

PALSAR画像から得られた2008年 四川地震による地殻変動

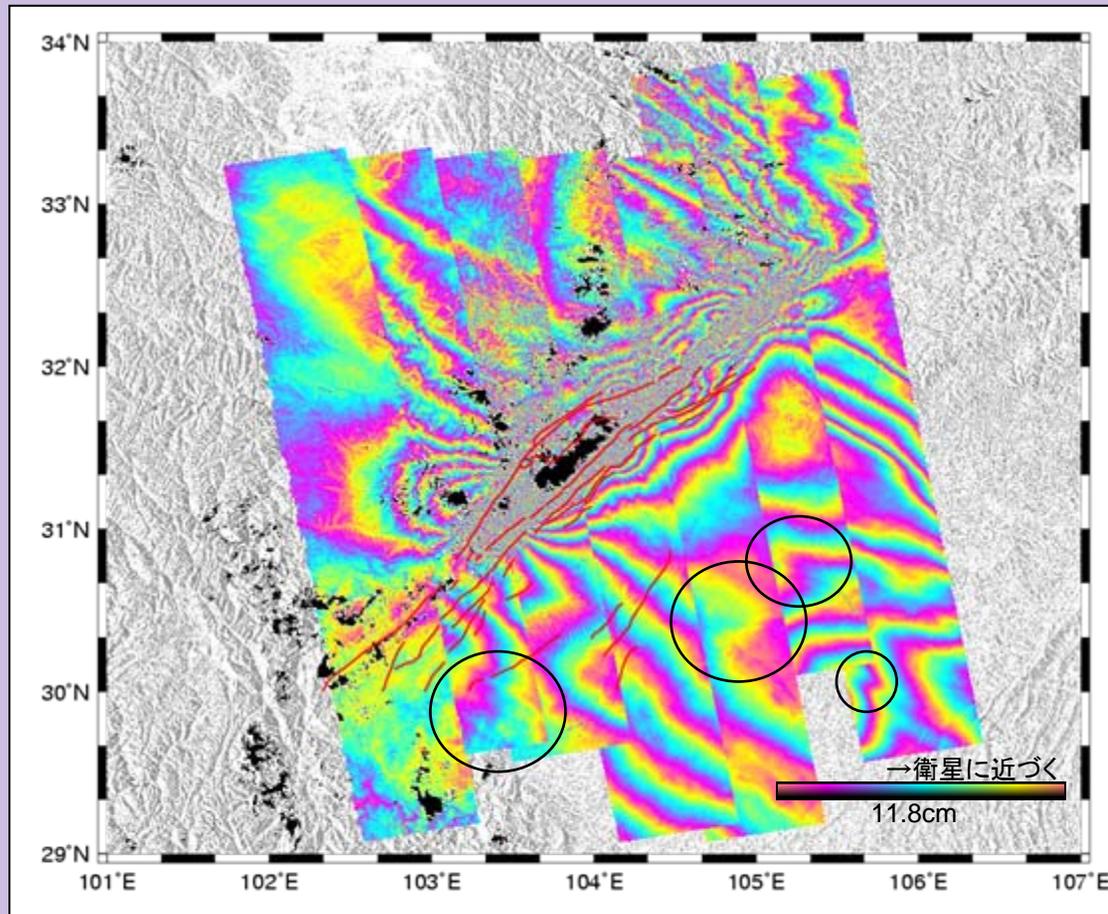
産総研 奥山 哲

Contents

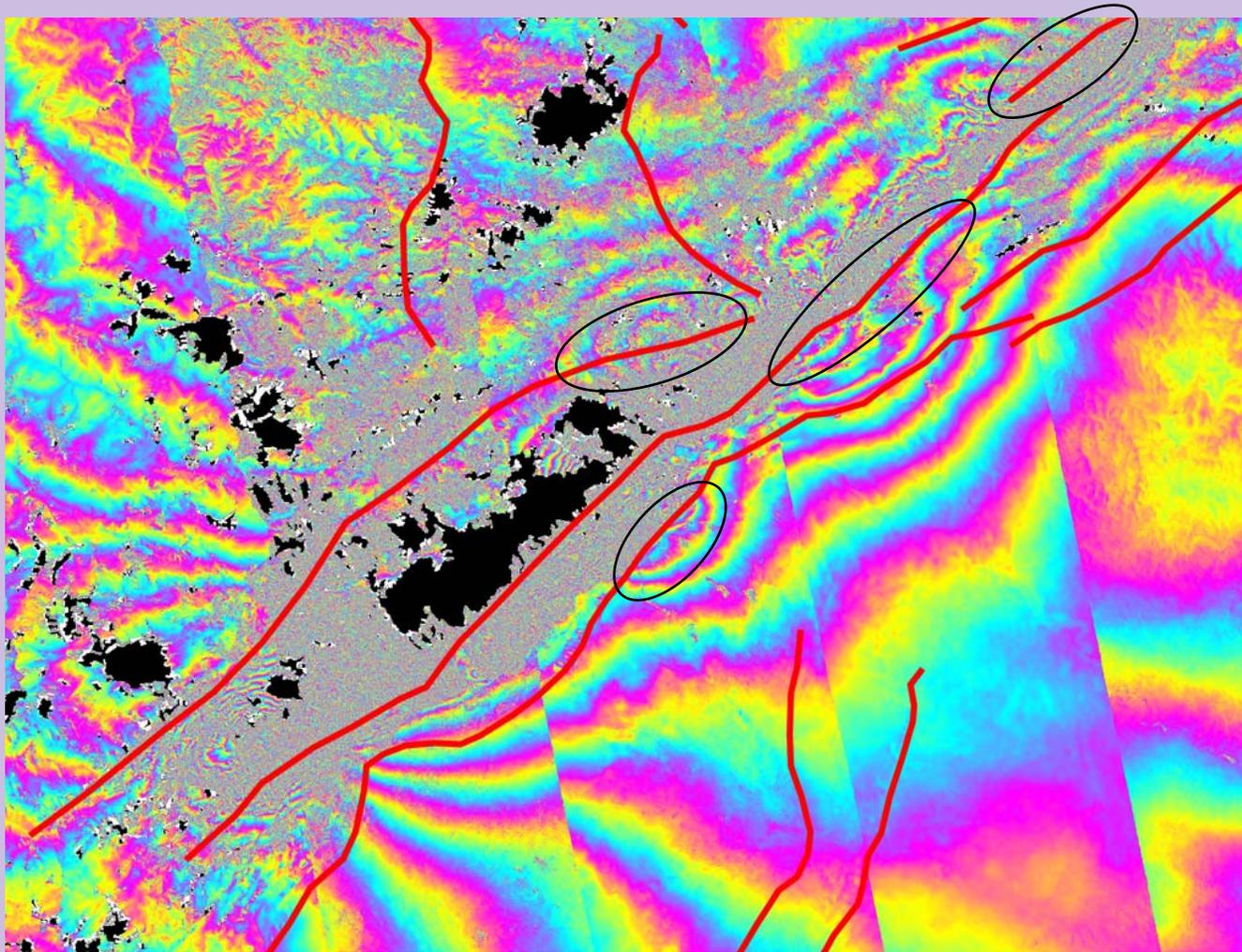
- ・ D-InSAR
- ・ 画像マッチング
- ・ Multiple Aperture Interferometry (MAI)

D-InSAR

- ・パス471～477 (Ascending)
- ・軌道は全て高精度軌道決定値
- ・477(西端)を除いてBaseline再推定なし
- ・赤線はDensmore et al. (2007)による断層位置



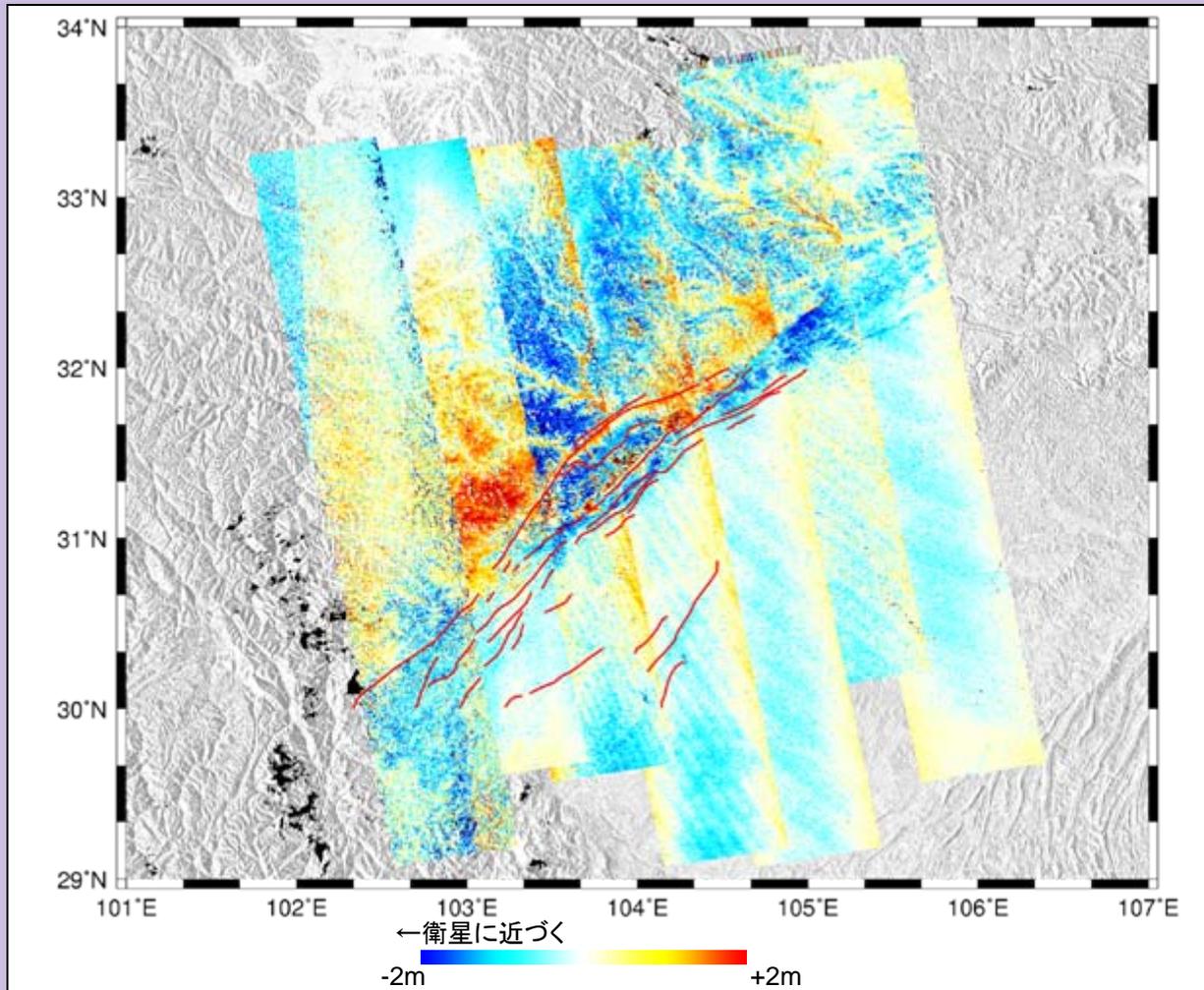
D-InSAR



既知の断層と干渉する領域・しない領域との境界が一致

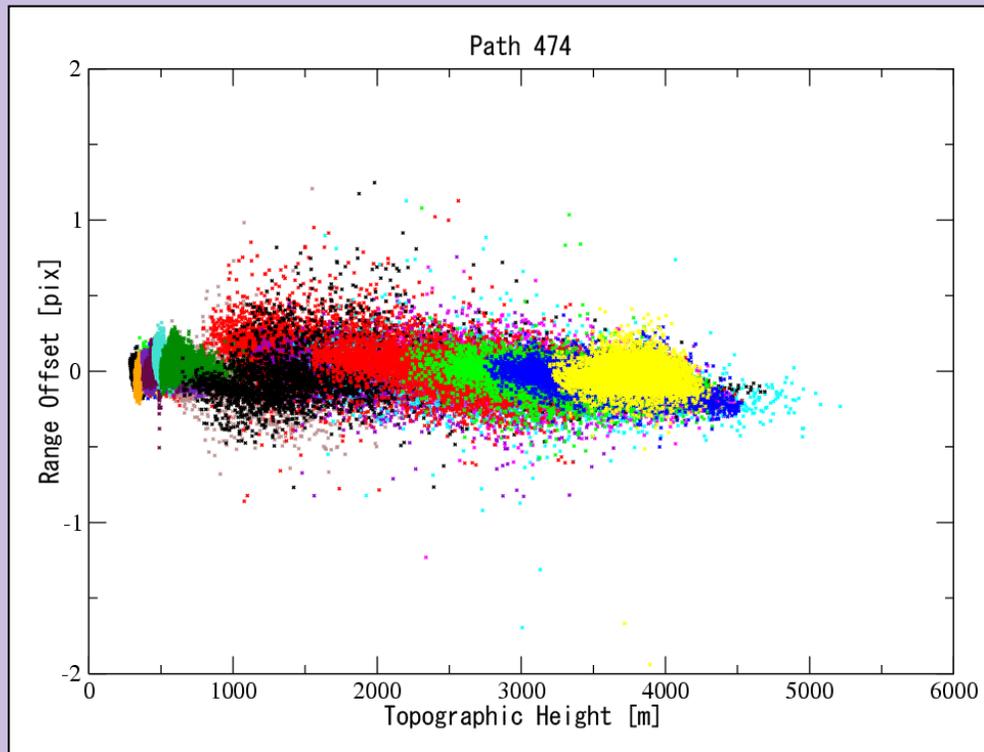
画像マッチング —レンジオフセット—

画像マッチング - レンジオフセット



- ・地形の効果
- ・かまぼこ縞
- ・規則的な縞(向きはパスにより異なる)

画像マッチング – レンジオフセット



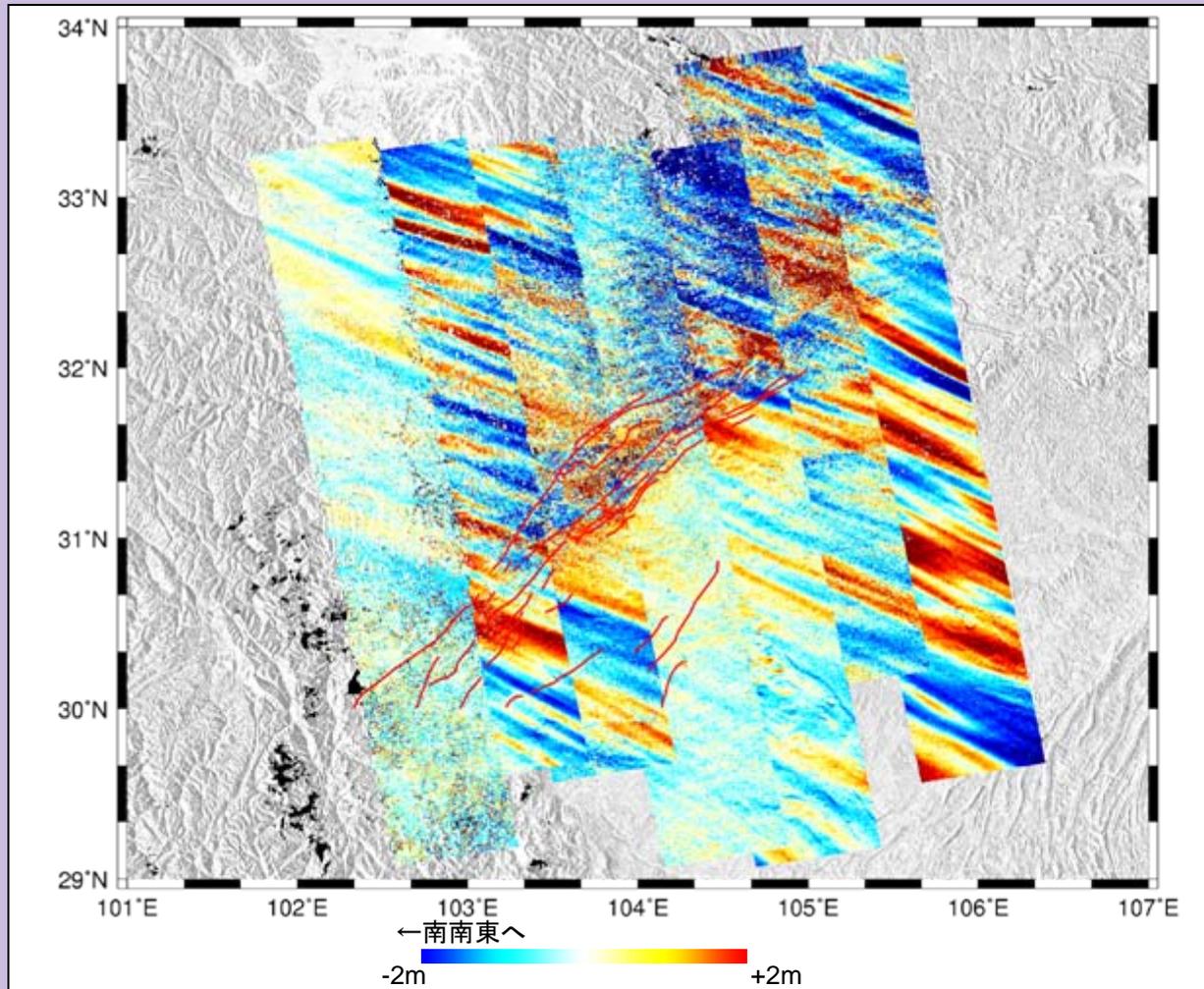
$$x' = A + Bx + Cy + Dxy \quad + Eh \quad + Fx^2 + Gy^2, \quad E = e_0 + e_1x + e_2y$$

デフォルト

標高補正 かまぼこ補正

画像マッチング —アジマスオフセット—

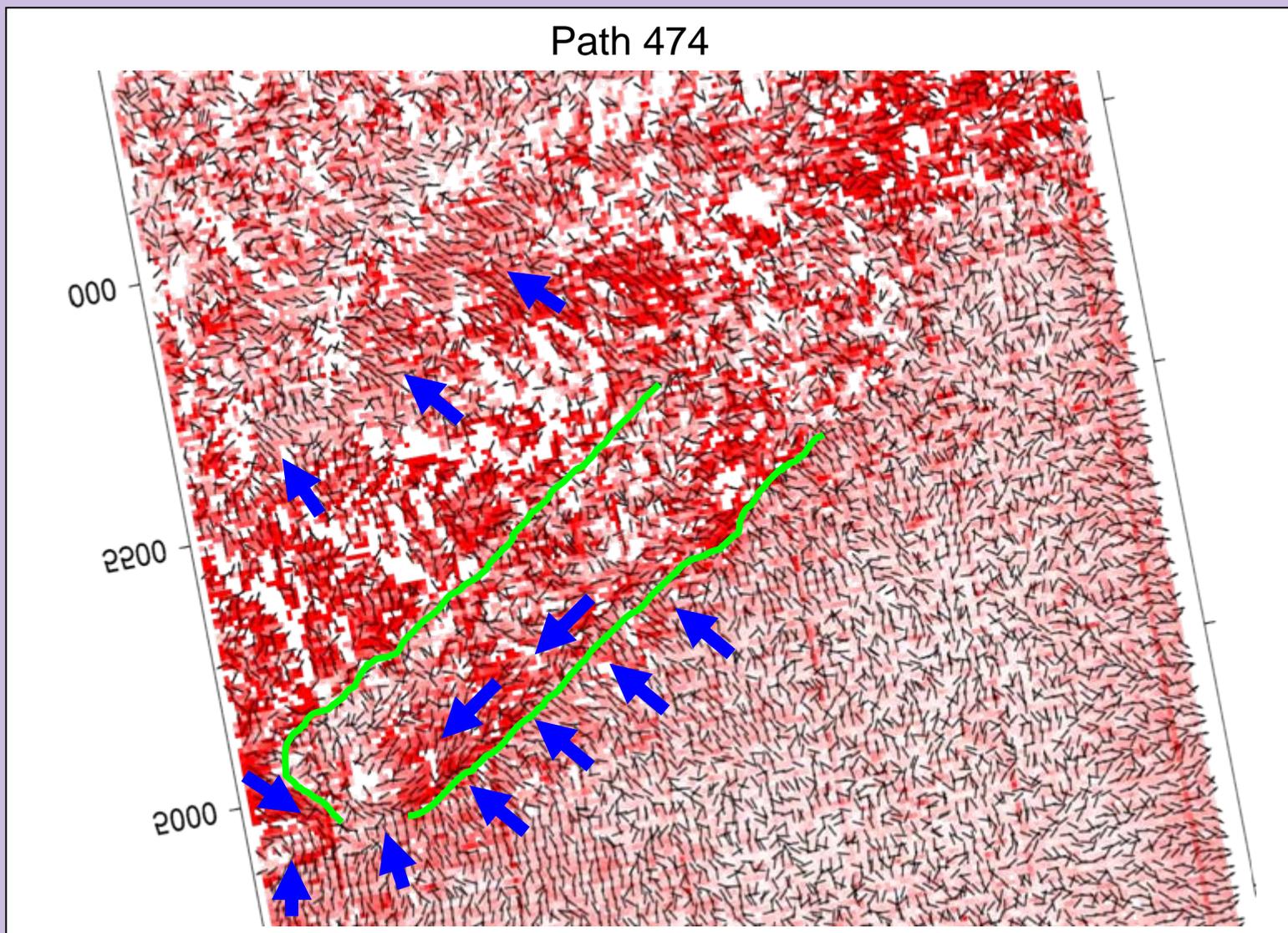
画像マッチング - アジマスオフセット



- ・ほぼ同じ方向に伸びる波長20km弱の縞

画像マッチング - レンジ+アジマスオフセット

Path 474



Multiple Aperture Interferometry

Multiple Aperture Interferometry

$t=t_0$ の周波数 f_0 の成分
+
 $t=t_1$ の周波数 f_1 の成分
+
 $t=t_2$ の周波数 f_2 の成分

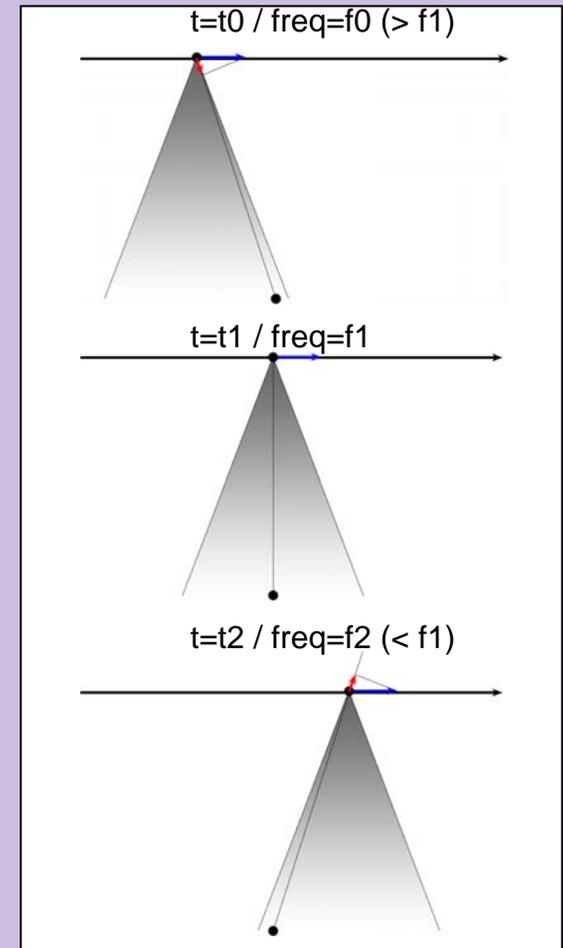
=アジマス圧縮

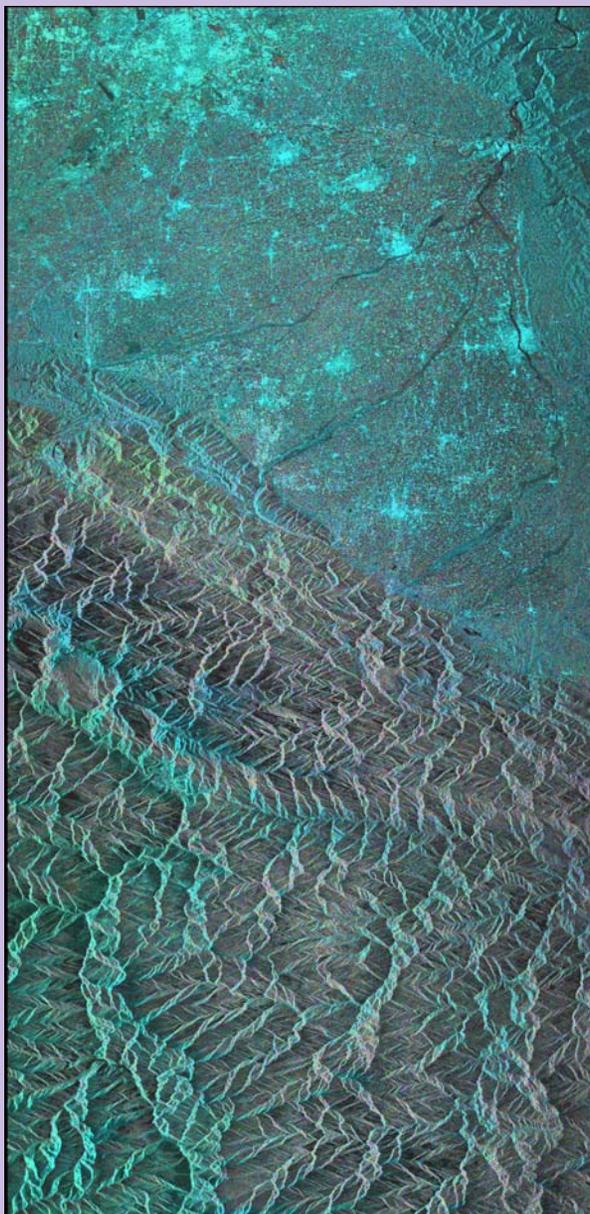


SLCの周波数 f_0 の成分は $t=t_0$ のデータの寄与
SLCの周波数 f_1 の成分は $t=t_1$ のデータの寄与
SLCの周波数 f_2 の成分は $t=t_2$ のデータの寄与



SLCの周波数 f_1 以上の部分だけを見れば前方視画像
SLCの周波数 f_1 以下の部分だけを見れば後方視画像





何も見えませんでした
しかし...

MAI

ビーム幅を θ とすると視線ベクトルは、

前方視: $+\theta/4$

後方視: $-\theta/4$

アジマス方向の地表変位を U とすると、

前方視の位相: $(4\pi/\lambda)U\sin(\theta/4)$

後方視の位相: $(4\pi/\lambda)U\sin(-\theta/4)$

なので、

両者の位相差: $(8\pi/\lambda)U\sin(\theta/4)$

アンテナ長を L とすると、

ビーム幅 θ : λ/L

$\lambda \ll L$ なので

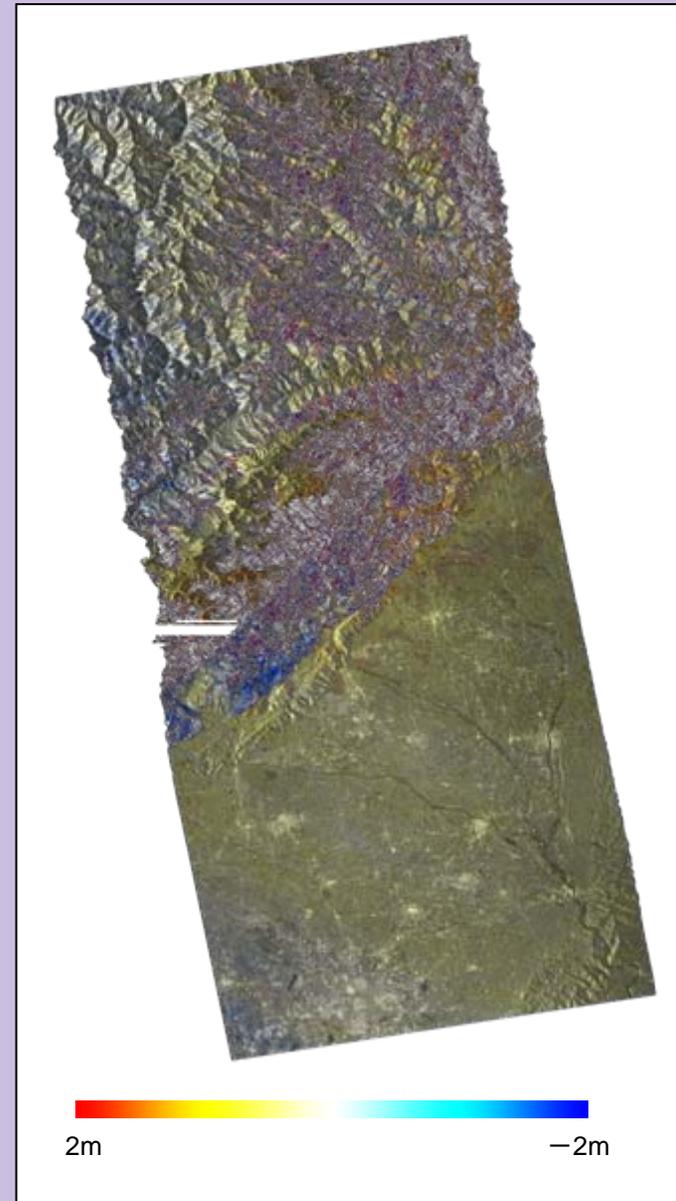
$$\sin(\theta/4) = \sin(\lambda/4L) \doteq \lambda/4L$$

結局、

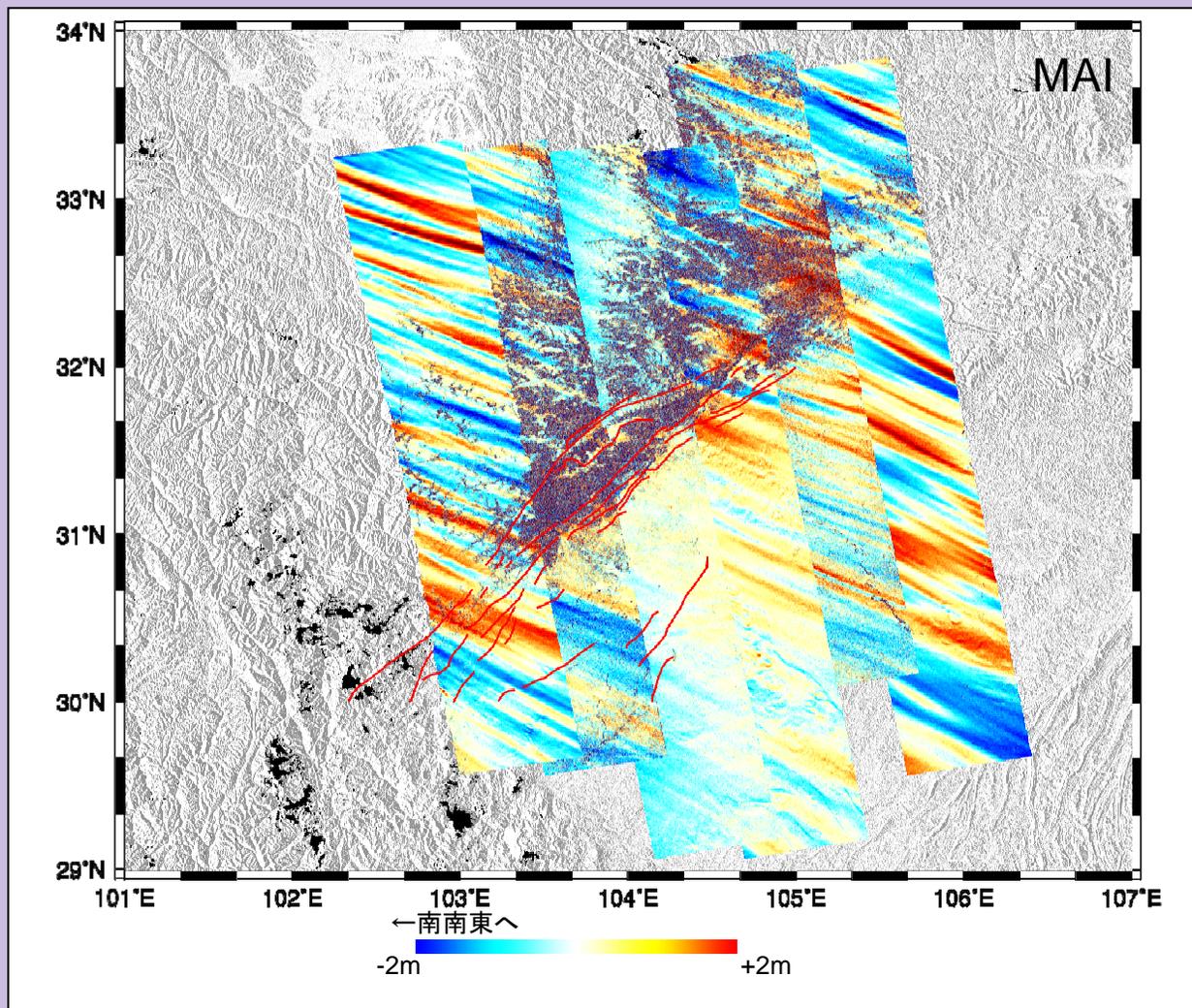
両者の位相差: $(2\pi/L)U$

位相変化 2π に対応する地表変位: L

※ PALSARのアンテナ長: 8.9m

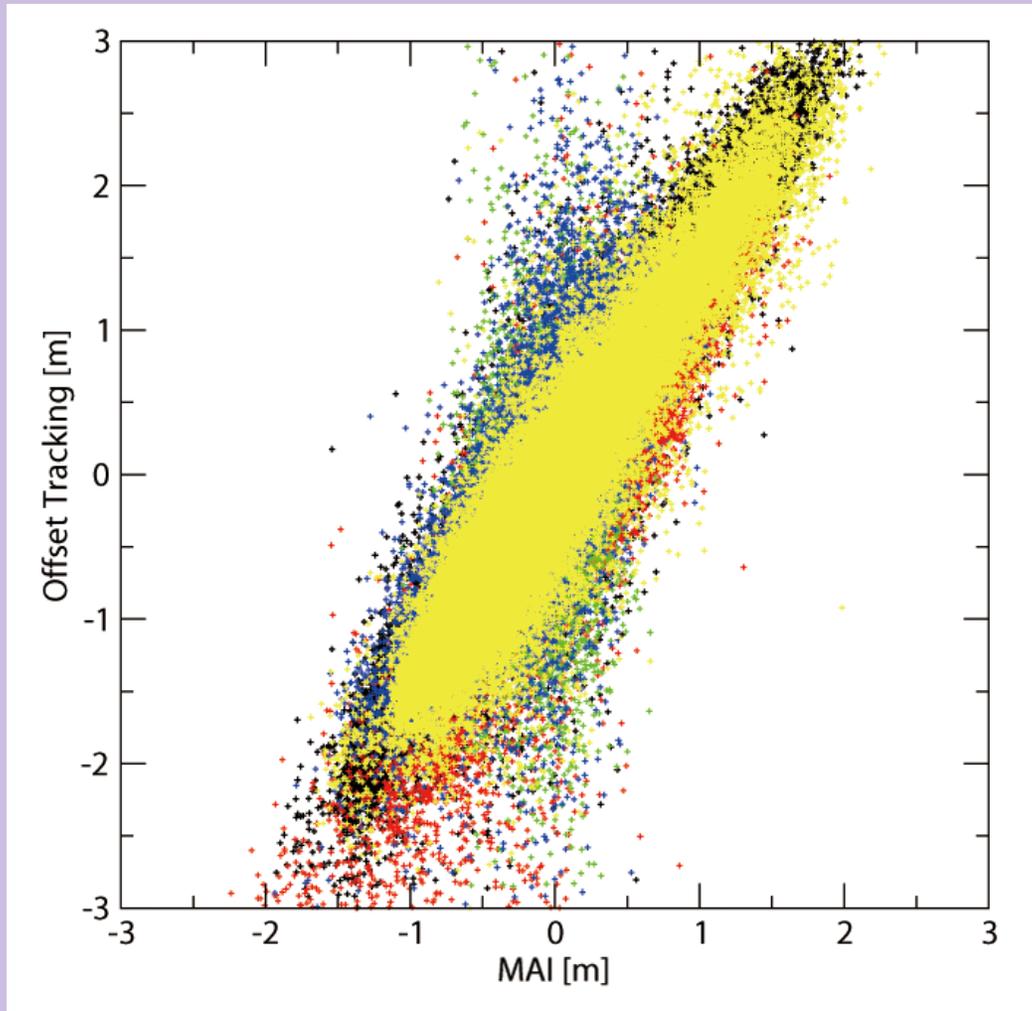


MAI



画像マッチングによるアジマスオフセットと同じ物を見ている

MAI



$$U_{\text{Offset_Tracking}} = 1.4 \times U_{\text{MAI}}$$

MAI & D-InSAR

スクイント角=0の時:

$\phi_b = -\phi_f$ なので、D-InSARによる位相は
 $\phi_f + (-\phi_f) = 0$

スクイント角 $\neq 0$ の時:

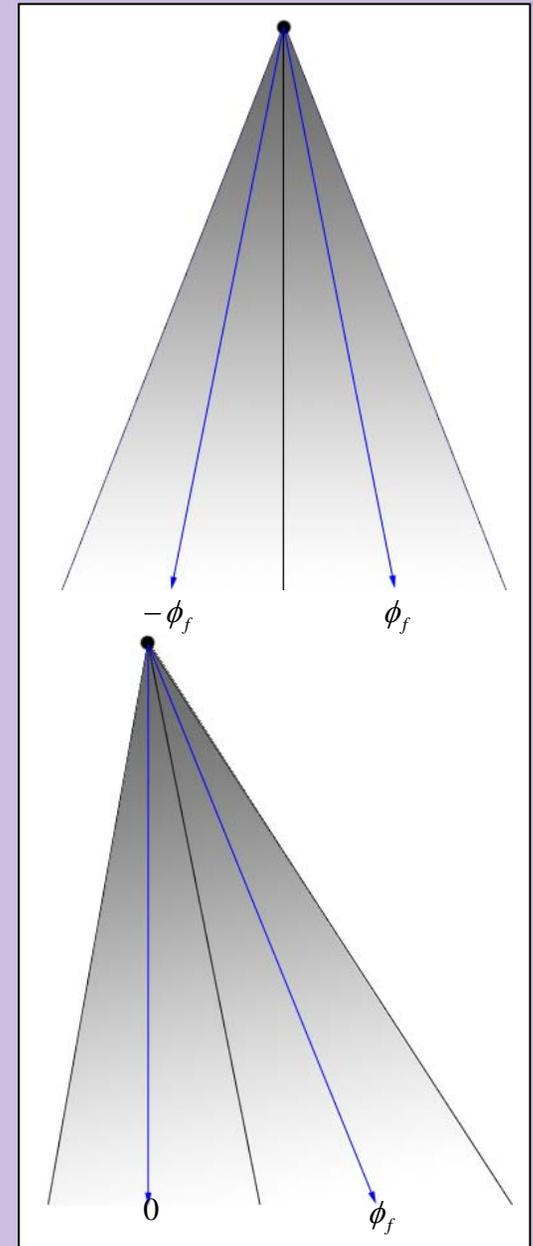
$\phi_b \neq -\phi_f$ なので、D-InSARによる位相 $\neq 0$



スクイント角が0でない場合、アジマス方向の地表
変位がD-InSARに影響する



スクイント角がわかればMAIからそれを補正可能



まとめ

- ・ D-InSAR
 - ・ 干渉する・しない領域の境界は既知の断層とよく一致
 - ・ Baselineの誤差とは考えにくい短波長のトレンドを含む
- ・ 画像マッチング – レンジオフセット
 - ・ 座標変換の多項式に2次の項を追加するとよい
 - ・ 標高の影響をレンジ・アジマス方向に1次で変化するとしてオフセットから推定するだけでは不十分
- ・ 画像マッチング – アジマスオフセット
 - ・ 方位がほぼ等しい波長20km弱の縞が顕著に現れる
 - ・ 位相にも影響があることから、完全な「見かけ上の変動」に見えるため除去は難しい
- ・ MAI
 - ・ 画像マッチングによるアジマス方向の変位とよく一致するが、得られる変位量は画像マッチングによるその約0.7倍
 - ・ スクイント角が0でない場合にはD-InSARの結果にも影響を及ぼすと考えられる