

平成 22 年 5 月 19 日現在

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2007 ～ 2009

課題番号：19340123

研究課題名（和文）InSARによる陸域プレート境界の変形様式の解明

研究課題名（英文）Deciphering deformation styles of inland plate boundaries by InSAR

研究代表者

古屋 正人（FURUYA MASATO）

北海道大学・大学院理学研究院・准教授

研究者番号：60313045

研究成果の概要（和文）：陸域プレート境界やその周辺で発生した国内外の内陸地震に伴う地殻変動を、合成開口レーダー(SAR)で検出した。いずれの事例でも速報的に得られる震源情報からは予想出来ない意外な地殻変動シグナルが得られ、SARが無ければ見逃されていたであろう。アフガニスタンのチャマン断層では、マグニチュード5の地震の後に1年以上も余効滑りが続いた。1996年鬼首、2007年中越沖、2008年岩手宮城内陸、2008年于田（チベット）、2008年汶川（四川省）のいずれの地震でも、一枚の矩形断層で滑り分布を考慮しても説明できない複雑な地殻変動が検出された。複数枚の断層面、傾きや走向の変化、面自体の屈曲といった形状の複雑性が内陸地震では普遍的に存在する可能性が示された。鬼首地震と中越沖地震では本震断層とは離れたところにも顕著な変動シグナルを検出し、非地震性の断層運動で説明した。

研究成果の概要（英文）：Using SAR data, we detected crustal deformation signals associated with several inland earthquakes in and around continental plate boundaries. All the data revealed unexpected signals that could not be predicted from the prompt seismological estimates of the fault sources, and thus would be overlooked if SAR were not used. We discovered a long-lasting afterslip due to the M5 earthquake at the Chaman fault, Afghanistan. All the events, including the 1996 Onikobe, 2007 Chuetsu-oki, 2008 Iwate-Miyagi, 2008 Yutian, 2008 Wenchuan, revealed complex crustal displacements that could not be explained by a single rectangular fault even with distributed slip, which suggest that a geometric complexity is a universal character of inland earthquakes. In the Onikobe and Chuetsu-oki events, we also detected significant signals outside the main shock fault that were attributed to aseismic fault motion.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	5,000,000	1,500,000	6,500,000
2008年度	3,900,000	1,170,000	5,070,000
2009年度	3,900,000	1,170,000	5,070,000
総計	12,800,000	3,840,000	16,640,000

研究分野：宇宙測地学，固体地球物理学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・固体地球惑星物理学

キーワード: SAR, InSAR, ピクセルオフセット法, ALOS, 内陸地震, ゆっくり地震, 非地震性断層, 汶川地震, 岩手宮城内陸地震

1. 研究開始当初の背景

1995年兵庫県南部地震を契機として、マグニチュード(M)7クラスの内陸域で起きる地震の多くはプレート境界周辺の活断層の動きに帰着され、活断層への注目度は非常に高まった。これを受けて国土地理院のGPS観測網はGEONETとして再整備され、新潟神戸歪み集中帯などの新発見をもたらした(Sagiya et al., 2000)。GPSを利用した日本の活断層近傍の観測研究事例は多い。

しかしながら世界最高密度で展開するGEONETでも山間部での地表変形は十分に観測出来ているとは云い難い。例えば、国内に2000以上あると言われる活断層のうち、跡津川断層だけが平時からズルズルと動く「クリープ断層」とされているが、山間部には未発見の「クリープ断層」があるかもしれない。国外に至っては古典的な測量データすらも無い未開の領域だけである。

2. 研究の目的

地震波データやGPSだけでは分からない「陸域プレート境界の変形様式」を解明するために、干渉合成開口レーダー(Interferometric Synthetic Aperture Radar/InSAR)の手法を、陸域のプレート境界周辺、特に大陸・島弧の双方における断層帯に適用して面的に地殻変動データを取得すること、そのデータに基づいてプレート境界と周辺の断層や構造線との物理的関連の解明することを目的とした。

3. 研究の方法

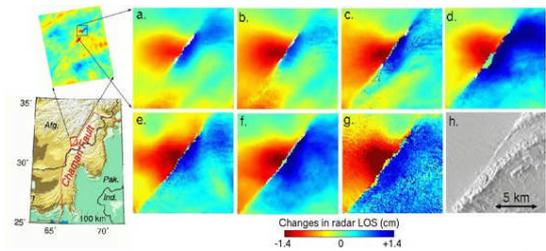
SARデータとしては、主に平成18年1月にJAXAによって打ち上げられたALOS(だいち)に搭載された合成開口レーダーPALSARによるデータを用いた。それ以前の期間については、適用可能な箇所についてのみ、ESAによるEnvisatの合成開口レーダーデータを用いた。地形起伏効果の補正のためには、国内については国土地理院の50メートルメッシュ数値標高図、国外についてはスペースシャトルによるSRTMミッションで得られた数値標高図を用いた。SARデータ処理はGamma社のソフトウェアを用いてレベル1.0(Envisatは0)から行った。

「変形様式」として当初は、「クリープ運動」を想定し、その有無を見いだすべく経年的な地殻変動の検出を計画した。後述のアフガニスタンのチャマン断層における「ゆっくり地震」の発見はその成果の一つだが、実施

期間内に国内外の内陸域で規模の大きな地震が相次いだ。それらの地震の発生メカニズムの解明も当初の科学目的に合致することから、地震に伴う地殻変動の検出と半無限一様弾性体を仮定した内陸地震の運動学的な断層モデルの構築を中心に行った。

4. 研究成果

(1) 発達したトランスフォーム断層であるアフガニスタンからパキスタンにかけて伸びるチャマン断層では、2005年のM5の地震を契機として長さ50km以上にわたる範囲で1年以上の時定数をもった断層滑りが起きていたことが判明し(図1)、一定速度のいわゆるプレート運動は起きていないことが示唆



された。M5の地震でも顕著な地震後地殻変動が起きることを、北米西部のサンアンドレアス断層帯以外で実証した初めての事例である(Furuya & Satyabala, 2008)。

図1: 2005年10月の地震に伴う衛星視線方向へ投影した変位(単位はcm)の時空間変化。赤(青)は衛星視線方向に沿って近づく(遠ざかる)。(a-g)は地震後の経過日数毎(a: 17日, b: 52日, c: 122日, d: 192日, e: 332日, f: 367日, g: 543日)の累積変位量を示す。データはEnvisatの昇交(北行)軌道で得られた。

(2) 島弧内の地殻変動の事例として、1996年の鬼首群発地震に伴う地殻変動をJERS1衛星によるInSARデータから再確認し、新しい断層モデルを構築した(Takada & Furuya, 2010)。地震学的に推定された海野他(1998)のモデルでは説明できない地殻変動が観測された。余震分布との比較から複数の非地震性の断層面が示唆された。この地域の地形と地質学的情報と併せて検討した結果、推定した非地震性断層面の一部は、地質時代を通じて繰り返し運動し、当該地域の地形形成にも寄与してきたことが明らかになった。別の一部の非地震性断層面は、規模の大きな地震が無い群発地震域に存在していたことから、群発地震の発生メカニズムに非地震性断層の運動が関与している可能性が示唆された。

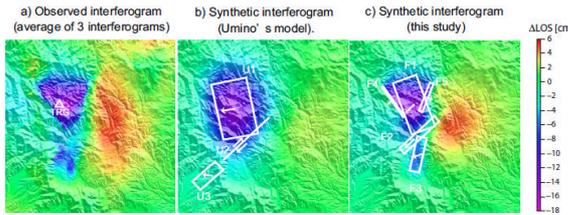


図 2: (a) 降交(南行)軌道での衛星視線方向変位の観測データ(単位は cm), (b) 海野他のモデルによる計算値, (c) 本研究のモデルによる計算値. 白枠が断層モデルの位置を表す. 紫(赤)は衛星視線方向に沿って近づく(遠ざかる).

(3) 2007 年 7 月には新潟県中越沖地震(M6.8)が発生し, GPS と InSAR データを併用して地殻変動を観測し, 断層モデルを構築した. 単一の断層面では説明できない複雑な断層運動が起きたことが推定された(Aoki et al., 2008).

さらに新たな InSAR データと水準測量データも加えて, より現実的な断層モデルを推定した(Furuya et al., 2010). 北西落ち, 南東落ちの複数の断層面に加えて, 余震が殆ど起きていない西山丘陵付近でも低角東落ちの非地震性の断層運動が推定され, 周辺の地形, 過去の水準測量データとの比較から, 褶曲地形が間欠的に非地震性(aseismic)の断層運動で形成されることが実証された.

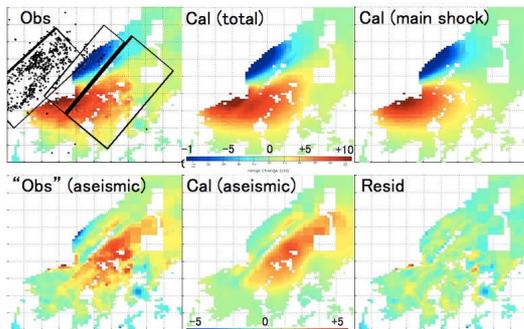


図 3: (左上) PALSAR/InSAR の衛星視線方向変位の観測値(単位は cm)と三枚の断層モデルの平面位置. 青(赤)は衛星視線方向に沿って近づく(遠ざかる). (中上) 断層モデルによる計算値, (右上) 主断層モデルによる変位への寄与, (左下) 観測値と主断層モデルの寄与との差, (中下) 非地震性断層による寄与, (右下) 観測値と計算値の差. これらは PALSAR の降交軌道(南行)データの場合. 左上には加藤愛太郎氏による余震分布(黒丸)も示した

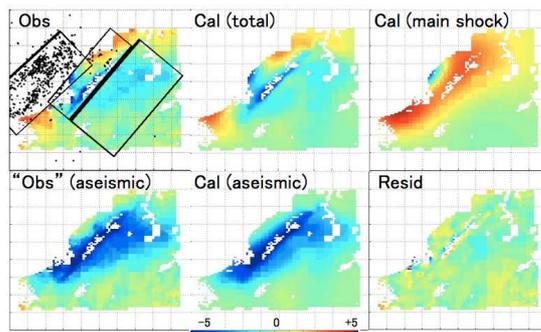
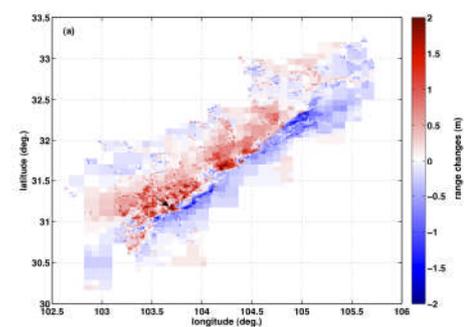
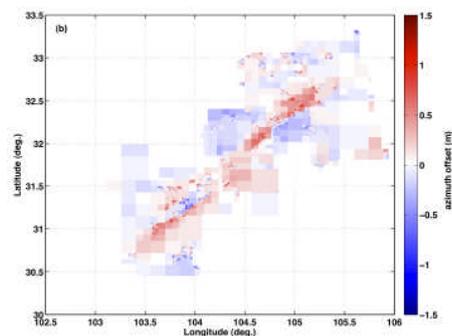


図 4: 図 3 に同じ. ただしこれらは PALSAR の昇交軌道(北行)データの場合.



(4) 2008 年 5 月には, チベット高原と中国四川盆地の境界の龍門山断層帯で汶川地震(M7.9)が発生した. この地震では断層直上の変位量が非常に大きく, 標準的な InSAR 技術で要求される干渉性が保たれないため, 通常の InSAR 技術では断層そのものの場所や変位量が不明だったが, ピクセルオフセット法の適用により, 映秀-北川(Yingxu-Beichuan)断層で破壊が進行し, その北東延長は従来から推定されていたよりも 50km 程度長いことが分かった(Kobayashi et al., 2009, 図 5a). また破壊開始点に近い南西部では, 映秀-北川断層以外に Guanxian-Anxian 断層でも 70km 程度の長さに沿って顕著な逆断層型の運動が起きていたことも分かった(Kobayashi et al., 2009). 元々得られていたピクセルオフセットデータには電離層擾乱によると見られるノイズが含まれていたが, Kobayashi et al. (2009) はこれにフィルター処理を施すことにより, 南西部の二枚の断層面の存在を確実なものとした(図 5b). これはその後報告された現地調査(例えば Xu et al., 2009)とも整合的である. こうして得られた InSAR データとピクセルオフセットデータに基づいて, Furuya et al. (2010) は地震による地殻変動を生み出した断層モデルを推定した. 特に顕著な結果は, 南西部で 40-50 度だった傾斜角が北東端ではほぼ垂直になったことと, 南西部では主段層に直交する共役断層の存在も明らかになったことである(図 6). これらの結果は, 最近独立に発表された地上データも含めた解析結果と整合的で, 地上データに全く頼らずに衛星データだけでも匹敵もしくは同等な情報が得られることを示している.

図 5: (a) PALSAR データにピクセルオフセット法を適用して得られた衛星視線方向の変位(単位は m). 青(赤)は衛星視線方向に沿って近づく(遠ざかる). (b) 衛星視線方向に直交し, 進行方向(ほぼ南北)に平行な変位. 衛星軌道は N10° W の方向に進行する昇交(北行)軌道.



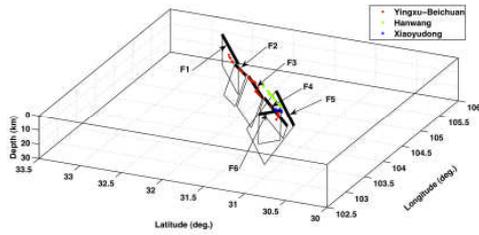


図6: PALSARによるInSARデータとピクセルオフセットデータを説明する6枚の断層モデルはいずれも地表面に達する(Furuya et al., 2010). 比較のために, 赤青緑でXu et al. (2009)で報告された地表断層の位置を示す.

(5) 2008年6月に発生した岩手宮城内陸地震(M7.2)は, 「活断層」として従来から認定されていた断層が付近には無かったことから, 内陸地震の予測の困難さを改めて浮き彫りにした. この地震についても震源近傍での変位量の抽出には通常のInSARデータが使えず, ピクセルオフセット法の適用によって初めて断層運動の実態に迫ることが出来た(Takada et al., 2009, 図7). 地震波解析から示唆される西落ちの断層面に加え, それでは説明不可能な顕著な変位の急勾配が栗駒山東に見出されたことから, 東落ちの断層面の存在を提唱した. 国内の大学グループによる余震分布にも東落ちの震源分布は認められる.

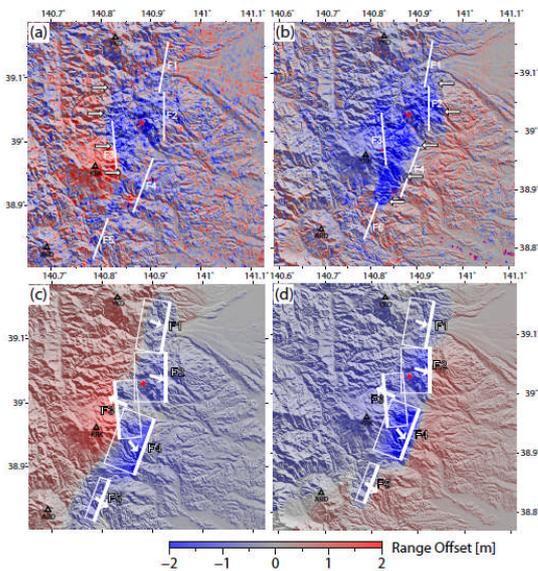


図7: PALSARによるピクセルオフセットデータの衛星視線(レンジ)方向成分(単位 m). 青(赤)は衛星視線方向に沿って, 近づく(遠ざかる). (a)昇交(北行)軌道の観測値, (b)降交(南行)軌道の観測値. (c)白枠の断層モデルによる昇交(北行)軌道での計算値. (d) (c)に同じ. ただし, 降交(南行)軌道での計算値.

(6) 2008年3月の中国チベット自治区の于田地震(M7.2)は, 平均標高5000mを越える高地

で起きた地震で地上観測データは全く無いが, これについても「だいち」のPALSARデータを用いることで, 断層面が途中で屈曲した西落ちの正断層であることが分かった. この地震は, Karakax断層(西Altyn-Tagh断層)が従来から提唱されてきたように左横ずれ断層だとするとその発生が説明できない. Karakax断層がまったく動いていないか, 或は一部の研究者(例えばLin et al., 2008)が指摘してきたように実は右横ずれであれば正断層運動は自然に説明できると思われる.

(7) 大気ノイズの軽減へ向けては, 高空間分解能数値気象モデルの進歩とレイトレーシング法に基づいたノイズ補正の手法開発を行い, 十勝岳火山の周辺をターゲットにして予備的な解析を行った(Hobiger et al., 2010, J. Geodesy 改訂中). レイトレーシング法が単純なマッピング関数よりは厳密に補正できることは検証できたが, 数値気象モデルの予測値との一致はまだ十分ではなかった. 解析領域や時期を他のところで試してみるなどは, 今後の課題といえる.

5. 主な発表論文等

(研究代表者, 研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計9件)

① Furuya, M., T. Kobayashi, Y. Takada, and M. Murakami, Fault Source Modeling of the 2008 Wenchuan Earthquake Based on ALOS/PALSAR Data, *Bull. Seismo. Soc. America*, 査読有, in press, 2010.

② Furuya, M., Y. Takada, and Y. Aoki, PALSAR InSAR observation and Modeling of Crustal Deformation due to the 2007 Chuetsu-Oki Earthquake in Niigata, Japan, *Proc. IAG Symposia, Gravity, Geoid, and Earth Observation 2008*, 査読有, in press, 2010.

③ Takada, Y. and M. Furuya, Aseismic Slip during the 1996 Earthquake Swarm in and around the Onikobe Geothermal Area, NE Japan, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 査読有, vol. 290, 302-310, 2010.

④ Kobayashi, T., Y. Takada, M. Furuya, and M. Murakami, Location and types of ruptures involved in the 2008 Sichuan Earthquake inferred from SAR image matching, *Geophys. Res. Lett.*, 査読有, 36, L07302, doi:10.1029/2008GL036907, 2009.

⑤ Takada, Y., T. Kobayashi, M. Furuya, and M. Murakami, Coseismic displacement due to the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake detected by ALOS/PALSAR: preliminary results, *Earth Planets Space*,

査読有, vol. 61, no. 4, e9-e12, 2009.

⑥ 古屋正人, 衛星による地震火山活動の監視-2007年中越沖地震を例として-, 計測と制御, 査読有, 47(12), 981-986, 2008.

⑦ Aoki, Y., M. Furuya, and T. Kato, Coseismic deformation due to the 2007 Chuetsu-oki earthquake (M6.8), *Earth Planets. & Space*, 査読有, 60, 1075-1080, 2008.

⑧ Shimada, M., T. Ozawa, Y. Fukushima, M. Furuya, and A. Rosenqvist, Japanese L-band Radar Improves Surface Deformation Monitoring, *EOS, Trans. Am. Geophys. Union*, 査読有, 89 (31), 277-278, 2008.

⑨ Furuya, M., and S. P. Satyabala, Slow earthquake in Afghanistan detected by InSAR, *Geophys. Res. Lett.*, 査読有, 35, L06309, doi:10.1029/2007GL033049, 2008.

[学会発表] (計 33 件)

① 古屋正人, 安田貴俊, チベット北西部での地震と山岳氷河流動の観測, ALOS-2 ワークショップ, 2010年3月26日, 秋葉原コンベンションセンター, 東京.

② Kobayashi, T., Y. Takada, M. Furuya, and M. Murakami, Locations and types of ruptures involved in the 2008 Sichuan earthquake inferred from SAR image matching -invited-, 2009 Fall AGU Meeting, 2009年12月16日, San Francisco, USA.

③ Furuya, M., T. Yasuda, B. Fu, Co-seismic deformation due to the 20 March 2008 Yutian earthquake (M7.2) in Tibet and its Fault Model, 2009 Fall AGU Meeting, 2009年12月15日, San Francisco, USA.

④ Furuya, M., T. Yasuda, B. Fu, Co-seismic deformation due to the 20 March 2008 Yutian earthquake (M7.2) in Tibet and its Fault Model, The 3rd ALOS JOINT PI Symposium, 2009年11月10日, Kona, Hawaii, USA.

⑤ 木下陽平, 古屋正人, Thomas Hobiger, 市川隆一, 高分解能数値気象モデルと高速波線追跡ツール KARAT を用いた InSAR における大気伝搬遅延の補正について, 日本測地学会 第112回講演会, 2009年11月6日, 産業技術総合研究所 つくば市.

⑥ 古屋正人, 小林知勝, 高田陽一郎, 村上亮, PALSAR データに基づく 2008 年文川地震(中国)の断層モデルの推定, 日本測地学会 第112回講演会, 2009年11月5日, 産業技術総合研究所 つくば市.

⑦ 高田陽一郎, 小林知勝, 古屋正人, 村上亮, ALOS/PALSAR で検知した 2008 年岩手宮城内陸地震に伴う地表変位の解釈, 京都大学防災研究所拠点形成研究集会「高分解能レーダー・リモートセンシングによる災害観測の革

新」, 2009年9月8日, 京都大学防災研究所 宇治市.

⑧ 安田貴俊, 古屋正人, 付碧宏, InSAR を用いたタリム盆地南部地震(2008年3月20日, Mw7.1)による地殻変動の観測. 京都大学防災研究所拠点形成研究集会「高分解能レーダー・リモートセンシングによる災害観測の革新」, 2009年9月8日, 京都大学防災研究所 宇治市.

⑨ 松尾功二, 古屋正人, ALOS/PALSAR で捉えられた 2008 年 10 月 6 日のラサ地震による地殻変動の解析, 日本地震学会 2009 年秋季大会, 2009 年 10 月 22 日, 京都大学吉田キャンパス, 京都市.

⑩ 松尾功二, 古屋正人, ALOS/PALSAR で捉えられた 2008 年 10 月 6 日のラサ地震による地殻変動の解析, 京都大学防災研究所拠点形成研究集会「高分解能レーダー・リモートセンシングによる災害観測の革新」, 2009 年 9 月 8 日, 京都大学防災研究所 宇治市.

⑪ 古屋正人, 小林知勝, 高田陽一郎, 村上亮, PALSAR データから推定した 2008 年文川地震(中国)の断層モデル, 京都大学防災研究所拠点形成研究集会「高分解能レーダー・リモートセンシングによる災害観測の革新」, 2009 年 9 月 8 日, 京都大学防災研究所 宇治市.

⑫ 古屋正人, 小林知勝, 高田陽一郎, 村上亮, ALOS/PALSAR データで捉えた文川地震(中国)に伴う地殻変動と断層運動, 地球惑星科学連合 2009 年度連合大会, 2009 年 5 月 19 日, 幕張メッセ 国際会議場 千葉市.

⑬ 高田陽一郎, 小林知勝, 古屋正人, 村上亮, ALOS/PALSAR で探知した 2008 年岩手宮城内陸地震の余効変動, 地球惑星科学連合 2009 年度連合大会, 2009 年 5 月 19 日, 幕張メッセ 国際会議場 千葉市.

⑭ 高田陽一郎, 古屋正人, 栗駒火山周辺の地震発生機構と地形発達に関する洞察, 地球惑星科学連合 2009 年度連合大会, 2009 年 5 月 16 日, 幕張メッセ 国際会議場 千葉市.

⑮ 木下陽平, 古屋正人, InSAR による十勝岳火山の地殻変動の検出, 地球惑星科学連合 2009 年度連合大会, 2009 年 5 月 16 日, 幕張メッセ 国際会議場 千葉市.

⑯ Furuya, M., T. Kobayashi, Y. Takada, & M. Murakami, Crustal deformation of the 2008 Wenchuan Earthquake, inferred from ALOS/PALSAR data -invited-, 日中科学フォーラム, 2009年3月10日, 北京, 中国.

⑰ Furuya, M., Y. Takada, & Y. Aoki, Fast Aseismic Growth of a Fault-related Fold Associated with the 2007 Chuetsu-Oki Earthquake (M6.8) in Japan: Space Geodetic Observation and Modeling, AGU Fall Meeting, 2008 年 12 月 18 日, San Francisco, USA.

⑱ Kobayashi, T., Y. Takada, M. Furuya, &

M. Murakami, Ground deformation associated with the 2008 Sichuan Earthquake in China, estimated using a SAR offset-tracking method, AGU Fall Meeting, 2008年12月17日, San Francisco, USA.

⑱ Kobayashi, T., Y. Takada, M. Furuya, & M. Murakami, Ground deformation associated with the 2008 Sichuan Earthquake in China, detected by ALOS/PALSAR data, 7th General Assembly of Asian Seismological Commission, 2008年11月25日, つくば国際会議場つくば市.

⑲ Furuya, M., Y. Takada, & Y. Aoki, PALSAR InSAR Observation and Modeling of Crustal Deformation due to the 2007 Chuetsu-Oki Earthquake, Japan, 7th General Assembly of Asian Seismological Commission, 2008年11月27日, つくば国際会議場つくば市.

⑳ 高田陽一郎, 小林知勝, 古屋正人, 村上亮, だいち PALSAR データから推定した 2008 年岩手・宮城内陸地震に伴う地殻変動, 2008 年日本地震学会秋季大会, 2008 年 11 月 24 日, つくば国際会議場つくば市.

㉑ 小林知勝, 高田陽一郎, 古屋正人, 村上亮, ALOS/PALSAR で捉えた 2008 年中国四川省地震に伴う地殻変動, 日本測地学会第 110 回講演会, 2008 年 10 月 22 日, 函館市民会館 函館市.

㉒ 高田陽一郎, 小林知勝, 古屋正人, 村上亮, ALOS/PALSAR で捉えた 2008 年岩手・宮城内陸地震に伴う地殻変動, 日本測地学会第 110 回講演会, 2008 年 10 月 24 日, 函館市民会館 函館市.

㉓ 古屋正人, 高田陽一郎, 青木陽介, InSAR による 2007 年中越沖地震にともなう地殻変動の観測と断層モデル, 日本測地学会第 110 回講演会, 2008 年 10 月 24 日, 函館市民会館 函館市.

㉔ Furuya, M., Y. Takada, & Y. Aoki, PALSAR InSAR Observation of Crustal Deformation due to the 2007 Chuetsu-Oki Earthquake (M6.8) -invited-, IGARSS2008, 2008 年 7 月 7 日, Boston, USA.

㉕ Furuya, M., Y. Takada, & Y. Aoki, PALSAR InSAR Observation and Modeling of Crustal Deformation due to the 2007 Chuetsu-Oki Earthquake, Japan, IAG International Symposium on Gravity, Geoid and Earth Observation 2008, 2008 年 6 月 27 日, Chania, Greece.

㉖ Furuya, M., Y. Takada, & Y. Aoki, PALSAR InSAR Observation of Crustal Deformation due to the 2007 Chuetsu-Oki Earthquake (M6.8) -invited-, Asia Oceania Geosciences Society 5th Annual Meeting, 2008 年 6 月 17 日, Busan, South Korea.

㉗ 古屋正人, 高田陽一郎, 青木陽介, PALSAR の InSAR でみる 2007 年中越沖地震にともなう地殻変動, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会, 2008 年 5 月 30 日, 幕張メッセ 国際会議場 千葉市.

㉘ 高田陽一郎, 古屋正人, 群発地震に伴う地殻変動と地形発達: 1996 年鬼首地震再訪, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会, 2008 年 5 月 25 日, 幕張メッセ 国際会議場 千葉市.

㉙ Furuya, M., and Satyabala, S. P., Slow earthquake in Afghanistan detected by InSAR, 2008 UNAVCO Science Workshop, 2008 年 3 月 11 日, Boulder, Colorado, USA.

㉚ Takada, Y., and Furuya, M., Earthquake swarm and topographic evolution: 1996 Onikobe earthquake revisited, 2008 UNAVCO Science Workshop, 2008 年 3 月 11 日, Boulder, Colorado, USA.

㉛ Furuya, M., and Satyabala, S. P., Long-lasting afterslip due to a magnitude-5 earthquake at the Chaman fault, Afghanistan -invited-, AGU Fall Meeting, 2007 年 12 月 11 日, San Francisco, USA.

㉜ 古屋正人, S. P. Satyabala, Magnitude 5 の地震で一年以上続く余効滑り: チャマン断層 (アフガニスタン), 日本測地学会第 108 回講演会, 2007 年 11 月 7 日, ホテル浦島 那智勝浦町 和歌山県.

[その他]

ホームページ等

<http://www.sci.hokudai.ac.jp/~furuya>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

古屋正人 (FURUYA MASATO)

北海道大学・大学院理学研究院・准教授

研究者番号: 60313045

(2) 研究分担者(研究協力者)

高田陽一郎 (TAKADA YOUICHIRO)

海洋研究開発機構・地球内部ダイナミクス
領域・研究員

研究者番号: 80466458