# 平成 28年 (2016年) 熊本地震震源域周辺のメカニズム解と応力場の特徴

防災科学技術研究所

● Hi-netによる読み取り値を用いて求めた高精度なメカニズム解を、AQUA Hi-net およびF-netにより求められたMT解と統合し、データセットを作成・応力テンソルインバージョン法を適用して起震応力場を推定した

●日奈久 - 布田川断層帯より北側と南側では、異なる応力場の特徴が見られる。具体的には、北部ではσ3軸が南北に近い正断層場が、南部ではσ3軸が北北西-南南東に近い横ずれ断層場が卓越する

● 4/14 M6.5の地震前後で震源域の応力場の回転を検出した

● 4/16 M7.3の地震後の本震震源付近に応力方向の強い空間不均質を検出した

a) 1997 - 2016/4/14 M6.5 の地震　b) 2016/4/14– 4/16の M 7.3の地震　c) 2016/4/16 の M 7.3地震以降

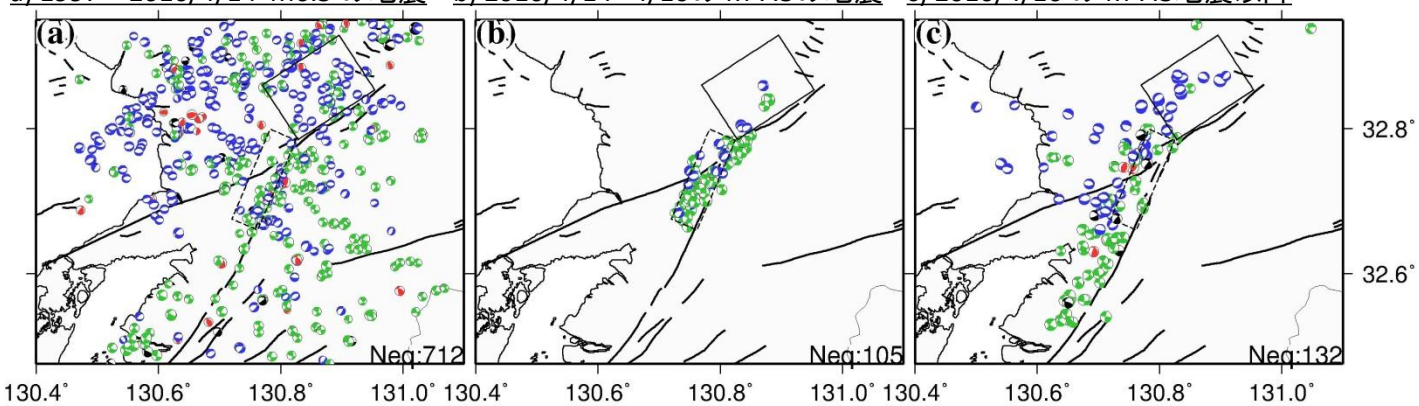



図1. メカニズム解の分布。期間に分けて表示。赤：逆断層型地震、緑：横ずれ断層型地震、青：正断層型地震。DD法により再決定した位置にビーチボールをプロット。地震後の期間は、5/4まで。

## 推定したσ3軸方向の空間分布

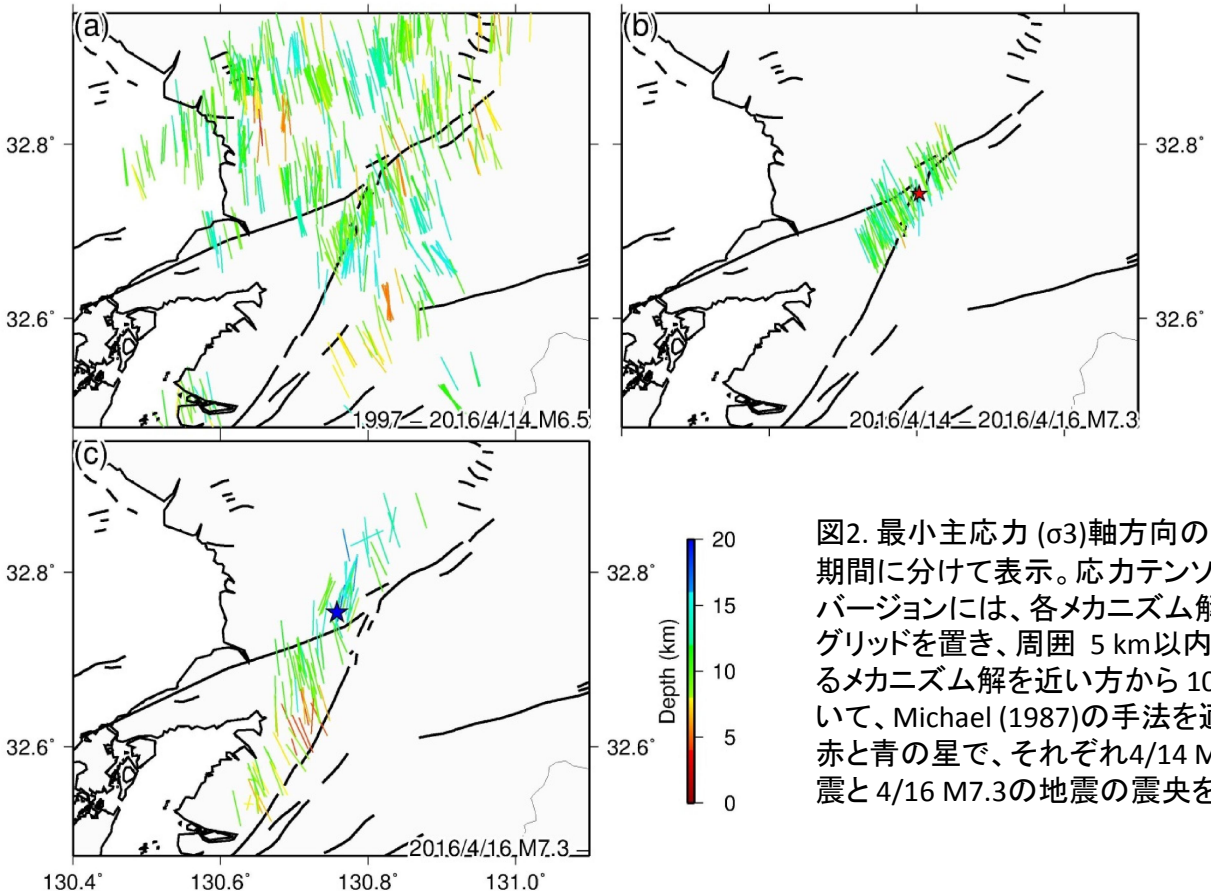



図2. 最小主応力 (σ3)軸方向の空間分布。期間に分けて表示。応力テンソルインバージョンには、各メカニズム解の位置にグリッドを置き、周囲 5 km以内に含まれるメカニズム解を近い方から 10 - 15個用いて、Michael (1987)の手法を適用した。赤と青の星で、それぞれ4/14 M6.5の地震と 4/16 M7.3の地震の震央を示す。

防災科学技術研究所資料

# 平成28年（2016年）熊本地震の震源過程（暫定）：4月14日21時26分の地震（M 6.5）

防災科学技術研究所

一連の平成28年（2016年）熊本地震のうち、4月14日21時26分の地震（M 6.5; 気象庁）について、強震波形記録を用いた震源インバージョン解析を行った。

- 強震波形記録：K-NET・KiK-net・F-netの16観測点における速度波形三成分のS波部分（0.1－1.0 Hz）
- 解析手法：マルチタイムウィンドウ線形波形インバージョン（小断層 2 km×2 km、0.8秒幅のタイムウィンドウを0.4秒ずらして5個並べる、$V_{ftw}$ 2.4 km/s）
- 断層面設定：走向212°・傾斜89°（F-netによる）、破壊開始点はDD法で再決定された震源の位置、大きさ 22 km×12 km
- 推定結果：$M_0$=1.8×$10^{18}$ Nm（$M_w$ 6.1）、最大すべり量0.7m。破壊開始点付近とその北北東の浅い領域に大きなすべりが推定された。

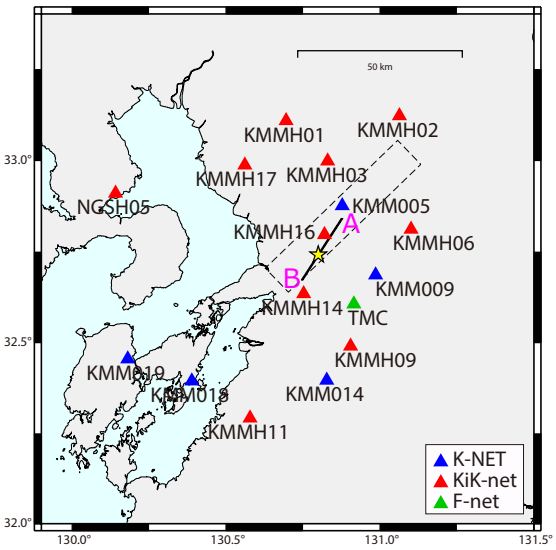



図１：観測点の分布及び断層面の地表投影。星印は破壊開始点を、破線枠は4月16日1時15分の地震（M 7.3）の震源インバージョン解析における断層面を示す。

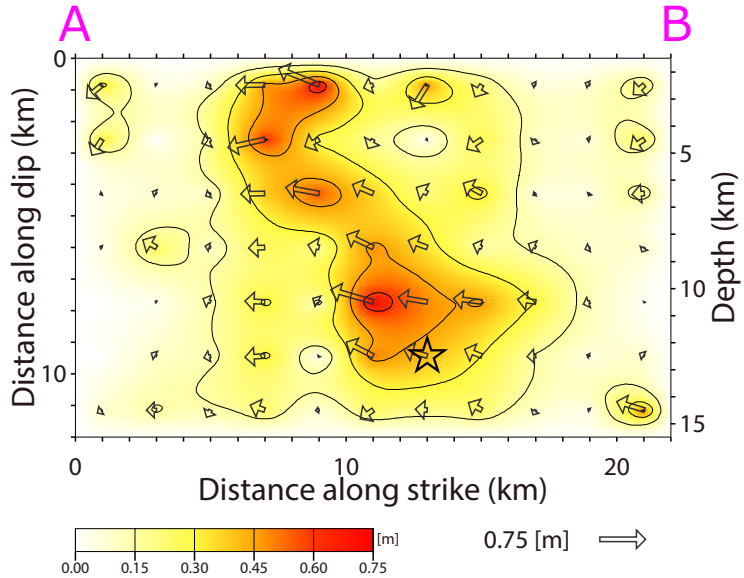



図２：断層面上の最終すべり分布図。ベクトルは上盤のすべり方向とすべり量を、星印は破壊開始点を示す。

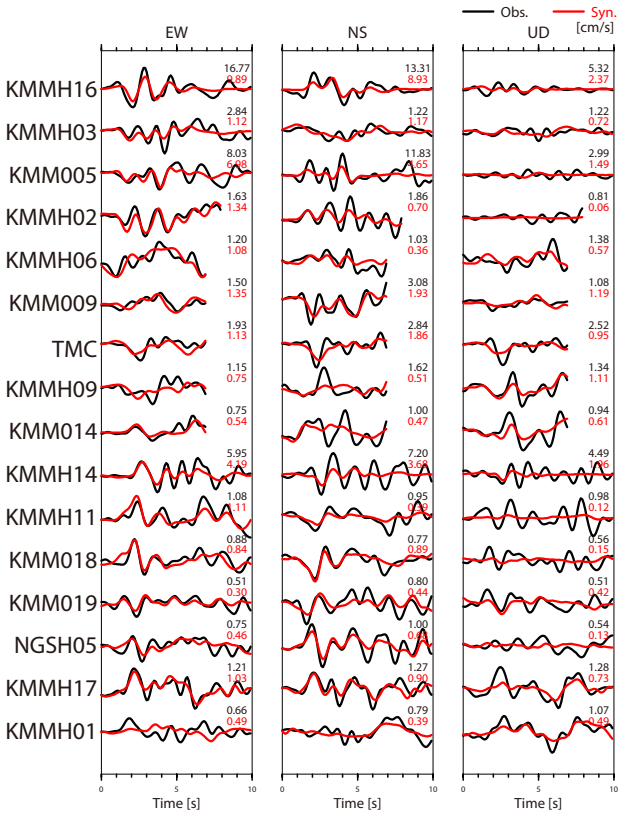



図３：観測波形（黒線）と理論波形（赤線）の比較。波形の右上にそれぞれの最大値を示す。

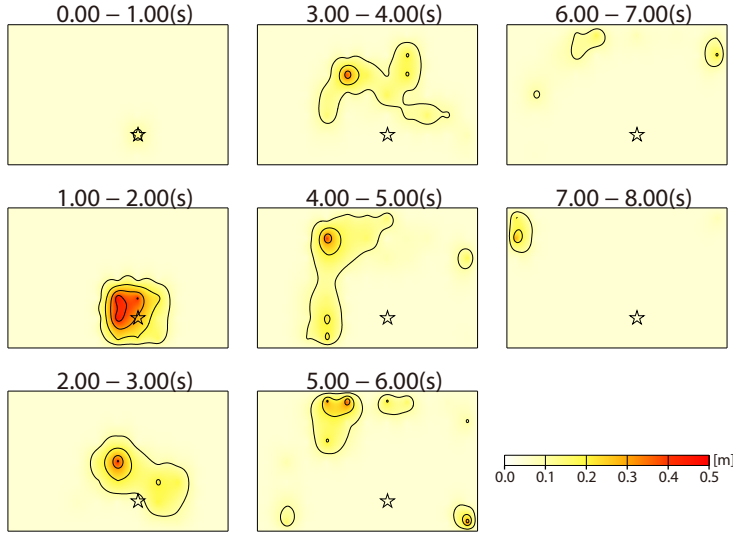



図４：破壊の時間進展過程。1.0秒ごとのすべり分布を示す。

# 平成28年（2016年）熊本地震の震源過程（暫定）：4月16日1時25分の地震（M 7.3）

防災科学技術研究所

一連の平成28年（2016年）熊本地震のうち、4月16日1時25分の地震（M 7.3; 気象庁）について、強震波形記録を用いた震源インバージョン解析を行った。

- 強震波形記録：K-NET・KiK-net・F-netの27観測点における速度波形三成分のS波部分（0.05－1.0 Hz）
- 解析手法：マルチタイムウィンドウ線形波形インバージョン（小断層 2 km×2 km、0.8秒幅のタイムウィンドウを0.4秒ずらして13個並べる、$V_{ftw}$ 2.8 km/s）
- 断層面設定：走向226°（F-netによる）・傾斜65°（試行錯誤的に決定）、破壊開始点はDD法で再決定された震源位置、大きさ56 km×24 km
- 推定結果：$M_0$=5.3×$10^{19}$ Nm（$M_w$ 7.1）、最大すべり量 4.6 m。すべりの大きい領域は震央の北東10 kmから30 km程度の領域に広がり、阿蘇山付近にまで及ぶ。浅い領域のすべりは、地表踏査で確認された地表地震断層と整合的である。主たる破壊は地震発生から5-15秒後に生じており、全体の破壊は約20秒で収束する。

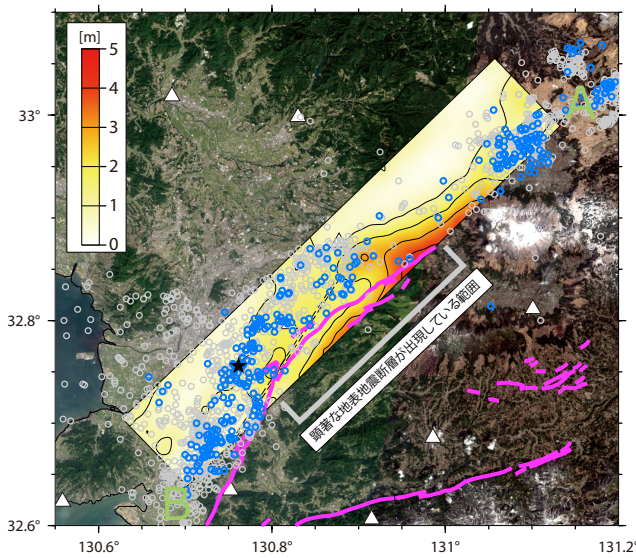



図１：すべり分布の地表投影。星印は破壊開始点を、三角は観測点を、青丸は地震発生後六時間以内の地震活動のHi-net震源位置を、灰色の丸は地震発生後二週間以内の地震活動のHi-net震源位置を、紫線は活断層トレースを示す。背景の地図は「地理院地図」（国土地理院）（http://maps.gsi.go.jp）をもとに作成。

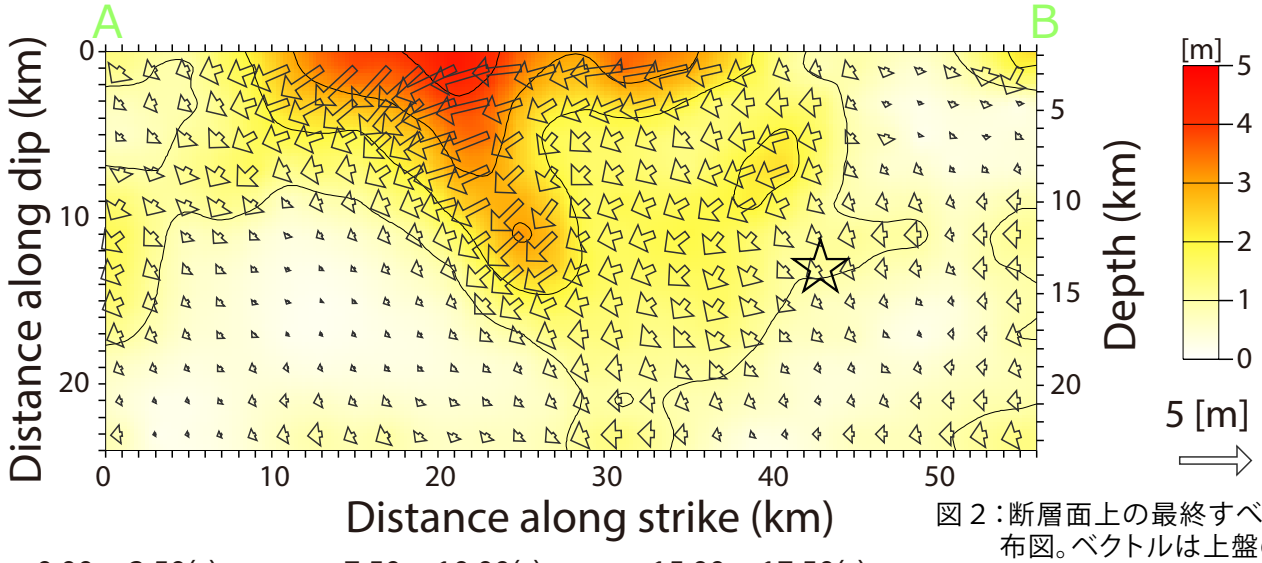



図２：断層面上の最終すべり分布図。ベクトルは上盤のすべり方向とすべり量を、星印は破壊開始点を示す。

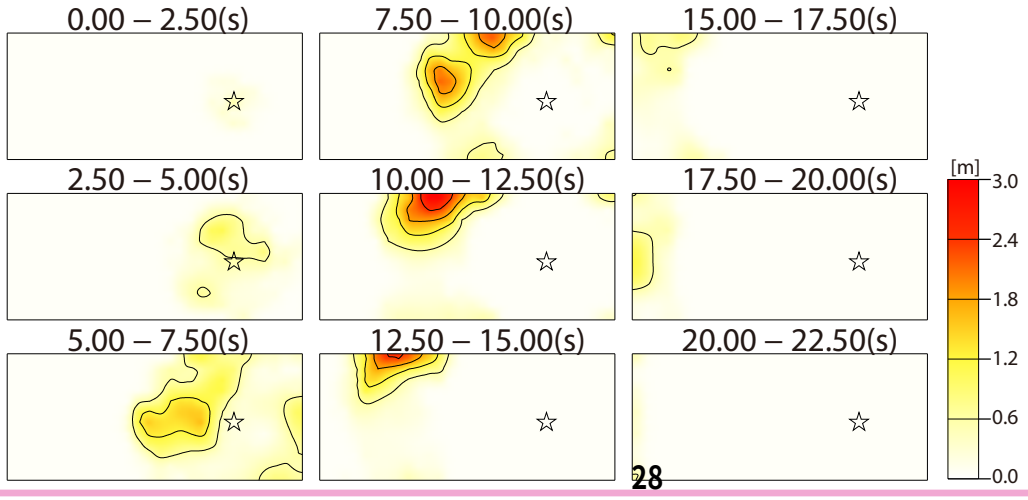



図３：破壊の時間進展過程。2.5秒ごとのすべり分布を示す。

# 平成28年（2016年）熊本地震（M 7.3）によって誘発された地震による大分県での強震動

防災科学技術研究所

- 平成28年（2016年）熊本地震（4月16日1時25分、M 7.3; 気象庁）直後に誘発された地震によって大分県で強い揺れが観測された。
- 大分県内の観測波形および最大地表加速度の距離減衰は、K-NET湯布院のごく近傍でマグニチュード5.5程度の地震が1時25分40秒ごろに発生したとすると概ね説明できる。

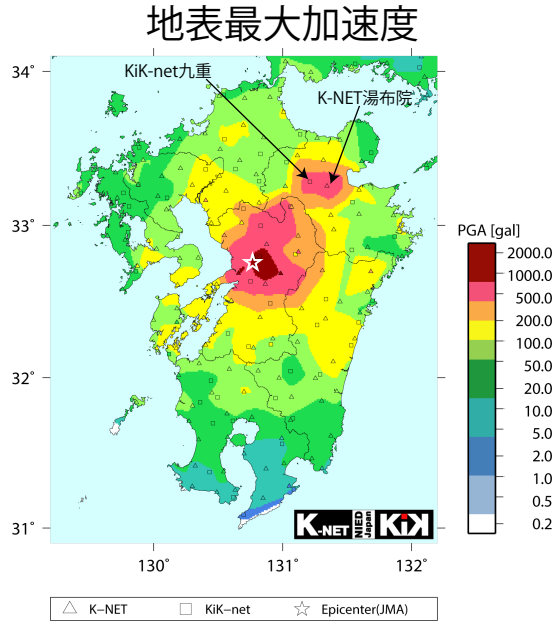



図１：平成28年（2016年）熊本地震（M 7.3）で観測された地表最大加速度の分布。

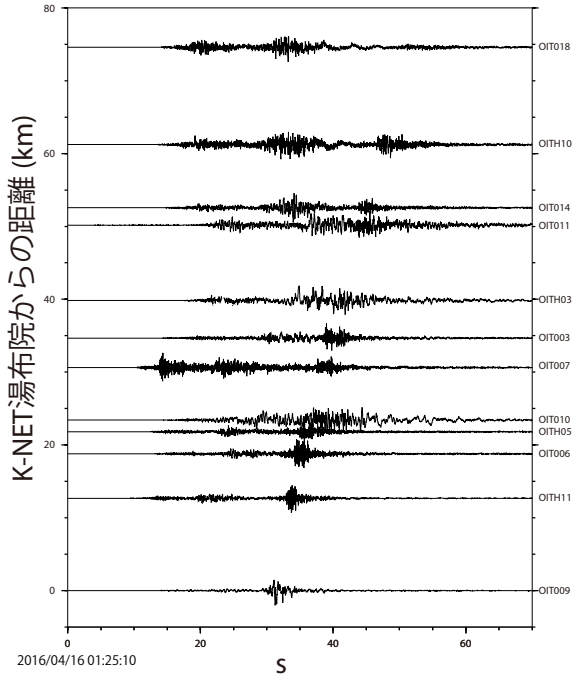



図２：大分県内で観測された加速度波形（東西成分）をK-NET湯布院からの距離で並べたペーストアップ。観測点毎にその最大値で波形を規格化している。

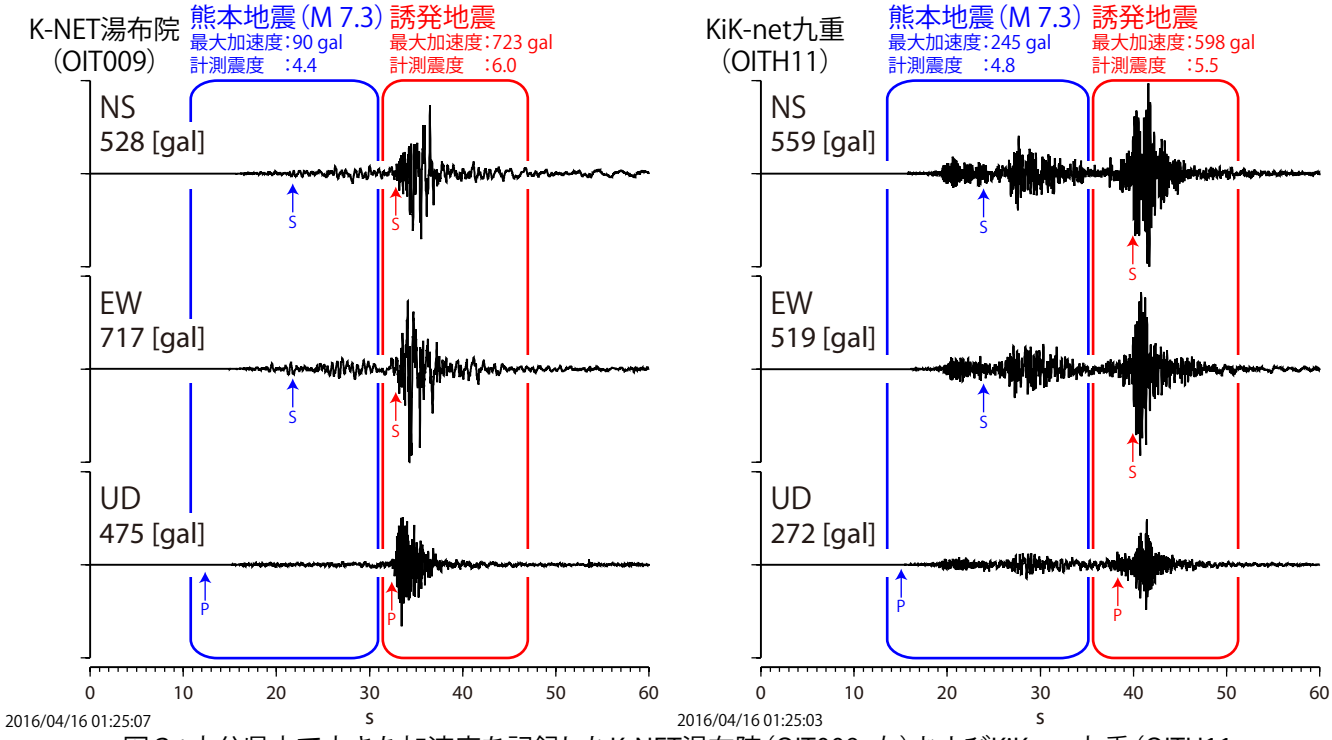
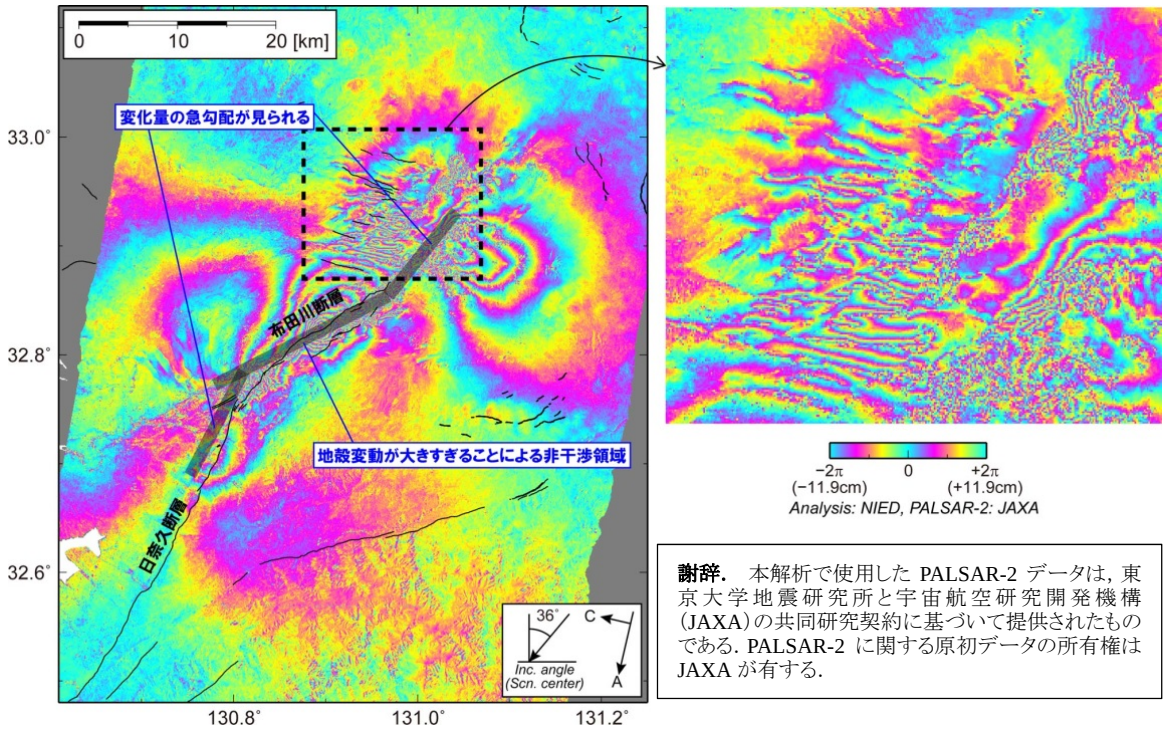



図３：大分県内で大きな加速度を記録したK-NET湯布院（OIT009、左）およびKiK-net九重（OITH11、右）における強震波形。

# PALSAR-2/InSAR による
# 平成 28 年（2016 年）熊本地震に伴う地殻変動（第 2 報）

防災科学技術研究所

平成28年（2016年）熊本地震に伴う地殻変動を調査するため，陸域観測技術衛星「だいち2号」のPALSAR-2により観測されたデータを用いたSAR干渉解析を実施した．得られた結果においては，布田川断層に沿って，地殻変動が大きすぎることによると考えられる非干渉領域が見られ，さらに，日奈久断層と布田川断層の東端から北東に延びる領域においては，スラントレンジ変化量の空間的な急勾配が見られた．また，カルデラの西縁（主に外側）において，断層のずれによると推測される変化量のギャップが集中する領域が見られた．得られた地殻変動は，図2にしめす4枚の断層によって，おおよそ説明することができた．地震後に取得されたデータを解析したところ，布田川断層に沿う地表変動が検出された．




**謝辞．** 本解析で使用した PALSAR-2 データは，東京大学地震研究所と宇宙航空研究開発機構（JAXA）の共同研究契約に基づいて提供されたものである．PALSAR-2 に関する原初データの所有権は JAXA が有する．

図1．陸域観測技術衛星「だいち2号」の PALSAR-2 データを解析して得られた，地震に伴う地表変動を表す干渉画像．右図は左図の破線領域の拡大図．

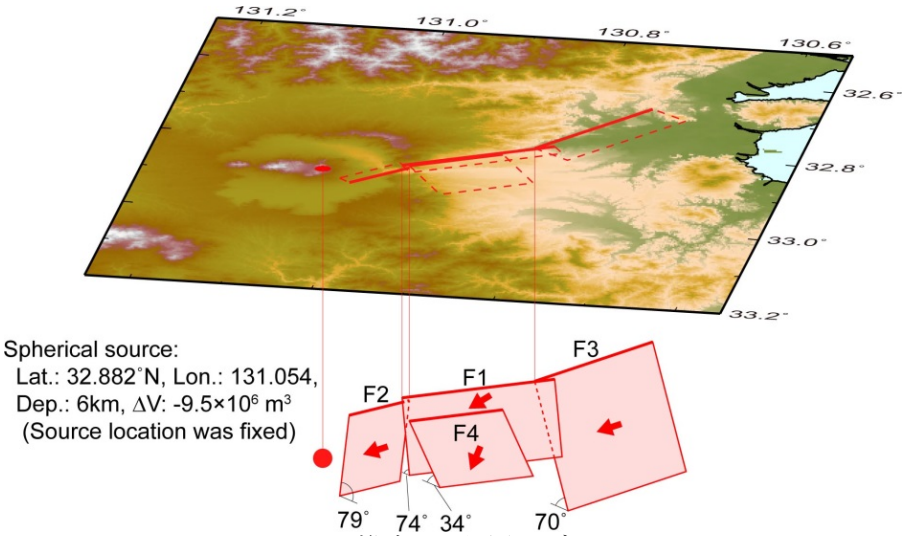



図4．推定した断層モデル．

防災科学技術研究所資料