

地震予知のための新たな観測研究計画(第2次)

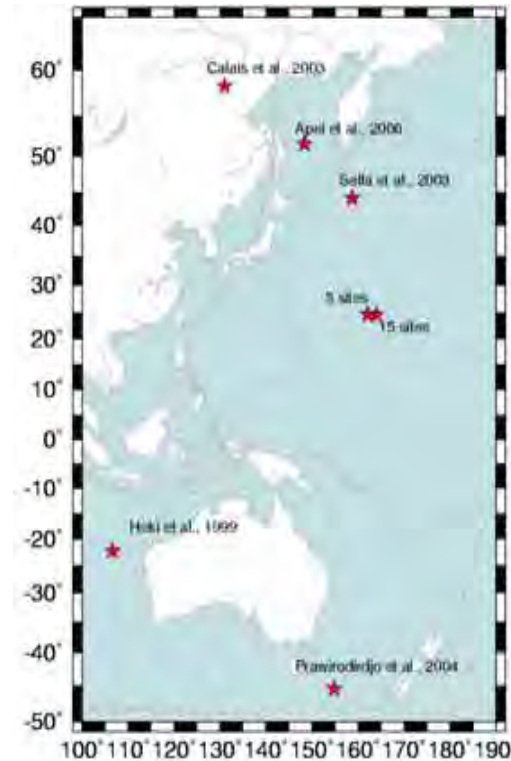
平成20年度成果報告(国立大学法人)

1.(1)「日本列島及び周辺域の長期広域地殻活動」

アムールプレート



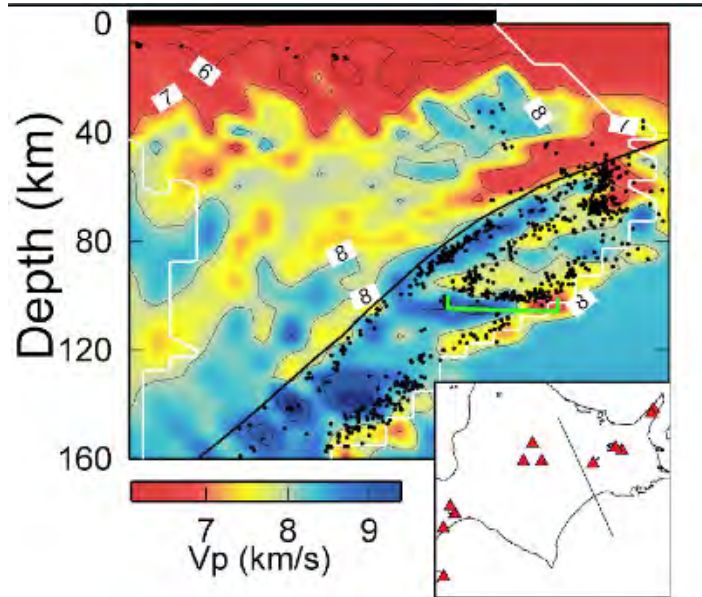
アムールプレート東縁部に位置する，沿海州・ハバロフスク州・サハリン州のGPS観測点のユーラシアプレート（EUR）に対する相対（水平）速度（北海道大学[課題番号:1001]）。



アムールプレートのユーラシアプレートに対するオイラー極．用いるデータによって極の位置が大きく異なって求められるということは，“アムールプレート”と称されている地域は実は一枚の剛体で近似することが不適切であるという可能性が考えられる（東京大学地震研究所[課題番号:1401]）。

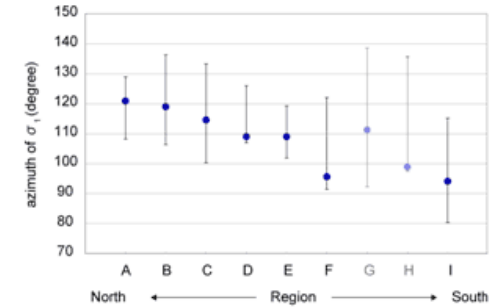
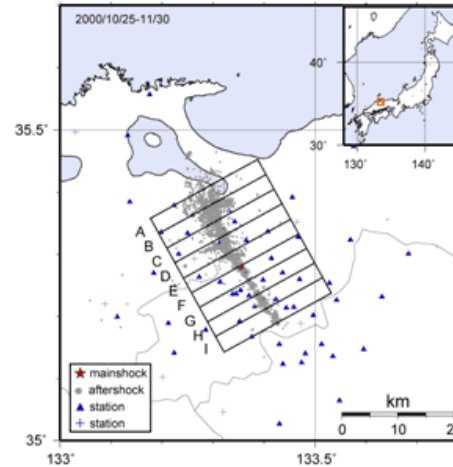
1.(1)「日本列島及び周辺域の長期広域地殻活動」

スラブ内の不均質構造：二重深発地震面下面に沿う低速度領域



挿入図の測線に沿うP波速度構造の鉛直断面。黒線は太平洋スラブの上部境界、黒丸は微小地震である。緑は1993年釧路沖地震（M7.8）の余震域をあらわす。白線はDWS=500の領域、地表の黒線は陸域を示す。二重深発地震面下面の地震の発生には水が深く関与していることを示唆している（東北大学[課題番号:1209]）

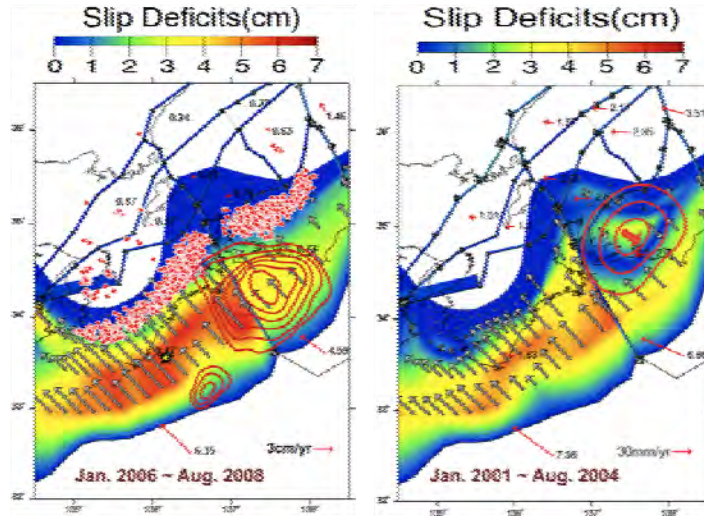
西南日本内陸における歪・応力蓄積様式の解明



鳥取県西部地震の余震域における応力の空間的な変化。余震分布の走向方向にほぼ直交する幅3キロメートルの領域毎に応力逆解析により推定された最大圧縮応力の方向（北から時計回り）。有限要素法によるシミュレーションの結果、このような変化は下部地殻に不均質をおくモデルでよく再現できることがわかった（京都大学防災研究所 [課題番号：1801]）。

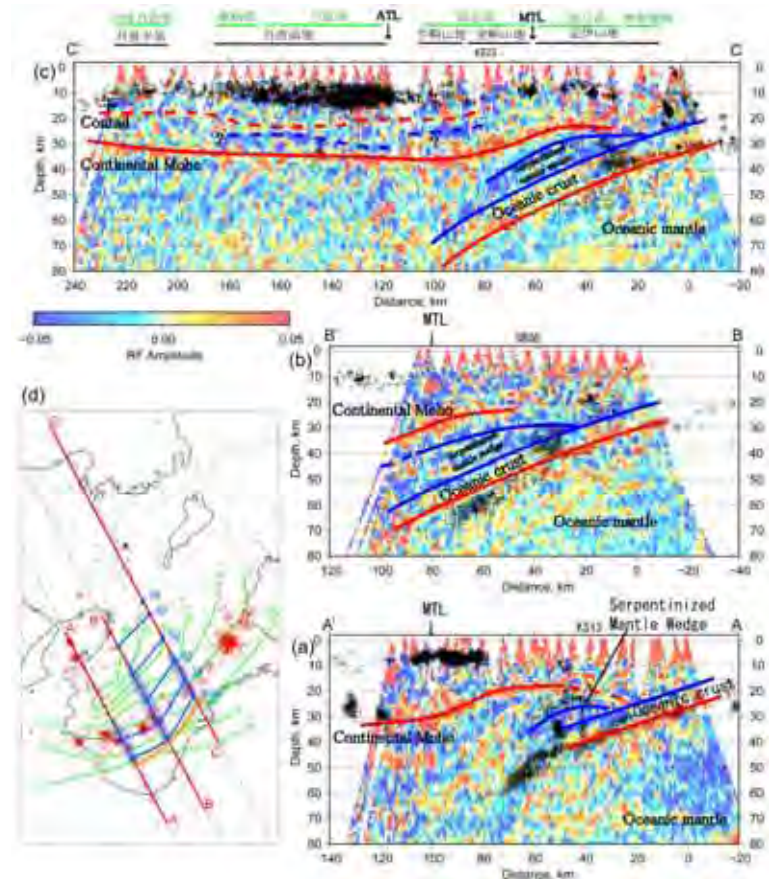
1.(2)「地震発生に至る準備・直前過程における地殻活動」

プレート間カップリングの解明



ブロック断層モデル解析により得られたブロック間の相互作用の分布。定常時（左）とスロースリップ発生時（右）。駿河湾から熊野灘にかけてのプレート境界は、深さ10-20kmの部分においてほぼ全面的に固着しており、これはスロースリップ発生時においても変化していない。深さ25~35km付近がプレート境界の固着の遷移域となっており、その下限付近において低周波微動活動が見られる。一方、東海スロースリップは遷移領域内で発生している（名古屋大学[課題番号:1702]）。

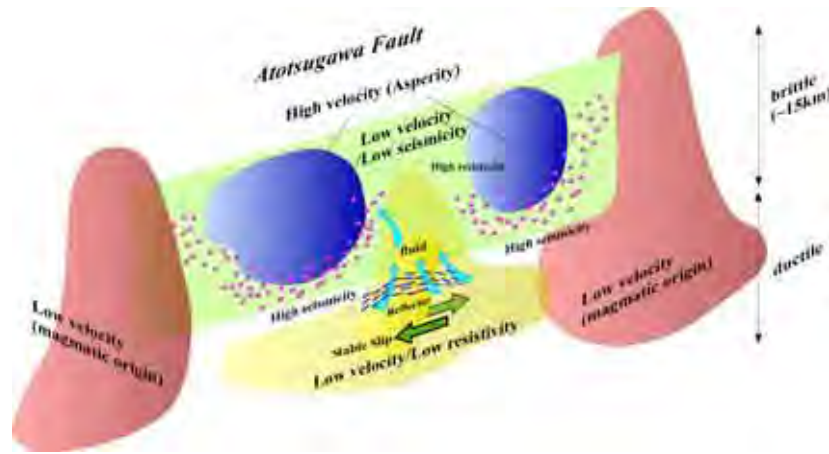
西南日本のテクトニクス の 解明



レーザ関数イメージ。3測線断面において、海洋モホ面（赤線）、海洋地殻上面（青線）、低速度マントルウェッジの上面（青線）が明瞭にイメージされている。低速度マントルウェッジの上面を示す青線は、深部低周波イベント発生域付近から分岐している。これは、海洋地殻から脱水した「水」が、深部低周波イベント発生域からマントルウェッジに流入し、この部分を広範囲に蛇紋岩化していることを示すものと考えられる。（京大防災研[課題番号:1802]）

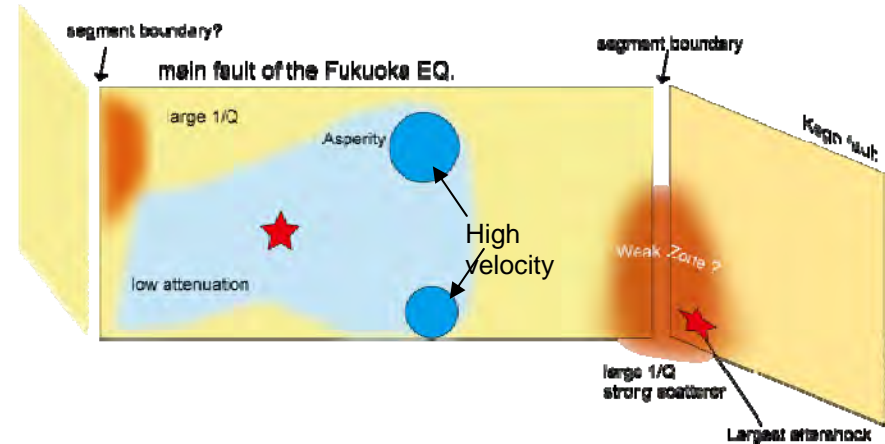
1.(2)「地震発生に至る準備・直前過程における地殻活動」

歪集中帯及び内陸地震発生域における
応力蓄積・集中メカニズムの解明



跡津川断層総合集中観測から得られた応力集中の概念モデル。(東大地震研[課題番号:1401])

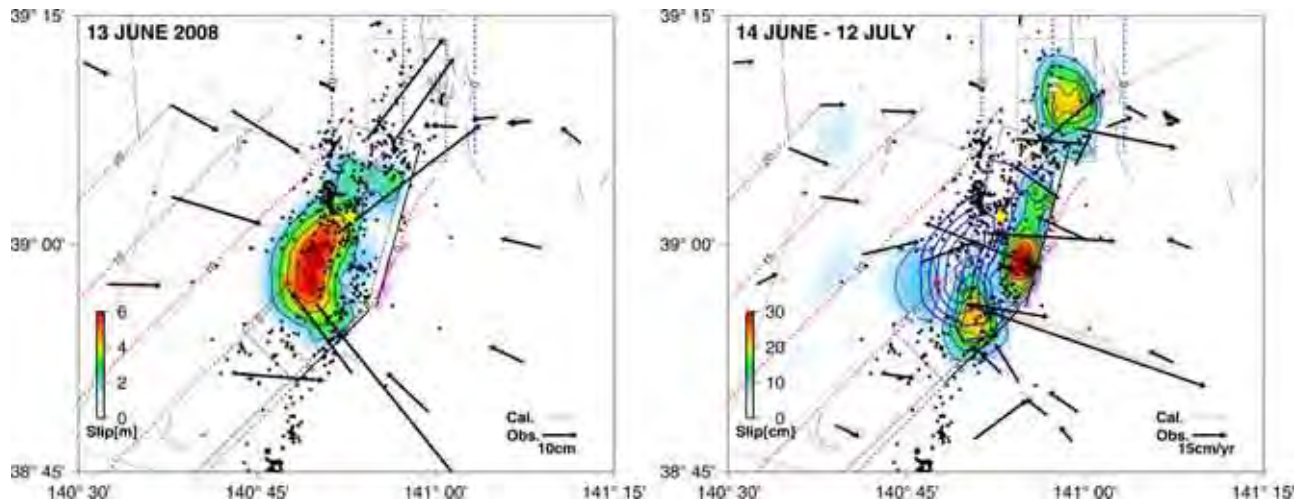
内陸地震発生域における不均質構造と歪・応力集中メカニズムに関する研究



福岡県西方沖地震断層の構造模式図。北西部と南東部にセグメント境界があり、強い不均質が存在すると考えられる。断層面上では高速度異常を示すアスペリティが見出された(九州大学[課題番号:2102])

1.(2)「地震発生に至る準備・直前過程における地殻活動」

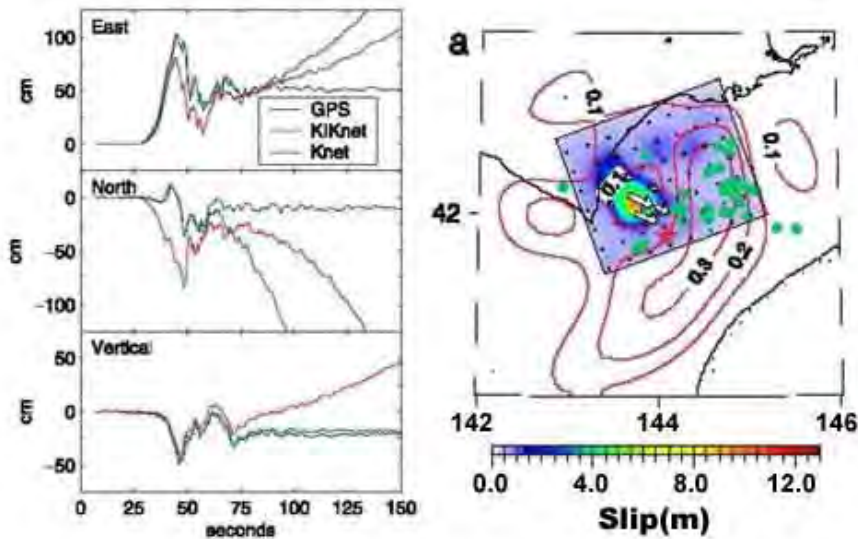
2008年岩手・宮城内陸地震に関する地殻変動解析



(左)地震時滑り分布と、(右)余効滑りの積算値の分布、および観測された水平変位・変位速度と推定値から計算されたものとの比較。右側のパネルには左側の地震時滑り分布の等値線を青実線で示している。青と赤の破線はそれぞれ北側及び南側の断層面の等深線。黒点は余震、黒の実線は活断層の地表トレース。出店断層において積算20cmを超えるゆっくり滑りがあったこと、また、本震断層においては地震時滑りと余効滑りで領域の住み分けが見られることが分かった(東北大学[課題番号:1202])。

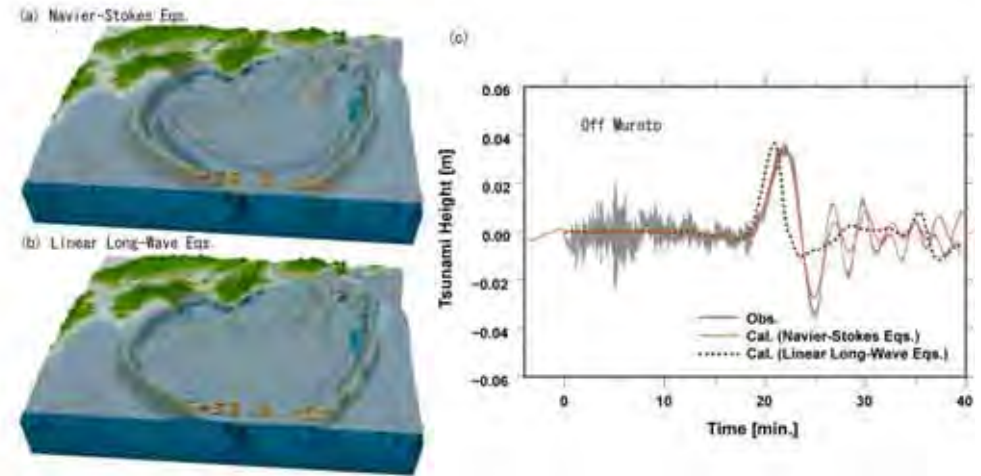
1.(3)「地震破壊過程と強震動」

1秒間隔のGPSデータから得られた強震動記録



1秒間隔のGPSデータから得られた2003年十勝沖地震の強震動記録（左）。K-net, KiK-netの加速度波形を2階積分したものと比較すると、振動をうまく再現していることが分かる。右はそれを用いて得られた2003年十勝沖地震の滑り分布。（東京大学地震研究所 [課題番号 : 1407]、Miyazaki et al.2004）。

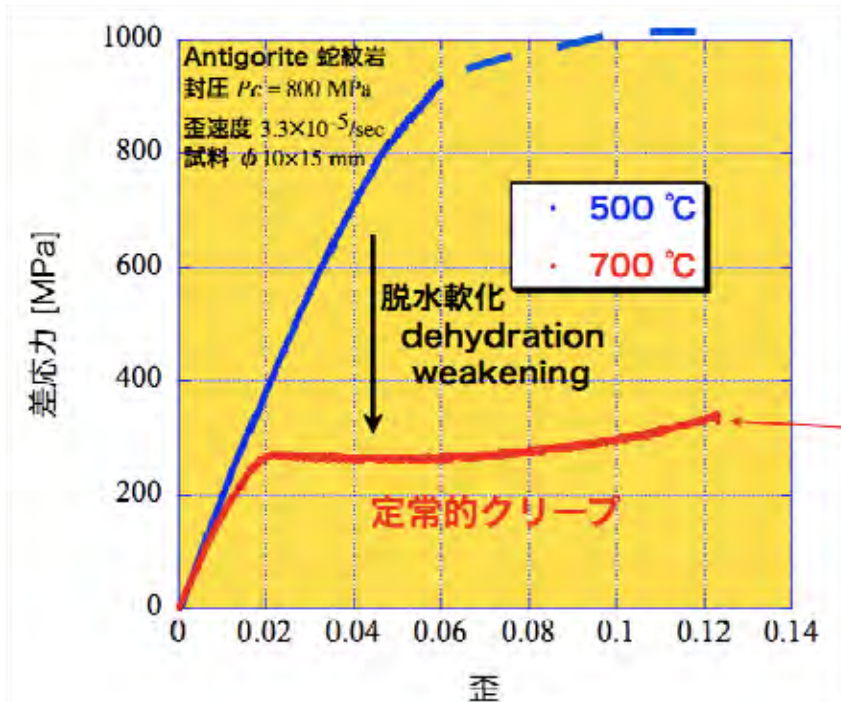
地震—津波連成シミュレーション



2004年紀伊半島南東沖の地震による津波発生伝播シミュレーション。地震発生から30分後の津波伝播。(a) 3-D Navier-Stokes式による計算、(b) 線形長波方程式による計算。(c) 室戸沖における津波波形の比較（グレーは観測波形、赤はNavier-Stokes式、黒は線形長波方程式による計算結果）（東京大学地震研究所 [課題番号 : 1408] ）。

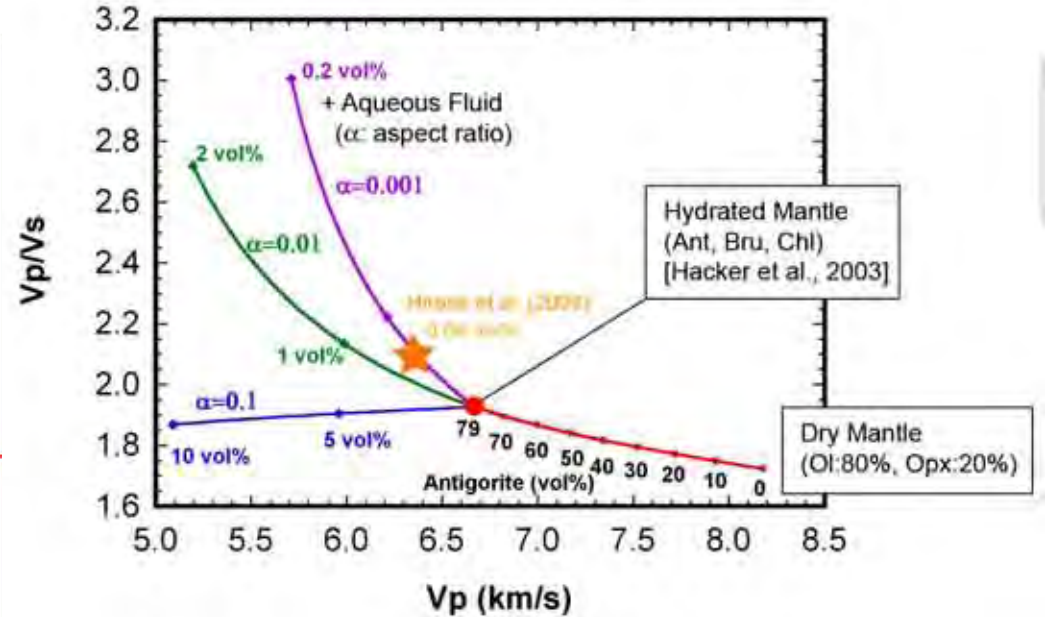
1.(4)「地震発生の素過程」

蛇紋岩の脱水軟化



蛇紋石の脱水反応時の体積変化の物理化学的考察からは、封圧が数GPa以上では、分解・放出される水の体積が、固体鉱物部分の体積減少を下回り、したがって、過剰間隙水圧は生じないことになる。このような考えにもとづき、非常に高压で脱水反応した蛇紋岩の変形実験を行なうと、不安定な破壊はおこらなかった（東京大学理 [課題番号：1410]）。

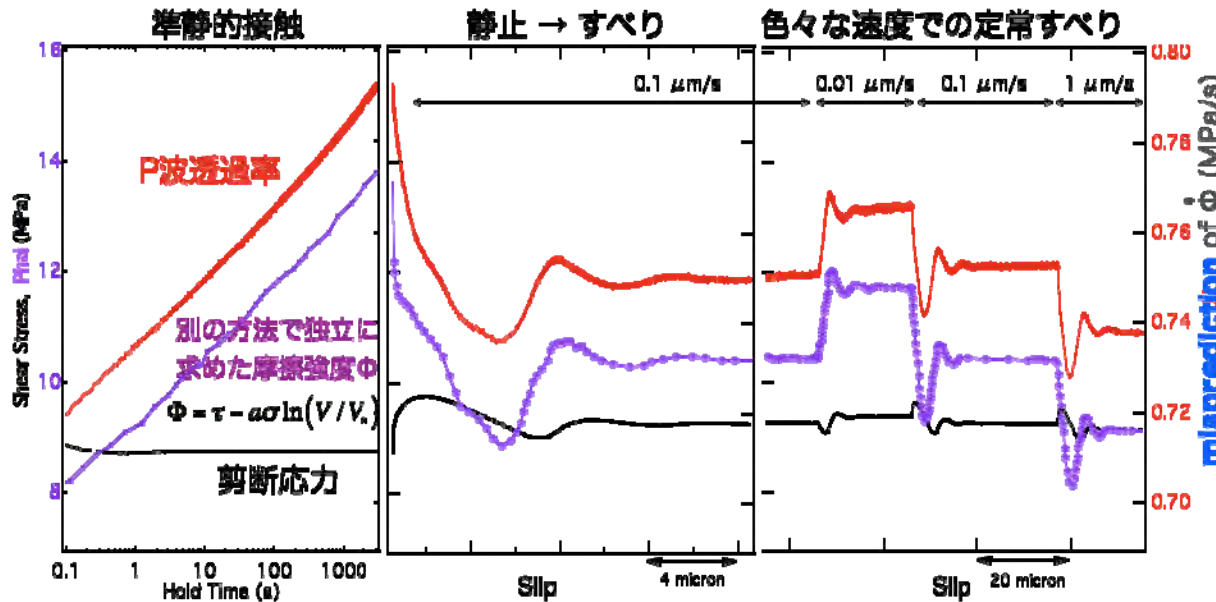
高温型蛇紋岩の弾性波速度



沈み込み帯等の弾性波速度の分布から、蛇紋岩の存在が示唆されていた。しかし、従来解釈に用いられたのは、低温型蛇紋岩の弾性波速度データであり適切でない。本計画においては、高温型蛇紋岩のP波速度、S波速度を、地震発生場の高温・高压を再現して計測した。これらのデータを、蛇紋岩の存在が示唆されていた関東地方のトモグラフィー結果と比べてみると、高温型蛇紋岩自体の弾性波速度だけではトモグラフィーで示唆されるほど低い弾性波速度にはならず、さらに、間隙水が存在していることが必要であるとの結論をえた（富山大 [課題番号：1410]）。

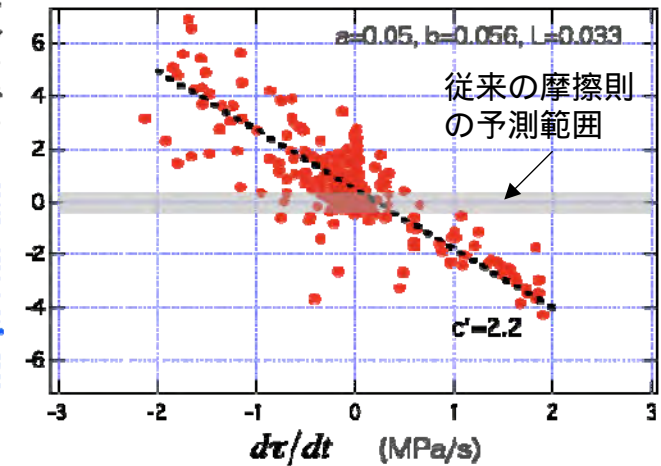
1.(4)「地震発生の素過程」

様々なすべり履歴に伴う透過率変化



適切な周波数の弾性波の断層面を透過させることで、固着状態の測定が定量的に可能なことが示され、固着すべり実験においては、载荷剪断応力がピーク値に達するより前に、物理的な固着のはがれは大方完了することがわかった。(Nagata et al., 2008, 東大地震研[課題番号: 1410])

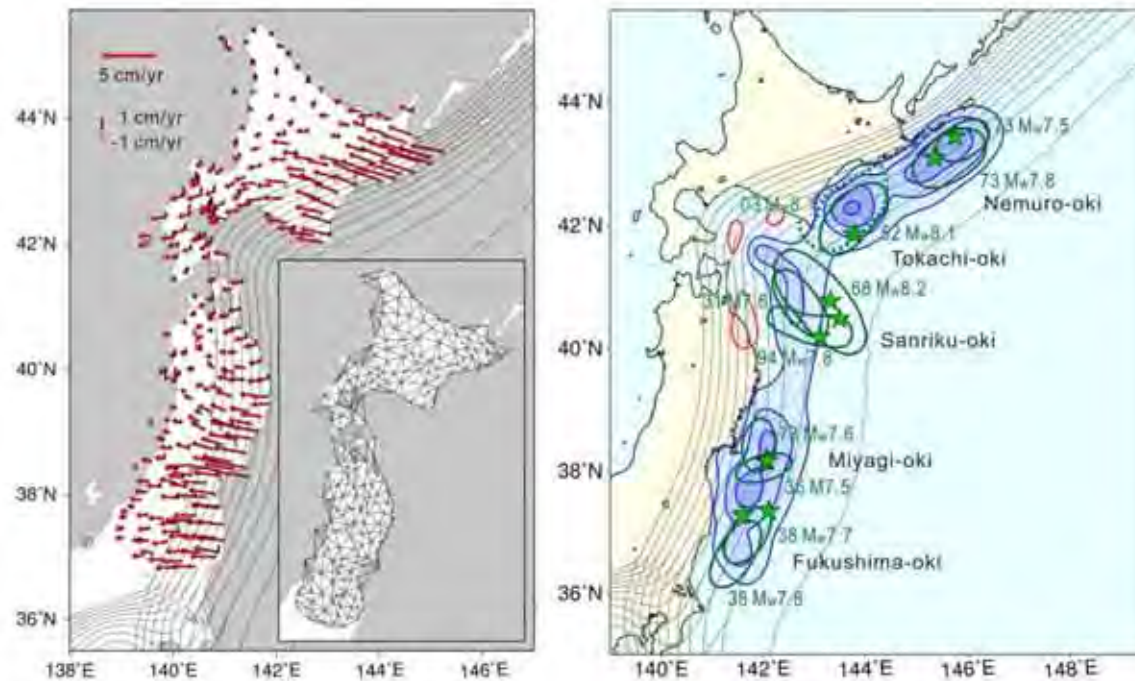
摩擦則の修正



従来の速度・状態依存摩擦則の系統的誤差を明らかにし、実験データをよりよく説明する修正版摩擦則を提案した (東大地震研[課題番号: 1410]) .

2.(1)「地殻活動予測シミュレーションモデルの構築」

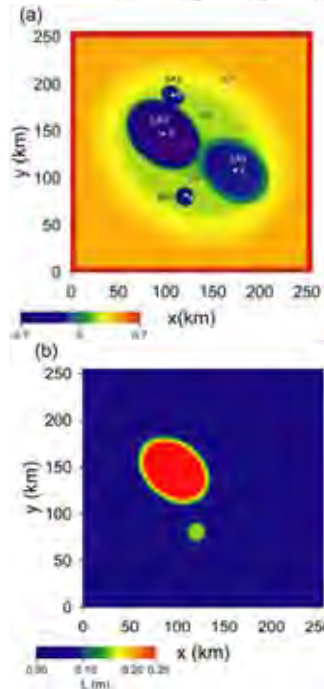
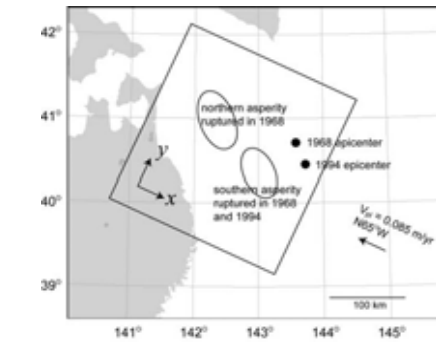
日本列島域の地殻活動予測シミュレーションモデルの開発：
北海道・東北地域のプレート境界面の固着状態の推定



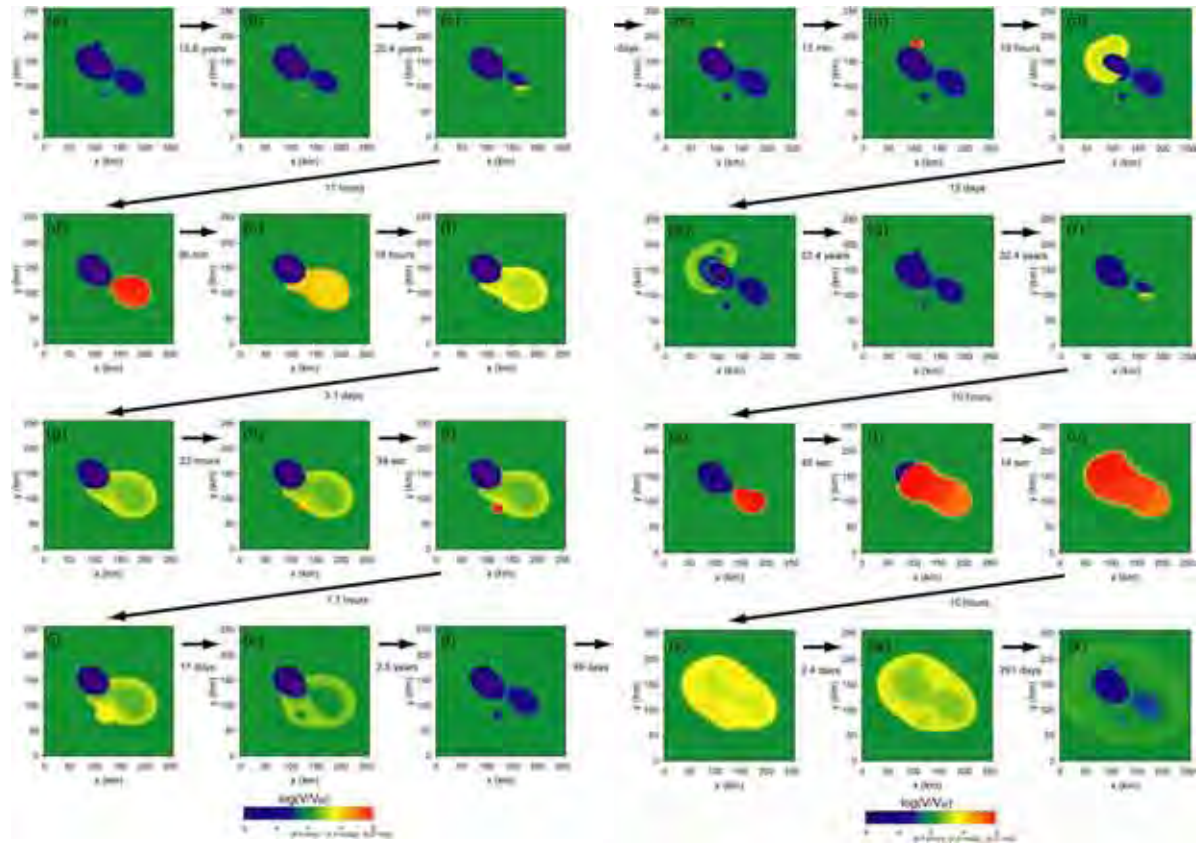
GPSデータのインバージョン解析で推定した北海道・東北地域の北米—太平洋プレート境界面の固着状態。(左図)解析に用いたGPS水平速度データと三角網。(右図)北米—太平洋プレート境界面でのすべり遅れ(青)とすべり過剰(赤)速度分布。コンター間隔は3cm/yr。緑の星印と楕円、過去に発生したプレート間地震の震央位置および津波波源域を示す。(Hashimoto et al., 2009,東大理[課題番号: 1502]))

2.(1)「地殻活動予測シミュレーションモデルの構築」

三陸沖プレート境界型地震発生サイクル・シミュレーション



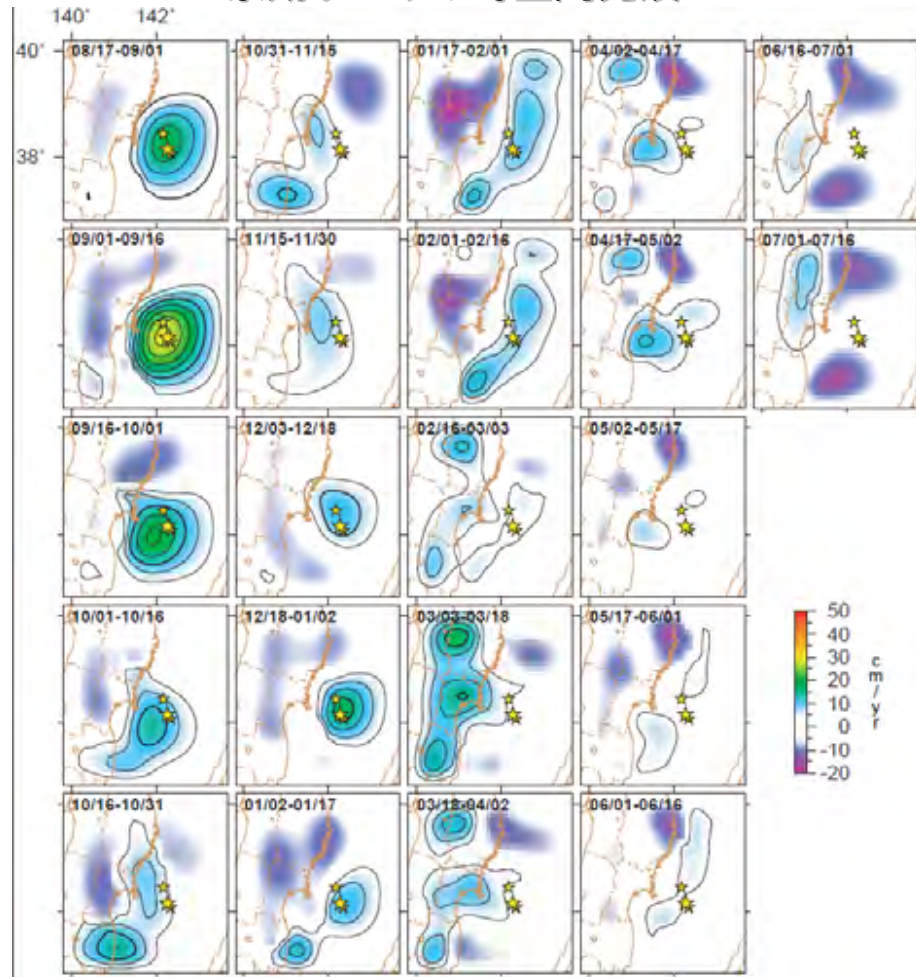
(上図) 1968年十勝沖(中図のLA1)、1994年三陸はるか沖地震(中図LA1&LA2)とモデル設定。
 (中図)摩擦パラメータ(A-B)分布 SA1は三陸はるか沖地震の最大余震、SA2は青森沖地震。
 (下図)摩擦パラメータ(特徴的長さL)分布。



シミュレーション結果: プレート速度 V_{p1} で規格化したすべり速度のスナップショット
 1994年三陸はるか沖に対応するLA1の単独破壊(d)、余効変動により引き起こされた余震に対応数SA1の破壊(i)、青森沖のj地震に対応するSA2の破壊(n)、1968年十勝沖地震に対応するLA1とLA2の連動破壊(t,u)。 (Kato,2008,東大地震研[課題番号: 1411])

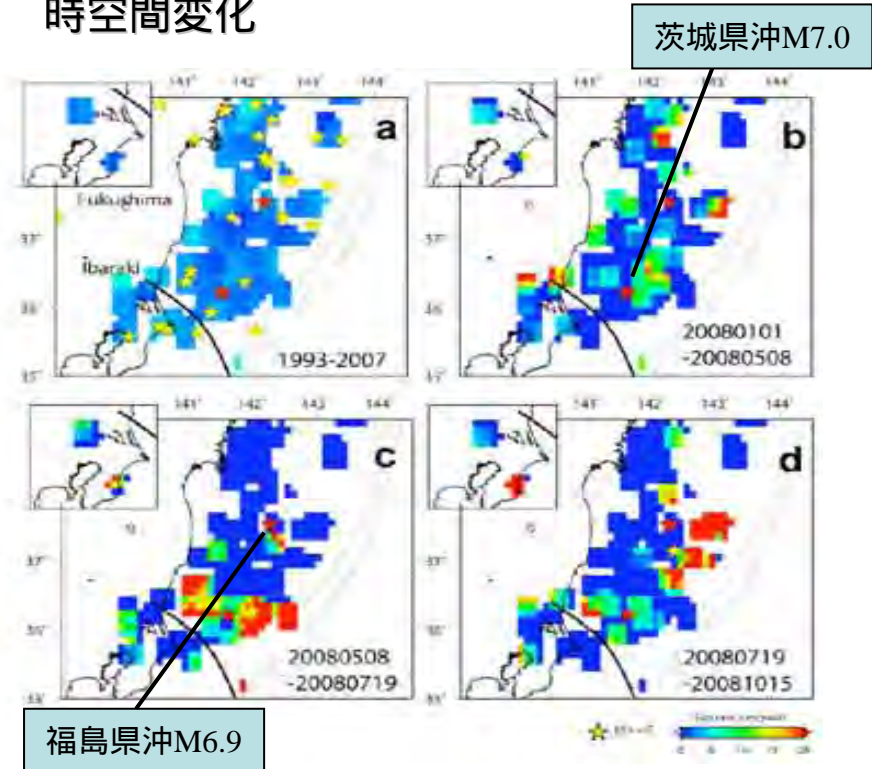
2.(2)「地殻活動モニタリングシステムの高度化」

余効すべりの時空間発展



GPSデータを用いた時間依存インバージョンにより明らかとなった2005年宮城県沖地震発生後の非地震性すべりの時空間分布. 本震発生後から11月頃までは震源域南側にすべり域が拡大. 11月で終息しかかるが, 12月2日に最大余震(M6.6)が発生すると, 再加速. すべりの中心はそれ以前とは異なり, 本震破壊域の北東側に移る. (東北大学1206)

宮城～福島沖周辺のプレート間すべりレートの時空間変化



小繰り返し地震波形の自動処理によるプレート境界すべりのモニタリングにより, 2008年のはじめから, 宮城県沖南部～茨城県沖の海溝に近い領域で, 非定常すべりがあったことがわかった. 主なすべりは, 2008年5月8日の茨城県沖M7.0と, 2008年7月19日福島県沖M6.9の地震の後に起こっているが, これら2つの地震の前の2008年2月ころから宮城県沖南部～茨城県沖の海溝に近い領域の一部ですべりレートが高いように見える. (東北大学1206)

2.(3)「地殻活動情報総合データベースの構築」

古い地震記象の整理

SMAC・DC型強震計記録の フィルム化と画像化



SMAC記録(約4000枚弱)
障害記録より劣化が激しい

透過によるフィルム化
スキャナー画像化(TIFファイル)

古いマイクロフィルムの保存改善 WWSSN(世界標準地震計観測網)フィルム



古いマイクロフィルムの保存改善 ロールフィルムの表面処理・分割整理



2か月で1本
巻き取り機に絡まって破損
使うたびに損傷
(H18年度3,250本実施)
残り2,826本 H19年度予定

1か月で1本
表面をブラッシュアップ
保管スペースは倍増

古いマイクロフィルムの保存改善 フィルム・フィッシュのファイリング整理



引出しに収納一元に集さない
あるはずだが見つからない
改めて、年毎、月毎に整理

ファイル番号
年月、観測点コード
(H18年度、308冊送)

Webシステム(1) 歴史地震記象検索システム

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/susu/>



Webシステム(2) 津波波形画像検索システム

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/tsunamb/id>

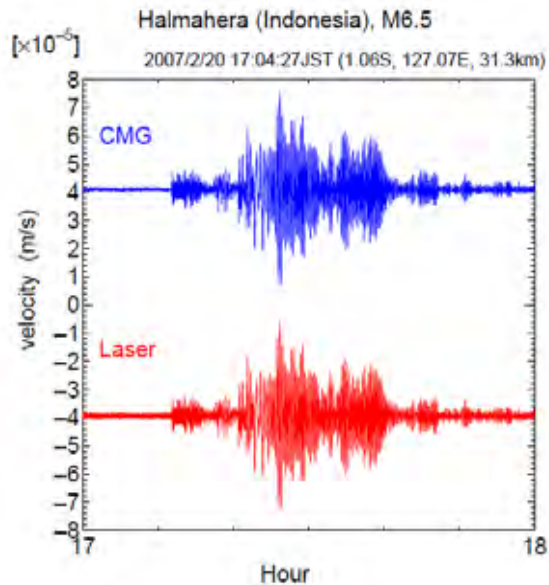


SMAC型の強震記録のフィルム作成作業を実施し、デジタル画像の作成を行った。世界の大地震について収集された記録およそ500枚を画像化(tiff形式)し、研究者が迅速に利用できるようにインデックスデータベース作成と公開に適した新しい画像形式であるzooa化を行った。(東京大学地震研究所、1417)

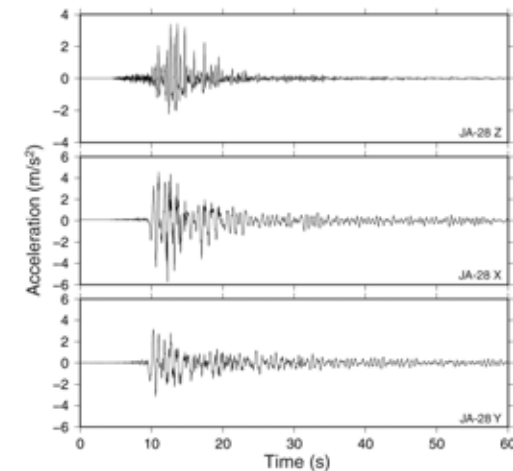
3. 「新たな観測・実験技術の開発」



地震観測ノードの内部エレクトロニクス（左図）および地震観測ノード地震計の耐圧容器断面模式図（右図）（東京大学地震研究所 [課題番号1418]）。



レーザー地震計とCMG地震計の同一イベントに対する振幅の比較。3.6%の精度で一致している。東京大学地震研究所 [課題番号：1420]。



平成18年に茨城沖に設置した5台の海底強震・高感度地震計(上)，および平成20年5月8日に発生した茨城県沖の地震（M7.0）の震央近傍での加速度記録（下）（東京大学地震研究所 [課題番号：1418]）