



# 東京大学地震研究所 ニュースレター

2005年11月号



## 神奈川県・山梨県で地下構造探査を実施

人工的に地面を揺らし、地下で反射される様子をとらえて地下の構造を推定する  
(写真は震動を起こす装置：パイプロサイス車)

## 目次

### 今月の話題

- ・ 神奈川県・山梨県で地下構造探査を実施

### 第832回地震研究所談話会

#### 今月のピックアップ

強震動及び 1 Hz GPS データによる 2005 年福岡県西方沖地震の震源過程

## 今月の話題

## 神奈川県・山梨県で地下構造探査を実施

神奈川県西部地域は、関東地震（1923年：M7.9）を引き起こしたフィリピン海プレートが沈み込んでいますが、小田原から北西方向の山梨県にかけての地下では、フィリピン海プレートがどの程度の深さにあるのか、またどこまで続いているのかが明らかになっておりません。また、甲府盆地には糸魚川－静岡構造線と呼ばれる断層帯があり、地表での位置は分かっていますが、地下深部の構造や地震活動などこの断層の特徴について詳しく知られていません。

このため地震研究所では、11月～12月に神奈川県西部地域（小田原）から山梨県（甲府盆地）にかけて総延長100kmを超える測線で、詳細に地下構造を調査しています。今回の調査では人工震源（人工的に地面に震動を起こすもの）を用いて、フィリピン海プレート上面の形状や糸魚川－静岡構造線断層帯の地下構造解明などを明らかにしていきます。また、甲府盆地では地下構造の推定のために重力測定も行います。さらに、併せてこれらの地域での地震活動を把握するための稠密な地震観測を実施します。

フィリピン海プレートの形状に関する調査は科学技術振興調整費「大都市大震災軽減化特別プロジェクト：大都市圏地殻構造調査研究」（研究代表 平田 直）」により実施しています。

糸魚川－静岡構造線断層帯に関する調査は、地震調査研究推進本部が策定した「今後の重点的調査観測計画」に基づき文部科学省からの受託研究事業として、「糸魚川－静岡構造線断層帯における重点的な調査観測」（研究代表者 岩崎貴哉）により実施しています。

詳細は地震研究所ホームページ→プレス発表

## 第832回地震研究所談話会

### 話題一覧

九州の応力場と火山

青木陽介, 鍵山恒臣 (京大理)

☆強震動及び1 Hz GPS データによる2005年福岡県西方沖地震の震源過程

小林励司・宮崎真一・瀬瀬一起

長基線地球電場長期変動の再評価と海流効果補正の試み

清水久芳・歌田久司

液相を含む多結晶体の弾性とレオロジー

武井康子

火山噴煙ダイナミクスに関する3次元数値モデルの開発

その1) 乱流混合の定量的再現

鈴木雄治郎 (海洋研究開発機構) ・小屋口剛博

☆は次ページ以降に内容を紹介しています。

# 強震動及び 1-Hz GPS データによる 2005 年福岡県西方沖地震の震源過程

小林 励司・宮崎 真一・瀬藤 一起

タイムリーな話題ではありませんが、2005 年福岡県西方沖地震の震源過程についてお話しいたします。震源過程とは、地震によって断層の破壊がどこで、どのように進行していくかをいいます。今回の震源過程の推定には、強震動データだけでなく、1 秒ごとに計測・記録される 1-Hz GPS データも使っています。

まず、2005 年福岡県西方沖地震について簡単におさらいをしてから、今回得られた 1-Hz GPS データをお見せします。強震動データについても少しお話して、本震と最大余震の震源過程を求めます。本震については、1-Hz GPS データと強震動データの両方を使い、それぞれ単独のインバージョンと、ジョイント・インバージョンを行いました。最大余震については、1-Hz GPS データが使えなかったため、強震動データのみを使っています。そして最後に考察して、まとめたいと思います。

## 2005 年福岡県西方沖地震

皆さんご存知のように、2005 年 3 月 20 日、福岡県西方沖を震源とする地震が発生しました。気象庁マグニチュード (Mj) は 7.0 です。正式名称が決まっていなかったために、福岡県西方沖地震、福岡沖地震などと呼ばれていますが、ここでは「福岡県西方沖地震」という名称でお話していきます。最大余震は Mj 5.8 で、本震の 1 ヶ月後の 4 月 20 日に起きました。

図 1 左は、本震と最大余震が起きる前までの余震分布

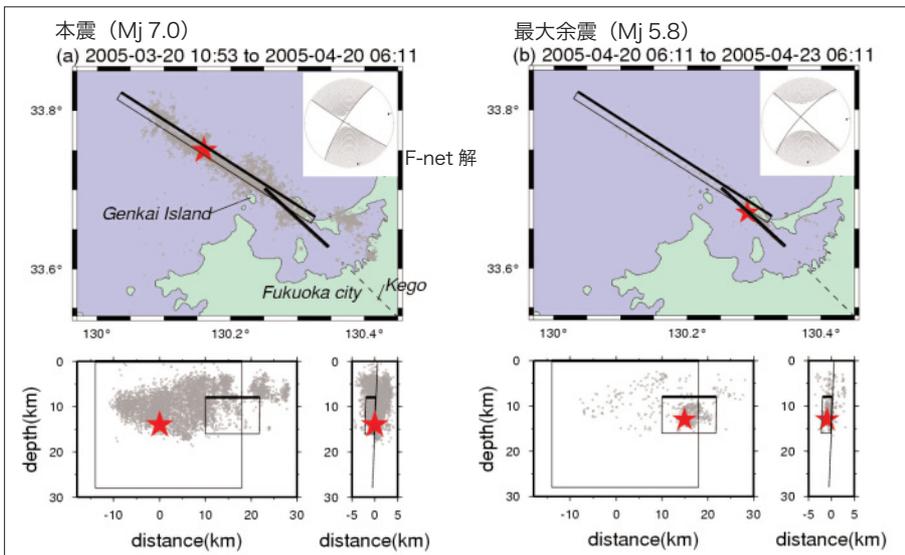


図 1 : 2005 年福岡県西方沖地震の震源分布

布を示しています。右上が F-net (広帯域地震観測網) によるメカニズム解です。メカニズム解は、断層の走向、傾斜、すべり角を表しています。断層の走向は、地図上に黒線で示したようになっています。この周辺には博多湾南から福岡市中央部を通り、筑紫野市に至る警固断層がありますが、震源分布の延長線とは一致しません。そのため当初は、警固断層はこの地震とはあまり関係がないのではないか、といわれていました。ところが最大余震の震源を見ると、警固断層につながっているのではないか、という感じになっています (図 1 右)。

## 強震動データと 1-Hz GPS データ

1-Hz GPS データによる震源過程の推定の例を図 2 に示します。といっても、インバージョンとしては宮崎真一さんの例しかありません。これは、2003 年に発生した十勝沖地震の震源域のすぐ近くで観測されたデータです。Mj は 8.1 ありました。変位波形の青線が GPS データです。波形もよく見えているし、きれいに永久変位が出ています。強震観測

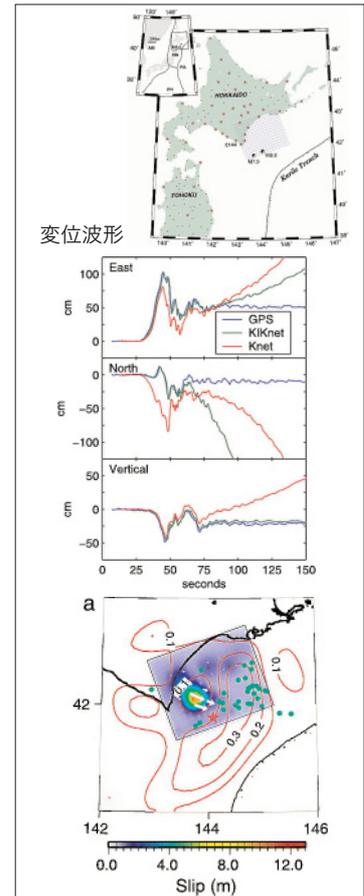


図 2 : 1-Hz GPS データによる 2003 年十勝沖地震震源過程の推定 (Miyazaki et al., 2004)

データは、KiK-net（基盤強震観測網）と K-NET（強震ネットワーク）の観測点記録を加速度波形から速度波形にして、さらに変位波形にしているため、永久変位がきれいに出ず、変位が時間とともにずれていってしまっています。1-Hz GPS データを使うと、波形も見られるし、永久変位も見られます。そこで、1-Hz GPS データをインバージョンした結果、図 2 下ののように震源過程が求められました。

これまでは、この一例しかありませんでした。福岡県西方沖地震の Mj は 7.0 です。十勝沖地震より一回り小さい地震で同じように震源推定ができるかを試してみました。

本震で記録された GPS データを処理して、実際に得られた変位波形データが図 3 です。星印が本震の震源、四角が GEONET（GPS 連続観測網）の観測点です。これらで観測された S 波を含む 60 秒間の波形を示しています。左から南北方向、東西方向、上下方向です。上下方向はどうしてもノイズが大きくなりますが、水平方向は多少ノイズがあるものの波形がきちんと取れていることが分かります。震源に最も近い観測点 1062 では、永久変位もくっきり出ています。震源過程の推定には、このデータを使いました。強震動データは、図 4 に示した観測点で記録したのを使いました。フィルターは 0.05 ~ 0.5Hz で、本震は 2Hz、最大余震は 5Hz にサンプリングし直し、ウィンドウは P 波到着 1 秒前から 30 秒間を使っています。

インバージョンは、よく用いられている [Yoshida et al., 1996] を使っています。グリーン関数計算は宮崎さんの場合と同様で、1-Hz GPS に関しては Frequency-wavenumber method [Zhu and Rivera, 2002] を使っています。なぜこの手法を使うかという、永久変位をきれいに計算してくれるからです。強震動に関しては、従来よく用いられている Reflectivity method [Kohketsu, 1985] を使っています。また今回は KiK-net ボアホール（地中）データを使っているため、そのために改良した [Hikima and Koketsu, 2004] のプログラムを使っています。川瀬博さんが以前、警固断層で地震が起きたときに福岡がどういふダメージを負うかというシミュレーションをしました [Kawase et al., 2003]。1 次速度構造は、そのときに使った速度構造モデルをベースにしています。強震動観測点に対しては、余震波形を使って非線形インバージョンを行い、構造を改良しました。

### 本震の震源過程の推定

まず、単独インバージョンについて説明します。図 5 は、本震の強震動データのみを使った結果です。上

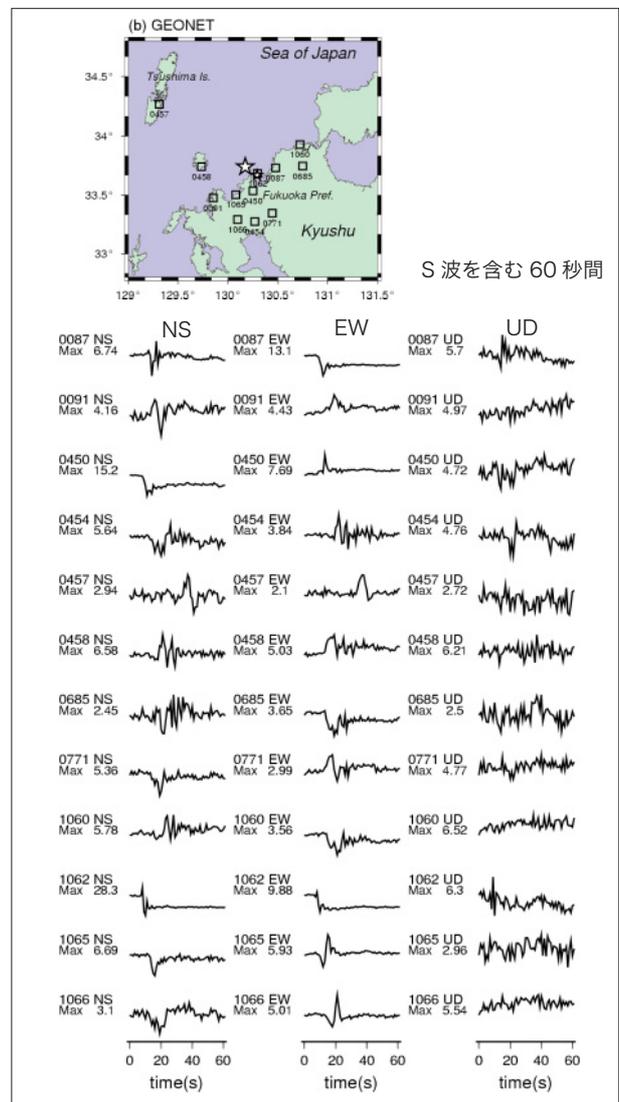


図 3：2005 年福岡県西方沖地震の 1-Hz GPS データ

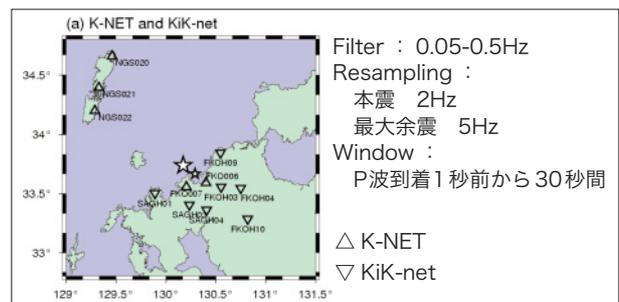


図 4：2005 年福岡県西方沖地震の強震動データ観測点

はすべり分布、下は観測波形（赤）と合成波形（黒）の比較です。すべり分布の図では、右が福岡のある陸側、左が海側です。縦軸は断面面の傾斜に沿った距離を示しています。星印が震源です。震源から離れたところにアスペリティがあり、大きくすべっています。最大すべり量が 1.6m、地震モーメント ( $M_0$ ) は  $1.2 \times 10^{19}$  Nm、モーメントマグニチュード ( $M_w$ ) が 6.7 です。波形のエッジ部分を見るとだいたい合っ

いるようです。対馬など北西の観測点（NGS020、021、022）では、合いが悪い。また、断層の走向方向にある観測点の上下方向では、合いが悪くなっています。ちょっとした断層面の傾きの変化に影響されるので、一枚の平面の断層面で単純化した矛盾が出てきているのだと思われます。

次に、1-Hz GPSのみを使ったインバージョンを行いました（図6）。強震動データのみではアスペリティは広い範囲で出ましたが、1-Hz GPSデータのみを使うと浅いところに出てきてしまう。これは、震源域に一番近い観測点のデータが効いているからです。その観測点での永久変位をうまく説明しようとして、大きなすべりが出ています。最大すべり量が2.6mで、モーメントマグニチュードが6.6です。最大すべり量は

強震動データから求められた数値より大きいですが、範囲が狭いためにモーメントマグニチュードは小さくなっています。波形を見ると、ノイズの部分以外はまあいいかなという感じで合っていることが分かります。

強震動データと1-Hz GPSデータをジョイントしてインバージョンした結果が、図7です。波形の比較は、後でお見せします。すべり分布は、強震動のデータと1-Hz GPSデータの間のような形でうまく出ました。最大すべり量が1.8mです。強震動のみの単独インバージョンの最大すべり量より少し増えました。

どのように破壊が進んでいったかを、図8でお見せします。1秒ごとのスナップショットです。初めはほとんど見えませんが、うっすらと同心円状に広がっています。4秒くらいから主要な破壊が始まり、6、7、

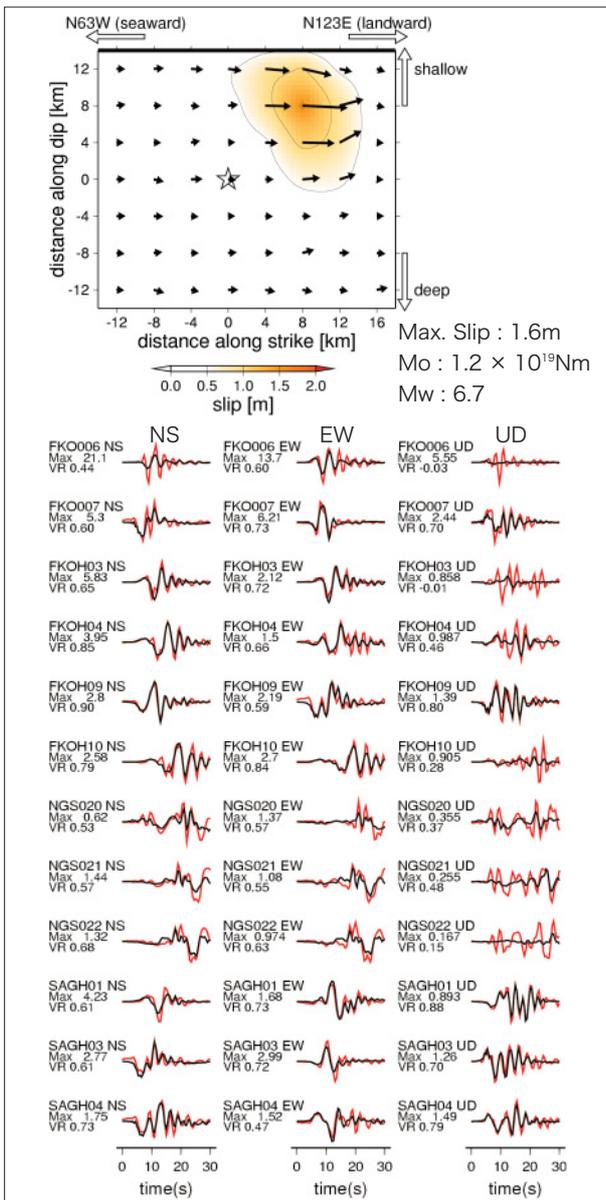


図5：[本震] 強震動データの単独インバージョンによるすべり分布と波形比較

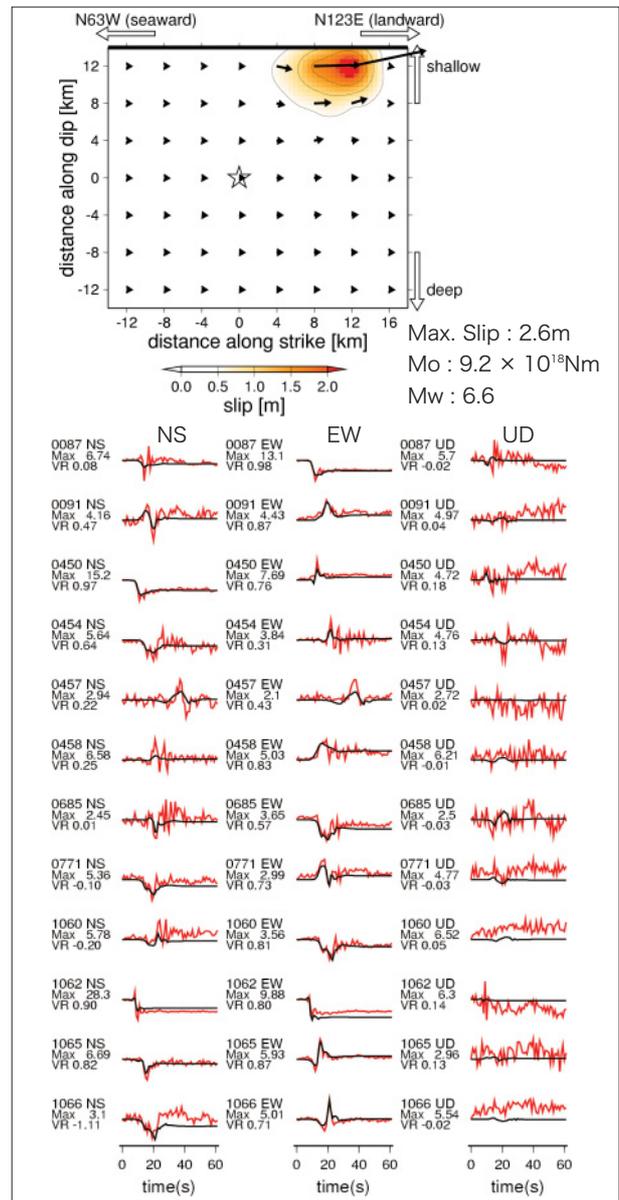


図6：[本震] 1-Hz GPSデータの単独インバージョンによるすべり分布と波形比較

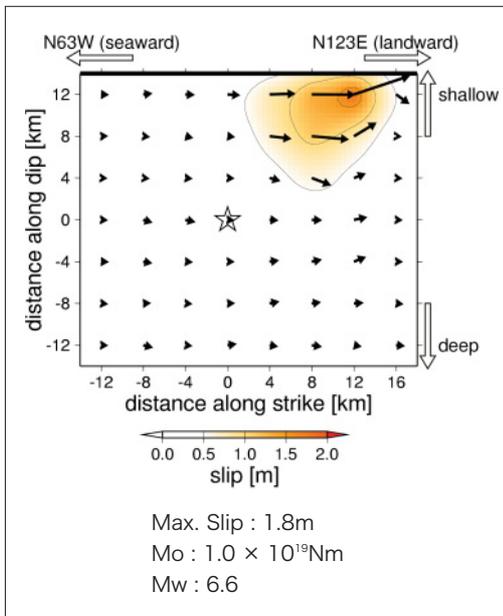


図 7：[本震] 強振動・1-Hz GPS データ ジョイント・インバージョンによるすべり分布

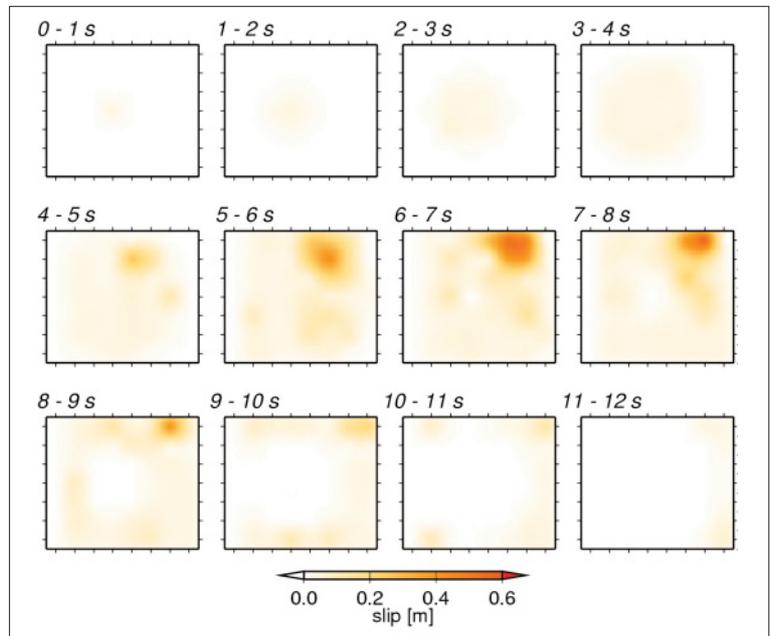


図 8：[本震] 震源過程の時間履歴

8 秒ぐらいで大きなすべりが発生しています。だんだん小さくなって、11～12 秒ぐらいで終わっています。

図 9 は、波形の比較です。単独インバージョンと比べても、ジョイントしたわりにはどちらも波形の合いはそんなに劣っていません。これは何を意味しているのか。強震動のみで求めたすべり分布ではうまく制御

がかかっておらず、1-Hz GPS のデータを使うときちんと狭い範囲の制約があったということだと思います。

### 最大余震の震源過程の推定

次に、最大余震の震源過程を図 10 に示します。非常に狭い範囲でやっています。やはり、震源から少し

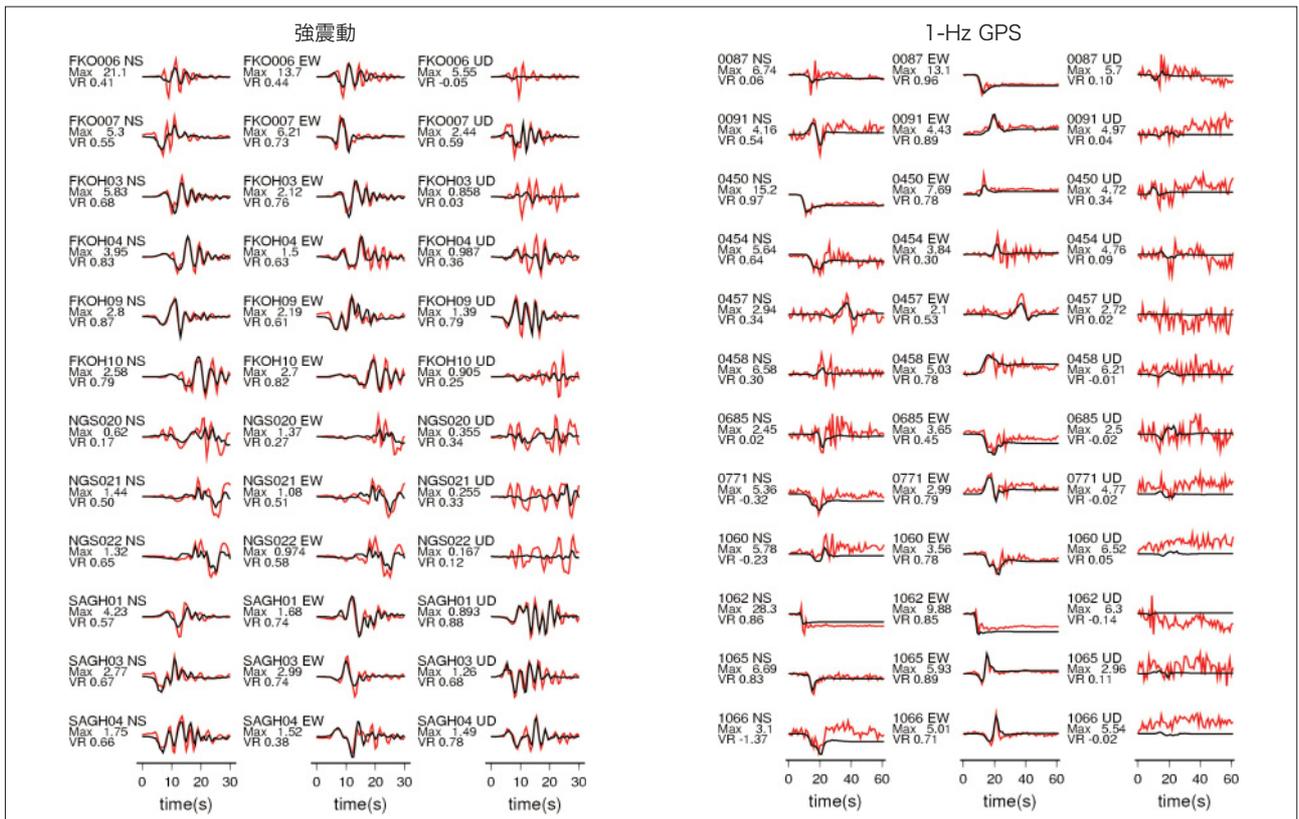


図 9：[本震] 波形の比較

離れたところにアスペリティが出ました。小さなアスペリティが、もう一つ出ています。波形の比較をすると、まあいいのではないかと思います。最大すべり量が0.12m、つまり12cmです。モーメントマグニチュードが5.5です。

### 余震分布とすべり分布の比較

以上のことから、余震分布とすべり分布を比較してみました(図11上)。灰色の点が、最大余震が起きる前までの余震分布です。赤い星印は本震の震源、赤線は本震のすべり分布です。余震は、本震の震源と大き

なすべりとの間で、だいたい起きています。ただし、本震の震源はもう少し浅くなるともいわれています。余震が本震の震源とアスペリティの間で起きているとは、確実にいうことができないかもしれません。

青い星印は最大余震の震源、青線は最大余震のすべり分布です。最大余震は、ちょうど余震分布のすき間を埋めるような形ですべています。

本震のすべりの大きいところと余震分布との関係は、2000年鳥取県西部地震の余震分布とすべり分布の構造に似ています(図11下)。もしかすると、構造的な関連があるのではないかと考えられます。

### まとめ

今日の話をもとめます。マグニチュード7クラスの地震についても1-Hz GPSデータで震源過程が推定できました。それから、震源近くのGPS観測点のデータが、断層面の設定とすべり分布に大きく影響していることが分かりました。ジョイント・インバージョンでは、強震動のみに比べてアスペリティが浅いところに集中しました。お話ししませんでした、被害が大きかった玄界島のすぐ近くで大きなすべりが生じています。また、2005年福岡県西方沖地震の震源、すべり分布、余震分布の位置関係が、2000年鳥取県西部地震に似ています。最大余震は、二つのアスペリティが得られました。

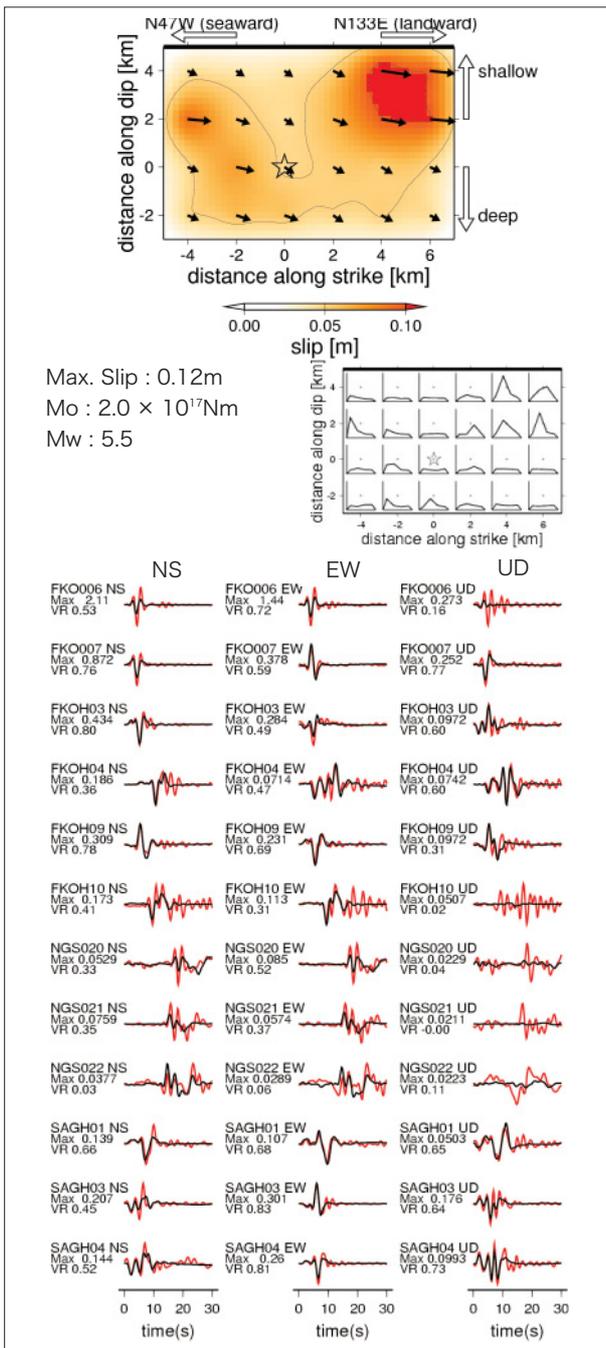


図10: [最大余震] 強震動データによるすべり分布と波形比較

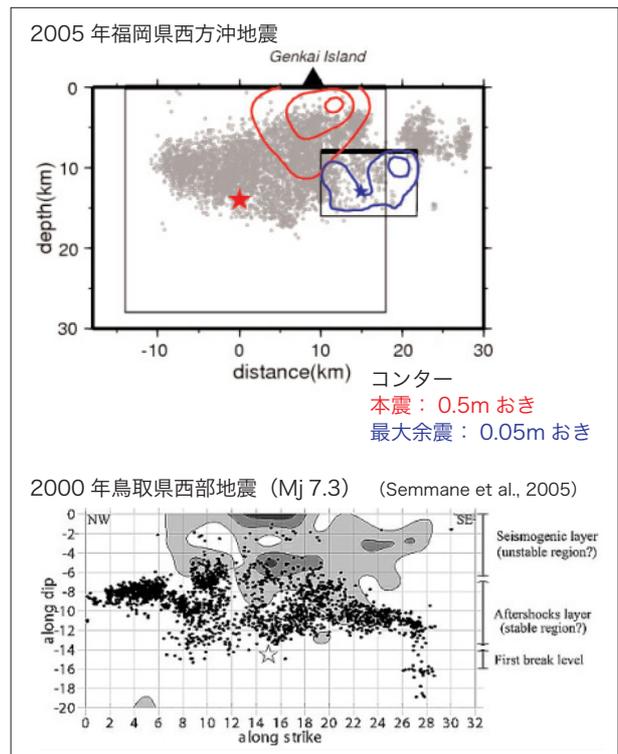


図11: 余震分布とすべり分布の比較

東京大学地震研究所ニュースレター

発行: 東京大学地震研究所広報委員会

〒113-0032 東京都文京区弥生1-1-1

電話・FAX: 03-5841-5643

電子メール: [outreach@eri.u-tokyo.ac.jp](mailto:outreach@eri.u-tokyo.ac.jp)

ホームページ: <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/index-j.html>

著作権所有: 東京大学地震研究所 2005

Copyright 2005 Earthquake Research Institute, University of  
Tokyo, All rights reserved