

ALOS/PALSARで捉えた 2008年中国・四川省地震に伴う地殻変動

Outline of crustal deformation associated with the 2008 Sichuan Earthquake in China, detected by ALOS/PALSAR data

*小林 知勝, 高田 陽一郎, 古屋 正人, 村上 亮
(北海道大学)

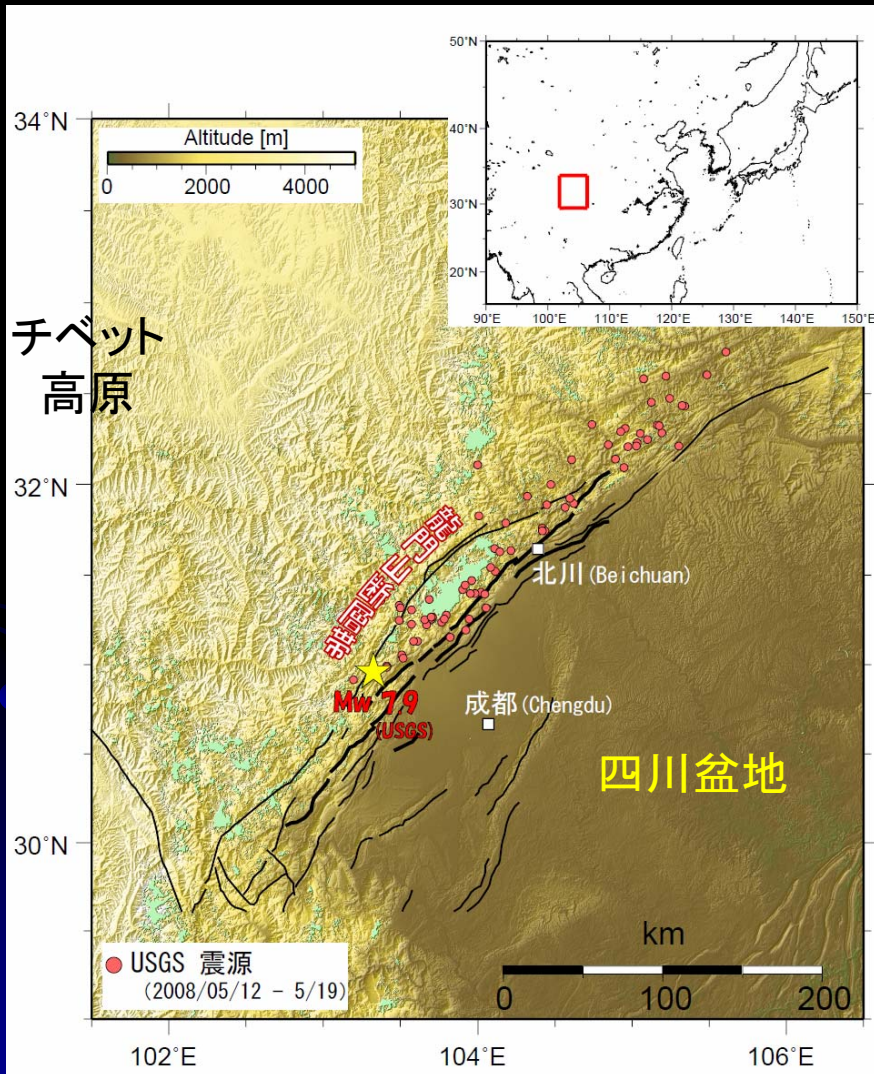
*Tomokazu Kobayashi, Yoichiro Takada,
Masato Furuya, and Makoto Murakami (Hokkaido Univ.)

tkoba@uvo.sci.hokudai.ac.jp

2008年5月12日6時28分 [UT], 中国・四川省でMw7.9の地震が発生した。本研究ではピクセルオフセット解析により、推定される震源断層近傍の地表変位の検出を試みた。

本研究で用いたSARデータは地震・地盤変動データ流通及び解析ワーキンググループ(地震WG)およびPIXEL(PALSAR Interferometry Consortium to Study our Evolving Land surface)を通じて提供を受けた。PALSARデータの所有権は経済産業省および宇宙航空研究開発機構(JAXA)にある。

2008年 中国・四川省地震



発生時刻：

2008年5月12日6時28分 [UT]

場所：

31.1° N , 103.3° E (USGS)

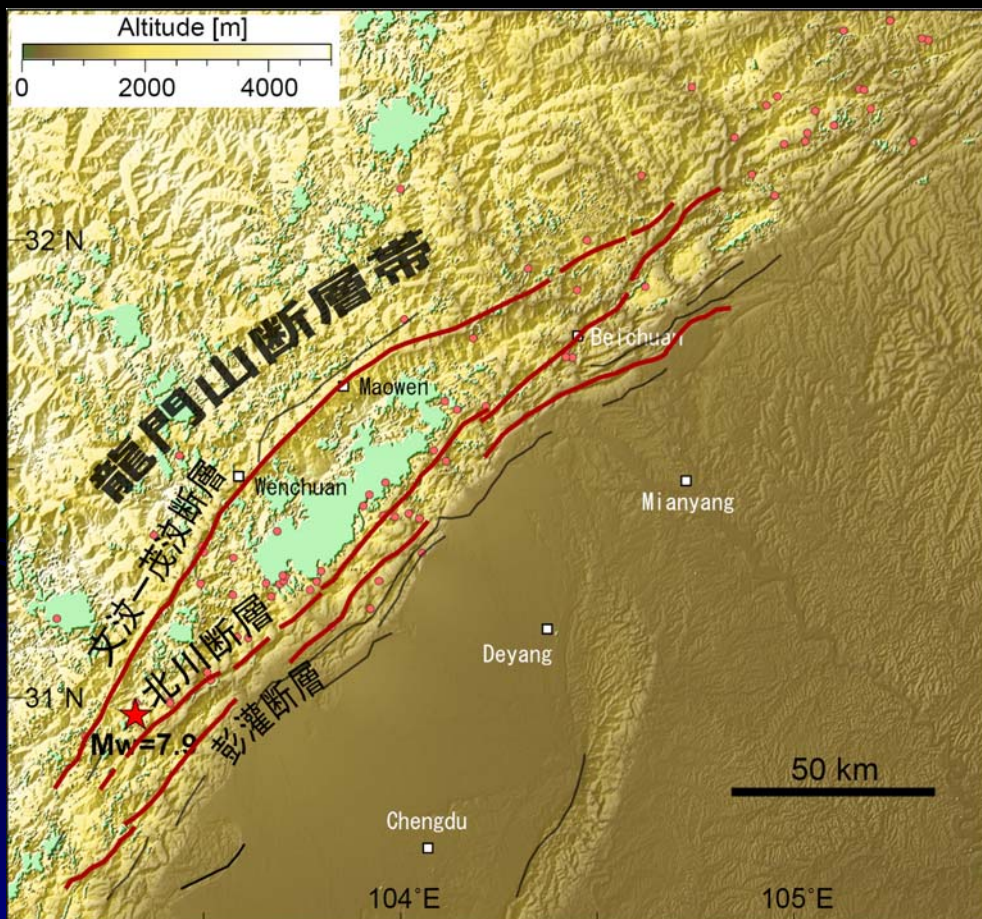
マグニチュード：

Mw = 7.9 (USGS)

<龍門山断層帯>

標高約500mの四川盆地西縁とその西に広がる標高5000mにおよぶチベット高原東縁の地形境界にあたり、北東—南西方向に約300kmにわたってはしる。

龍門山断層帯



<龍門山断層帯>

主要3断層 by Densmore et al. (2007)

汶川—茂汶断層

(Wenchuan-Maowen F.)

北川断層 (Beichuan F.)

彭灌断層 (Pengguan F.)

Densmore et al. (2007)

* 活断層として認定: 200km長

・北川断層, 彭灌断層: 右横ズレ

・汶川—茂汶断層: 逆断層(?)

現地調査 (by 林愛明@静岡大)

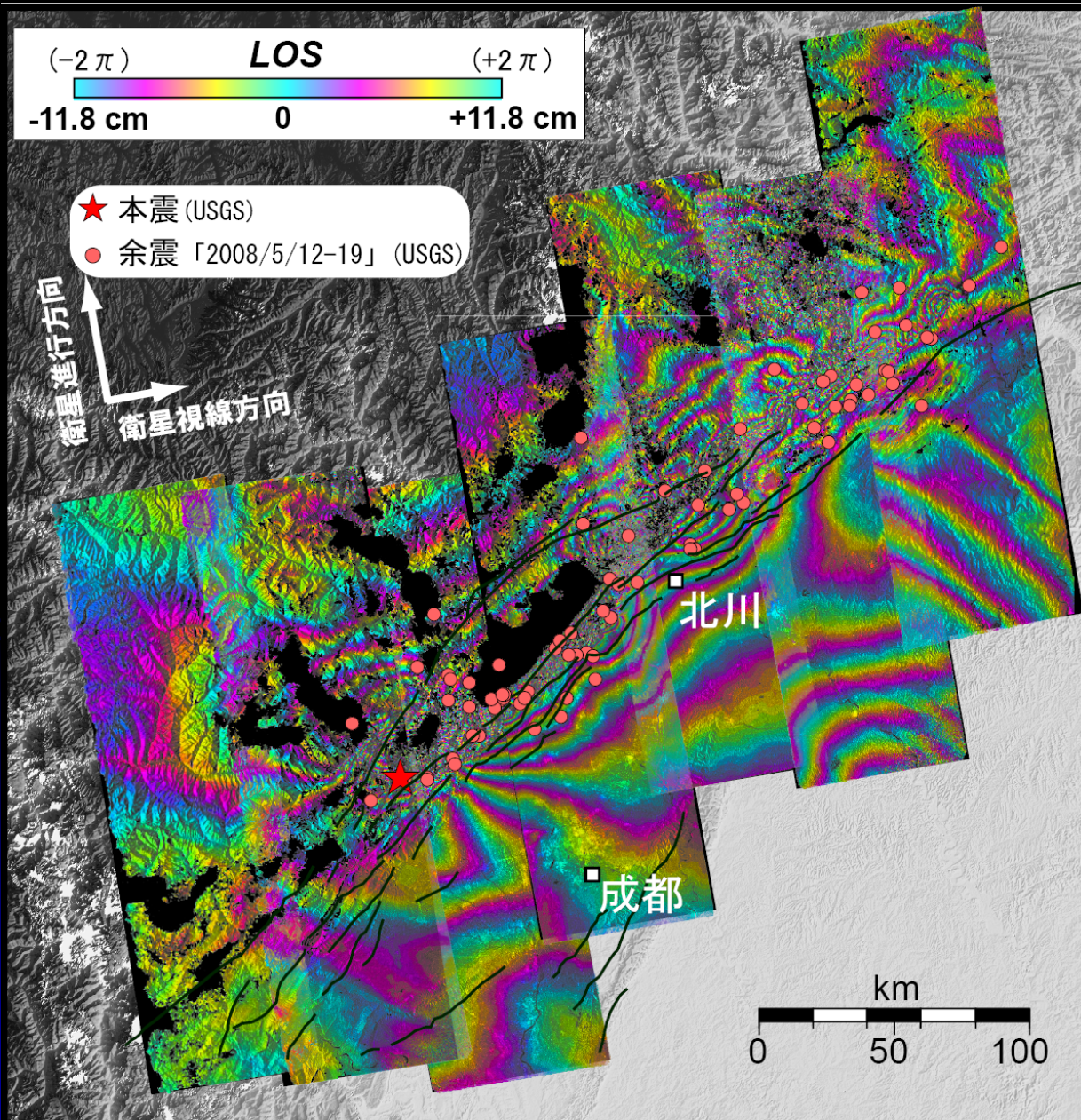
* 地表断層

・南西部: 彭灌断層

・北東部: 北川断層

「断層の乗換え？」

SAR干涉画像



<InSAR>

干渉性の高い
ALOS/PALSARで
さえも、InSAR解析
では断層近傍の広
い領域で干渉縞を
得られない。

地殻変動検出のためのSAR解析

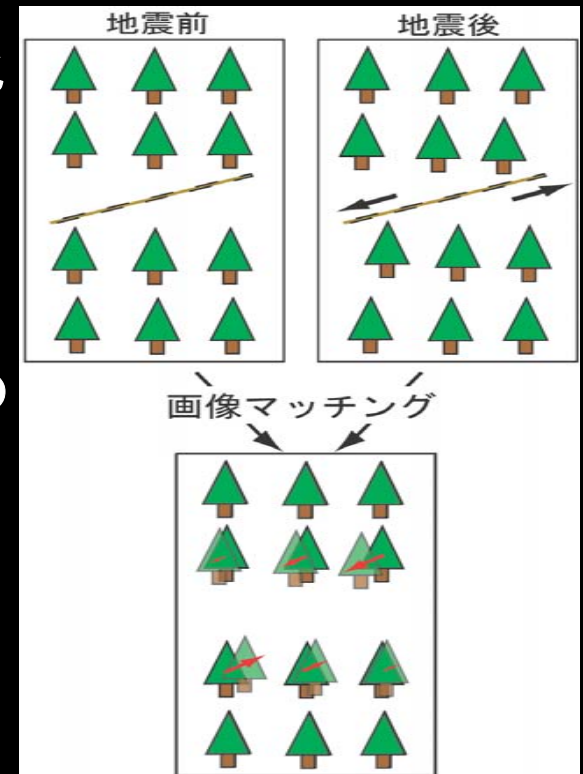
1. 干渉SAR解析

- ・地殻変動に伴う衛星—地表間の距離(位相)変化を捉えることにより、数cm～数十cmの変動を抽出可
- ・変動(変動勾配)が大きすぎる、地表の散乱状態が大きく変わる場合、コヒーレンスが劣化し干渉しない

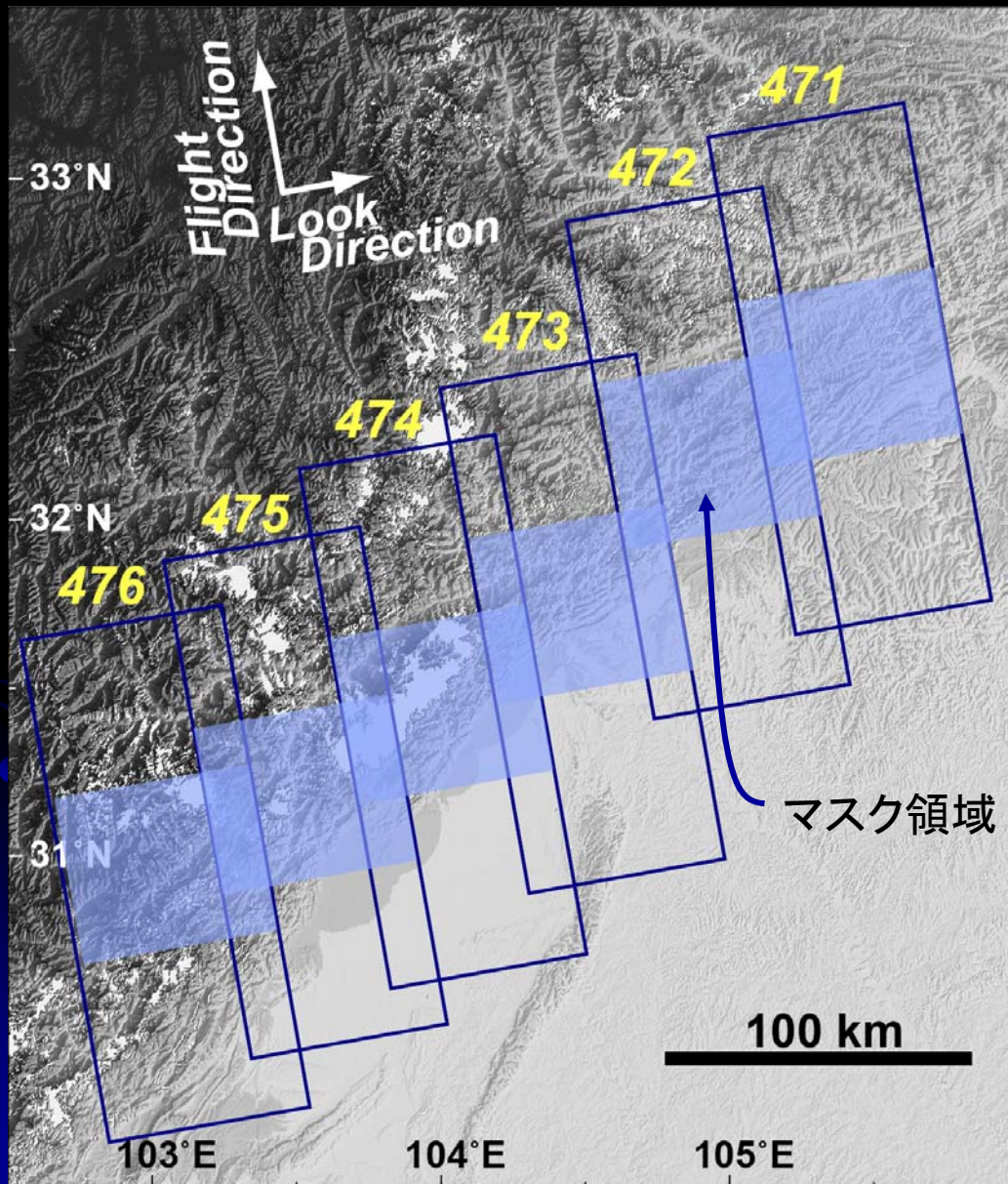
2. ピクセルオフセット解析

- ・1, 2回目で撮像されたSAR画像内の同一地点のピクセルのズレを直接算出
- ・メートル規模の変動が抽出可能
- ・変動(変動勾配)が大きく干渉不可能な領域の変動も抽出可能

画像マッチングの概念図。画像全体の画像マッチングを行った後、残った局所的な位置ずれ(オフセット)を見積もる。



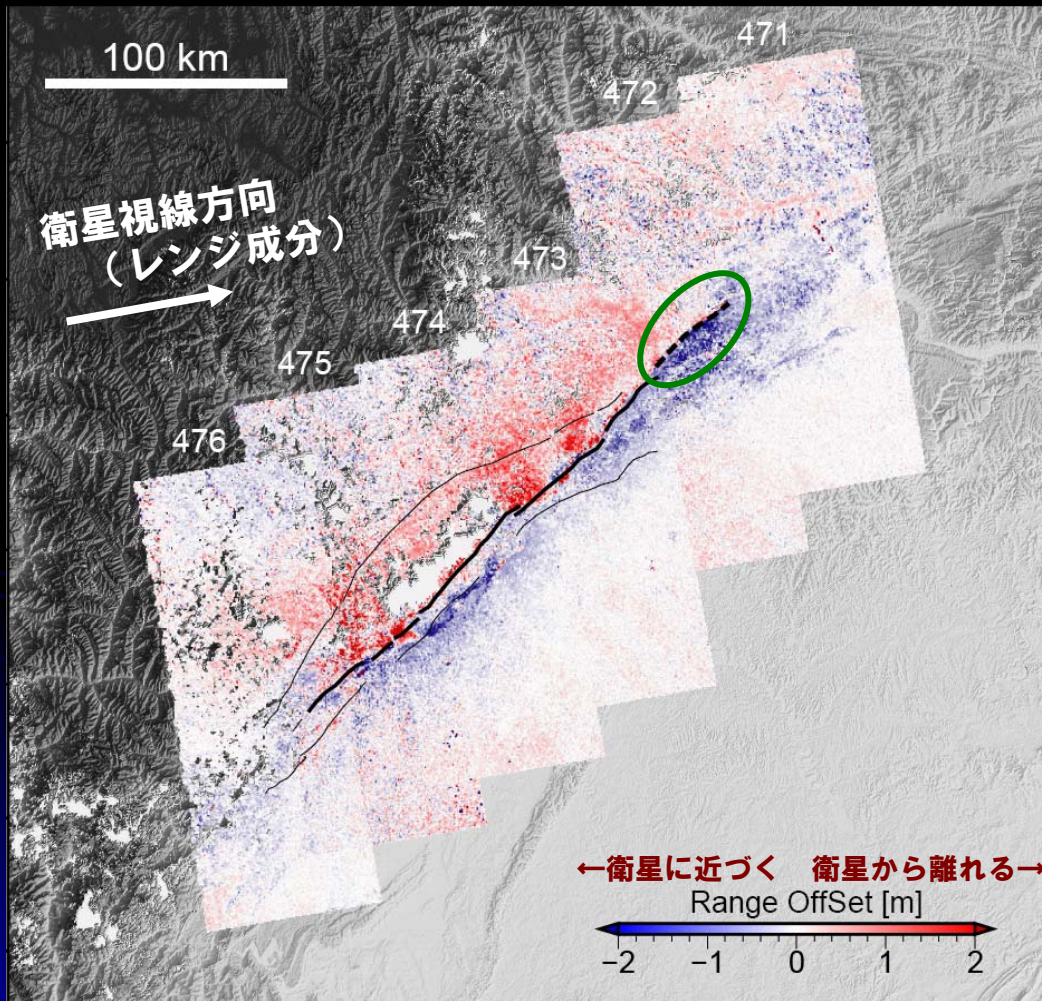
解析領域と解析方法



- 1) 軌道番号471~476の3シーン分のSARデータを使用.
- 2) 大きな地殻変動が起きている領域 (InSARにおいて低干渉な領域) はマスクして, 画像マッチングを行う.
- 3) 軌道間距離の差に伴って発生する見かけ上のオフセットを軽減するため (立体視差), SRTM3 DEMデータを用いる.

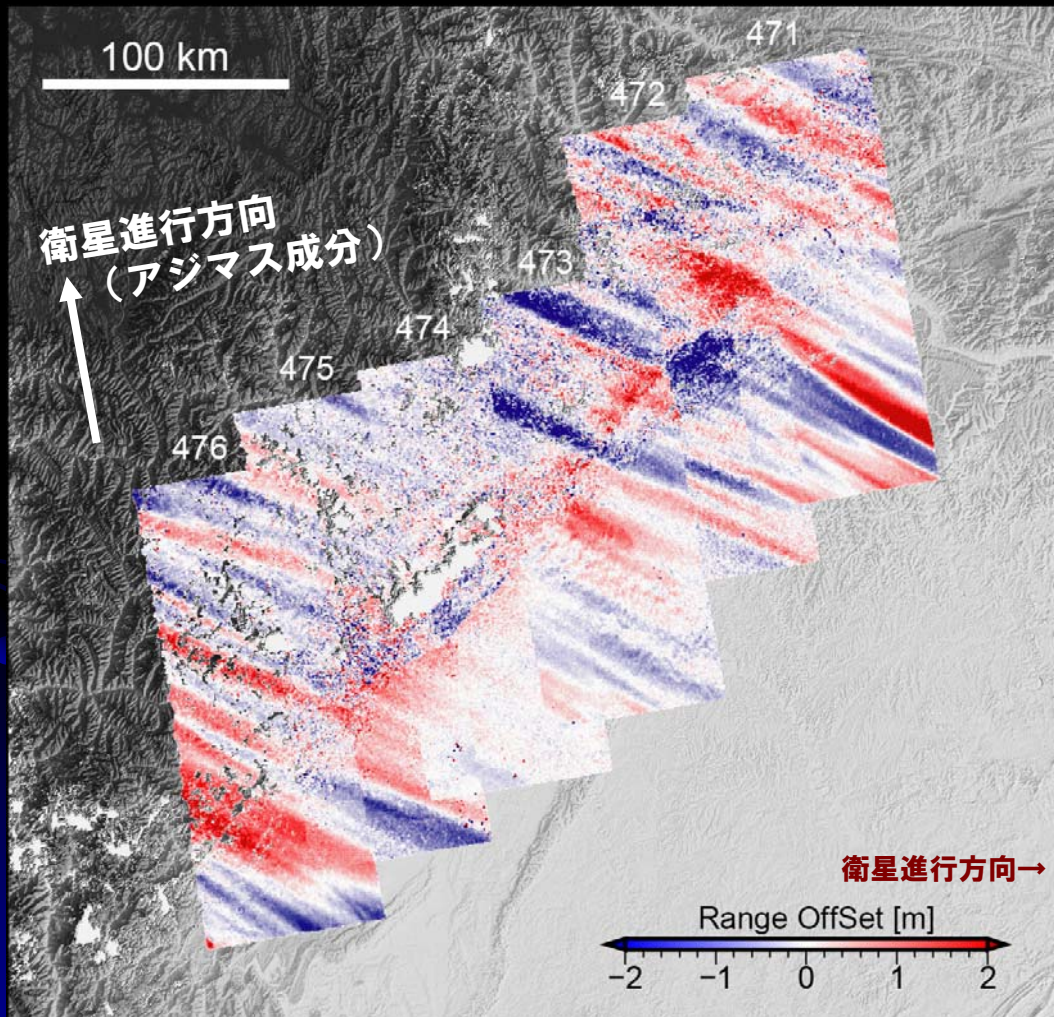
* 本解析にはGammaソフトウェアを用いた.

オフセット 全景 (レンジ方向成分)



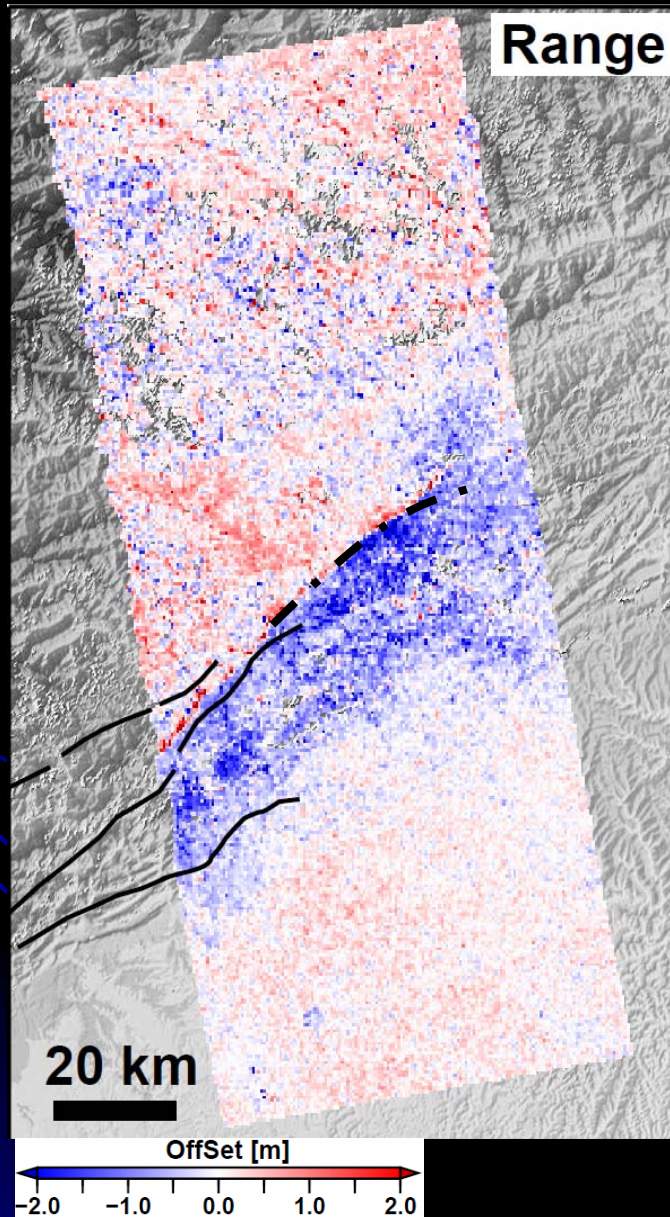
- 1) 北川断層に沿って、変位方向が逆転する境界が存在
→ 主要な破壊は北川断層か.
- 2) Densmore らが提唱した(北川)断層より、さらに北東側延長上でも破壊が進行したと考えられる.

オフセット 全景 (アジマス方向成分)



- ・ほとんどの軌道が、縞状のノイズに覆われる.
- ・縞状の変動は4~5mの規模

オフセット：北東領域 (Path472)



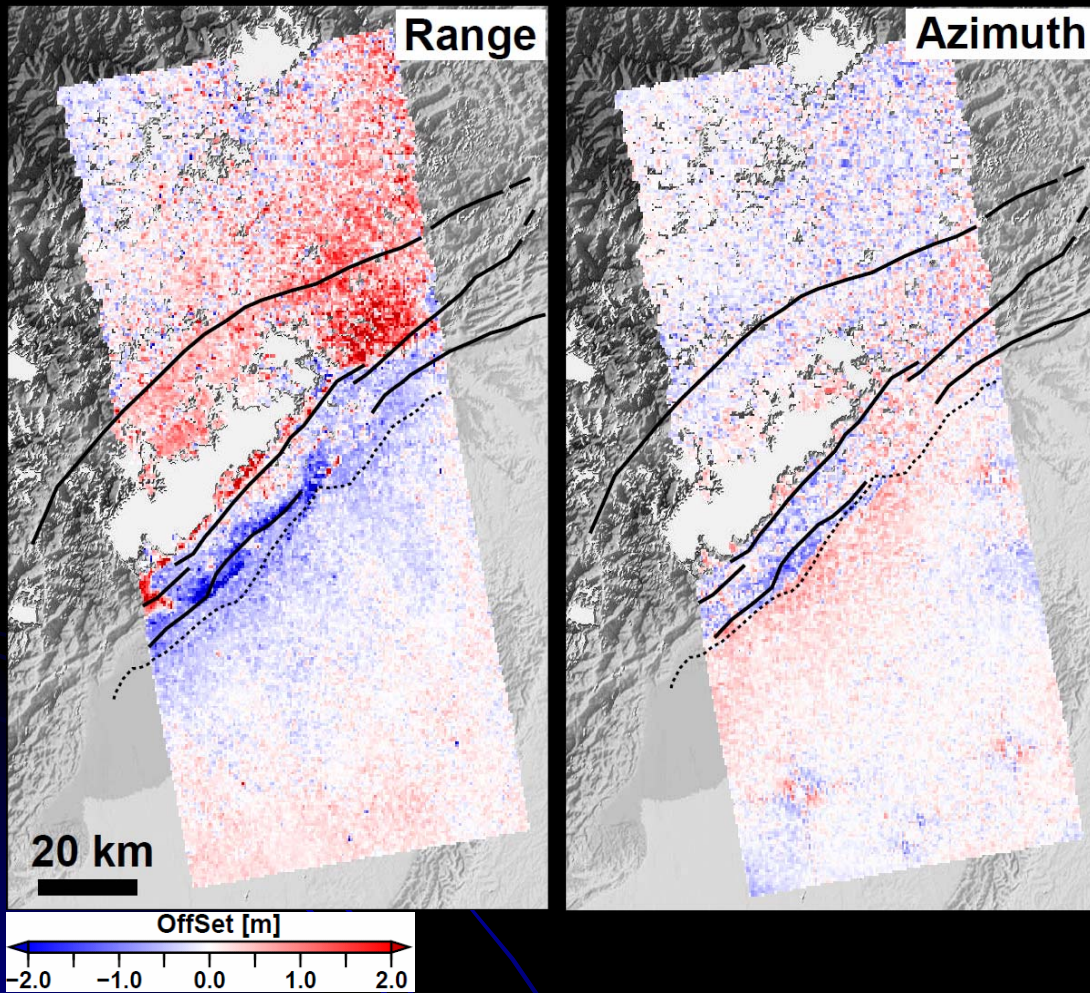
1) 北川断層沿いに、変位の向きが逆転する明瞭な境界

「断層より北側では衛星から遠ざかる変動(赤), 南側では近づく変動(青)」

2) Densmore らが提唱した(北川)断層より、さらに北東側延長上でも破壊が進行したと考えられる。

従来指摘されてきた右横ズレ運動と整合的

オフセット：南東領域 (Path474)



1) 北川断層沿いに, レンジ成分の変位境界. アジマス成分は不明瞭

→ 右横ずれ+逆断層?

2) 彭灌断層の南東を走る断層にも変位の向きが逆転する境界. アジマス成分では明瞭だが, レンジ成分には確認できない.

→ 逆断層運動卓越?

3) 汶川—茂汶断層に明瞭な変位境界なし

- ・複数の断層が動いた可能性
- ・断層運動のパターンが異なる

地形（標高）効果の除去

標高が高い所は低い所よりnear range側に記録される
(Fore shortening)

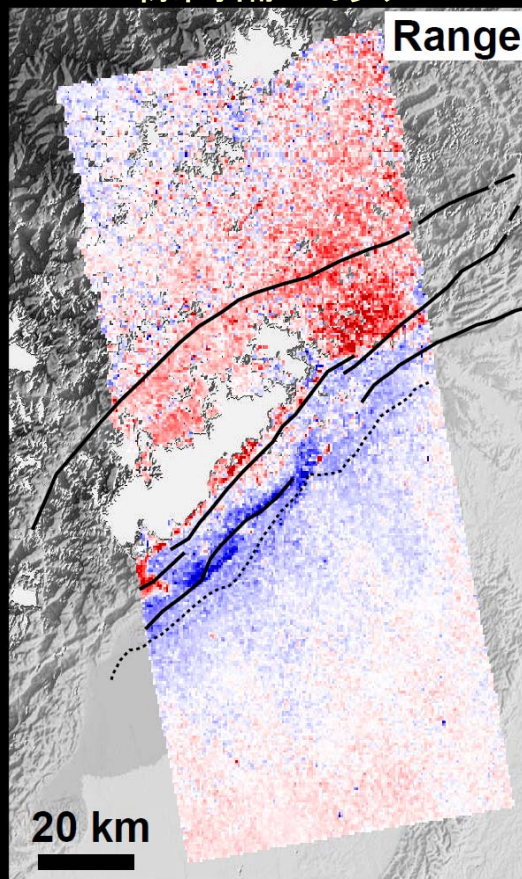
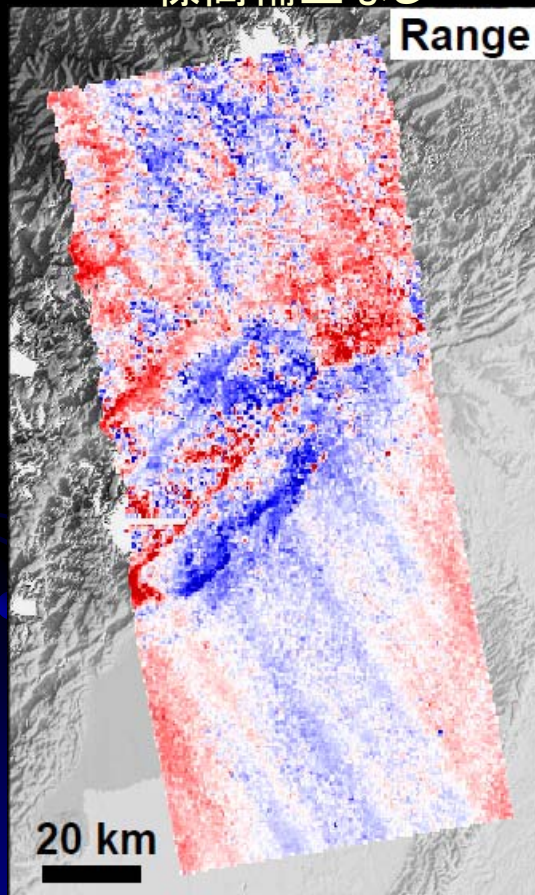
地震前と後の衛星の位置が異なると、Fore shorteningも異なる (B_{perp} が大きいほどこの効果は大きい)
→地殻変動がなくても、同一地物がoffsetを持ってしまう

DEM (SRTM3) から標高の情報を取り入れつつ、
地震前と後のSLCを位置合わせし、強度画像を作って面積相関からオフセット量を計測。

ピクセルオフセット解析における 標高補正の影響例 (Path474)

標高補正なし

標高補正あり

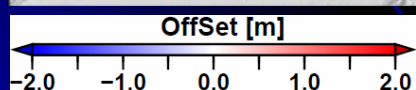


・標高補正を行わない場合、
画像全体のマッチング悪い

・標高補正を行わない場合、
見かけ上の変位境界を生
み出す危険性がある。



「補正なしの結果では、汶
川一茂汶断層に変位境界
が存在するが、補正後は
見られなくなる」



ピクセルオフセット解析において、
標高補正の重要性を示す一例

まとめ

ピクセルオフセット解析により、震源断層近傍(InSARにおける低干渉領域)における地表変位を見積もった。

- 1) レンジ(衛星視線)方向成分において、推定地震断層全領域にわたる地表変位量を抽出することに成功した。
- 2) 北川断層およびその延長線沿いに、変位方向が逆転する明瞭な境界。右横ズレ運動とほぼ整合的。
- 3) 汶川—茂汶・北川・彭灌断層が併走する南東領域においては、北川、彭灌断層にそれぞれ異なる断層運動を示唆する変位境界が確認できるが、汶川—茂汶断層には断層運動を示唆する変位はない。
- 4) 地形補正なしの解析では見かけ上のオフセットが大きく残る。汶川—茂汶断層では断層に沿った見かけ上の変位境界が見られる。