

大学等における研究の進捗状況について(予知研究)

大学における基礎研究の観点から、みた地震調査研究の取組の現状や成果、課題等と地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の見直しやレビューの現状

東京大学地震研究所

平田直

(政策員会委員、地震調査委員会委員)

地震本部の調査研究における大学の 基礎研究の役割

- 学術研究としての地震関連研究
 - 大学運営費交付金(もと、「施設経費」)
 - 大学運営費(特別経費)
 - 科学研究費補助金
- 科学技術戦略推進費
- 文部科学省委託事業
- JST-JICA 地球規模課題対応国際科学技術協力事業

研究の性格

研究者の自由な発想(学術研究)
【curiosity-driven research】

政策課題対応型研究開発
【mission-oriented research】

競争的資金等
(公募・審査
による課題選定)

科研費による
研究の推進

府省がそれぞれ定める
目的のための公募型研究
の実施

資金の性格

運営費交付金等

大学・大学共同利用機関等
における研究の推進

政府主導の国家プロジェクト
の実施

研究開発法人等における
戦略的な研究開発の推進

科研費 ハンドブック

http://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/15_hand/data/kakenHB1106A5.pdf

研究の性格

研究者の自由な発想(学術研究) 【curiosity-driven research】

特別研究促進費
「2011年東北地方太平洋沖地震に関する総合調査」

政策課題対応型研究開発 【mission-oriented research】

地震防災研究戦略プロジェクト

- ・ 首都直下地震防災・減災特別プロジェクト
- ・ ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究
- ・ 東海・東南海・南海地震の連動性評価研究
- ・ 海底GPS技術開発 他

JST-JICA

資金の性格

競争的資金等
(公募・審査による課題選定)

大学運営費(特別経費)
「地震・火山予知研究(建議)」

運営費交付金等

GONET, 緊急地震速報
、
津波予測

Hi-net, DONET, 新ケーブルシステム

3. 新「総合基本施策」

新たな地震調査研究の推進について ―地震に関する 観測、測量、調査及び研究の推進についての 総合的 かつ基本的な施策―

平成21年4月21日 地震調査研究推進本部

第2章 基本理念と「新たな地震調査研究の推進について」の位置づけ

1. 地震調査研究の基本理念

(基本理念)

地震災害から国民の生命・財産を守り、安全・安心な社会を実現するため、将来発生し得る大規模な地震に関して、過去及び現在の地殻活動等を把握し、より精度の高い地震発生予測及び地震動・津波予測を実現する。

当面は、今後30年間の発生確率が高いだけでなく、発生した場合に我が国の社会・経済活動に深刻な影響を及ぼす**東海・東南海・南海地震**や、それらと前後して発生する可能性の高い地震、さらに**首都直下地震**等に関する調査研究を総合的かつ戦略的に推進する。

新「総合基本施策」

新たな地震調査研究の推進について ―地震に関する
観測、測量、調査及び研究の推進についての 総合的
かつ基本的な施策―

平成21年4月21日

地震調査研究推進本部

第2章 基本理念と「新たな地震調査研究の推進について」の位置づけ

1. 地震調査研究の基本理念
2. 「新たな地震調査研究の推進について」の位置づけ
 - (1) 本施策の位置づけ
 - (2) 「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の推進について」(建議)との関係

「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の推進について(建議)」に基づく基礎研究の成果を取り入れて推進

平成23年度地震調査研究関係予算

研究開発局（政策的事業：調査研究）

○地震調査研究推進本部の円滑な運営

- 地震本部の円滑な運営
- 活断層調査の総合的推進
- 根室沖の重点的観測
- 長周期地震動予測地図

○地震防災研究戦略プロジェクト

- 首都直下地震防災・減災特別プロジェクト
- ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究
- 東海・東南海・南海地震の連動性評価研究
- 海底GPS技術開発

○地震・津波観測監視システム

国立大学法人運営費交付金（学術的事業：研究）

○地震火山噴火予知計画研究事業

2011年東北地方太平洋沖地震に関する総合調査 科学研究費補助金(特別研究促進費) 平成22年度

1. 海底地震観測及び陸上地震観測による地震活動調査, 震源域の地殻構造調査

震源海域に自己浮上式海底地震計を設置すると同時に, 陸域の地震観測点を増強し, 海陸両方のデータを統合解析することにより, 地震活動の時空間変化を明らかにする。また, 地震発生前から設置されていた海底局を用いた海底地殻変動観測を実施する。更に, 震源域において地震波反射法構造調査を行い, 震源域の詳細な地下構造を求める。これらの観測により, 震源断層の位置・形状を求め, 今回の巨大地震の発生様式の解明に寄与する。

2. 巨大地震発生機構と強震動発生 の解明

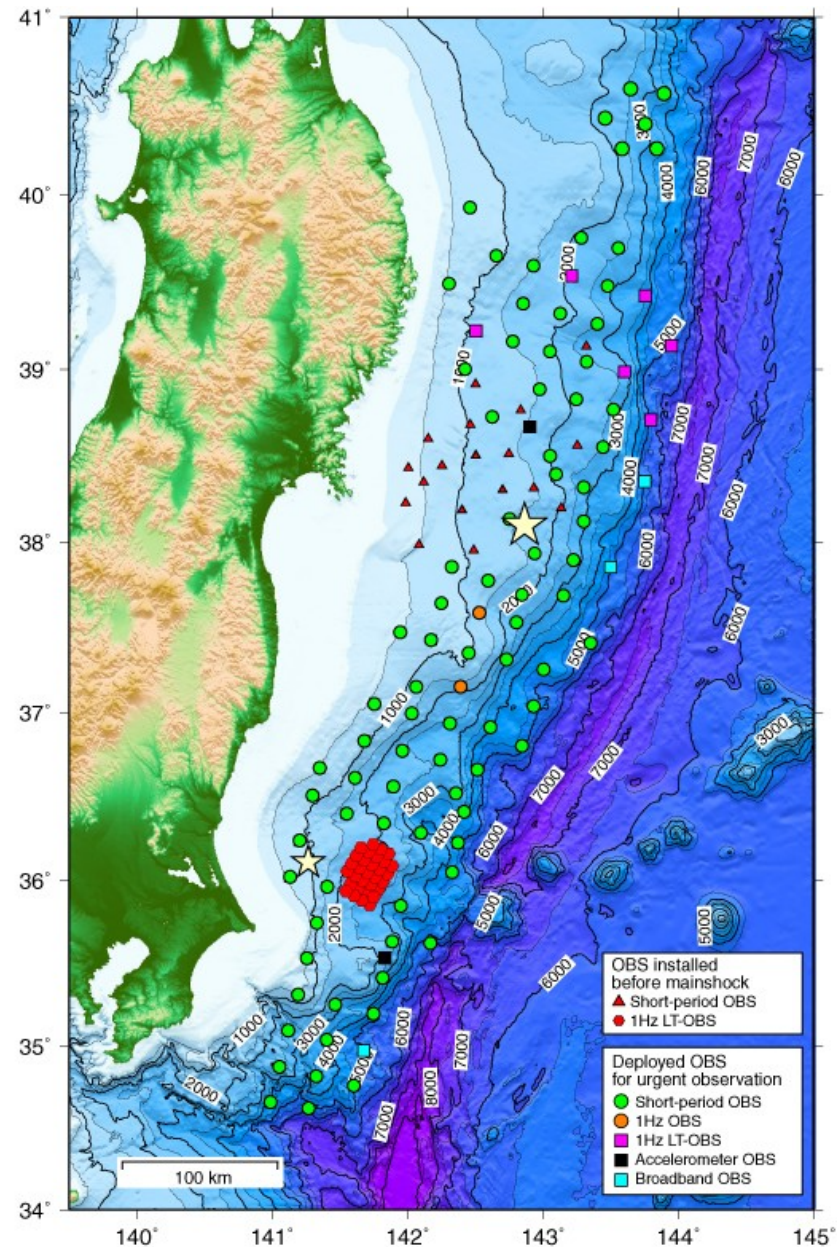
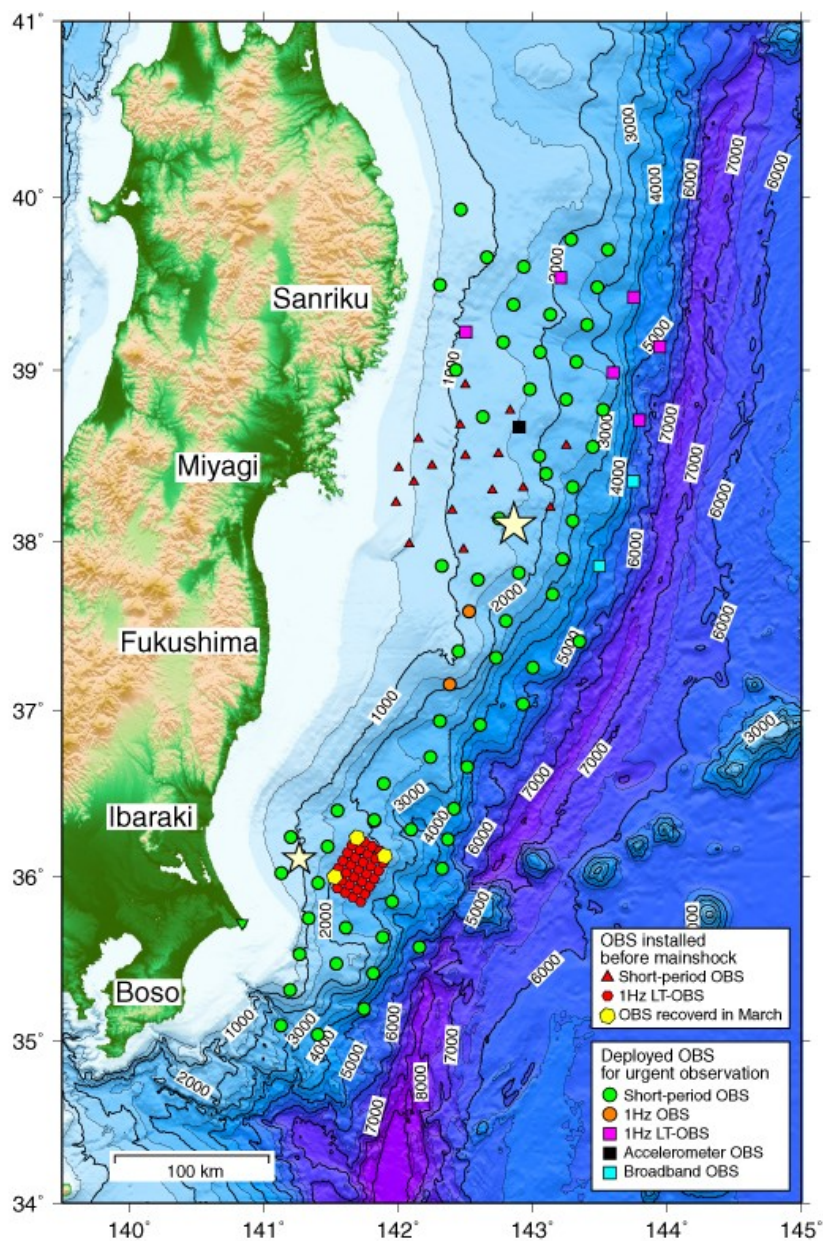
地震波形解析やシミュレーションにより今回の巨大地震断層がどのように破壊したのかを明らかにする。併せて, この地震による強震動特性を明らかにし, その励起過程を解明する。

3. 津波発生過程の解明と津波被害調査

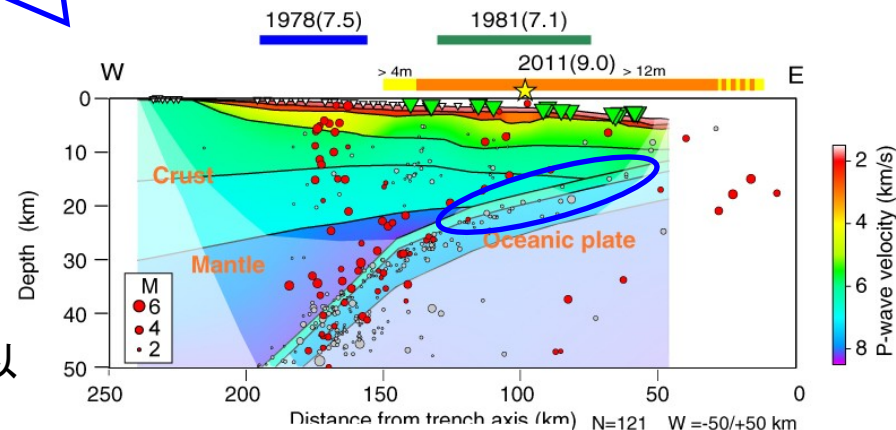
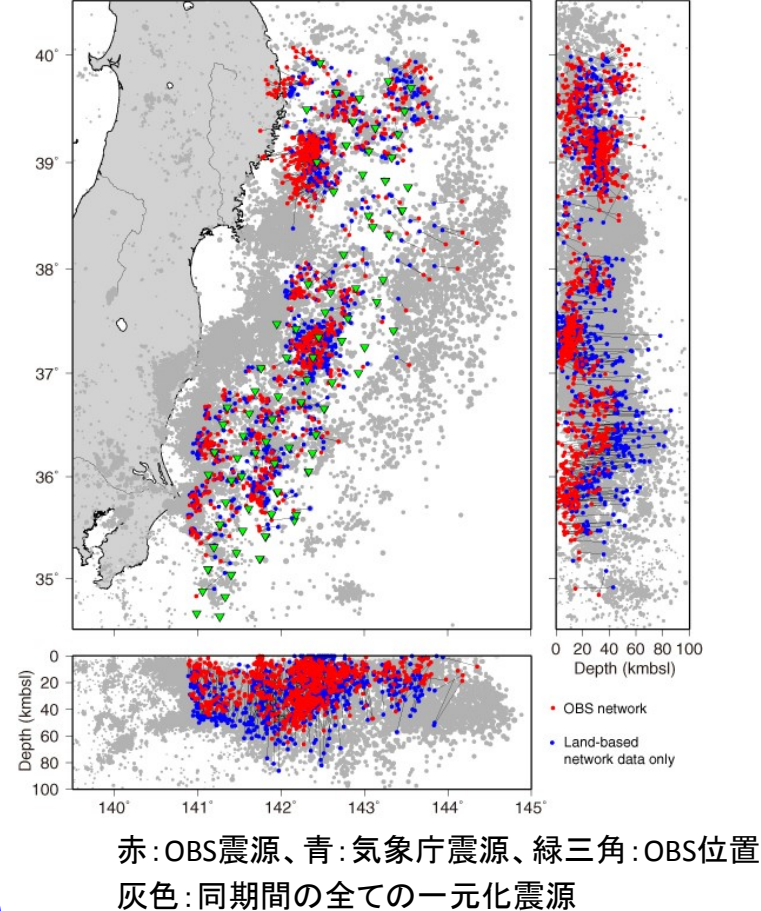
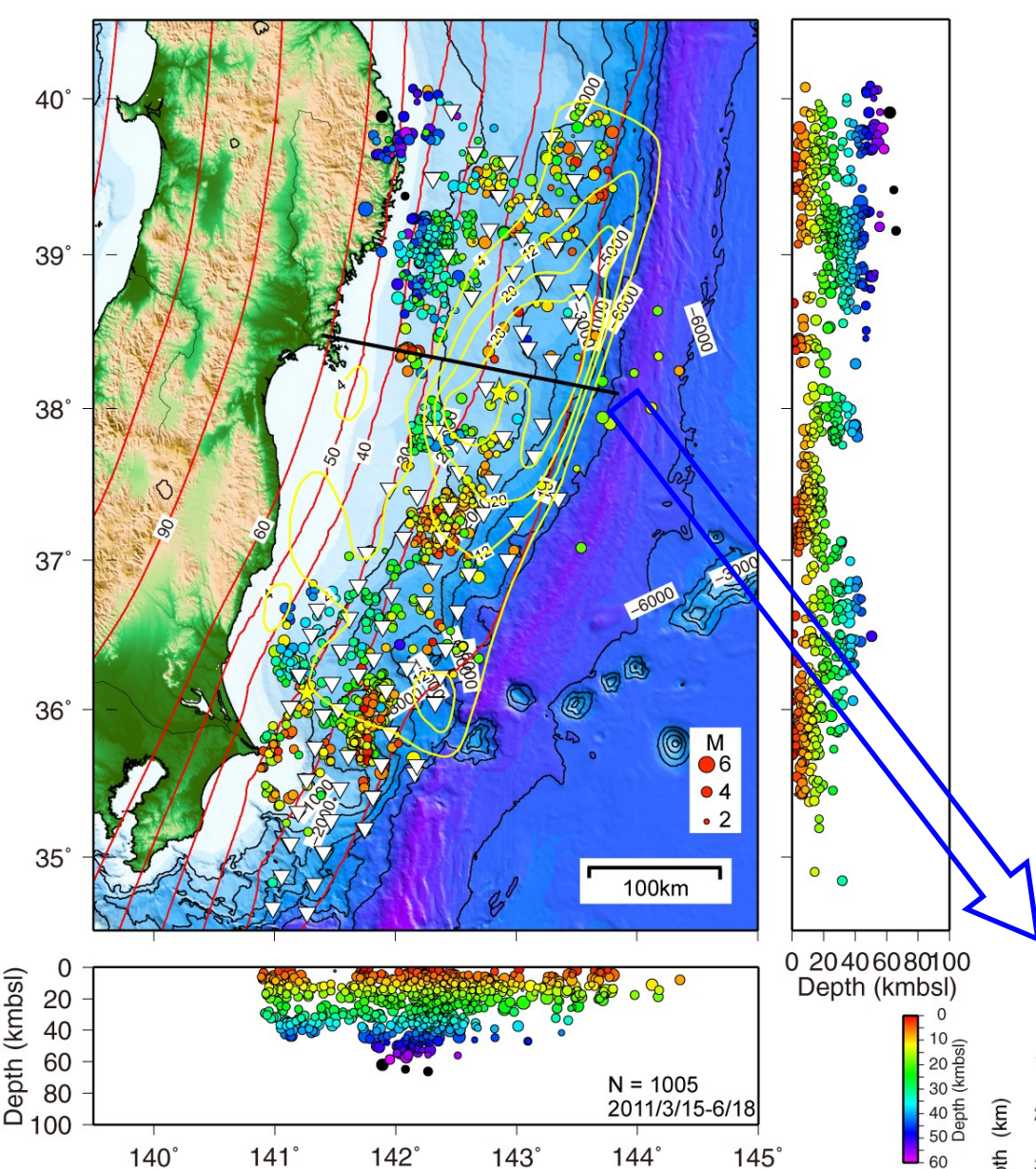
今回大きな被害をもたらした津波について, 津波遡上高, 津波堆積物等の調査を実施し, 津波発生メカニズムを解明する。また, 津波被害調査を行い, 甚大な被害をもたらした原因を解明する。

4. 地震動による構造物等被害調査

建築学会・土木学会・地震工学会等の合同で, 今回発生した広域大災害の現地調査を行い, 構造物被害や地盤災害の状況を明らかにするとともに, 防災対策に資するデータを収集する。



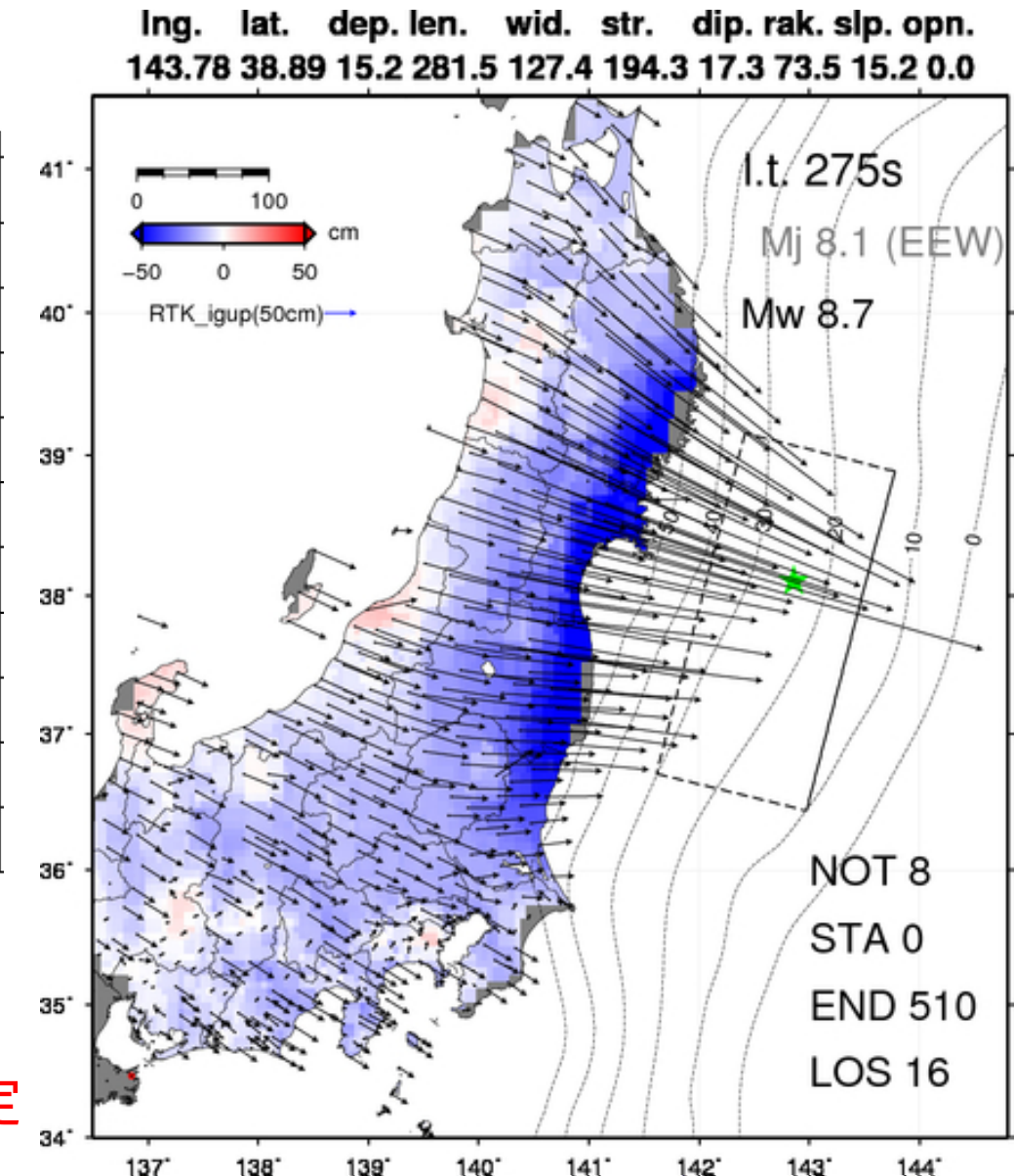
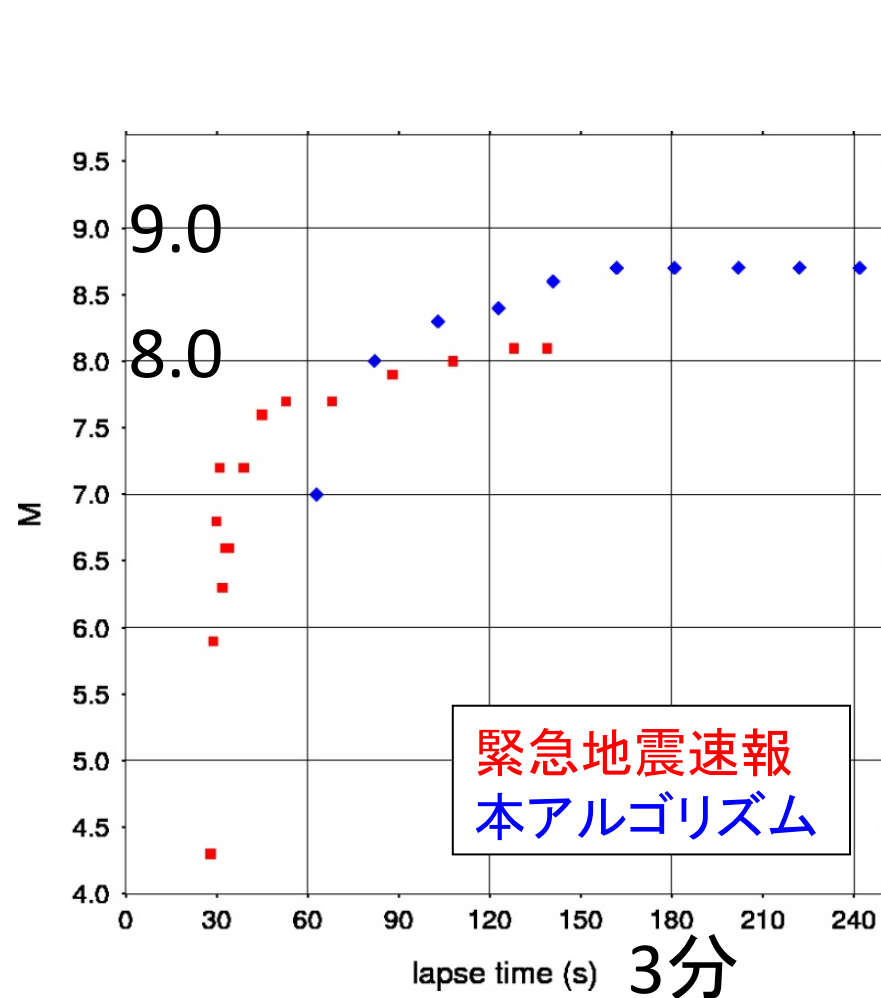
- 第1期(本震直後 - 4月下旬) 72台を新たに設置 25km間隔(左図)
- 第2期(4月下旬 - 6月初め) 77台 第1期とほぼ同じ地点(右図)



赤: 余震、灰色: 過去のOBS観測による震源
N=121 W=-50/+50 km
Aftershocks 2011/3/17-6/18
Background 2007/11/1 - 2008/6/22

- P波読み取り3点以上かつS波読み取り1点以上
- 深さ方向の誤差3km以内、水平方向の誤差5km以内

RTK-GPSによる地震時変位検出＋断層推定

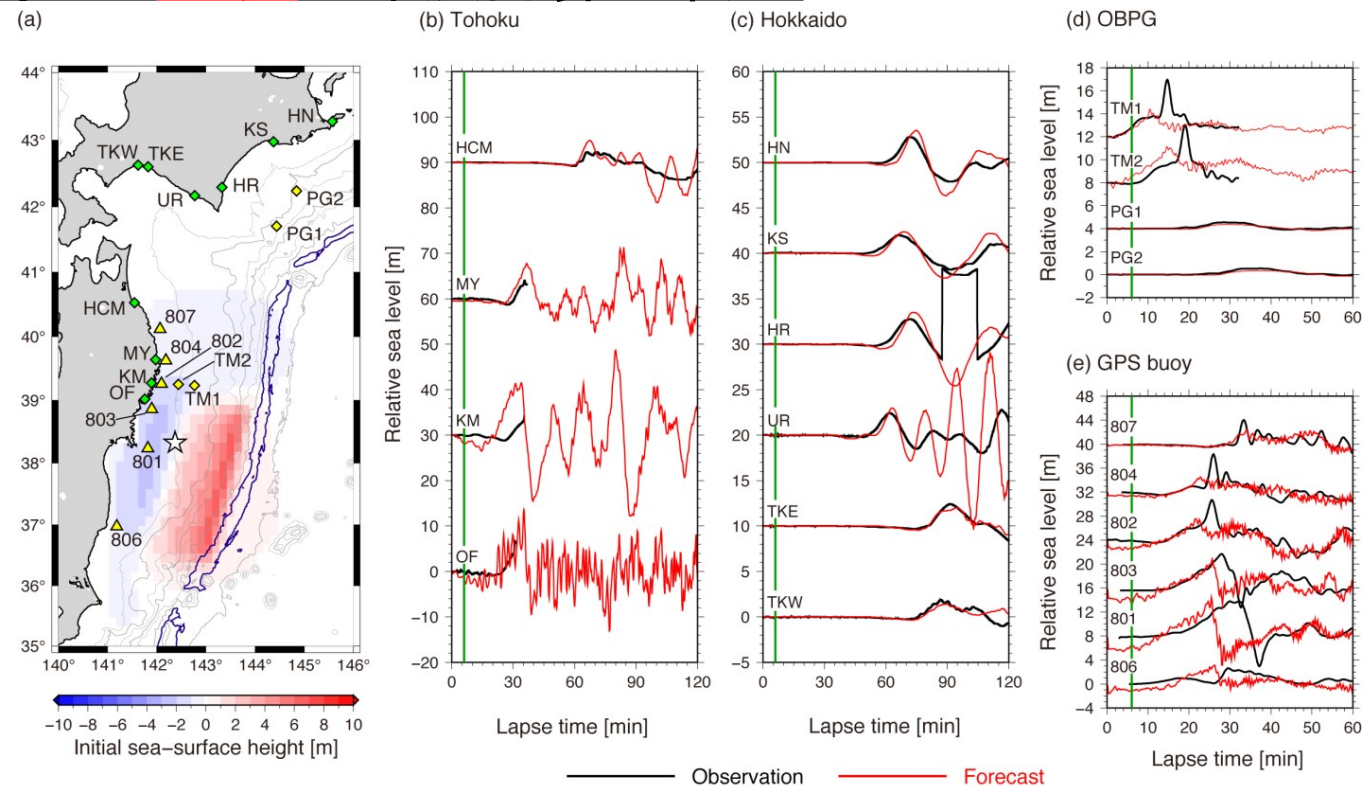


3分でM8.7の地震であることを推定

プレート形状のコンターはKita et al. (2010)による

推定断層による津波シミュレーション

- 矩形断層準リアルタイム推定
 - 発震時から**4.5分**で推定完了
 - 津波計算(対馬, 東北大学博士論文, 2009)
 - 手法を工夫することにより**1分**で計算可能(20観測点)
- 発震時から**5.5分**で津波計算が終了

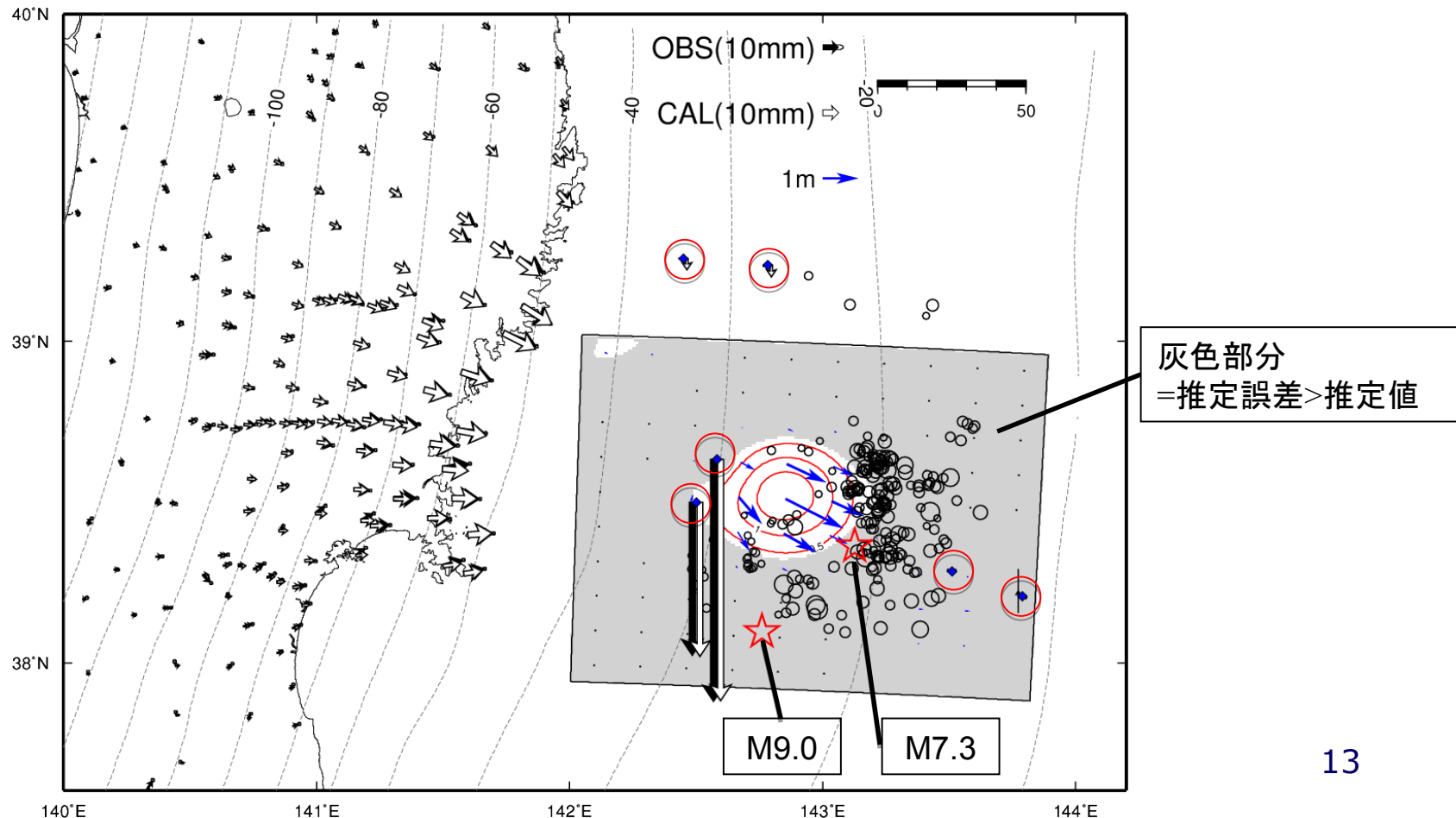


検潮所, 水圧計, GPSブイにおける津波観測波高と計算波高の比較

3/9前震(M_{JMA} 7.3)地震時すべり分布

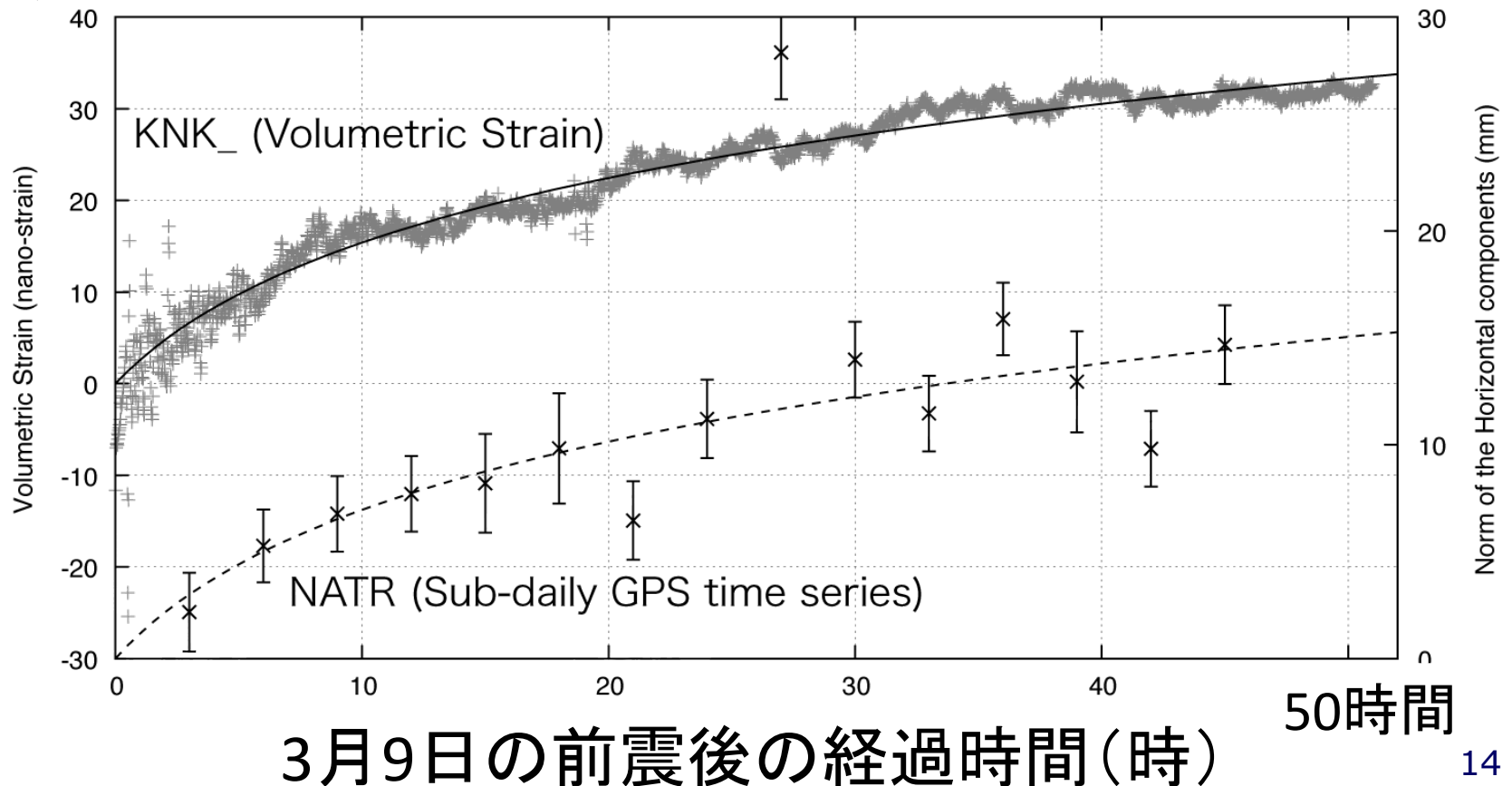
- GPS, 海底水圧計を使用
 - P2, P6: 沈降
 - GJT3, TJT1, TM1, TM2: 変動無し
 - 海底圧力計に重みをつけて解析

- Yabuki and Matsu'ura (1992)
- 地震時すべり分布
 - 最大すべり量: 1.7m
 - 震源の深部延長側で最大
 - $M_w \approx 7.2$



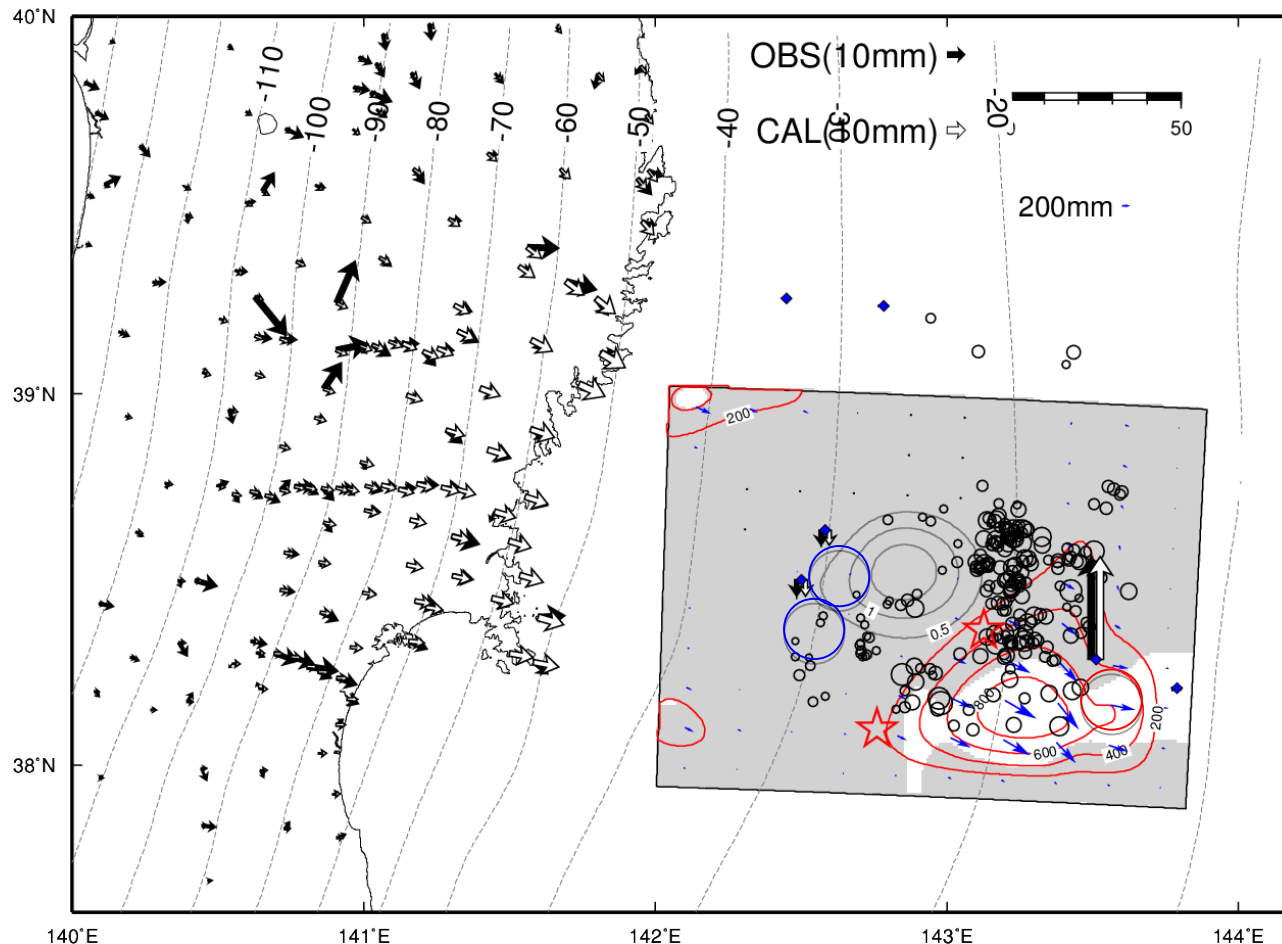
3月9日 前震の余効変動の時間発展

- 余効変動
 - 体積ひずみ計とGPS(水平成分のノルム)双方で明瞭に検知
 - 前震の余震による地震時ステップは除去済み(ひずみ計)
 - 時定数($\tau, u(t) = a \ln(1 + t/\tau)$): 4.8時間(0.2日)
- M9.0本震直前の挙動
 - 震源直近の金華山で顕著な直前変動は見られず.



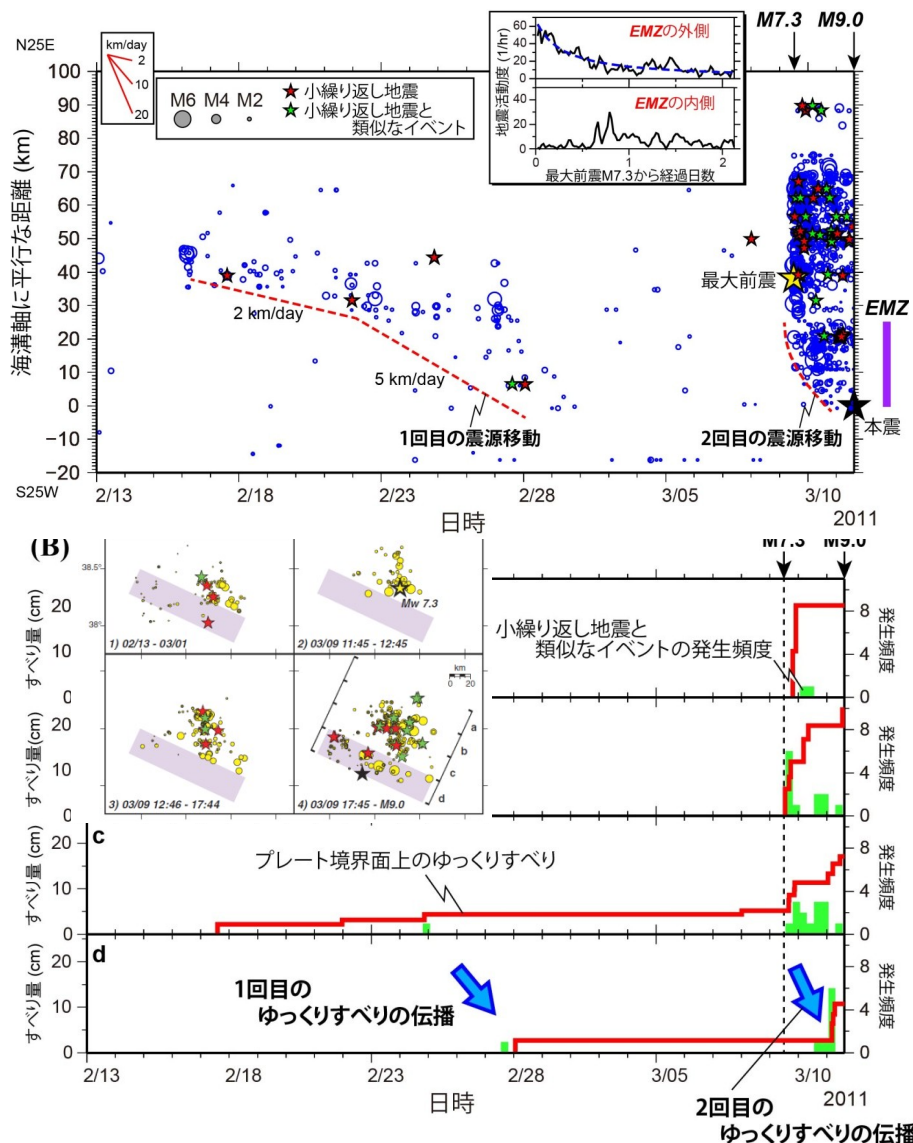
3月9日 **前震**の余効すべりモデル

- GPS, 海底水圧計から推定
 - GPS: GEONET 岩崎(0154)固定
 - P2, P6: 僅かに沈降
 - **GJT3: 顕著に隆起**
 - TJT1: 顕著な変動無し
- 余効すべり
 - 地震時すべりの南東側に位置
 - 余震分布とも棲み分け
 - 最大すべり量: 0.9m
 - $M_w \approx 7.1$



Propagation of Slow Slip Leading Up to the 2011 M_w 9.0 Tohoku-Oki Earthquake

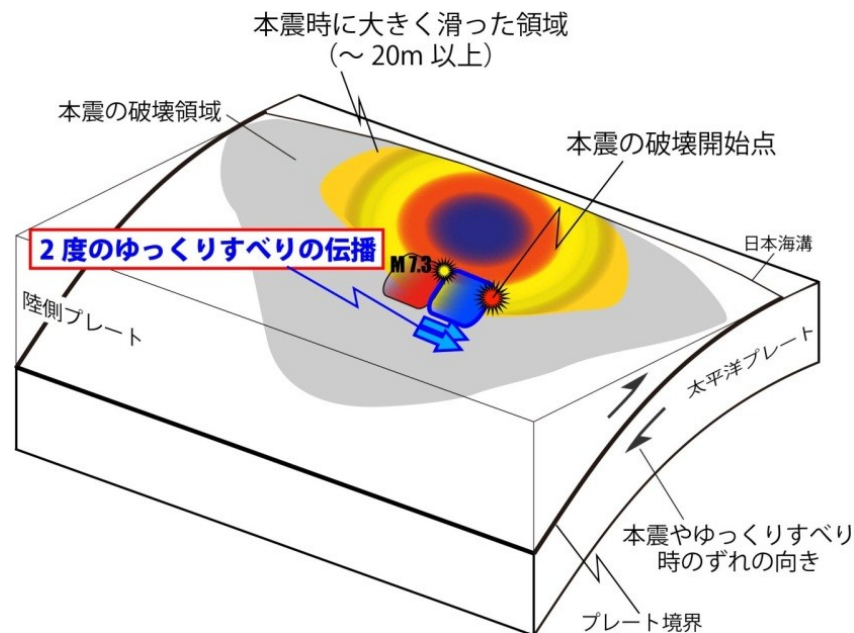
Aitaro Kato,* Kazushige Obara, Toshihiro Igarashi, Hiroshi Tsuruoka, Shigeki Nakagawa, Naoshi Hirata



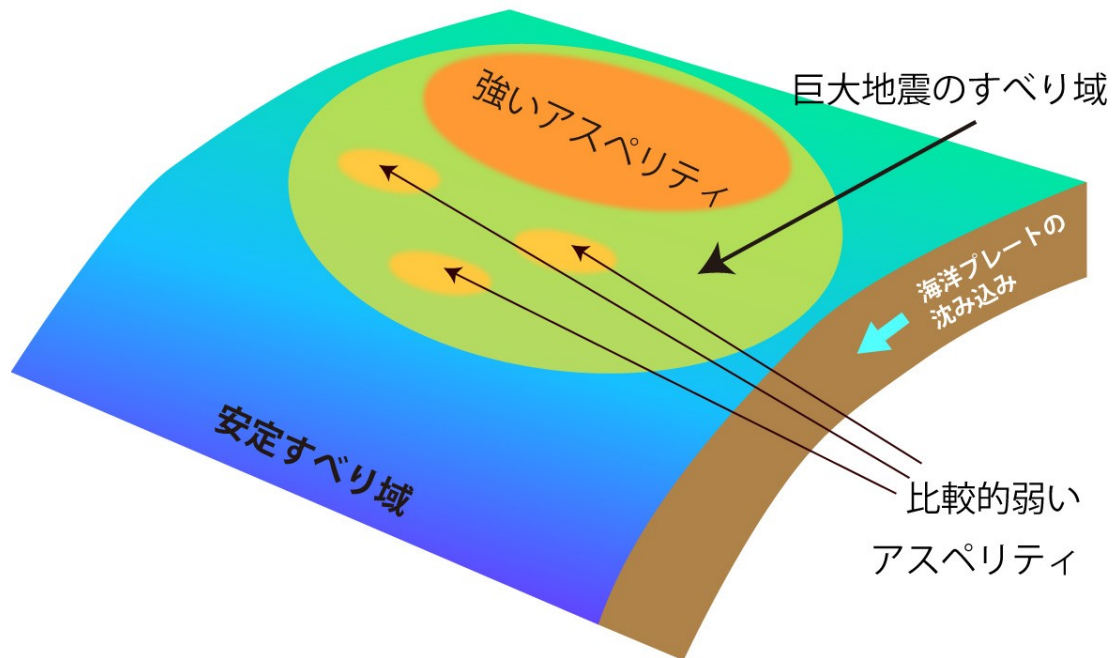
ゆっくりすべりの伝播⇒巨大地震

【2011年東北地方太平洋沖地震前のおよそ1ヶ月間に発生した地震活動を詳細に解析】

本震の破壊開始点へ向かうゆっくりすべりの伝播が、ほぼ同じ領域で2度にわたって起きていた。これらのゆっくりすべりの伝播が引き起こす力の集中により、本震発生が促進された可能性が考えられる。

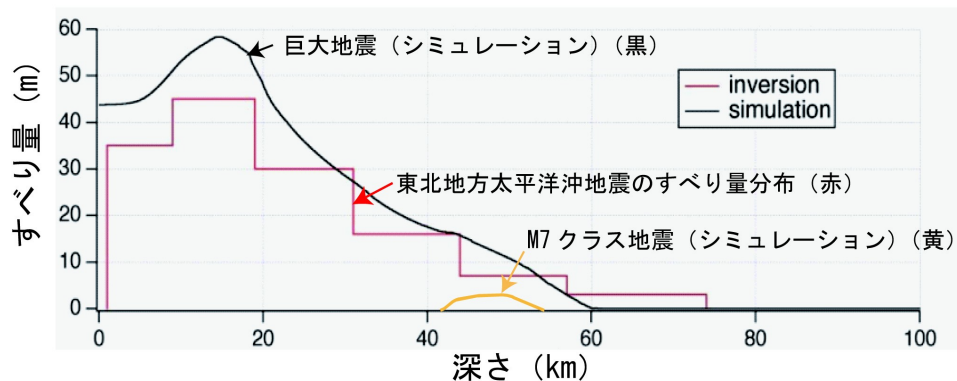


2011年東北地方太平洋沖地震の発生機構

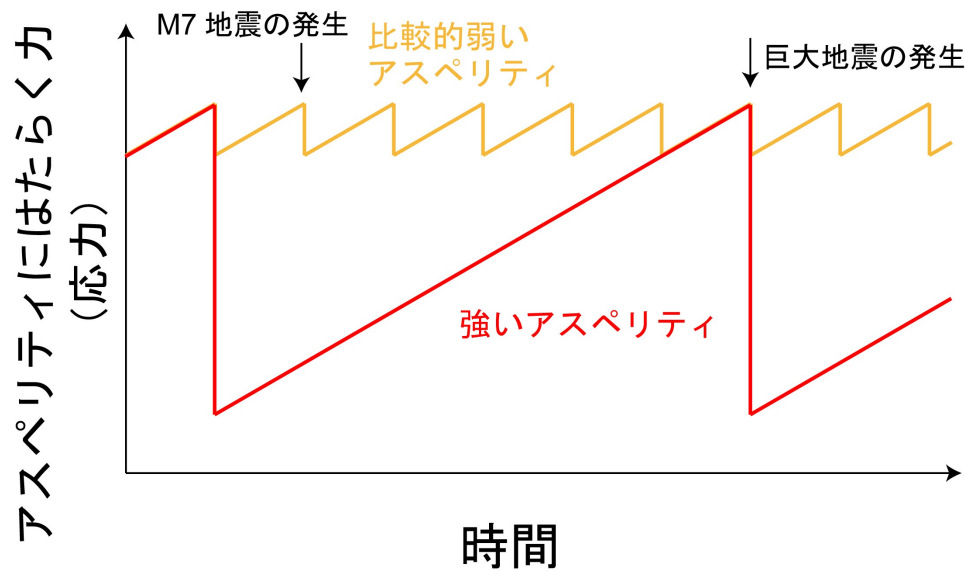
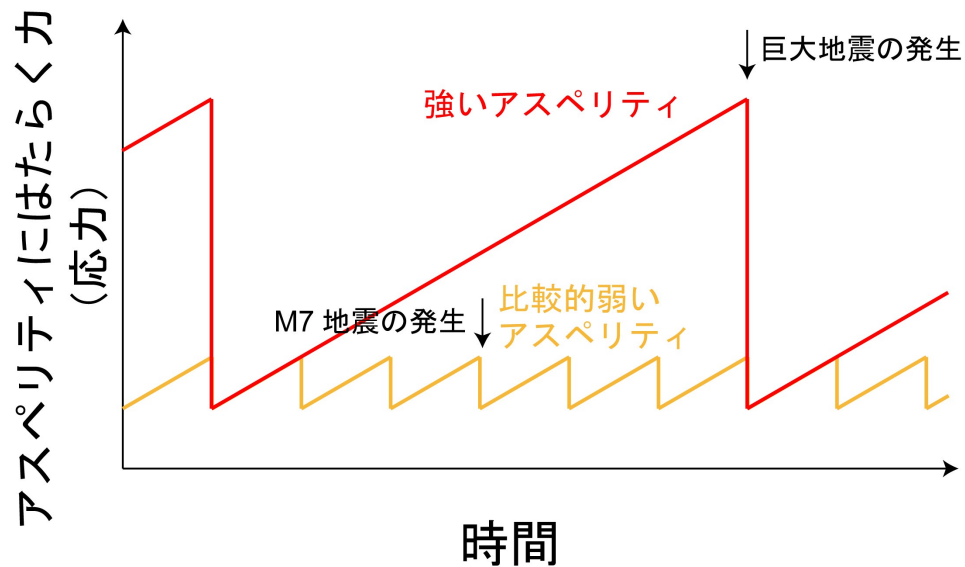


東北地方太平洋沖地震の震源域の模式図.

強いアスペリティが長期間(数百年)固着しエネルギーを蓄積していた. その間, 比較的弱いアスペリティではM7級の地震が数十年間隔で発生していた. 強いアスペリティが破壊されたことにより, 比較的弱いアスペリティを含む広い領域が破壊された.



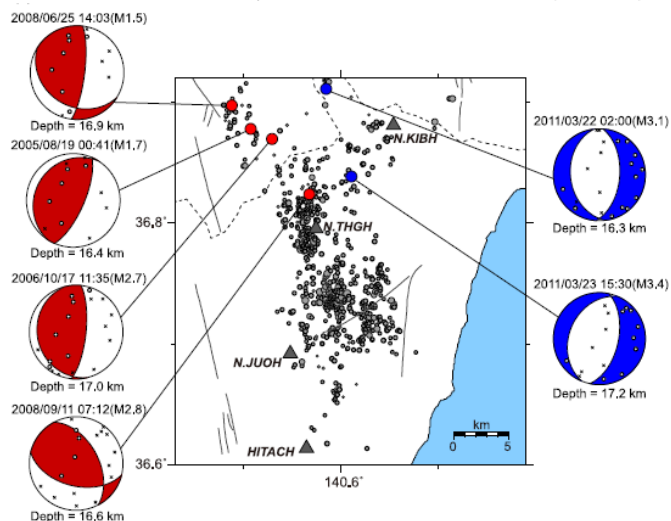
GPSと津波データから推定された東北地方太平洋沖地震のすべりの深さ分布(赤)とシミュレーションでもとめた巨大地震のすべりの深さ分布(黒). シミュレーションで得られたM7クラスの地震のすべり量分布は黄色で示す.



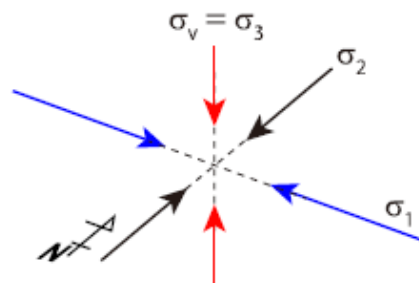
強いアスぺリティ(赤)と比較的小さいアスぺリティ(黄)にはたらく力(応力)の時間変化の模式図。上図は、強いアスぺリティの強度が大きい場合。下図は、強いアスぺリティで破壊が発生したときに何らかの原因により動摩擦強度が極端に低下する場合。

茨城県北部・福島県南東部の誘発地震活動

M9.0地震前後の応力場の変化

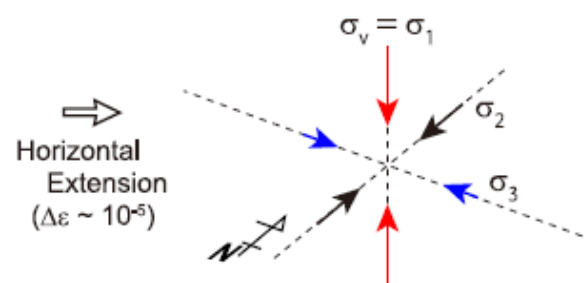


Reverse faulting stress regime



Before the 2011 Tohoku earthquake

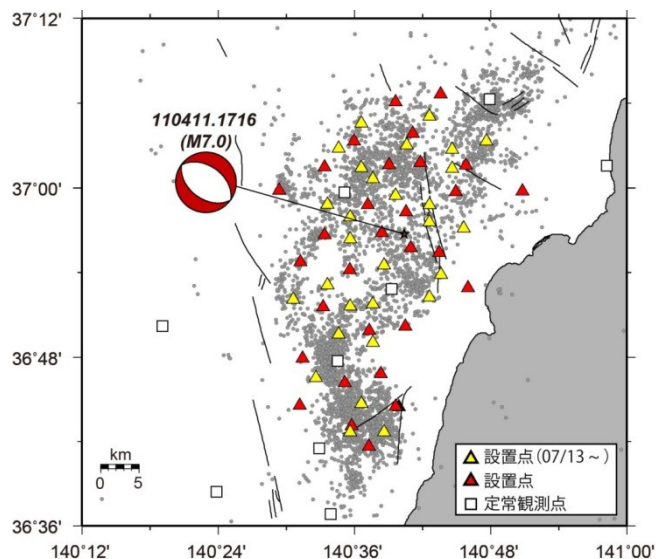
Normal faulting stress regime



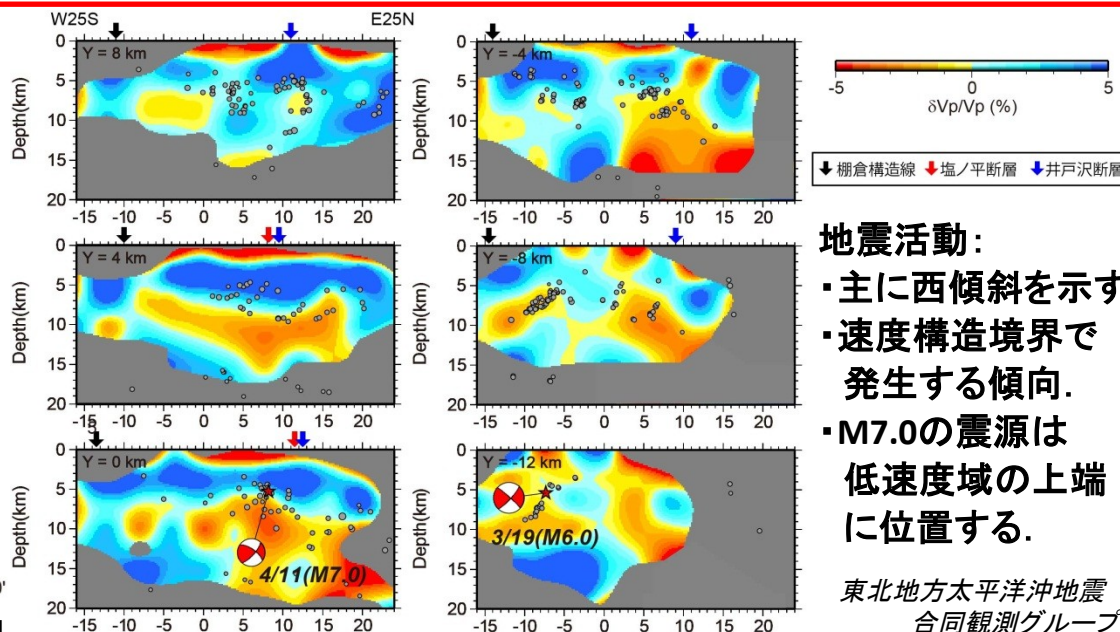
After the 2011 Tohoku earthquake

Kato et al (2011)

高密度な臨時地震観測



現在、計60点の臨時観測点を設置中。



地震活動:

- ・主に西傾斜を示す。
- ・速度構造境界で発生する傾向。
- ・M7.0の震源は低速度域の上端に位置する。

東北地方太平洋沖地震
合同観測グループ

地震及び火山噴火予知のための観測研究計画 の一部見直しについて（建議）の概要

地震予知研究

現段階の目標到達度
プレート境界で発生する大地震
→場所と規模の予測に一定の見通し
内陸地震
→発生機構のモデル化を開始

「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」

- 二つの計画を統合した本計画のポイント
 - ・平成21年度から5年間の計画
 - ・予測システムの開発を明瞭に志向した研究
 - ・地震・火山現象を共同で観測研究することによりそれぞれの現象理解
 - ・研究資源の有効活用により効率的で効果的な観測研究の実施

火山噴火予知研究

現段階の目標到達度
適切な観測体制が整備された火山
→ 噴火時期をある程度予測可能
(噴火警戒レベルの導入)

地震・火山現象解明のための観測研究

- 予測システムの基礎となる観測研究を行う。
- ・日本列島及び周辺域での長期的・広域的現象
 - ・地震・噴火に至る準備過程
 - ・地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程
 - ・地震発生・火山噴火素過程

地震・火山現象予測のための観測研究

- モニタリングを更に発展させ、そのデータを用いて地震・火山現象の予測システムを開発する。
- ・モニタリングシステムの高度化
 - ・地震発生・火山噴火予測システムの構築
 - ・データベースの構築

新たな観測技術の開発

- 地震・火山噴火予知に資する新たな観測技術の開発を行う。
- ・海底における観測技術の開発と高度化
 - ・宇宙技術等の利用の高度化
 - ・観測技術の継続的・高度化

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震

- ・マグニチュード9クラスの超巨大地震の発生
- ・海溝軸付近のプレート境界で50mを超える滑り
- ・固着域でも従来の考え方で説明できない大きな滑り

超巨大地震の発生予測に関する基礎研究の不足

- ・超巨大地震の発生サイクルの解明
- ・超巨大地震の震源過程の解明
- ・超巨大地震から発生する巨大津波の予測
- ・超巨大地震に誘発された内陸地震や火山活動等の解明

超巨大地震とそれに起因する現象の解明・予測のための観測研究

超巨大地震の現象の理解と予測に向け、様々な手法を用い広い視点にたった観測研究と技術開発を行う。

・現象解明のための観測研究 ・現象予測のための観測研究 ・現象解明と予測のための新技術の開発

計画推進のための体制の強化

観測研究体制の整備 研究体制の強化 予算・人材の確保 国際協力・研究成果の推進 社会還元

安全・安心な社会の実現に寄与

第6期科学技術・学術審議会 測地学分科会 地震火山部会(第4回～第6回)の審議状況

第4回 平成23年2月16日

- 部会長(平田委員)と部会長代理(清水委員)の選任
- 第6期科学技術・学術審議会測地学分科会の当面の審議事項について確認
- 観測研究計画推進委員会の設置について了承

第5回 平成23年5月17日

- 観測研究計画推進委員会(第7回)の検討状況について報告を受ける
- 「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」のレビューの実施について再確認し
了承
- 新たな個別課題の追加の必要性について審議し、了承

第6回 平成23年10月25日

- 観測研究計画推進委員会(第8回～第10回)の検討状況について報告を受ける
- 「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」のレビューの進捗状況についての報
告を受ける
- 現行計画の一部見直しについて審議し、測地学分科会に報告することを了承

測地学分科会各委員会の検討状況

地震及び火山噴火予知のための観測研究計画再検討委員会

平成23年11月17日 第1回

「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の実施状況等のレビュー作業において明らかになった本計画において不十分だった項目について確認し「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の一部見直しについて論点の整理

平成23年12月20日 第2回

「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の一部見直し計画の草案について検討

観測研究計画推進委員会

平成23年12月26日 第11回

「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の実施状況等のレビューについて、特にⅢ章.平成23年東北地方太平洋沖地震、Ⅴ章-4.計画推進のための体制の強化、Ⅵ章.総括的評価の各項目に関する意見交換を行った。

「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」平成23年度年次報告【機関別】のとりまとめ方法について確認した。

科学技術委員会

応用的 実用的

競争的研究
・地震防災研究戦略プロジェクト
・JST-JAICA
他

政府主導の国家プロジェクト
・緊急地震速報
・津波予測
・長期予測
・強震動ハザードマップ
・「東海地震予知」

基礎的

「地震・火山噴火予知研究(建議)」

科研費: 特別研究促進費

運営費・科研費等による学術研究(研究者の自由な発想な研究)

基盤的

基盤的モニタリングシステム: 基盤的観測網
Hi-net, GEONET, DONET, 新海底地震津波観測システム、活断層調査

第3章 今後推進すべき地震調査研究

1. 当面10年間に取り組むべき地震調査研究に関する基本目標

- (1) 海溝型地震を対象とした調査観測研究による地震発生予測及び地震動・津波予測の高精度化
- (2) 活断層等に関連する調査研究による情報の体系的収集・整備及び評価の高度化
- (3) 防災・減災に向けた工学及び社会科学研究を促進するための橋渡し機能の強化