute, University of Tokyo)

講演タイトル：Global Search of Deep Triggered Non-Volcanic Tremor

#### ■Short Seminar

日時：2012年11月7日(水) 11:30-12:00

場所：地震火山研究センターセミナー室(理学部E館4階 E411)

講演者：Mr. Gino Steven Gonzalez Ilima, Costa Rica (JICA 研修生)

講演タイトル：Tectonic setting and worldwide unique position on the seismogenic zone, study case: Nicoya earthquake (Mw= 7.6), Costa Rica.

■特別セミナー

日時： 2012年11月27日（火）10:00-11:30

場所： 環境総合館1階レクチャーホール

講演者： 浜口博之先生（東北大学名誉教授）

タイトル： 1888年磐梯山水蒸気爆発の研究に潜むジレンマについて

■特別セミナー

日時： 2012年12月12日（水）10:30-11:30

場所： 地震火山研究センターセミナー室(E411)

講演者： 鹿倉洋介（地震火山研究センター研究員）

タイトル： NKTZ 東西圧縮と南海トラフ地震に伴う西南日本活断層の  $\Delta CFF$  長期変化

■特別セミナー

日時： 2013年1月16日（水）16:00-17:00

場所： 地震火山研究センターセミナー室(E411)

講演者： 大園真子（北海道大学研究員）

タイトル： 2011年東北地方太平洋沖地震時の東北地方のひずみ異常分布について

■Short Seminar

日時： 2013年1月28日（月）11:00-12:00

場所： 地震火山研究センターセミナー室(E411)

講演者： Dr. Irwan Meilano

Earthquake Research and Education in Institute Technology of Bandung (ITB),  
Indonesia

概要： ジャワ島のGPS観測網の現状を紹介していただきました。

## 7-2. 新聞記事タイトル

掲載日	掲載新聞	タイトル	掲載者名
2012.04.01	中日新聞	浜岡 津波21メートル予測/南海トラフ最大想定M9に/内閣府会議/10県で震度7/避難など総合対策を	鷺谷 威
2012.04.08	朝日新聞	南海トラフ巨大地震に関する推計について「今回の数字で『この避難所は使えない』などとすぐに判断せず詳細なデータを見てから具体的な対応を冷静に考えて欲しい」と語る	山岡耕春
2012.04.10	中日新聞	地震調査委を選任	山中佳子
2012.05.04	毎日新聞	志賀原発付近 活断層か/13万～12万年前以降動く？/専門家調査	鈴木康弘
	中日新聞	志賀原発近く 活断層か/13万年前以降以降/急激に地形隆起	
	静岡新聞	志賀原発近く 活断層か/耐震安全性に影響も	
2012.05.12	中日新聞	日本地震学会東北地方太平洋沖地震対応臨時委員会は東日本大震災を踏まえ地震研究において健全な批判精神やコミュニケーションが欠如していたなどとする総括をまとめた	鷺谷 威
	毎日新聞		
2012.05.14	朝日新聞	地震が増える活動期の存在に関しM8級の巨大地震の影響について「日本列島にかかっている力は単純ではないが、活断層に与える影響は小さくない」	鷺谷 威
2012.05.15	日経新聞	岐路の地震学① 増える観測データ/先入観排してこそ効果	鷺谷 威
2012.05.16	朝日新聞	愛知県防災会議地震部会が開催され、地層から過去の津波を探る調査の途中経過が報告された	山岡耕春
2012.05.27	日経新聞	ナゾ・謎・かがく 日本で起こりうる最大の地震は？：「琉球から東海にかけて超巨大地震の可能性があると話す	古本宗充
2012.06.02	中日新聞	この人：日本地震学会の臨時委員会委員長を務め、今後は分かっていることも社会に伝えていく必要があると語る	鷺谷 威
2012.06.03	中日新聞	ニュースを問う：東海地震は予知できるのか？	鷺谷 威
2012.06.07	中日新聞 河北新報	大飯 地表ずれる恐れ/破砕帯連動、設備損傷も/名大教授ら分析	鈴木康弘
2012.06.08	毎日新聞	地震学と防災：現在の地震学での想定を過信するのではなく地震学を役立てて適切な備えを	鷺谷 威
2012.06.09	朝日新聞	大飯原発「敷地に活断層」専門家指摘、関電否定	鈴木康弘
2012.07.06	毎日新聞	活断層への対処/正しく恐れ、被害を最小限に	鈴木康弘
2012.07.06	朝日新聞	原発国会事故調報告/浜岡「M9」対策なし/再稼働への道険しく/津波偏重は危険/専門家対策訴え	鈴木康弘
2012.07.10	静岡新聞	駿河トラフ付近のプレート/強い固着を確認/名古屋大など海底地殻変動調査	田所敬一
2012.07.18	朝日新聞	東海地震の予知可能性を検証へ/内閣府	山岡耕春
2012.07.19	中日新聞	南海トラフ沿い地震予測を検証/内閣府部会初会合	山岡耕春
2012.07.23	中日新聞	駿河湾海底地殻ひずみ/巨大津波発生の恐れ/名大グループ観測	田所敬一
	日経新聞	駿河湾 ひずみ蓄積/名大など調査/津波巨大化の懸念	
	河北新報	駿河湾巨大津波の恐れ/名大など調査/改訂にひずみ蓄積	
2012.07.30	静岡新聞	東北巨大地震 可能性見逃し/鷺谷・名大教授が指摘/明治時代の測量に誤り？	鷺谷 威
2012.08.16	朝日新聞	地震予知研究について「災害は地域の問題。各地域の問題解決に向き合うことで、信頼回復の道を探りたい」と話す	山岡耕春
2012.08.21	読売新聞	原子力規制委員会/活断層調査は緊急課題	鈴木康弘
2012.08.30	中日新聞 朝日新聞	南海トラフ地震について「これだけ大規模な地震に襲われたとしても、日本ならば被害を最低限に減らせるということを世界に示したい」と話す	鷺谷 威
2012.09.01	朝日新聞	活断層に関わる自治体の対策について「活断層の位置を詳しく知らせて、どのような被害が起きるかを皆で考える下地をつくること」と話す	鈴木康弘
2012.09.11	中日新聞	人類をとりまく究極の災害/地球最強の地震はM10もありうる/「チリ以上」あるか/日本周辺も可能性	古本宗充
2012.09.15	中日新聞	深発地震について「昔は震源地は地図上の位置しか示さず、深さという概念はあまり考慮されてこなかった」と話す	鷺谷 威
2012.10.23	朝日新聞	「安全宣言」後に地震、学者ら7人有罪/イタリアの地裁、禁錮6年判決	山岡耕春
2012.10.23	朝日新聞	イタリアで学者や政府関係者が有罪判決になったことに対し「本来科学者の議論は自由であるべきなのにそれが阻害されてしまう」と話す	山岡耕春
2012.10.24	毎日新聞		
2012.10.24	中日新聞	遡って調べれば見落としていた活断層が見つかることも考えられる」と話す	鈴木康弘

2012.10.25	朝日新聞	問われた学者や政府関係者が有罪判決になった裁判についての発言が紹介される	山岡耕春
2012.10.27	朝日新聞	次の大地震は予知できるか/捉えがたい前兆すべり/長期予測にも難点	鷺谷 威
2012.10.28	読売新聞	日本海東縁ひずみ集中帯について話す	鷺谷 威
2012.11.02	中日新聞	原子力規制委の大飯原発断層調査チーム	鈴木康弘
2012.11.02	毎日新聞	名古屋市立大学「サイエンスカフェ in 名古屋」開催:16日に講演	山岡耕春
2012.11.03	中日新聞	規制委 問われる真価/大飯の断層 現地調査終了/動いた年代特定難しく どう科学的に判断/活断層確認でも停止、廃炉	鈴木康弘
2012.11.05	中日新聞	備える3.11から/第57回 火を噴く霊峰過去の噴火地震と連動も/火山灰 100キロ先まで/山裾に「傷口」今も 本社機から上空ルポ	鷺谷 威
2012.11.06	中日新聞	目耳録/地震活動期	鷺谷 威
2012.11.06	日経新聞	名古屋市中心部に活断層が縦断している可能性があることを突き止めた	杉戸信彦
2012.11.06	中日新聞	名古屋中心部に活断層か/名大などグループ/「2本が南北10キロ」/県と市 「確認し対応検討」	杉戸信彦
2012.11.06	河北新報	名古屋に未知の活断層/高速直下、防災に影響も/名大広島大調査	杉戸信彦
2012.11.07	朝日新聞 読売新聞	名古屋にやっぱり活断層?/名大など分析/中心部に2本、10年前にも指摘	杉戸信彦
2012.11.07	静岡新聞	名古屋に活断層2本/南北縦断、高速直下走る	杉戸信彦
2012.11.14	朝日新聞	敦賀原発の断層来月1,2日調査	鈴木康弘
2012.11.14	朝日新聞	沈まぬ国にするために/高度経済成長が終わりかけていた1973年、小松左 京の小説「日本沈没」が空前のベストセラーを記録した。	山岡耕春
2012.11.14	中日新聞	原子力規制委/敦賀断層1、2日に調査/名大教授ら/敷地内の破碎帯	鈴木康弘
2012.11.17	静岡新聞	事前対策で助ける側に//島田で防災講演	山岡耕春
2012.11.22	日経新聞	地震予知連会長・副会長選出/会の方向性議論を表明	山岡耕春
2012.11.28	日経新聞 中日新聞	原発 断層調査ヤマ場/敦賀 現地調査の事前会合/厳格審査求める声 「敦賀活断層 厳しく判断」/原子力規制委/調査チームが初会合	鈴木康弘
2012.11.29	読売新聞	原発断層 割れる専門家/規制委の調査 長期化も	鈴木康弘
2012.12.01	中日新聞	敦賀原発 断層を調査/規制委 10日に評価会合	鈴木康弘
2012.12.02	毎日新聞 日経新聞 中日新聞	活断層と連動の可能性/敦賀原発 規制委破碎帯調査1日目/複数の有識者指 摘/原電のずさん調査露呈 敦賀、活断層の疑い残る/原子力規制委/破碎帯、きょう詳細調査 敷地内断層の危険性指摘/敦賀原発調査で規制委/多いと違い見解が一致	鈴木康弘
2012.12.03	朝日新聞	敦賀の断層10日に判断/規制委	鈴木康弘
2012.12.03	中日新聞	別の活断層存在か/敦賀原発調査終了/地層の変形確認	鈴木康弘
2012.12.03	中日新聞	備える3.11から/第59回 歴史は語る⑤「防災」の誕生 1891年濃尾地震 が契機/予知や耐震化 現代に道筋/根尾谷断層 突如地表に当時の学者が原 因説発表	鈴木康弘 山岡耕春
2012.12.03	静岡新聞	上の地層に変形/敦賀原発直下の破碎帯/規制委が確認	鈴木康弘
2012.12.08	静岡新聞	東北、関東震度5弱/海溝外側の海底隆起/津波起こりやすく	山岡耕春
2012.12.11	朝日新聞 中日新聞 静岡新聞	「敦賀は活断層」一致/過去の審査「検証必要」/敷地内の断層調査続々 活断層 すんなり結論/敦賀原発調査/甘かった建設時の審査 敦賀2号機 廃炉濃厚/原子炉直下に活断層/規制委調査団見解	鈴木康弘
2012.12.11	静岡新聞	敦賀「断層」過去も調査/2号機建設時/危険性認識せず	鈴木康弘
2012.12.13	中日新聞	敦賀直下活断層/「客観的判断を」/原電	鈴木康弘
2012.12.28	毎日新聞	クリックオピニオン:「確度が低い情報でも備えを」と語る	山岡耕春
2013.01.13	中日新聞	地震起こす「活断層」知ろう/敦賀原発敷地にも通る/またぐ建物引き裂かれ	鈴木康弘
2013.01.14	静岡新聞	都市に活断層指摘相次ぐ/地盤ずれ被害、対策急務/神戸にも存在の可能性	鈴木康弘
2013.01.14	河北新報	原発新安全基準 月内にも骨子案/震災対策厳格化で攻防/明文化反対の専 門家も/地震「活断層直上認めず」津波「敷地海拔20メートル以上」	鈴木康弘
2013.01.17	朝日新聞	日本活断層学会で航空レーザー測定の画像を「市街地地下に隠れている活 断層の位置がはっきり見えた」と発表	鈴木康弘
2013.01.30	中日新聞	活断層の定義/「原則40万年前」から撤退/規制委骨子案 明記なし	鈴木康弘
2013.02.02	中日新聞	断層報告案漏えい/中立性保つルール無視/「個人の問題」幕引き凶る/規 制委の意義考えて 敦賀市長、おおい町長苦言/調査メンバー「信頼を失 う」	鈴木康弘
2013.02.16	中日新聞	規制委手法に疑問符/原発活断層調査/専門家判断→他の専門家がチェック /「結論先送り」「無駄な作業」	鈴木康弘
2013.02.19	中日新聞	怪しい前兆“地震予知”のいま/(上)東海地震見通せるか	鷺谷 威
2013.02.26	中日新聞	怪しい前兆“地震予知”のいま/(中)警戒情報 どう伝える/受けての視 点必要/ライクラらの教訓	山岡耕春

2013.03.05	中日新聞	怪しい前兆“地震予知”のいま/ (下)日本の研究 変わるか震災のたび予算膨張	鷺谷 威
2013.03.06	朝日新聞	大地震は終わっていない③ 地殻変動 日本海側でも	鷺谷 威
2013.03.09	日経新聞	「敦賀に活断層」変わらず/原子力規制委/専門家が再検証	鈴木康弘
2013.03.09	中日新聞	東海テレビの報道特別番組「地震と生きる時代」の解説者として出演	山岡耕春
2013.03.18	朝日新聞	東日本大震災後に海岸が隆起しないことについて「海岸の沈降は大地震が起きる前の異常現象にすぎず、それを見ていただけなのかもしれない」と語る	鷺谷 威

※新聞記事のリストの作成に際しては、名古屋大学災害対策室の災害アーカイブ資料検索システムおよび名古屋大学の新聞記事掲載状況を利用しました。

### 7-3. 表彰・評価関連

■第 118 回日本測地学会講演会において、学生優秀発表賞を受賞 2012.11.08

[受賞者]

名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻 地球惑星ダイナミクス講座  
博士課程 1 年 篠島遼平

[受賞内容]

Bending-Unbending に伴うスラブの沈み込む速度の変化について

■2012 年度日本地理学会賞（社会貢献部門）を受賞 2013.03.29

[受賞者]

日本地理学会災害対策本部津波被災マップ作成チーム

\* 鈴木康弘・石黒聡士・碓井照子・内田主税・宇根 寛・海津正倫・熊原康博・後藤秀昭・坂上寛之・杉戸信彦・田村賢哉・中田 高・長谷川智則・廣内大助・堀 和明・松多信尚・渡辺満久

[受賞内容]

東日本大震災発生直後に津波被災マップを作成

地震火山研究センター 2012年度年次報告書

(2013年9月発行)

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

<http://www.seis.nagoya-u.ac.jp/>

〒464-8601 名古屋市千種区不老町  
TEL (052)789-3046, FAX (052)789-3047