

1-14

InSAR で見る内陸地震の複雑性:ハイチ・ニュージーランド地震を例にして

Complexity of Inland Earthquakes Revealed by InSAR: with Special Reference to Haiti and Darfield, New Zealand Earthquakes

橋本 学(京大防災研)

Manabu Hashimoto (DPRI, Kyoto University)

InSAR の特徴は、空間解像度の高さにある。ALOS の strip-map mode の場合、幅約 70km の領域を最小約 20m×5m の単位で地表面変動を捉えることができる。これは、既存のいかなる手法にもない特徴で、InSAR により解像される地表面変動は、これまでの常識を覆すに足る。中でも、2010 年の 2 つの地震、ハイチとニュージーランド南島の地震は、我々の内陸地震に対するイメージの変更を迫る。

ハイチ地震は、エンリキロ断層というプレート境界の一部とも考えられる鉛直左横ずれの大断層が存在し、1700 年代に運動したこと、さらには、近年の GPS 観測の成果から歪エネルギーの蓄積が推定されていたことから、この断層が活動したことによると考えられた。しかし、PALSAR 画像の解析の結果、ハイチ地震はこの大断層ではなく、伏在する逆断層の運動が主であることが明らかとなった。

一方、ニュージーランド南島の地震は、これまで確認されていなかったカンタベリー平原下の伏在断層が活動したものである。しかし、PALSAR 干渉画像は極めて複雑な地表面変動の分布を示している(図)。西の端は、逆断層運動を示唆し、一方東の方は鉛直右横ずれ断層が卓越していることを示している。中央部付近は、極めて複雑な変動パターンを示し、複数の小断層の寄与が伺える。これらの結果の意味するところは、限られた地表のサンプルデータを持って、断層帯全域を代表することはできない、という、いわば当たり前の結論である。

ともすれば研究者は、予測可能性を追求するあまり、単純な法則性を見いだそうしがちである。初心に戻って観察の重要性を改めて訴えることが、SAR 研究者の一つの仕事である。

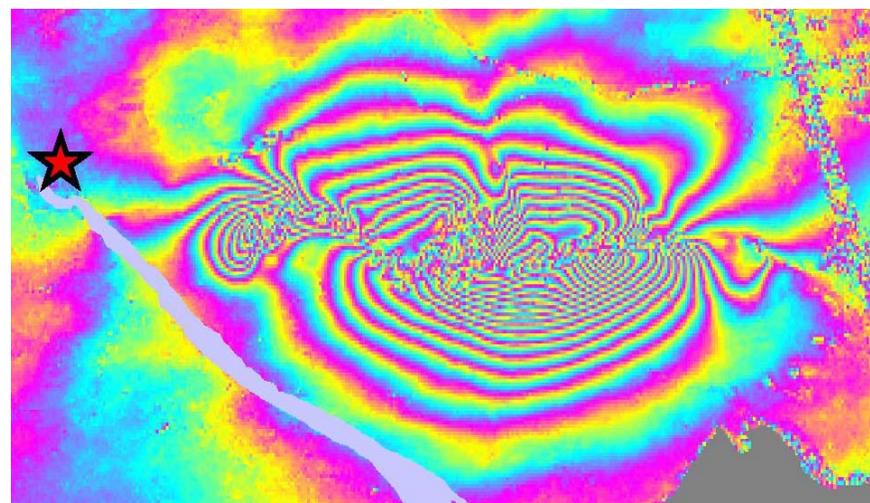
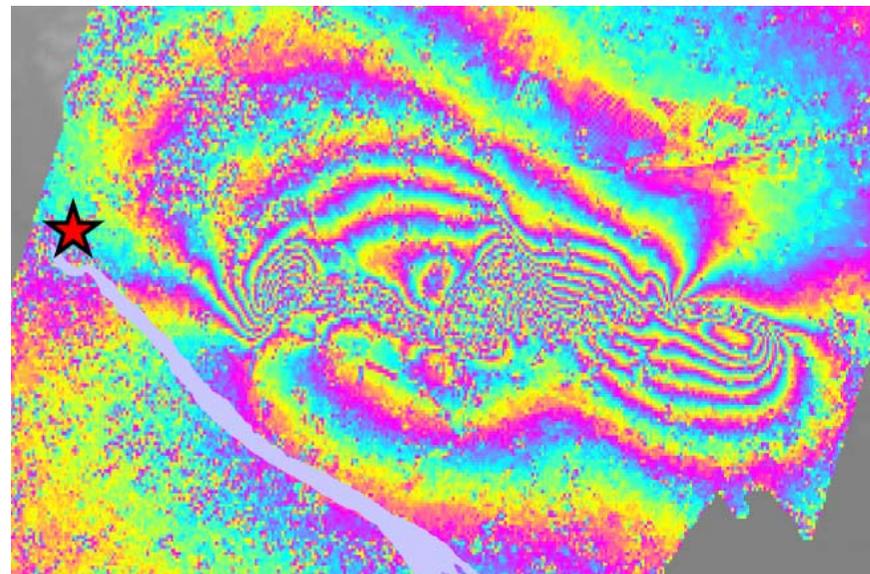


図. 2010 年 9 月 3 日ニュージーランド南島 Darfield 地震前後の ALOS/PALSAR 干渉画像。(上)南行軌道、(下)北行軌道からの干渉画像の震源域付近のクローズアップ。

INSARで見る内陸地震の複雑性： ハイチ・ニュージーランド地震を例にして

京都大学防災研究所 橋本学

謝辞

- 本研究で使用したPALSARデータは、宇宙航空開発研究機構(JAXA)による「陸域観測技術衛星の防災利用実証実験」地震WG(事務局)国土地理院)の活動の一環として、JAXAおよび国土地理院より提供されました。
- PALSAR L1.0データの所有権は、宇宙航空開発研究機構および経済産業省にあります。
- 解析には、Gammaを使用しました。
- Quadtreeプログラムは、小澤拓氏より提供いただきました。

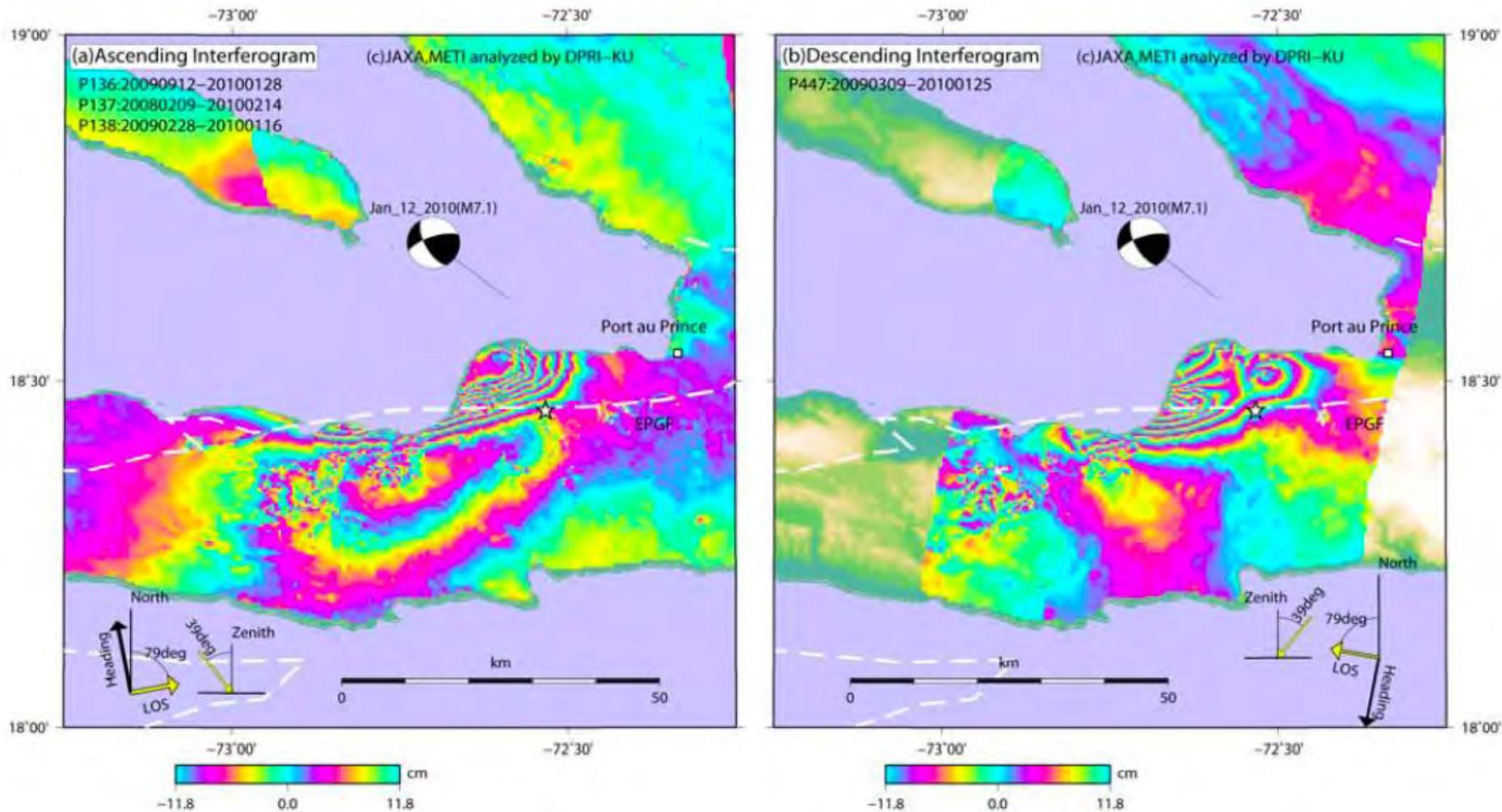
6年間のSAR研究の感想

- 「地震学」は、一体何を見てるのか？
- SAR研究者は、もっと胸を張ろう！

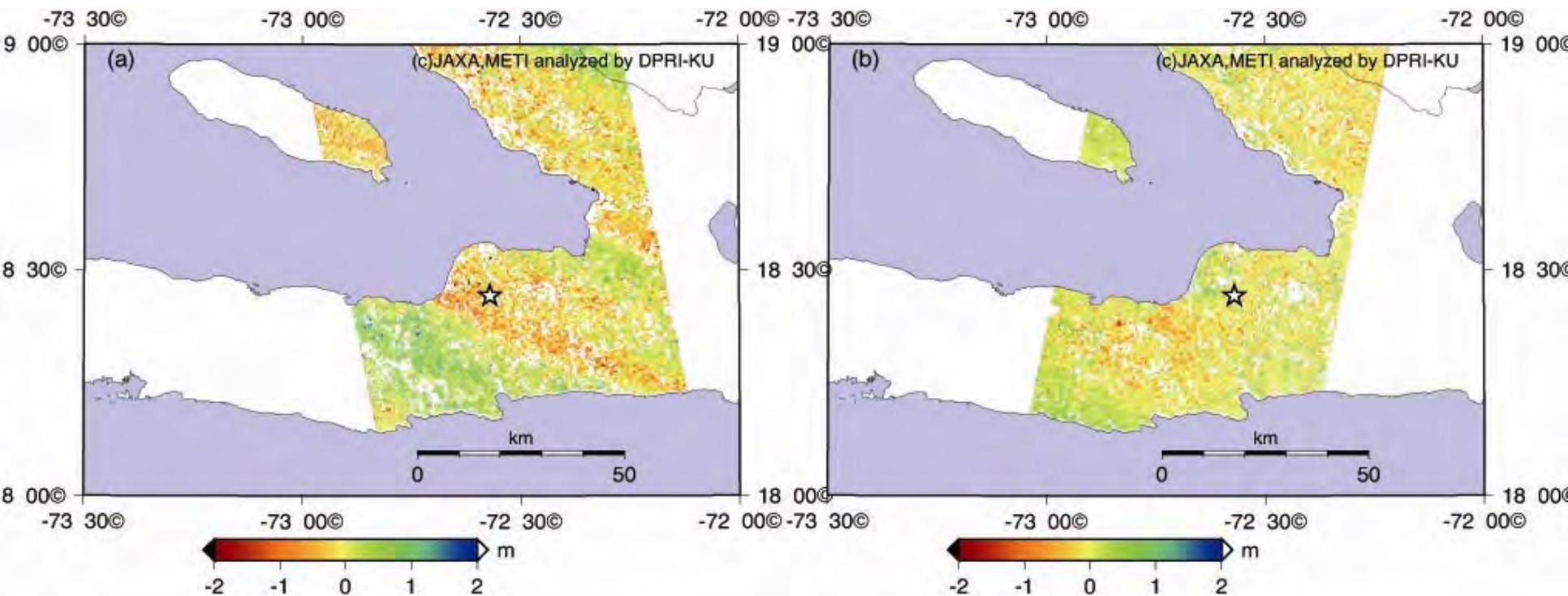
主な内容

- 2010年1月のハイチ地震に伴う地震時地殻変動
- 2010年9月のニュージーランド南島の地震に伴う地震時地殻変動
- 2つの地震が示唆すること

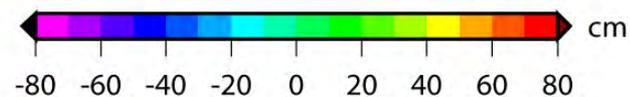
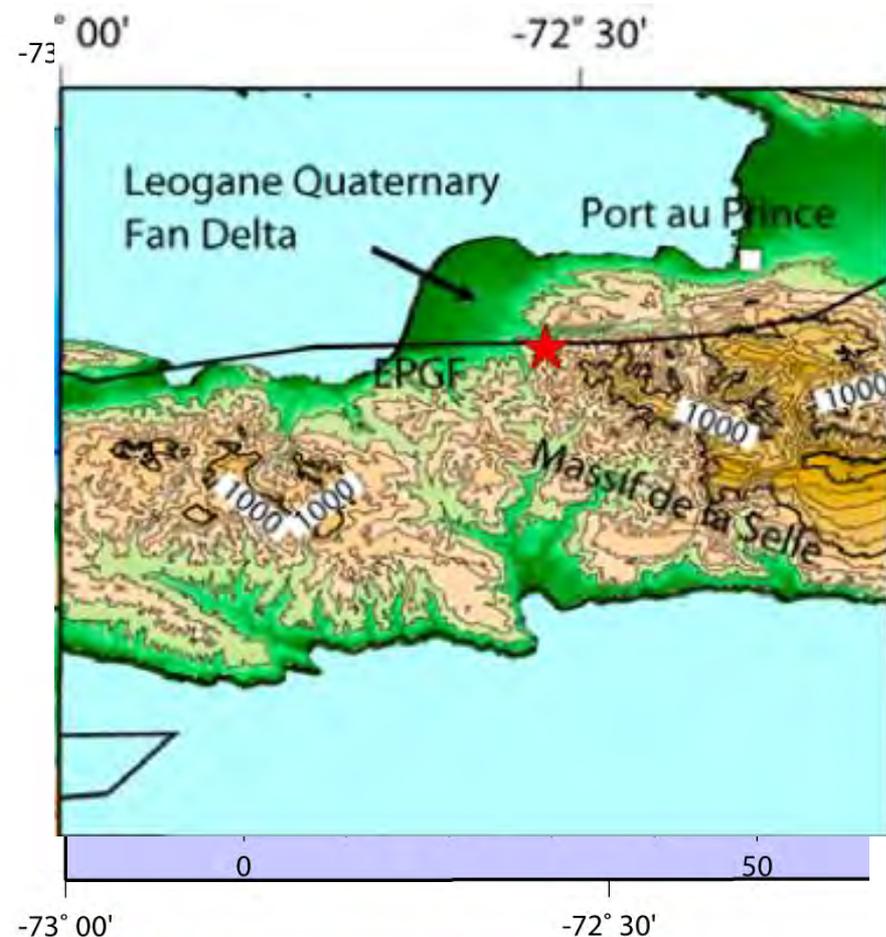
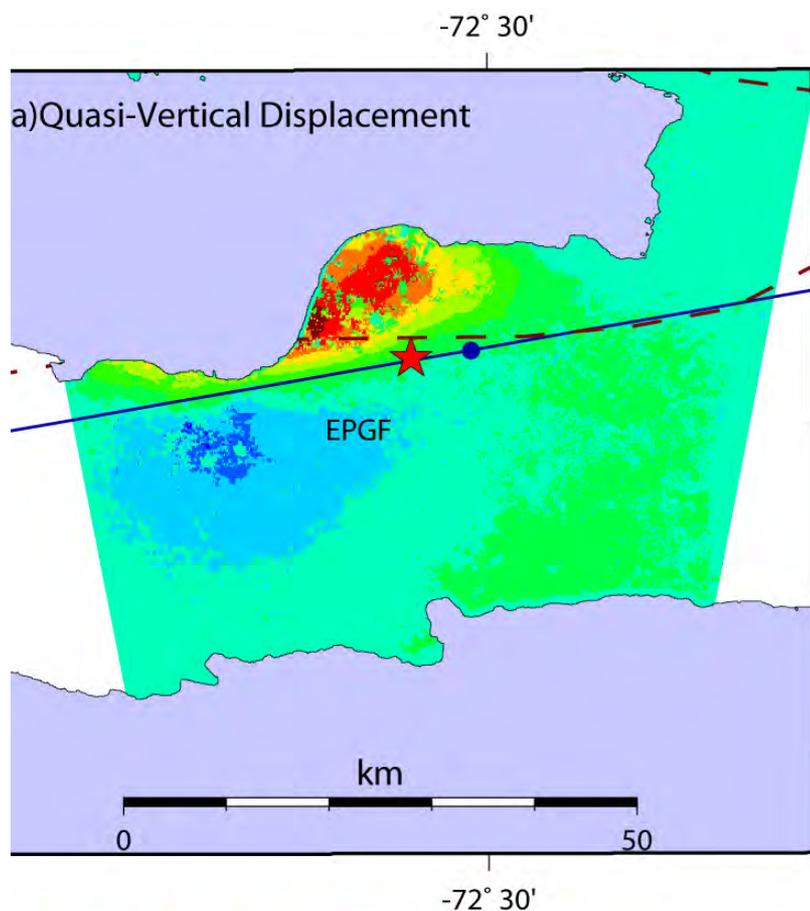
ハイチ地震:地震時干渉画像



アジマス・オフセット

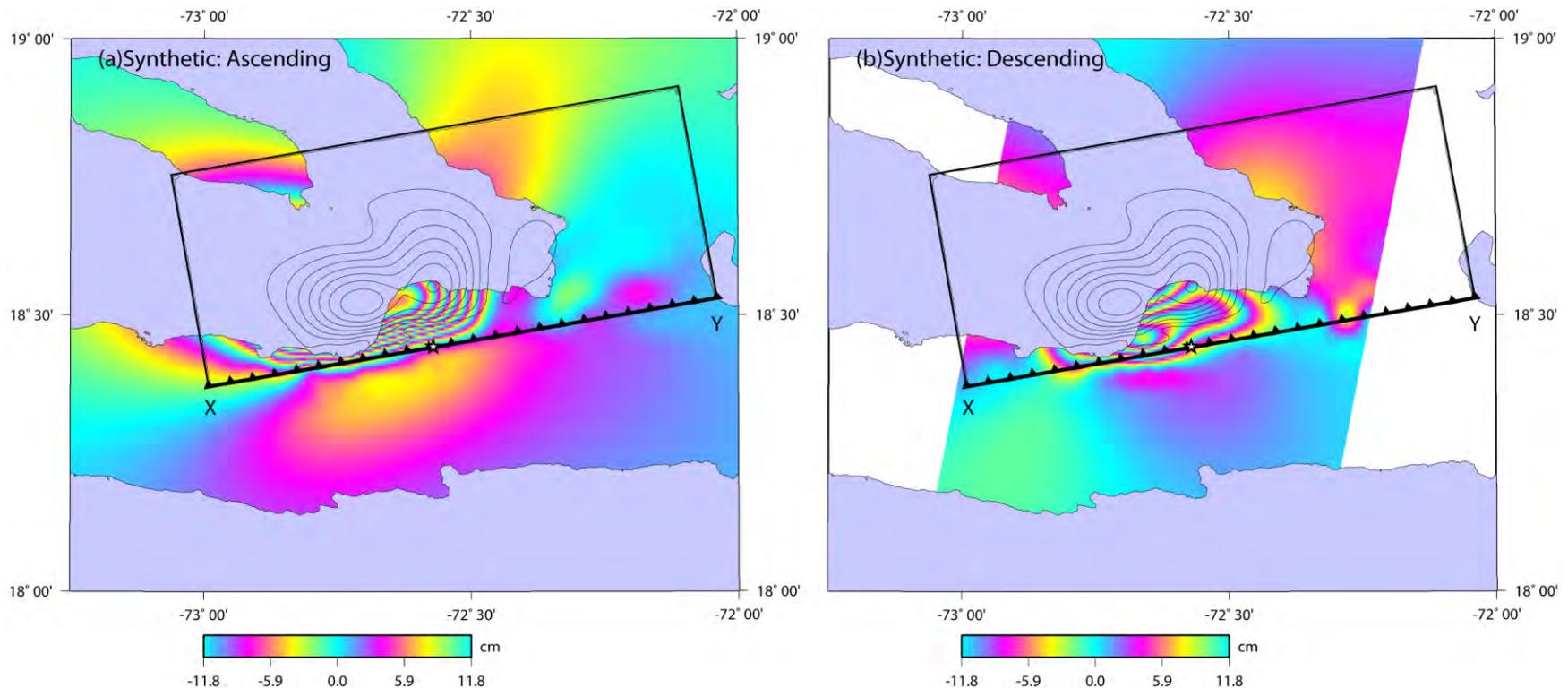


2.5次元解析

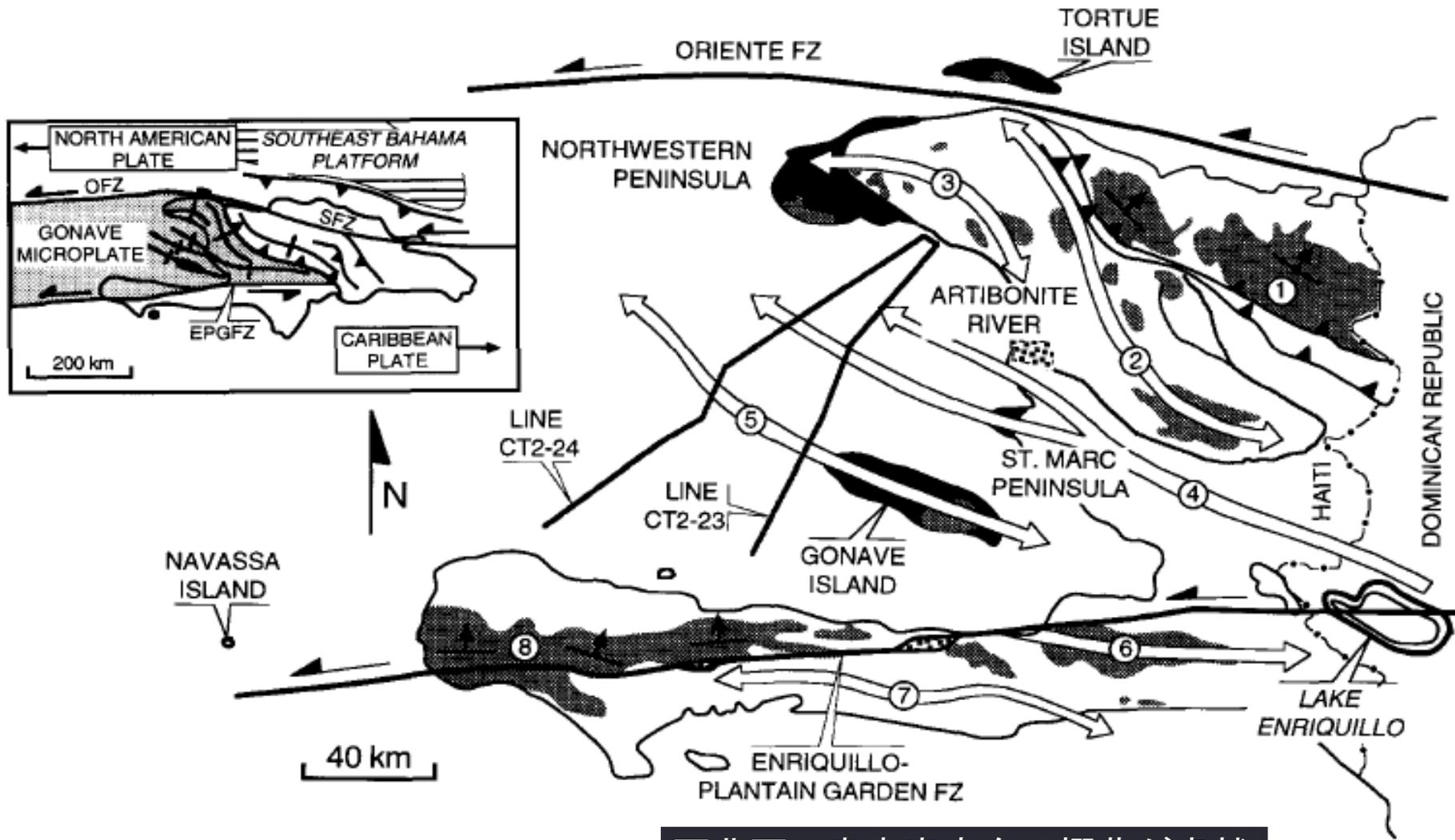


扇状地が隆起，山地が沈降！

ハイチ地震の断層モデル

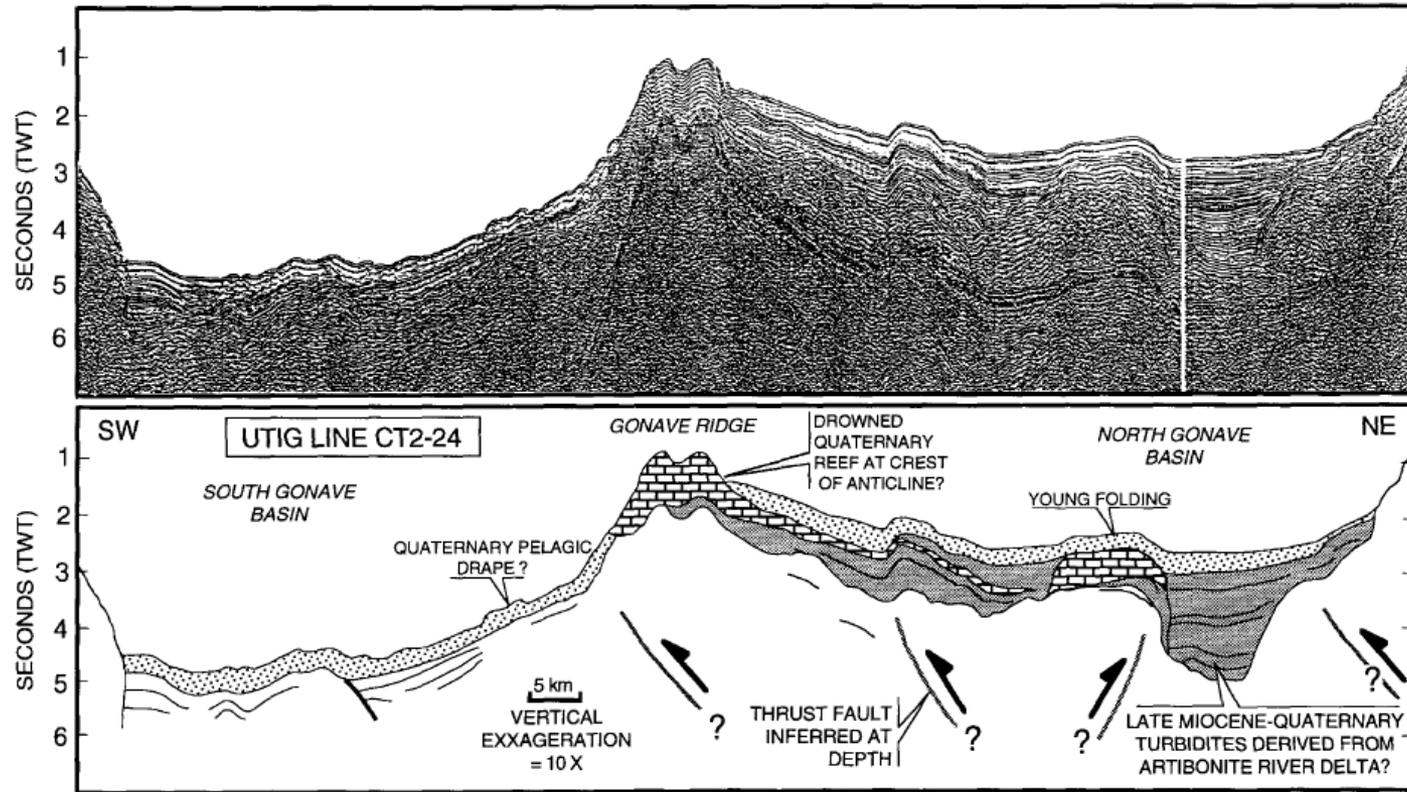


エンリキロ断層上のすべりでは無い！



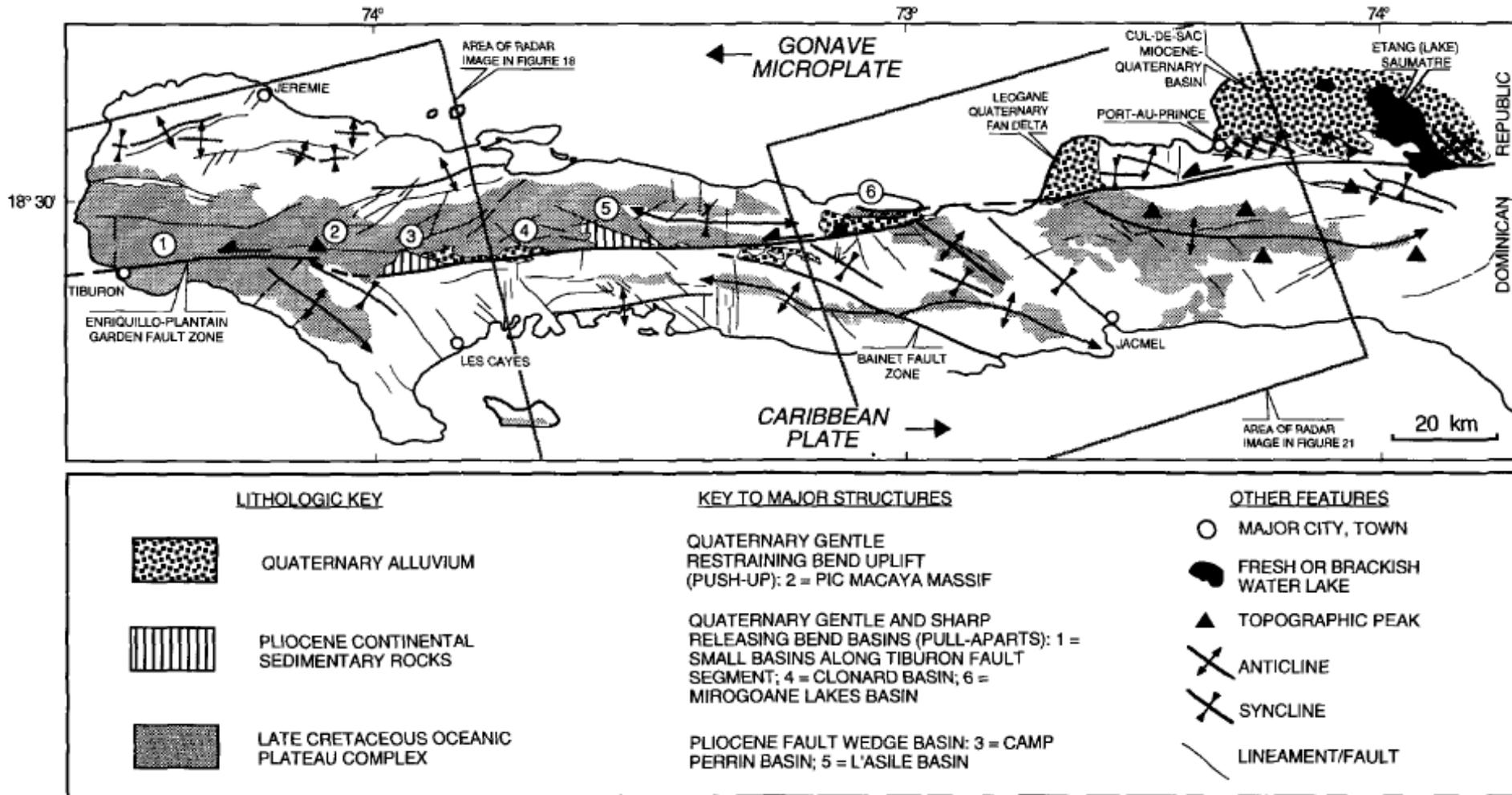
西北西—東南東走向の褶曲が卓越
 エンリキロ断層は、特殊？

Mann et al., 1995



Mann et al., 1995

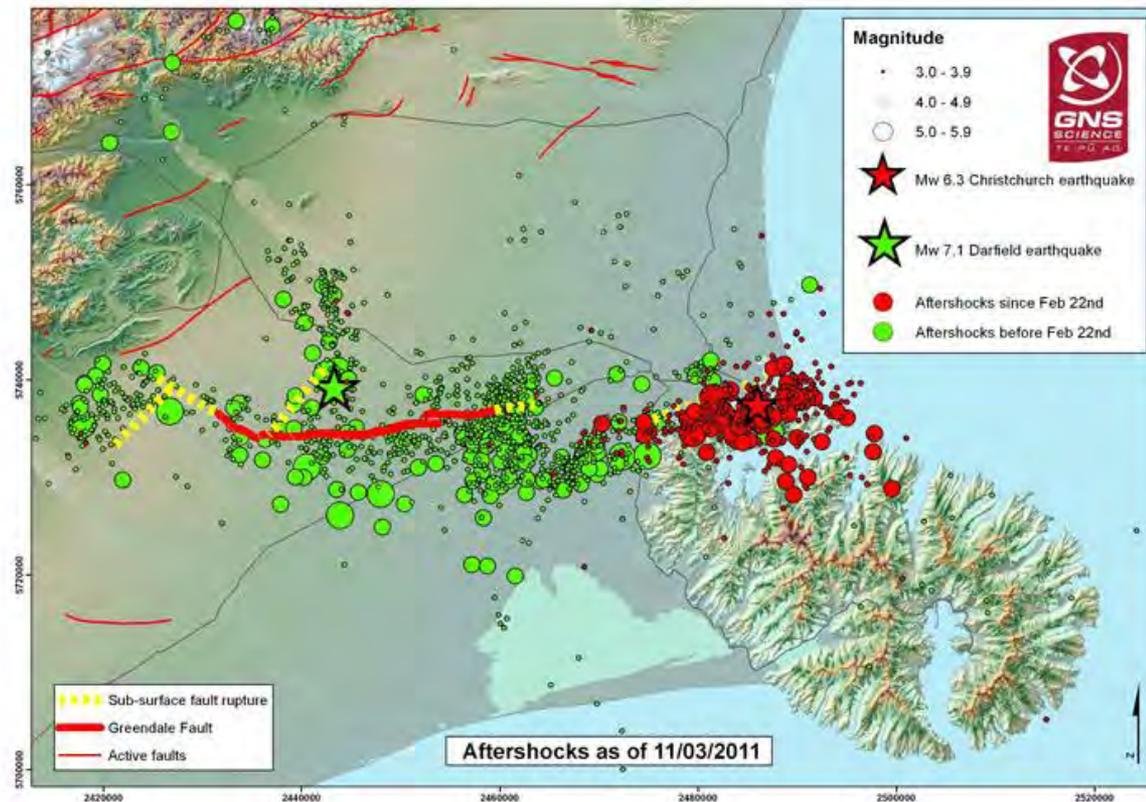
伏在する逆断層



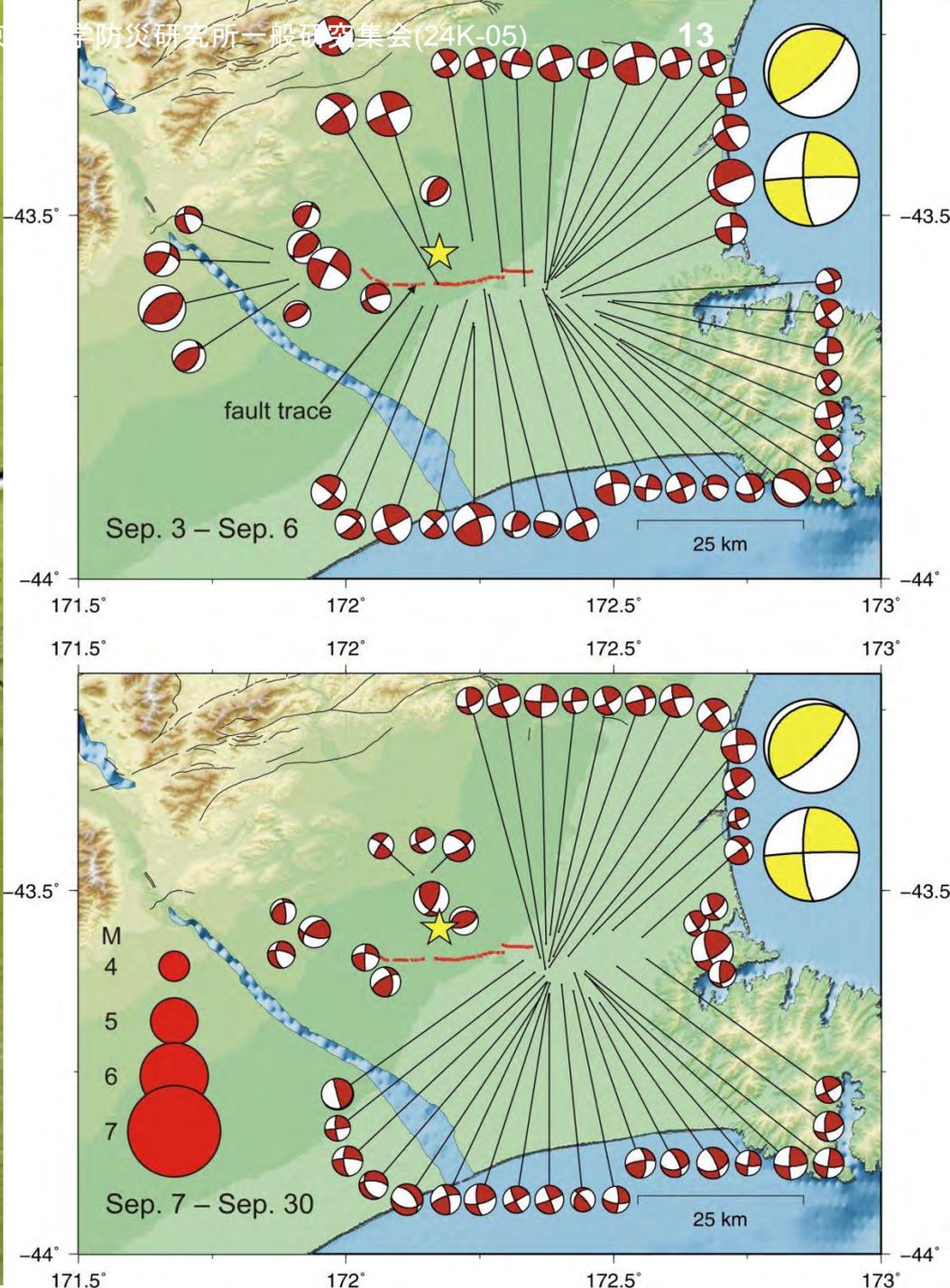
Mann et al., 1995

2010年9月3日ニュージーランド・カンタベリー地震(M7.0)

- ニュージーランド南島北東部の平原内で発生
- 既存の活断層なし
- 地表地震断層出現



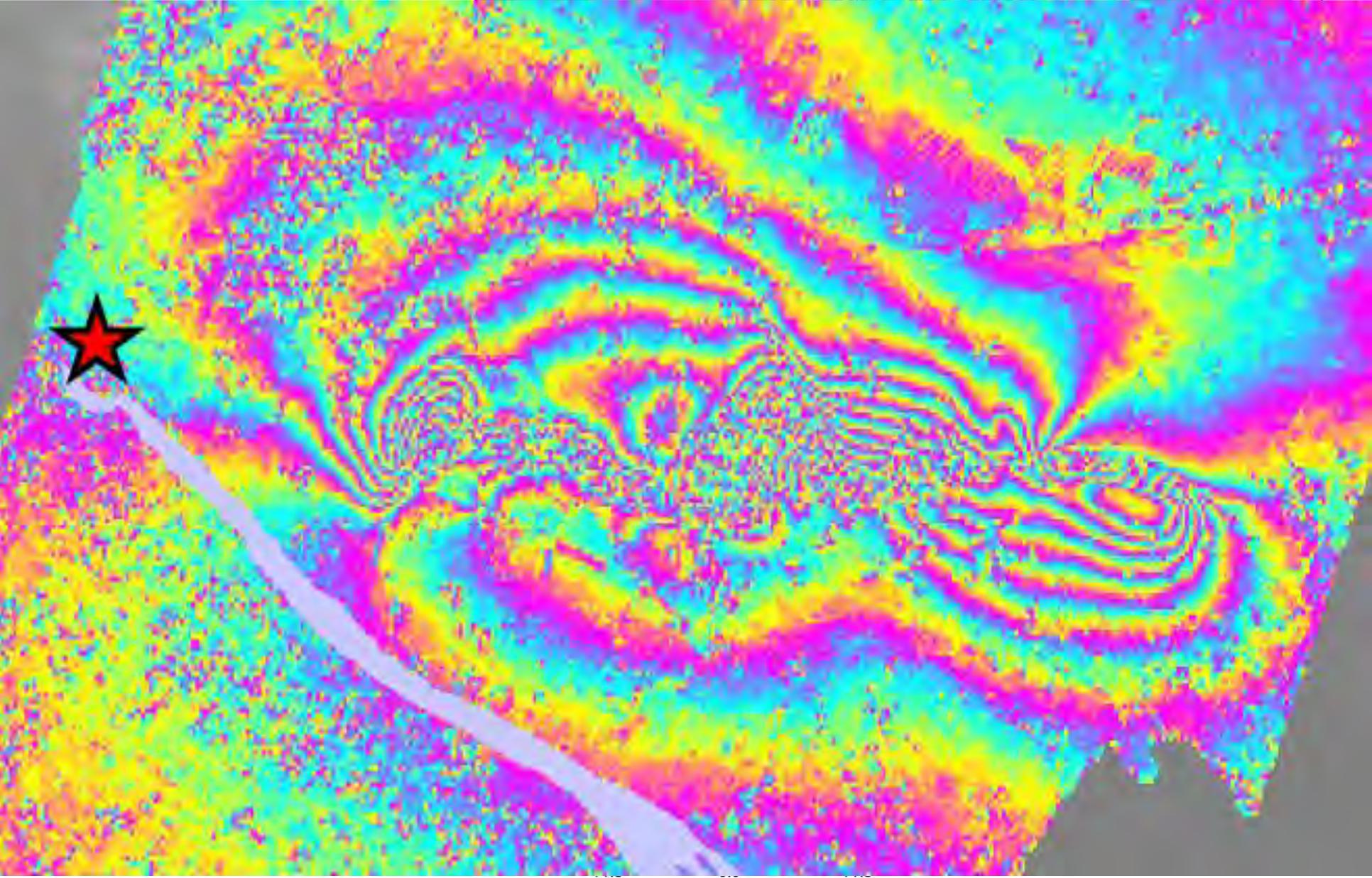
地表地震断層



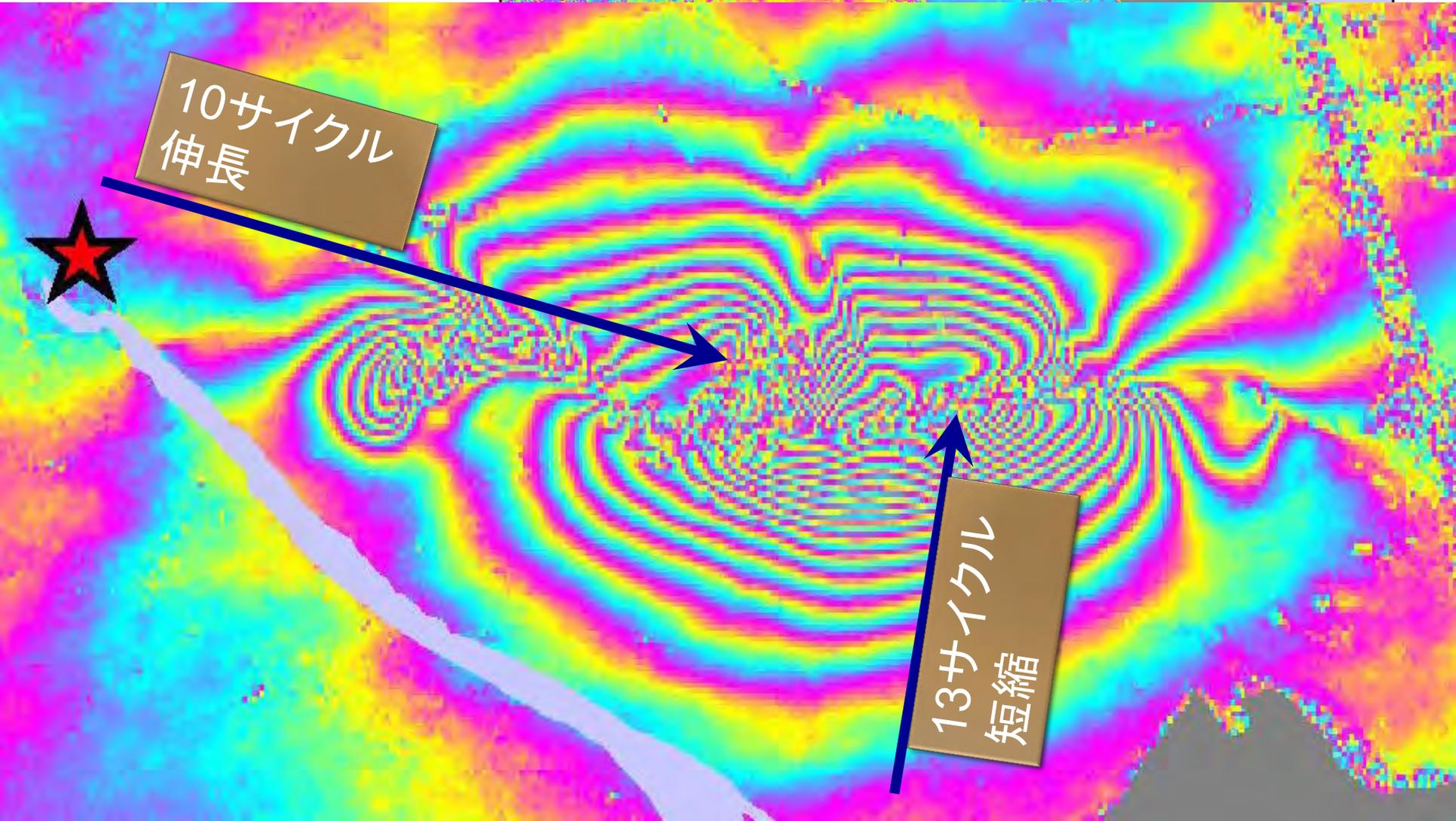
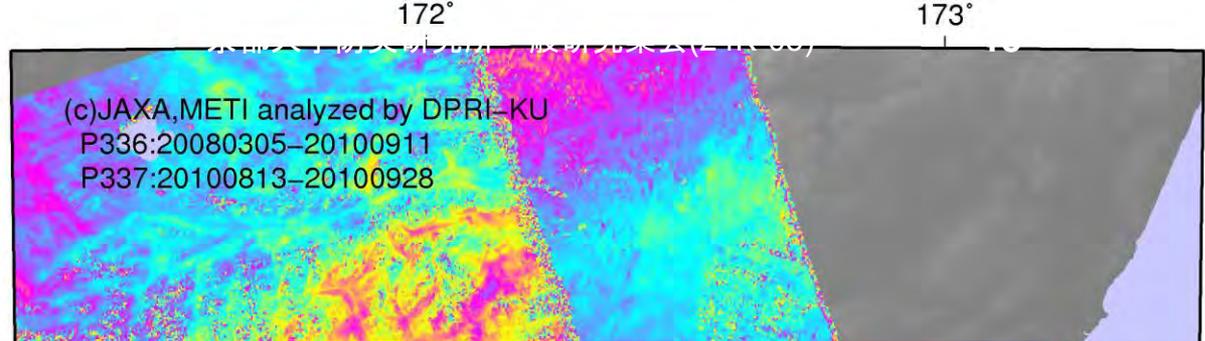
Sep. 12, 2012

Decending

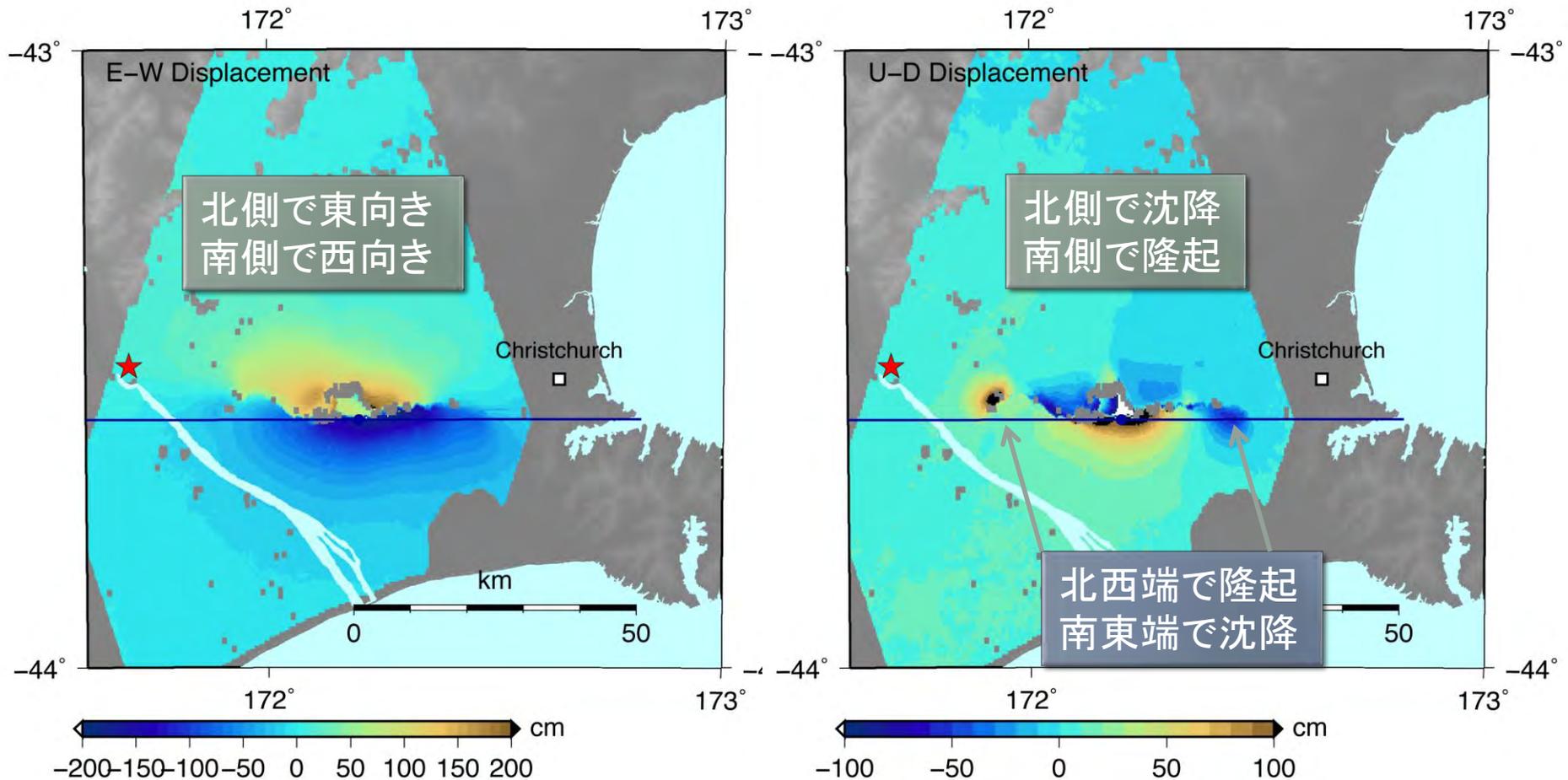
-188° -187°
京都大学防災研究所 惑星科学センター (ZIKR-05)
(c)JAXA,METI analyzed by DPRI-KU
P631:20080722-20100912



Ascending

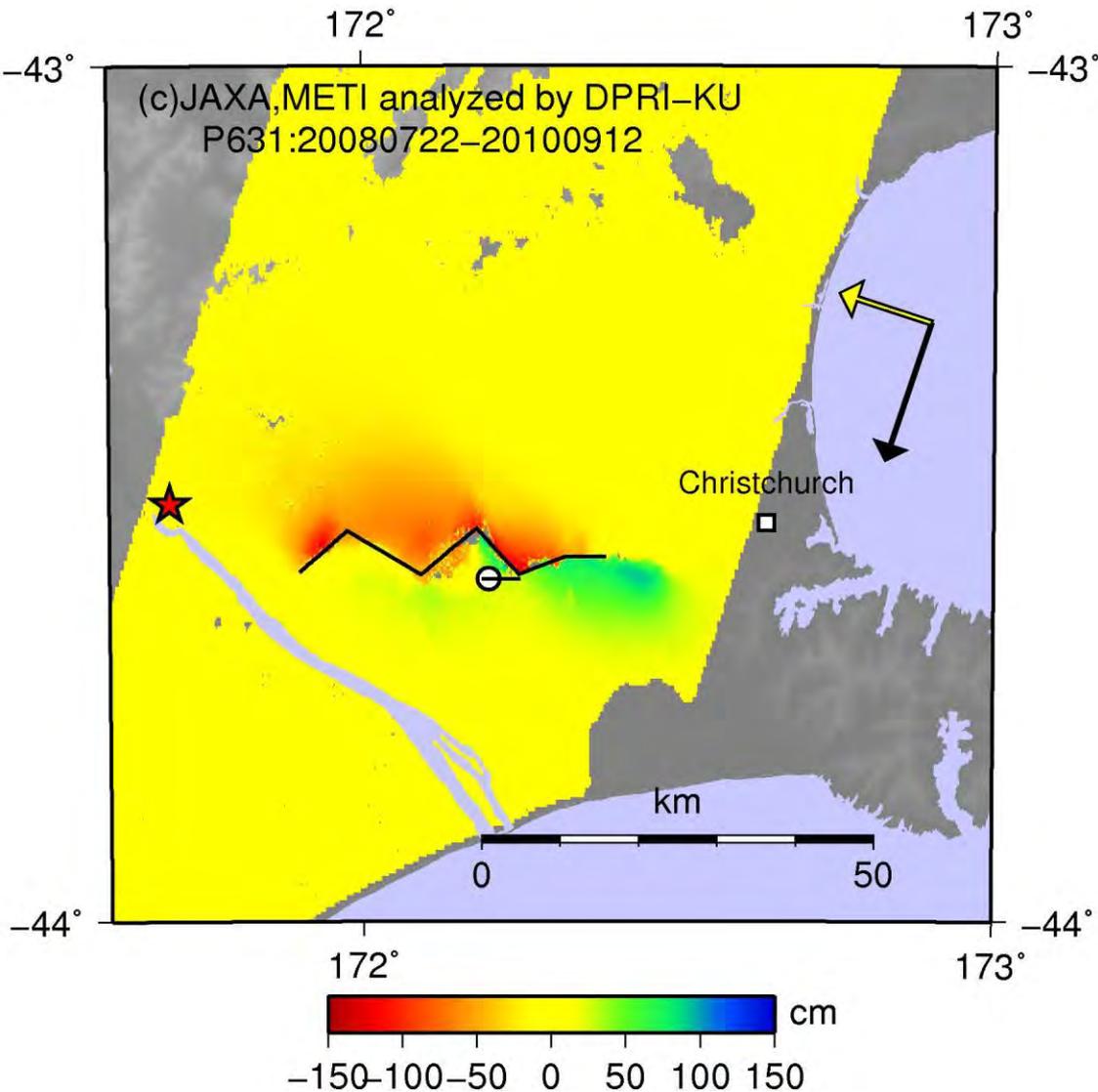


2.5次元解析



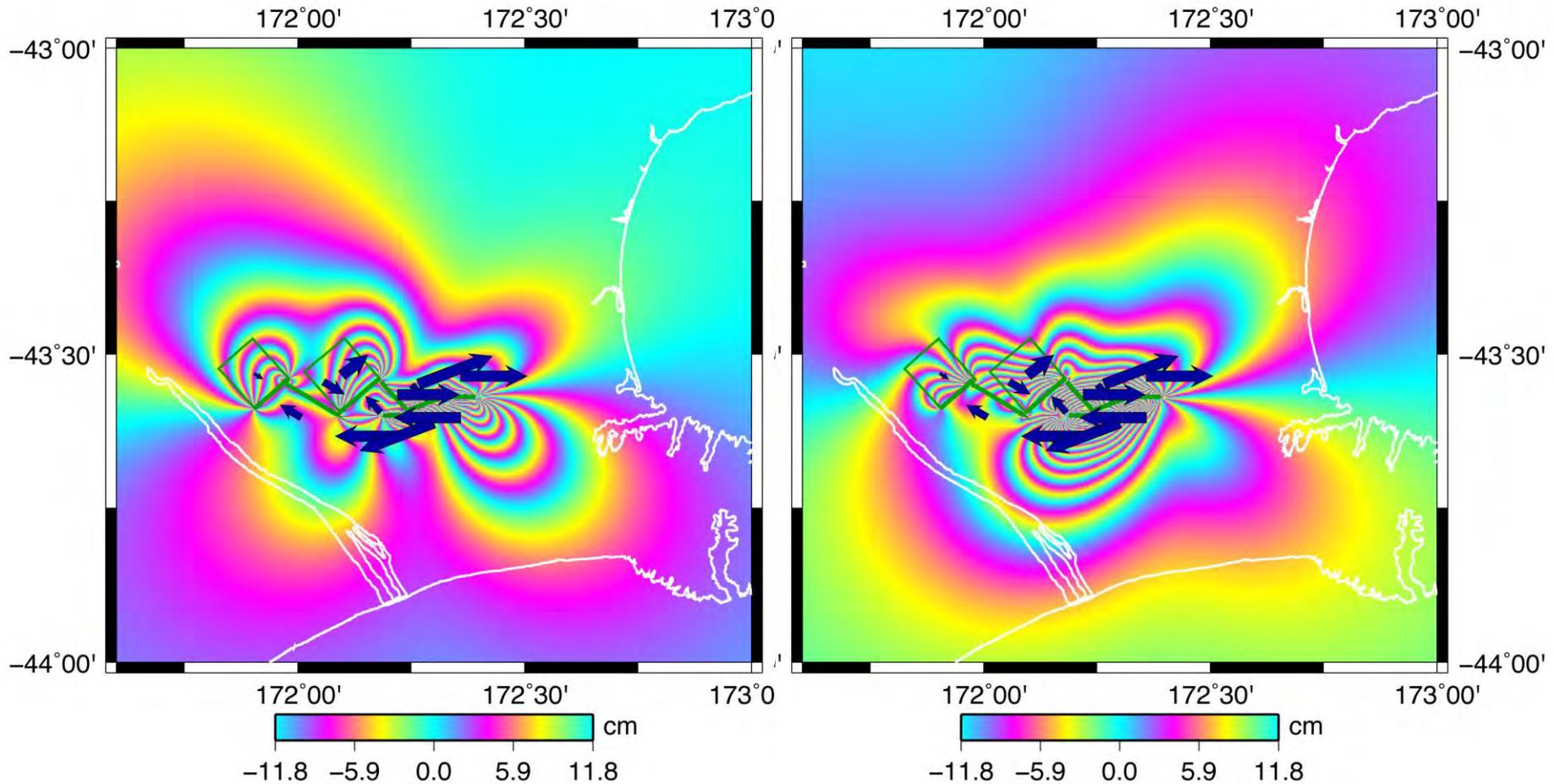
P337とP631の画像を使用

複数セグメント断層モデル

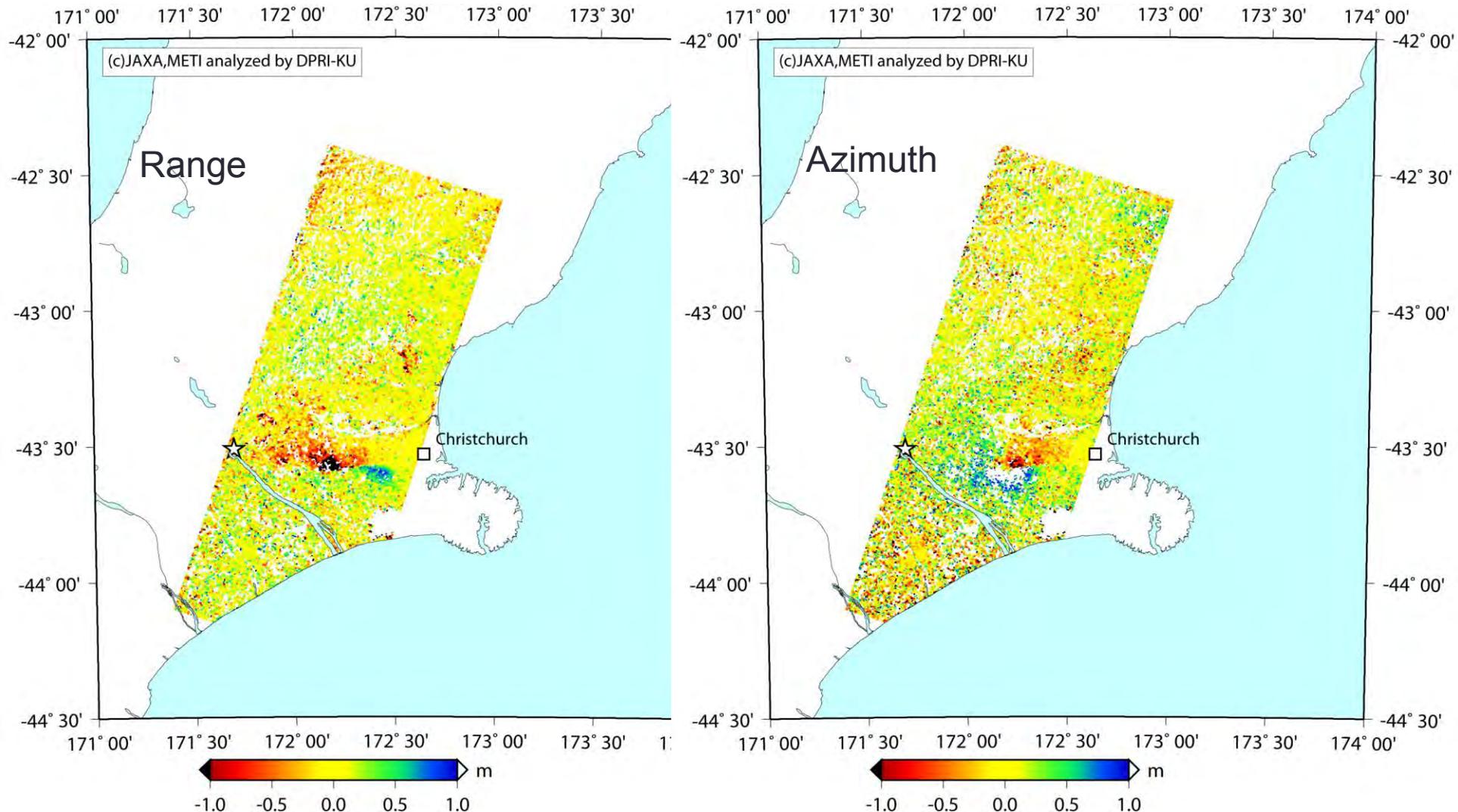


複数セグメントモデルによる モデル干渉画像

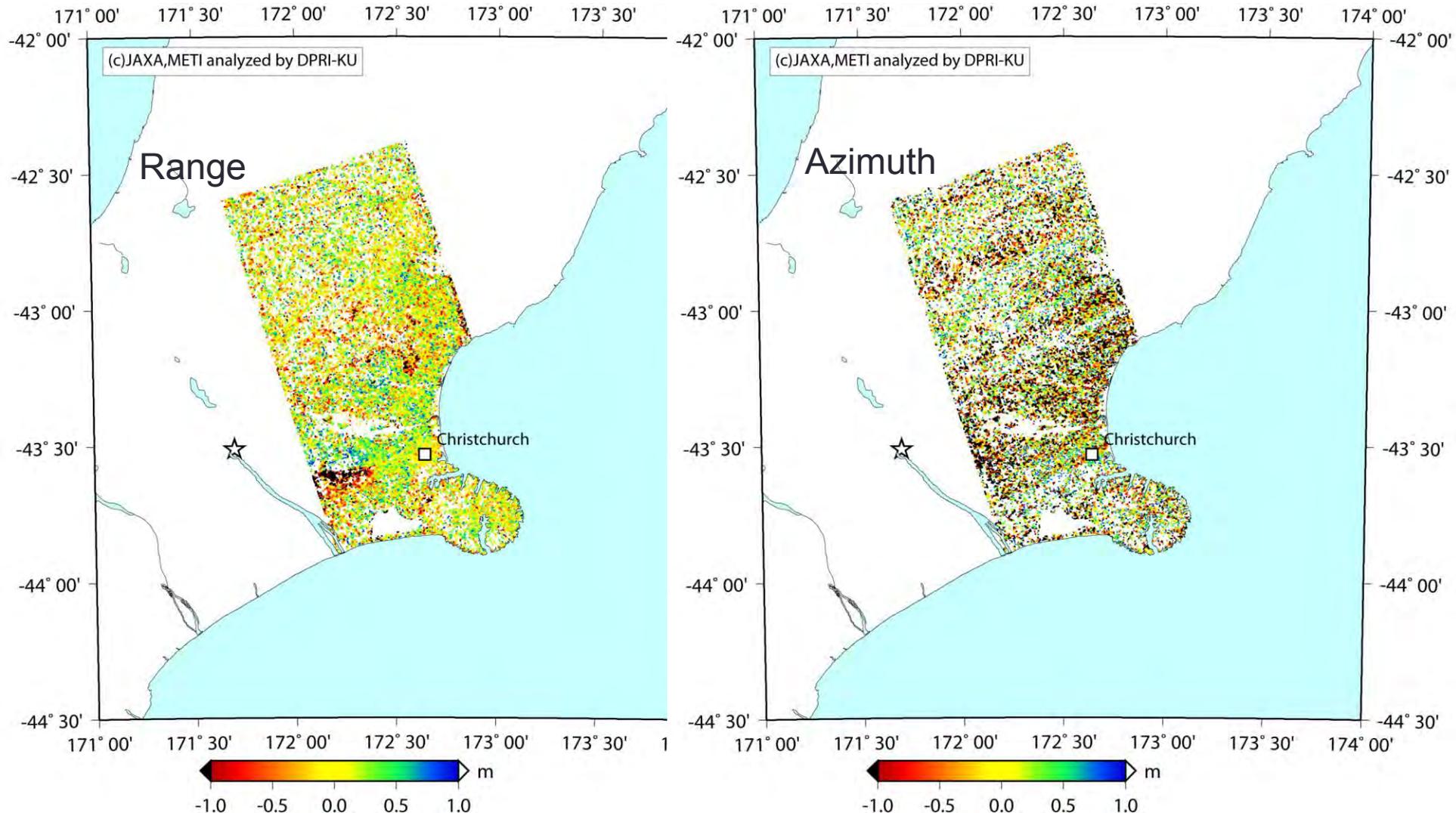
$5.9 \times 10^{19} \text{Nm}$ (Mw7.1)



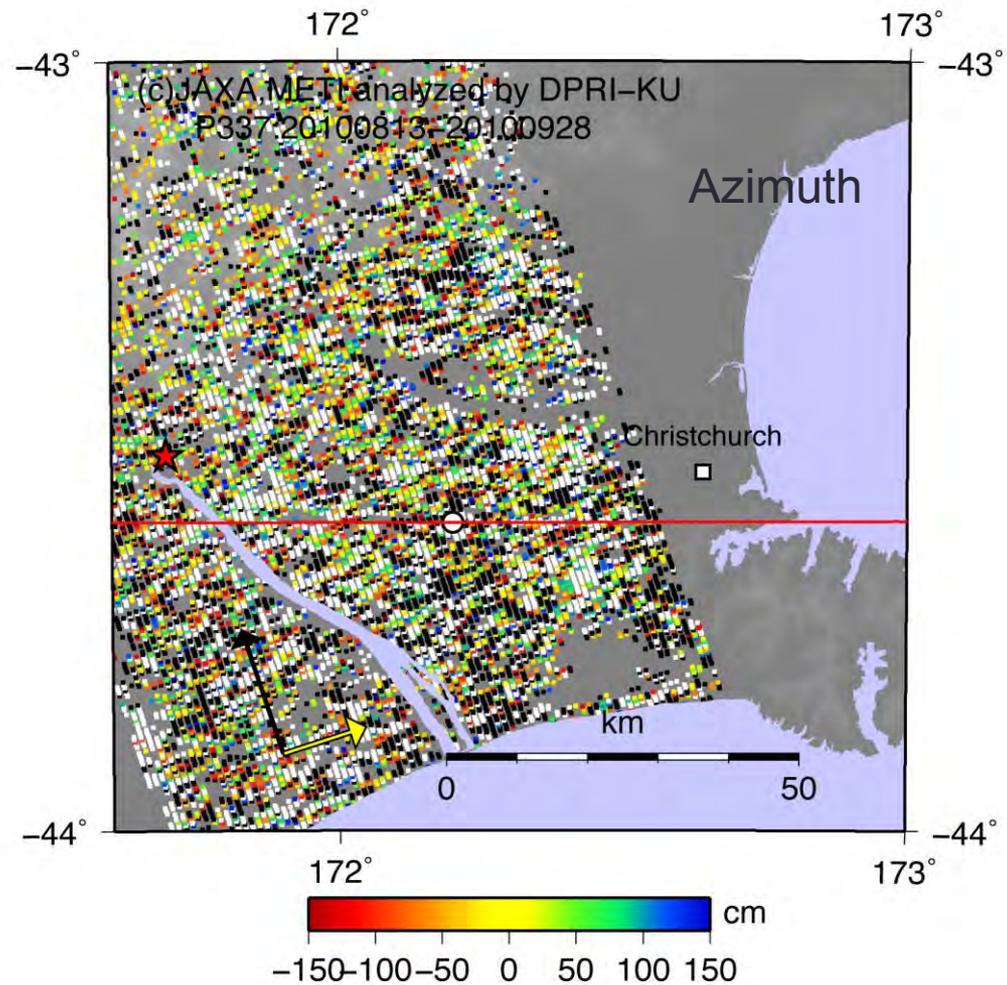
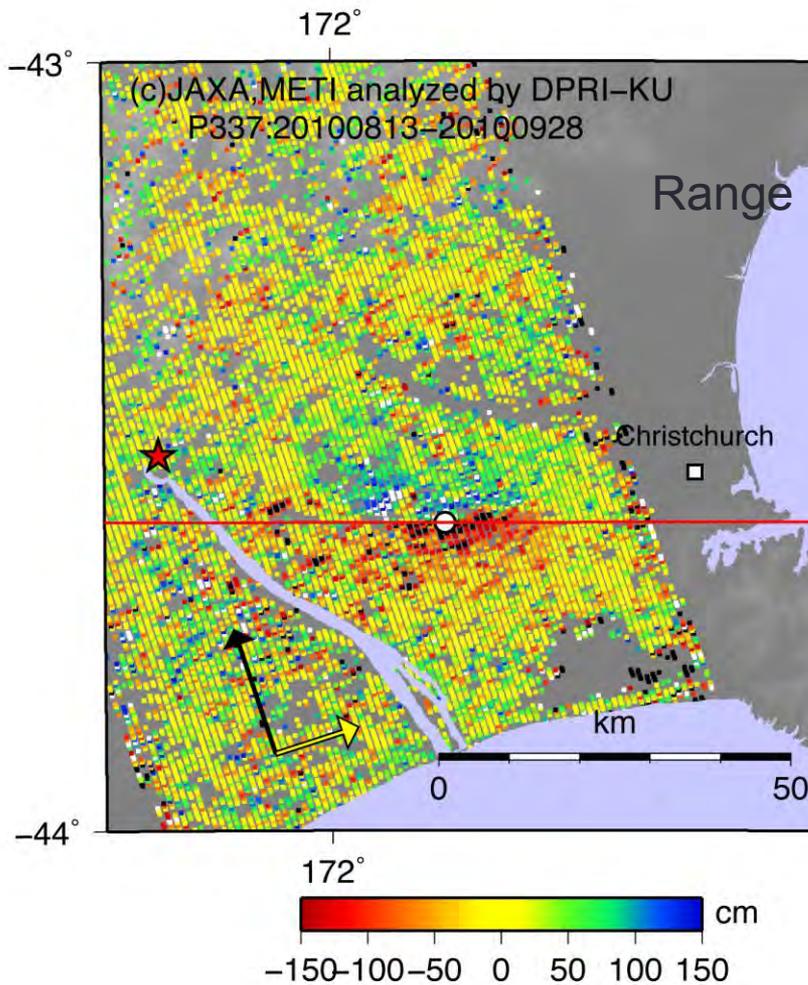
Pixel Offset: Path 631



Pixel Offsets: Path 336



Pixel Offsets: Path 337



2つの地震の干渉解析結果のまとめ

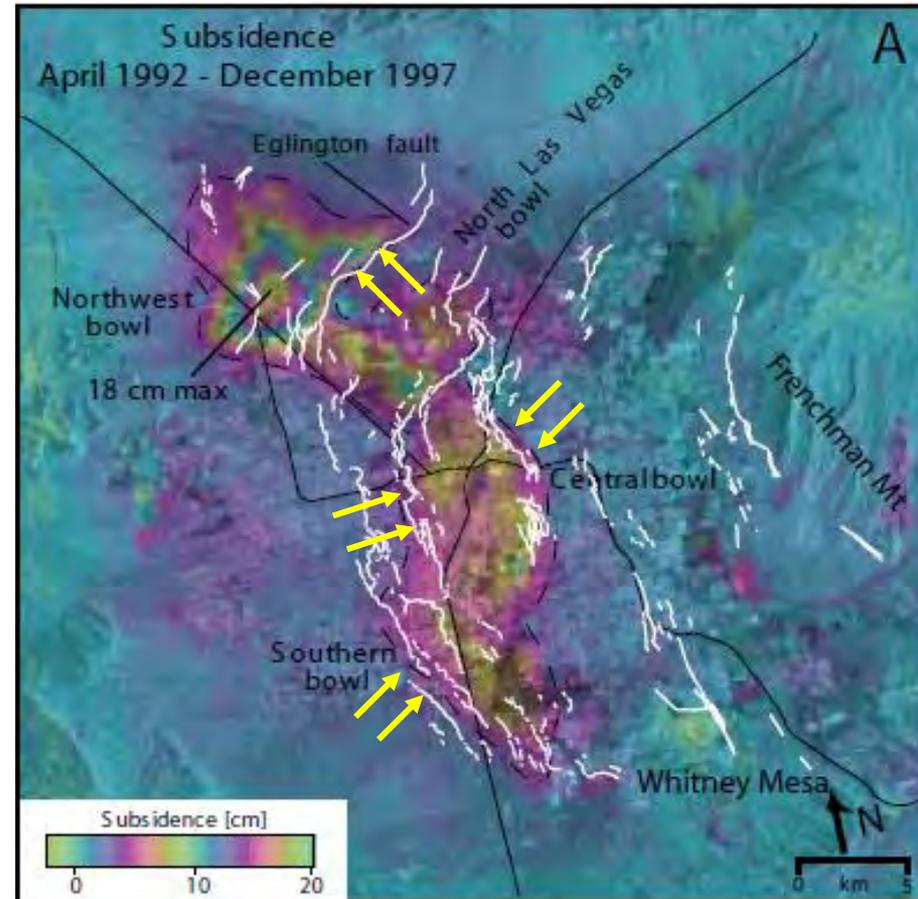
- 2010年1月ハイチ地震
 - 扇状地が隆起, 山地が沈降
 - 伏在する逆断層の運動
- 2010年9月NZ南島の地震
 - 大局的には, 右横ずれ断層
 - 局所的に, 複雑な変動, 最大隆起 $> 1\text{m}$, 東西変位 $> 2\text{m}$
 - 複数セグメントの破壊

結果が示唆するもの

- 伏在断層の重要性
 - 遠い将来, 2010年の地震は記録されない? 付近の大断層の運動と誤認?
 - 過去の活動も誤認?
- InSAR研究者の役目
 - 伏在断層の重要性を訴える
 - 堆積平野・盆地の変動から, 地下を読み取る

InSARによる伏在断層形状推定： Las Vegasの場合

- 伏在する断層 ⇒
基盤に段差や地溝状構造 ⇒
地下水の分布に制約 ⇒
地盤沈下の分布に地域性
- **SAR干渉法により, 大阪平野の
地盤沈下(及びその回復)の分
布を高分解能で把握 ⇒
基盤形状を推定**



Las Vegasの例 (Bell他, 2002)

黄色矢印のところ, 変動の境界と活断層の分布が一致

35.1

35.05

35

34.95

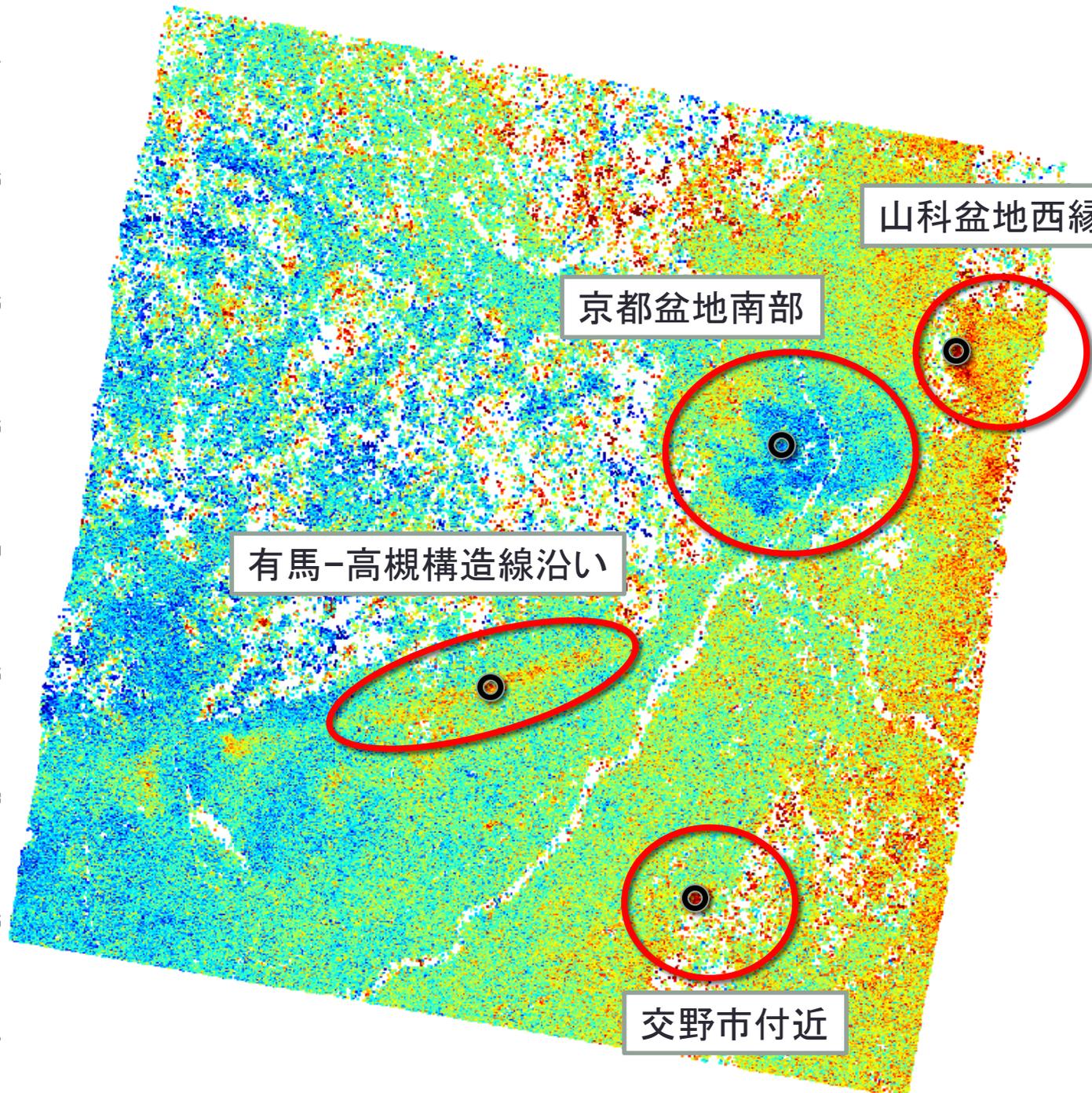
34.9

34.85

34.8

34.75

34.7



山科盆地西縁

京都盆地南部

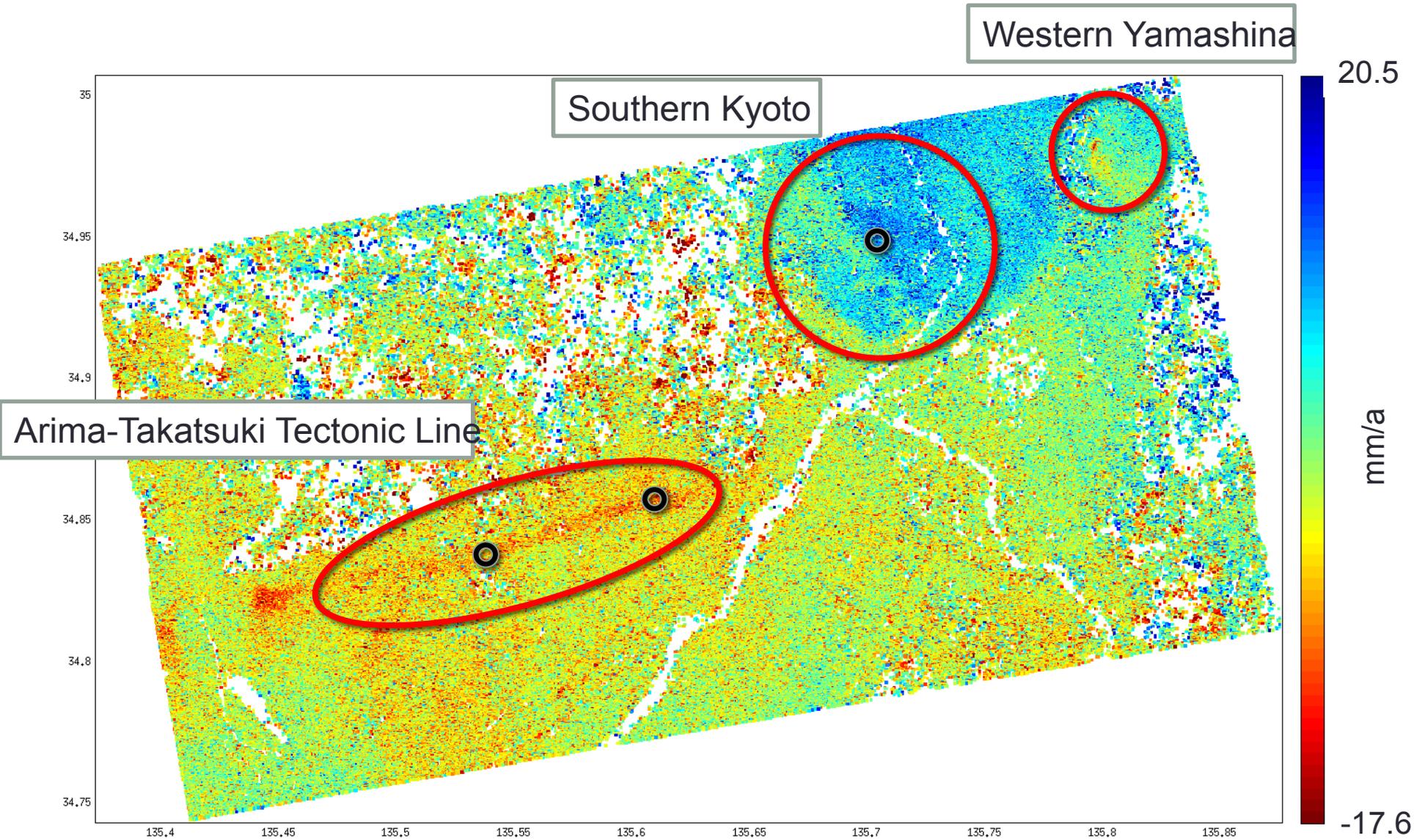
有馬-高槻構造線沿い

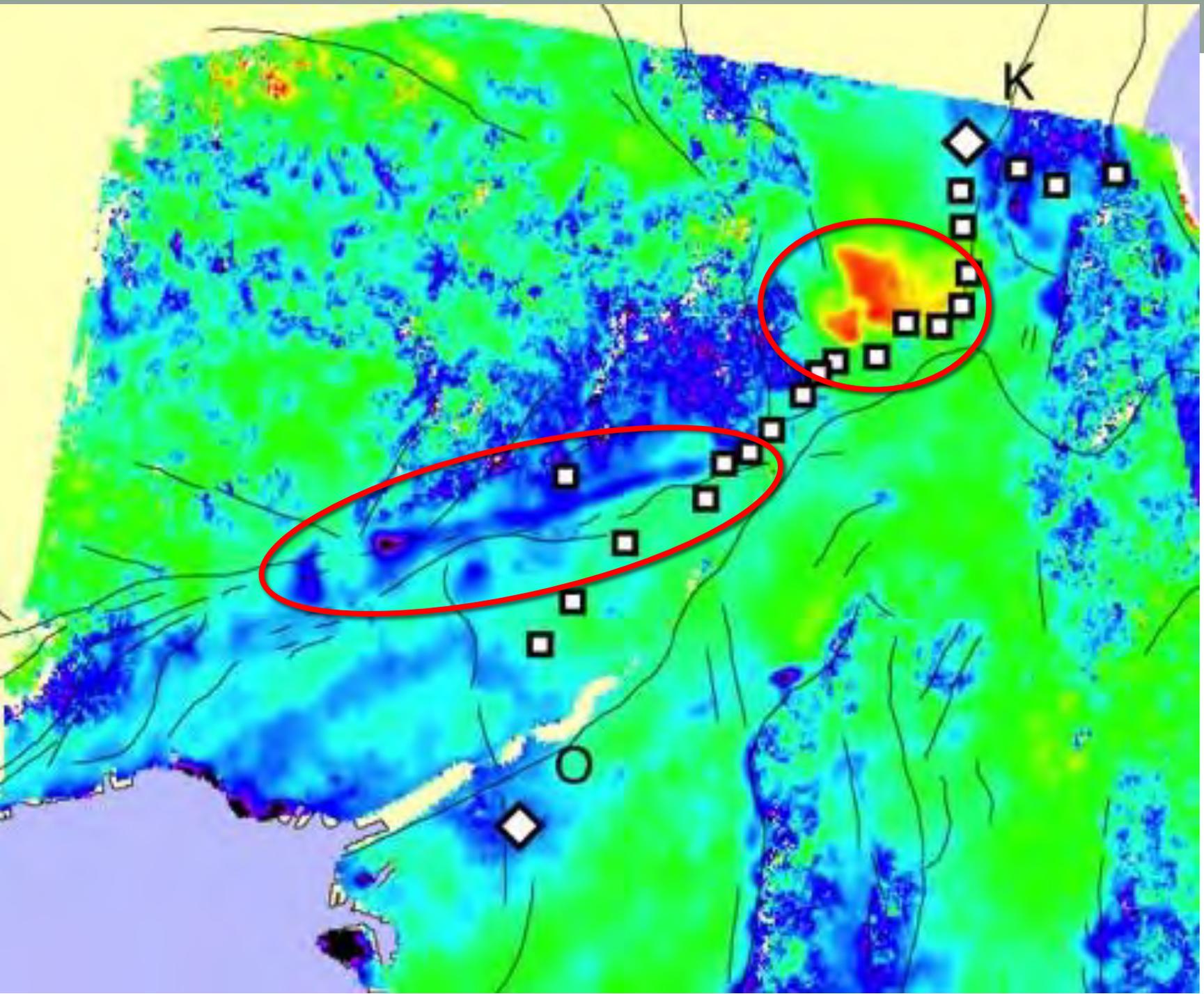
交野市付近

mm/yr

-13.7

135.35 135.4 135.45 135.5 135.55 135.6 135.65 135.7 135.75 135.8 135.85





結果が示唆するもの

- 伏在断層の重要性
 - 遠い将来, 2010年の地震は記録されない? 付近の大断層の運動と誤認?
 - 過去の活動も誤認?
- InSAR研究者の役目
 - 伏在断層の重要性を訴える
 - 堆積平野・盆地の変動から, 地下を読み取る