

# 3-4

## ScanSAR-ScanSAR 干涉解析

### ScanSAR-ScanSAR Interferometry

宮脇正典 (NEC 航空宇宙システム), 木村恒一 (NEC)

Masanori Miyawaki (NEC Aerospace Systems), Tsunekazu Kimura (NEC)

要旨.

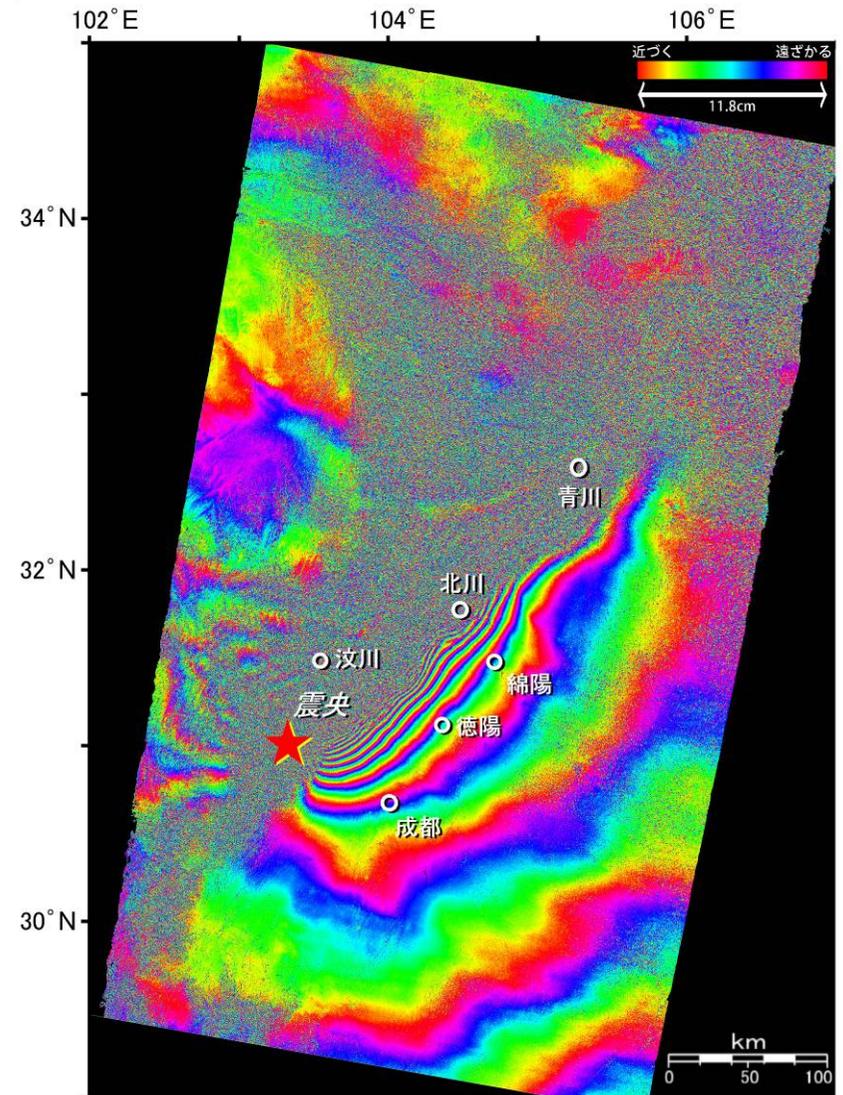
ALOS PALSAR ストリップマップモードによる干涉 SAR 解析により多くの優れた地殻変動解析結果が示されてきた。しかし、ストリップマップモードでは、観測幅が 70km 程度であり、地殻変動範囲が 100km を超えるような巨大地震による地殻変動解析を行うためには、複数パスの解析結果をつなげる必要がある。そのため、広範囲の解析結果を得るために、多くの撮像期間がかかり、また、撮像時期が異なることによる干涉縞の不連続等の不都合が起こりえる。

ScanSAR-ScanSAR 差分干涉技術は、数 100km にわたる広大な範囲を 1 パスの撮像で得られ、広範囲の地殻変動解析を行う上で非常に優れた手法である。しかし、ScanSAR-ScanSAR 干涉では、干涉ベースライン条件、バーストオーバーラップ条件、地形起伏の影響等、不利な点も多い。

図 1 は、2008 年中国汶川地震による ScanSAR-ScanSAR 干涉結果である。断層付近で干涉縞が不明瞭な部分はあるが、比較的全域にわたり良好な干涉縞が得られている。一方、図 2 は、2011 年東北地方太平洋沖地震における ScanSAR-ScanSAR 干涉解析の例である。平地では干涉しているものの、山間部での干涉縞が得られないという残念な結果であった。

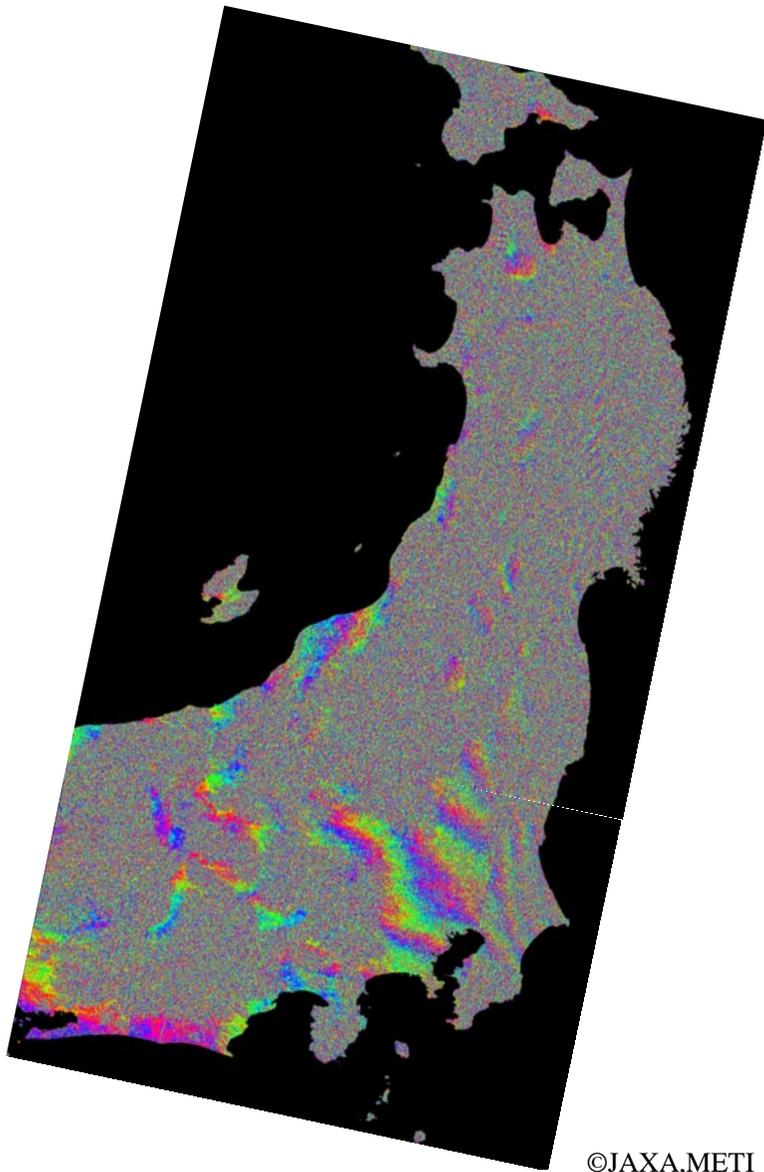
本講演では、PALSAR データを用いた多くの ScanSAR-ScanSAR 解析の結果に基づき、ScanSAR-ScanSAR 干涉における適切な撮像条件について考察する。さらに、ALOS2 での ScanSAR-ScanSAR 干涉解析への期待について述べる。

本研究成果は、地震 WG での活動によるものであり、防災利用実証実験に基づいて提供されたデータを解析して得られたものである。



©JAXA, METI 解析 NEC

図 1. ScanSAR-ScanSAR 干涉結果の例 (2008 年中国汶川地震)



©JAXA,METI 解析 NEC

図 2. ScanSAR-ScanSAR 干渉結果の例(2011 年東北地方太平洋沖地震)

# ScanSAR-ScanSAR干涉解析

## ScanSAR-ScanSAR Interferometry

**宮脇 正典**(NEC航空宇宙システム)、**木村 恒一**(NEC)  
M.Miyawaki (NEC Aerospace Systems), T.Kimura (NEC)

2012/9/13

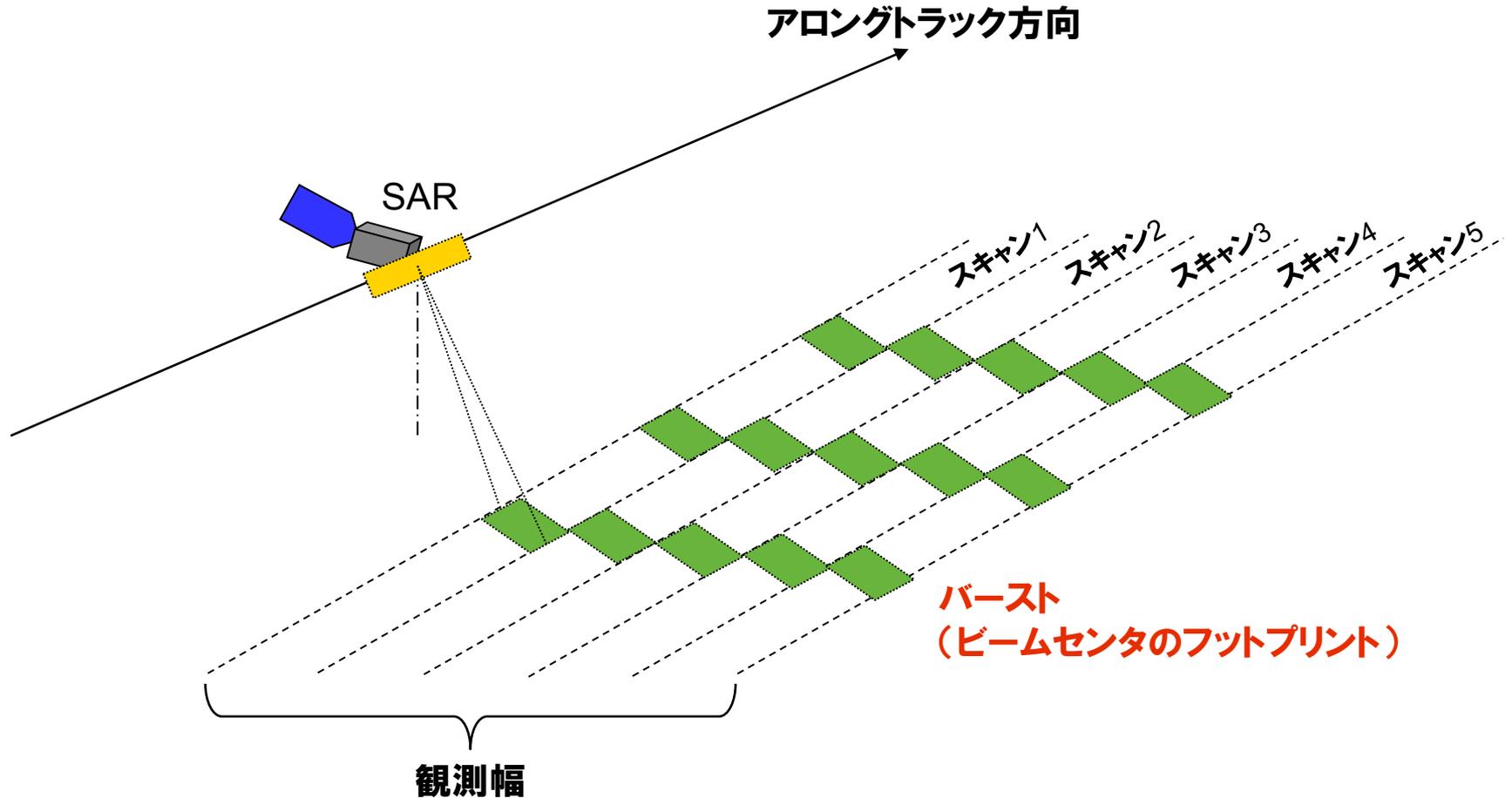
京都大学防災研究所一般研究集会「SAR研究の新時代に向けて」

# 干渉SAR解析における観測モードによるメリット・デメリット

観測モード	高分解能モード (Stripmap-Mode)	広観測域モード (ScanSAR-Mode)
観測幅	40～70km (※PALSARの場合)	250～350km (※PALSARの場合)
メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>分解能、S/Nが高く、詳細な地殻変動が検出可能。</li> <li>観測頻度が高く、干渉ペアが得られやすい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>観測幅が広く、広範囲の地殻変動を1パスでカバーできる。</li> <li>広範囲にわたり位相の連続した干渉縞を得られる。</li> <li>広範囲の変動を少ない労力で解析できる。</li> </ul>
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>観測幅が狭く、広範囲の地殻変動を1パスでカバーできない。</li> <li>複数パスの結果を組み合わせるにより広範囲の処理は可能であるが、位相の不整合が生じてしまう。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>分解能、S/Nが低く、細かい地殻変動パタンの検出は困難。</li> <li>観測頻度が低く、干渉ペアが得にくい。</li> <li>観測時にアロングトラック方向のタイミングを合わせる特殊な観測が必要。(バーストオーバーラップ)</li> <li>地形起伏により干渉性が劣化する場合が多い。</li> </ul>

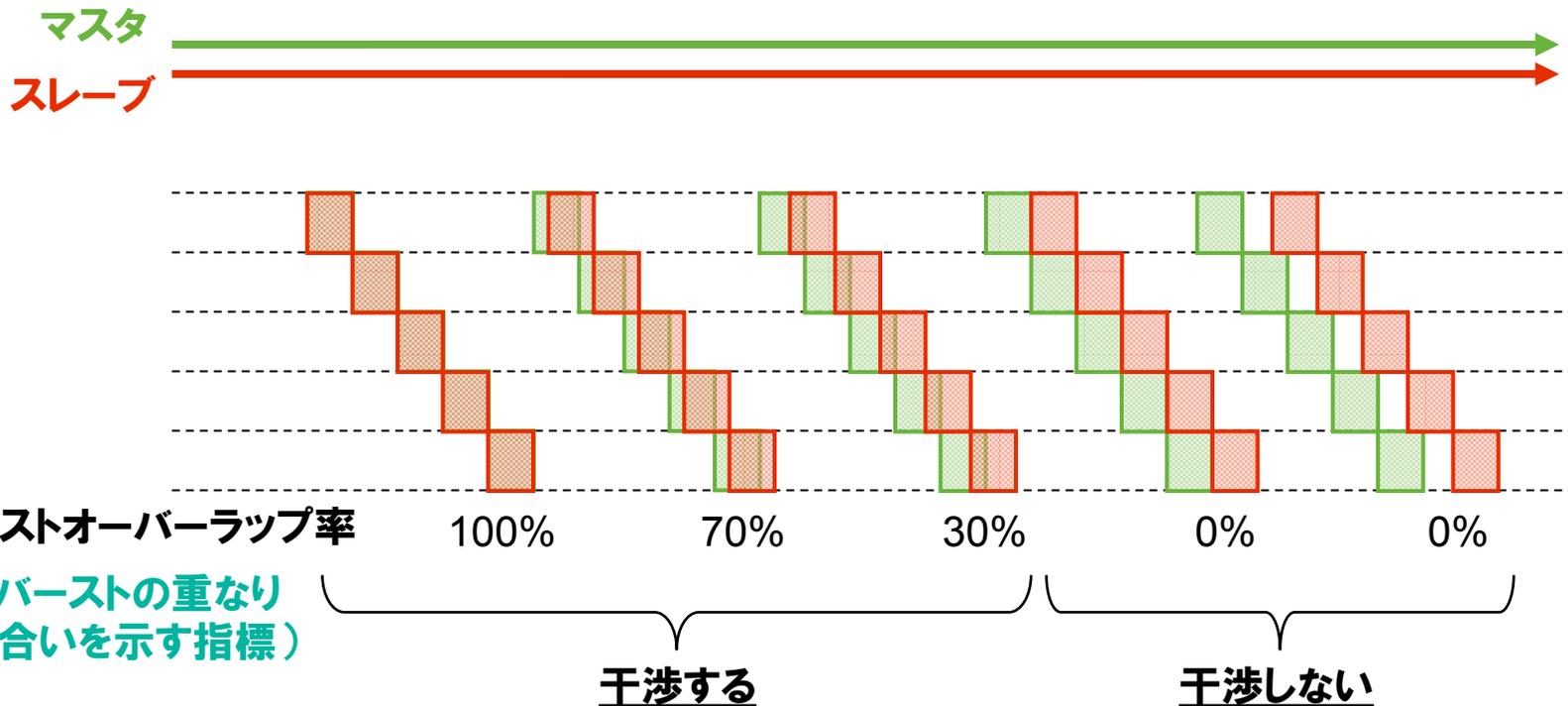
# バーストタイミングについて①

## ScanSARモードの観測方式



# バーストタイミングについて②

## ScanSARモードの干渉条件



- ・ 観測エリアが同じでも、バーストがオーバーラップしていないと干渉しない
- ・ PALSARでは通常、観測においてアロングトラック方向のタイミングを考慮していないため、干渉するかどうかはデータ入手、処理をしてみないとわからない

# 目的および処理データ

ScanSAR-ScanSAR干渉解析のための条件は何か？

ScanSAR-ScanSAR干渉解析における問題点は何か？

55データ、100干渉ペアについて調査

ニューギニア(2007/1/28-2009/12/21、11データ、55ペア)

北海道(2007/2/14-2010/1/7、6データ、15ペア)

東北(2007/6/20-2009/6/25、4データ、6ペア)

関東(2006/7/4-2009/7/12、6データ、15ペア)

2008中国汶川地震(2008/1/3 – 2008/5/20、2ペア)

2010ハイチ地震(2009/9/26 – 2010/2/11、1ペア)

2010チリ地震(2008/4/10 – 2010/3/1、3ペア)

2011東北太平洋沖地震(2010/6/28 – 2011/3/31、3ペア)

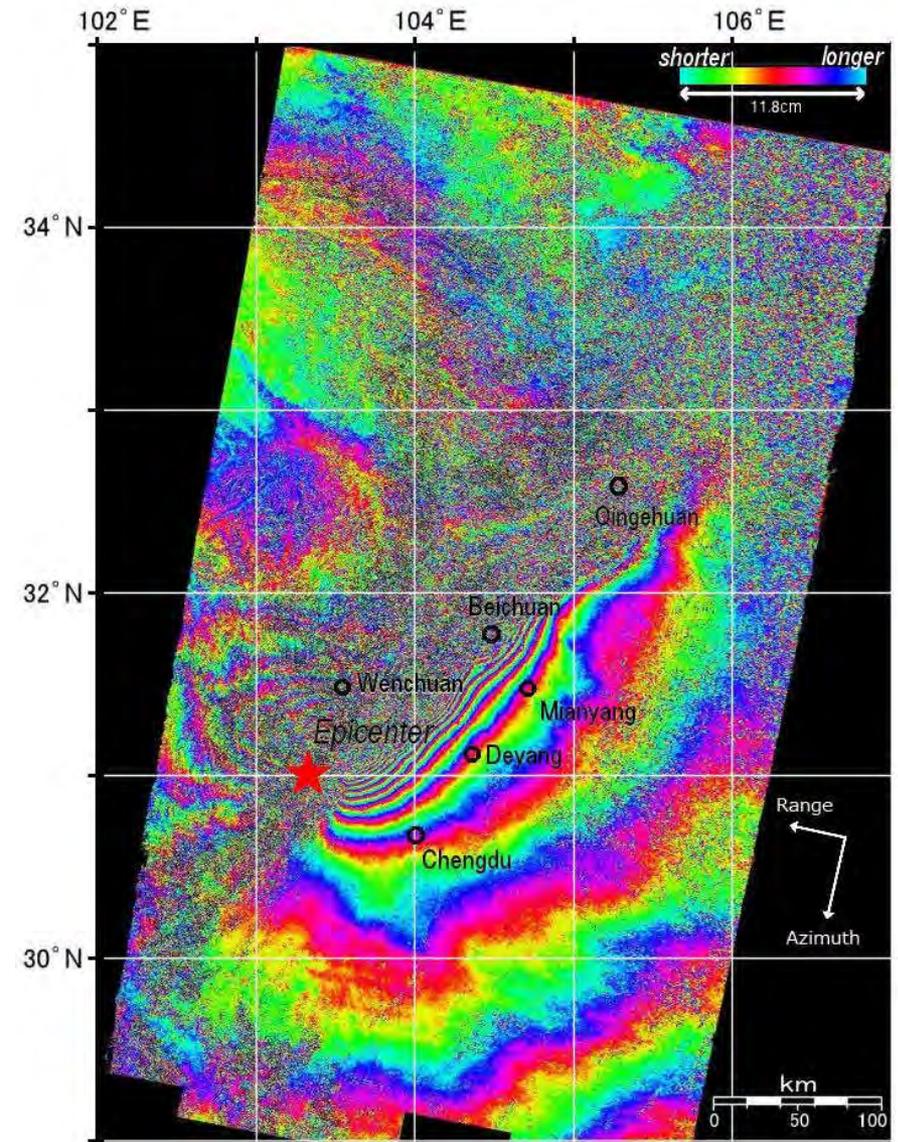
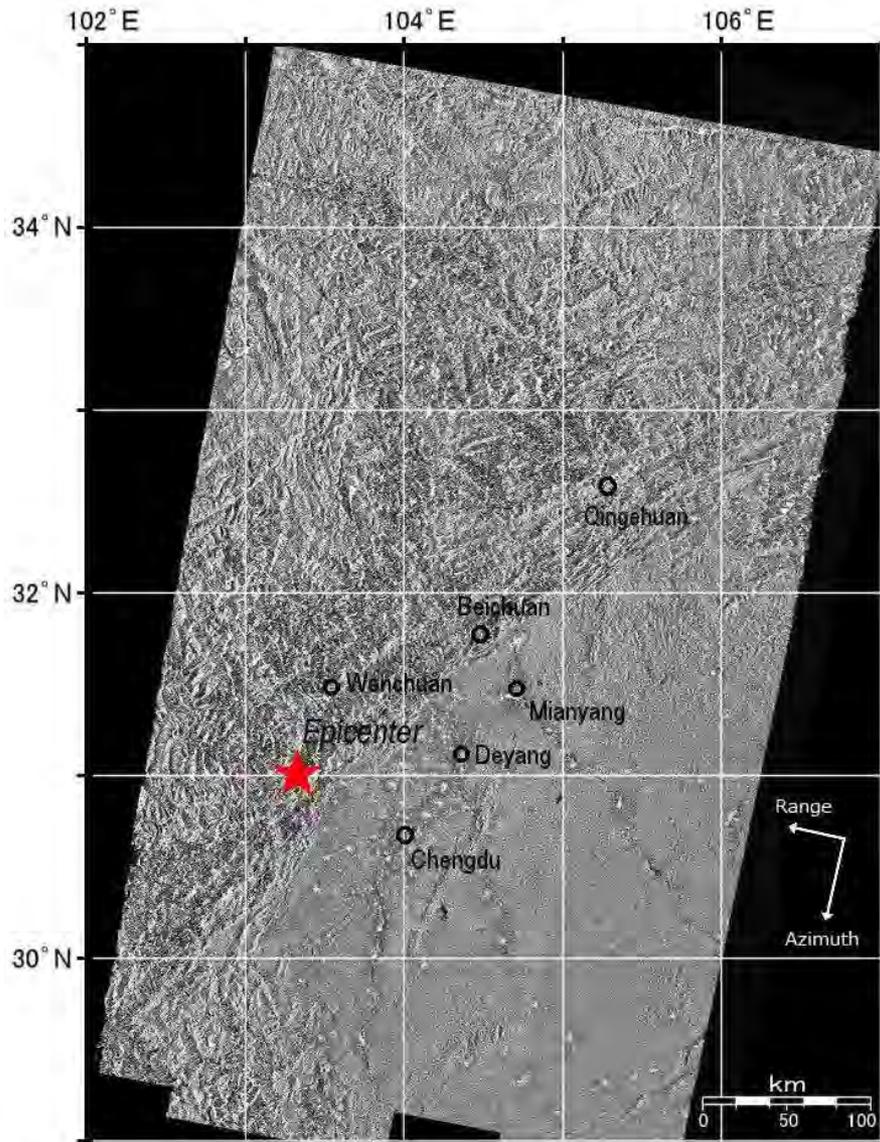
再生処理手法

フルアパーチャ法

# ALOS PALSAR による ScanSAR-ScanSAR干渉結果の例

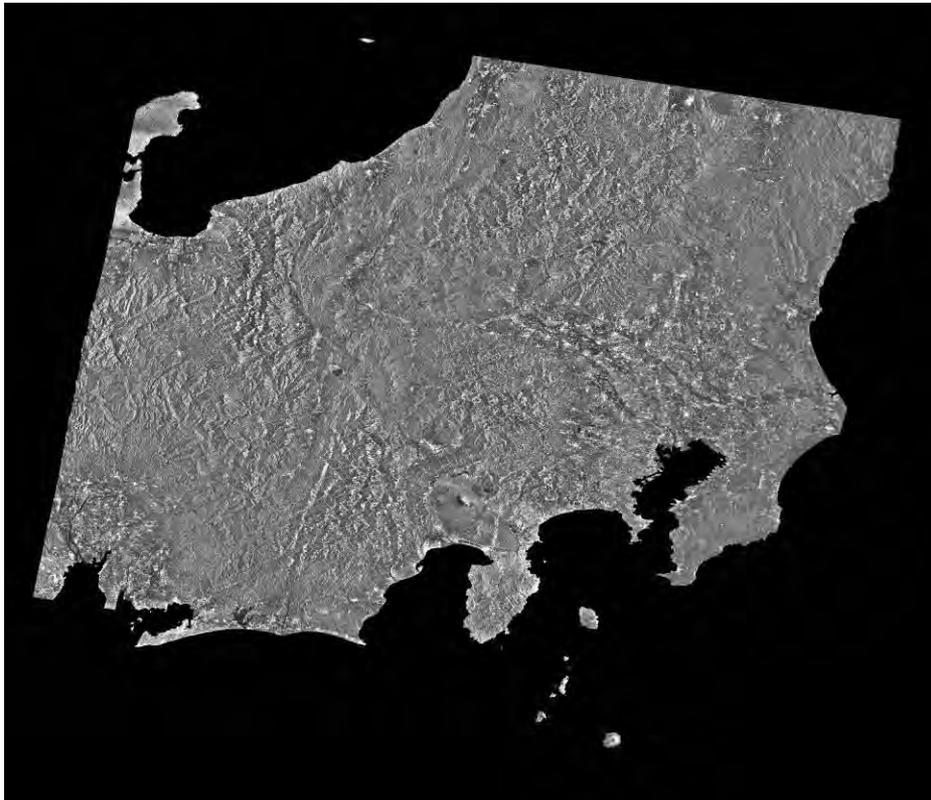
# 2008汶川地震 処理結果

ベースライン: 477 - 556m  
干渉期間: 138日  
オーバーラップ率 (Scan3) : 78%

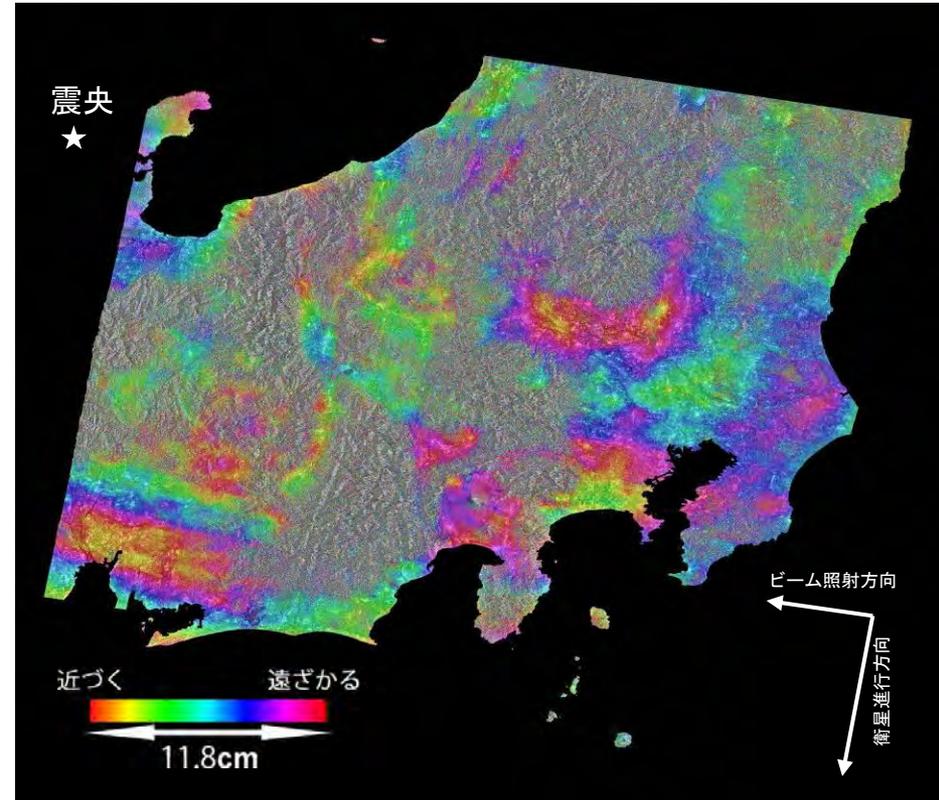


# 関東・中部地方 干渉処理結果

2007年能登半島地震 (2007/3/25) の地震前後のペア



2006/7/14 振幅画像

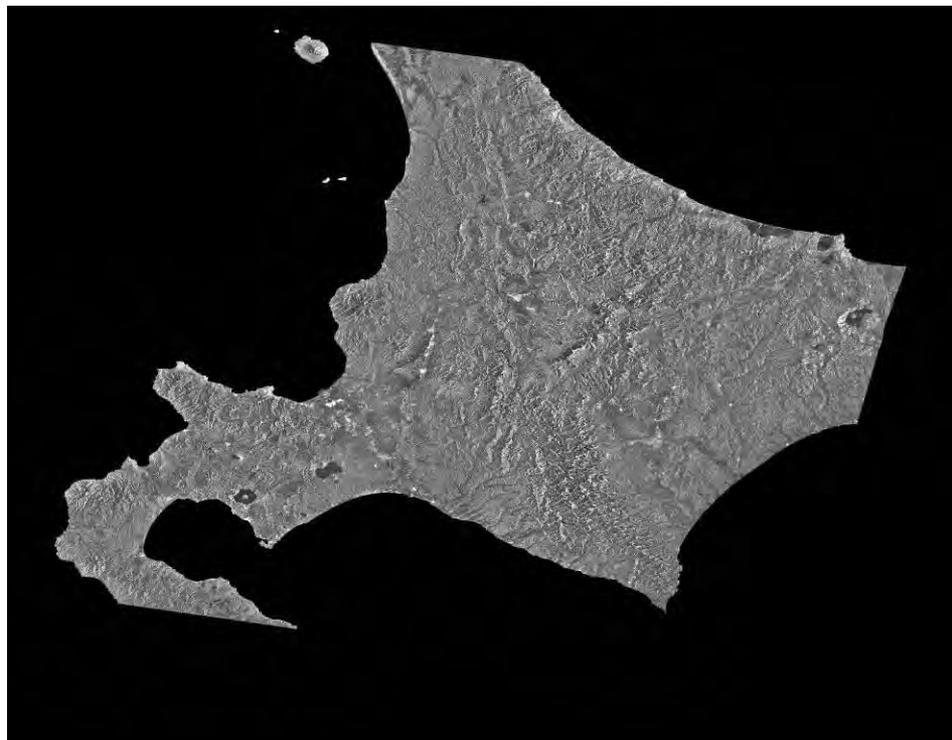


2006/7/14-2007/7/17 差分干渉SAR画像

- 平地では干渉している
- 大気、電離層に起因する縞がみえる

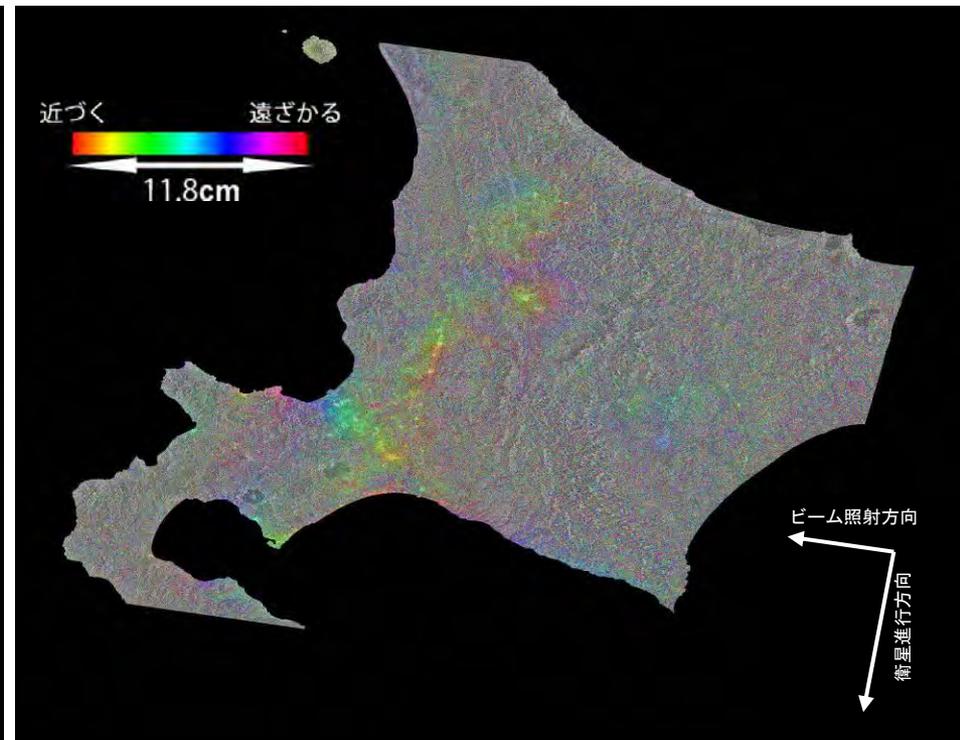
ベースライン: 632.50m  
干渉期間: 368日  
オーバーラップ率 (Scan3): 58%

# 北海道 干渉処理結果



2007/2/14 振幅画像

- 山地の干渉性が悪い
- コヒーレンスが低い



2007/2/14-20010/1/7 差分干渉SAR画像

※ 残存軌道縞の除去なし

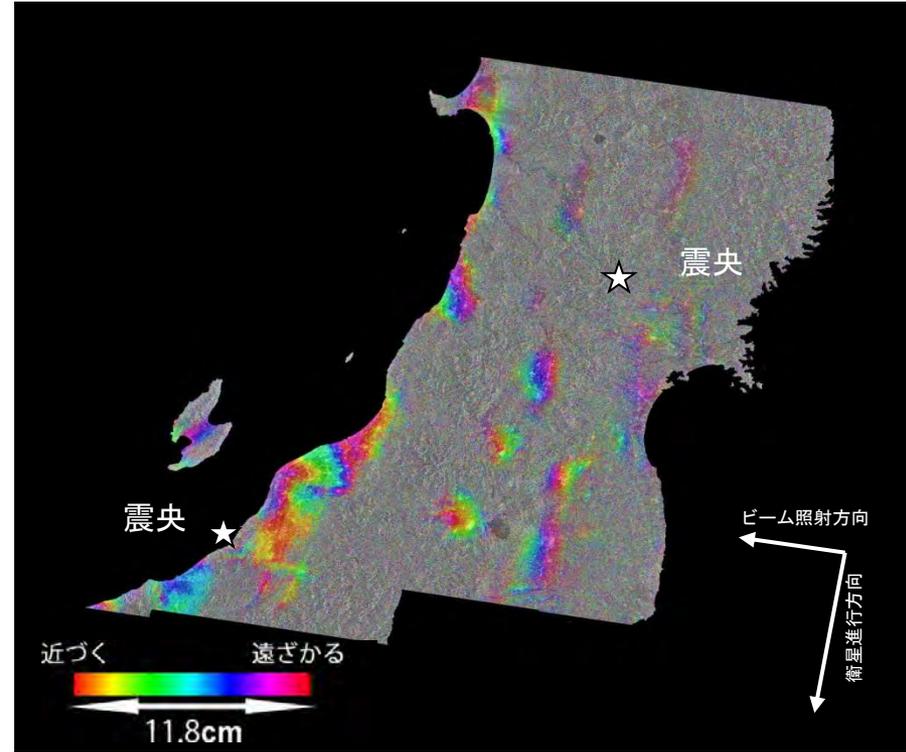
ベースライン: 1133.93m  
干渉期間: 1058日  
オーバーラップ率(Scan3): 91%

# 東北・新潟地方 干渉処理結果

2007年新潟県中越沖地震 (2007/7/16)  
2008年岩手・宮城内陸地震 (2008/6/14)の地震前後のペア



2007/6/20 振幅画像



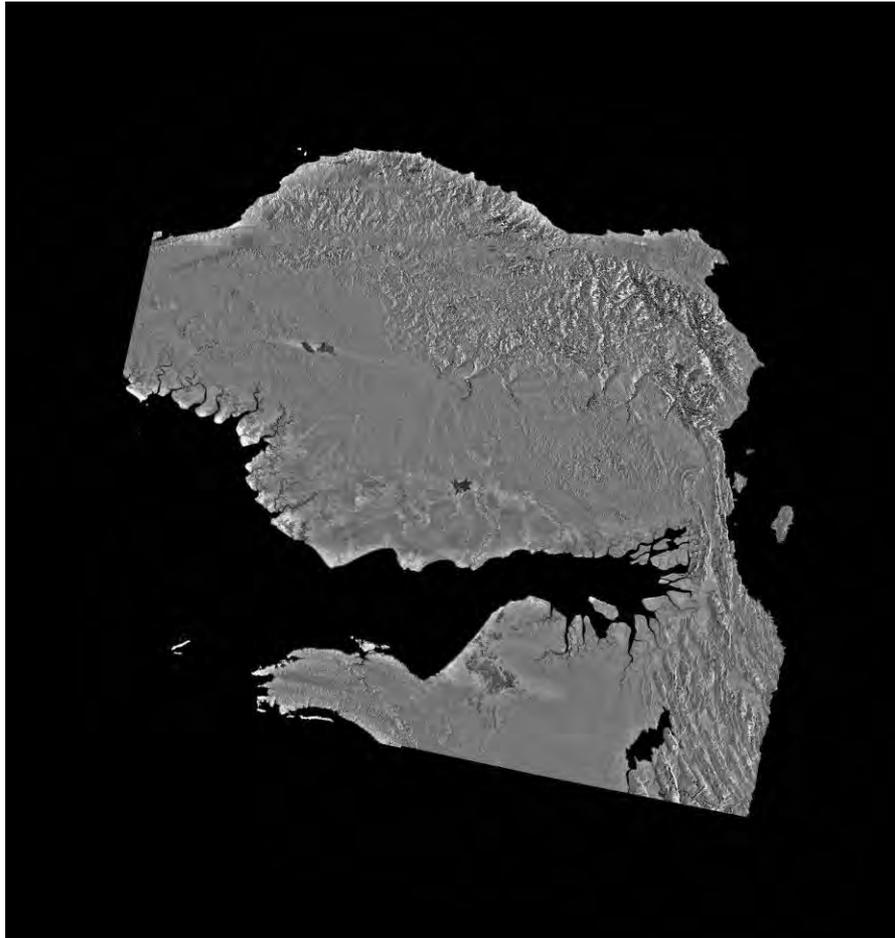
2007/6/20-2009/2/7 差分干渉SAR画像

※ 残存軌道縞の除去なし

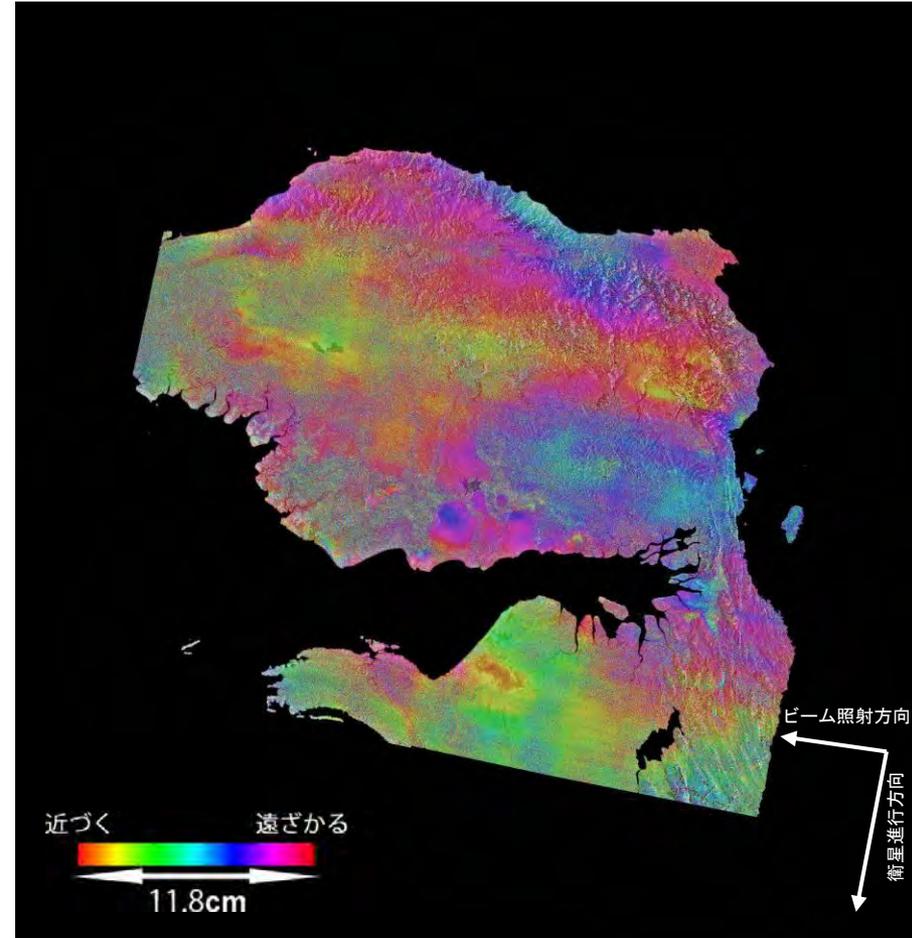
- 山地で干渉していない
- 残念ながら、地震による地殻変動は捉えられていない

ベースライン: 1908.28m  
干渉期間: 598日  
オーバーラップ率 (Scan3): 85%

# インドネシア(ニューギニア) 干渉処理結果①



2007/9/15 振幅画像

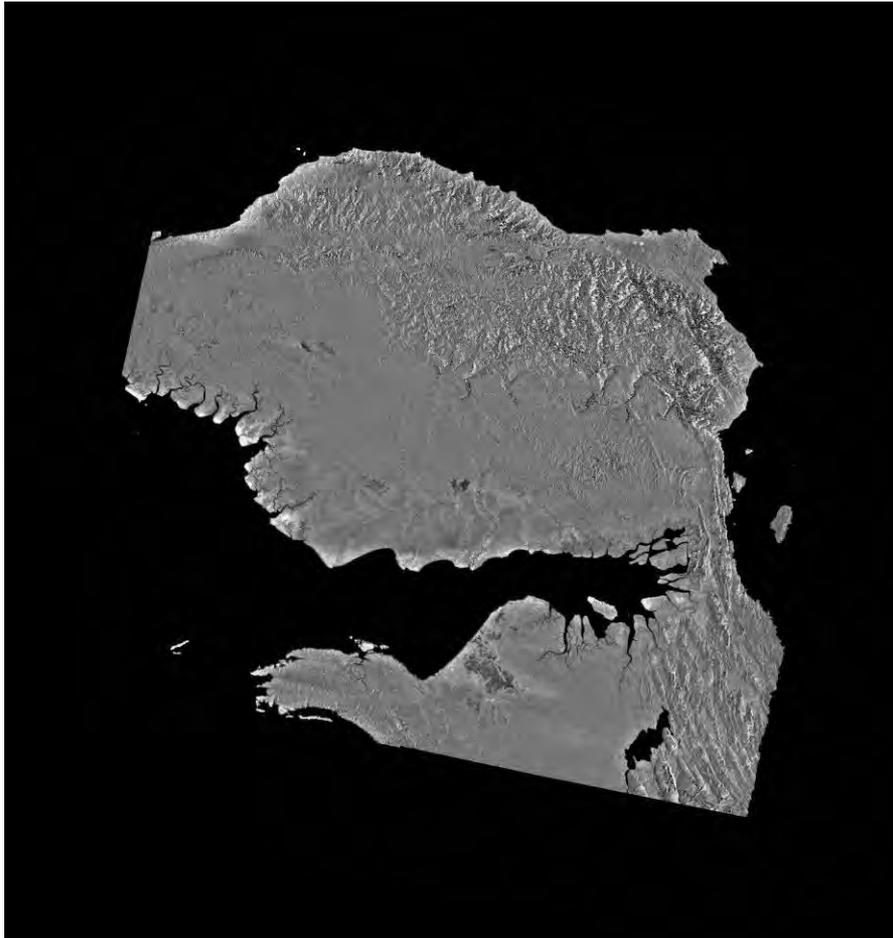


2007/3/15-2007/9/15 差分干渉SAR画像

・大気、電離層に起因する縞がみられる

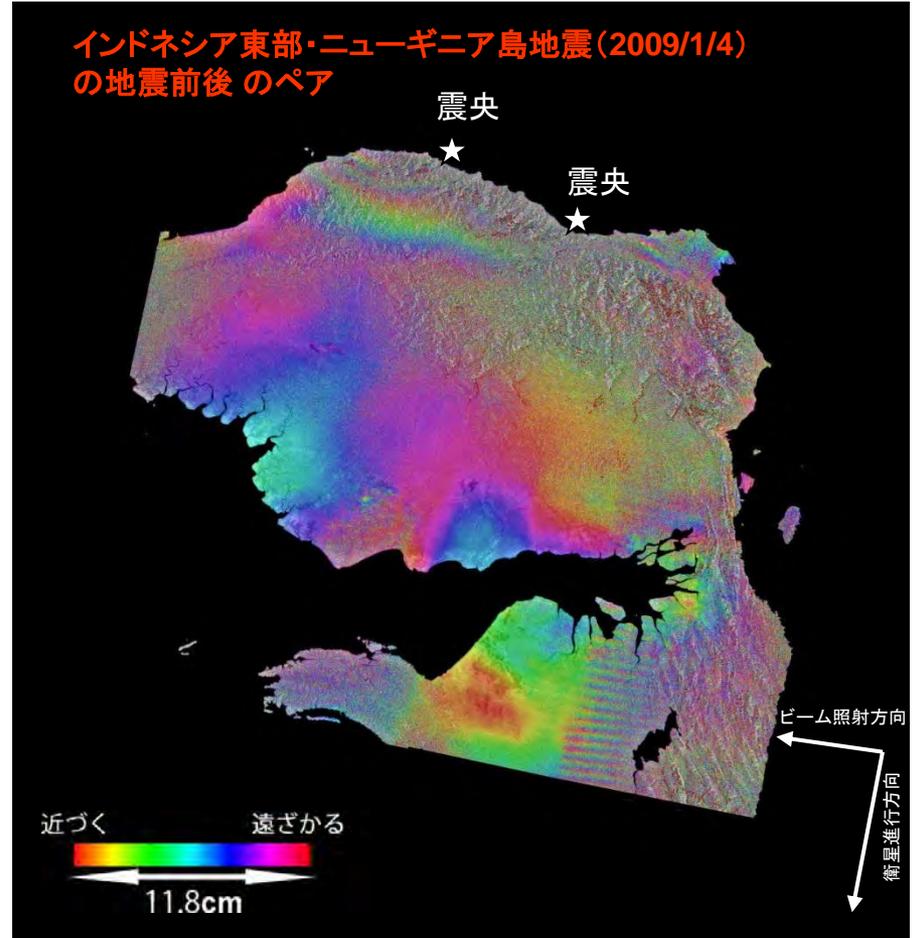
ベースライン: 25.43m  
干渉期間: 184日  
オーバーラップ率(Scan3): 58%

# インドネシア(ニューギニア) 干渉処理結果②



2009/12/21 振幅画像

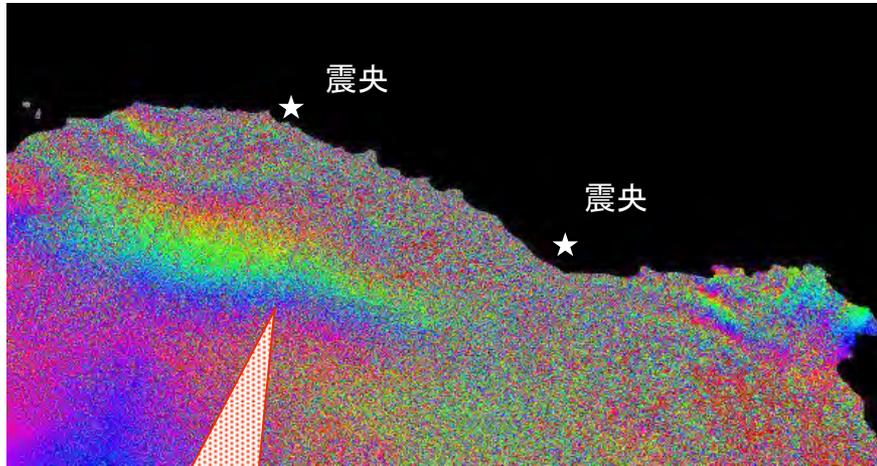
- 山地での干渉が悪い
- 大気、電離層に起因する縞がみられる



2007/12/16-2009/12/21 差分干渉SAR画像

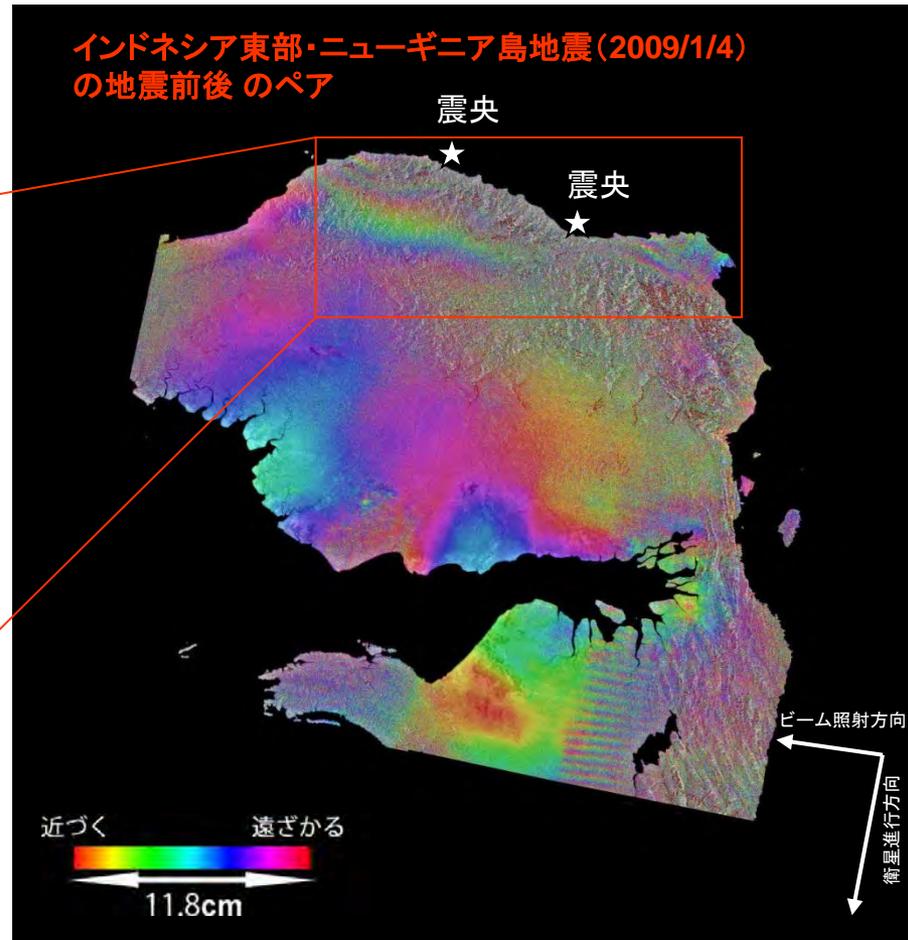
ベースライン: 301.53m  
干渉期間: 736日  
オーバーラップ率(Scan3): 81%

# インドネシア(ニューギニア) 干渉処理結果②



拡大図

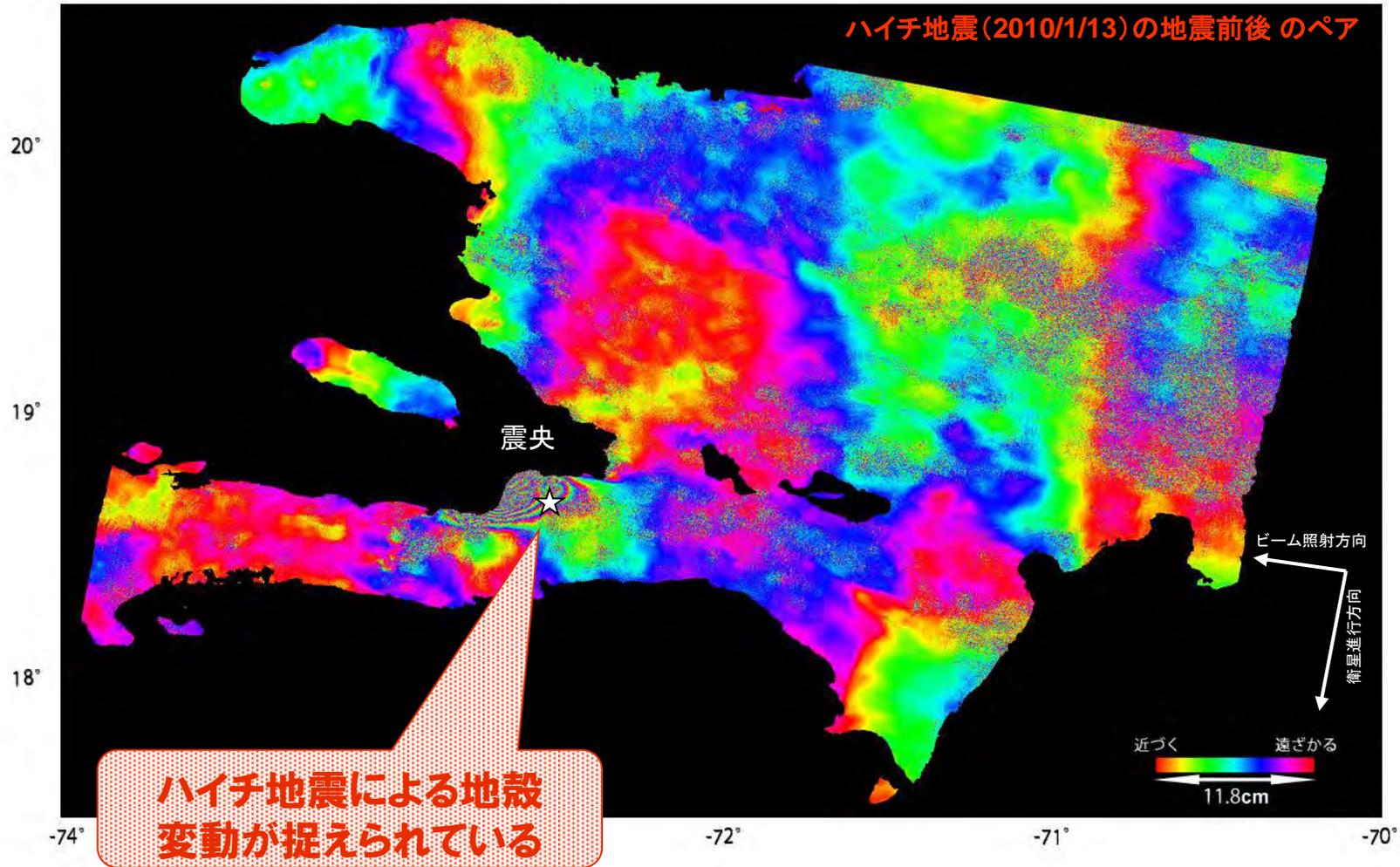
はっきりはしていないが、  
ニューギニア島地震による  
変動が捉えられている



2007/12/16-2009/12/21 差分干渉SAR画像

ベースライン: 301.53m  
干渉期間: 736日  
オーバーラップ率(Scan3): 81%

# 2010ハイチ地震 干渉処理結果



2009/9/26-2010/2/11 差分干渉SAR画像

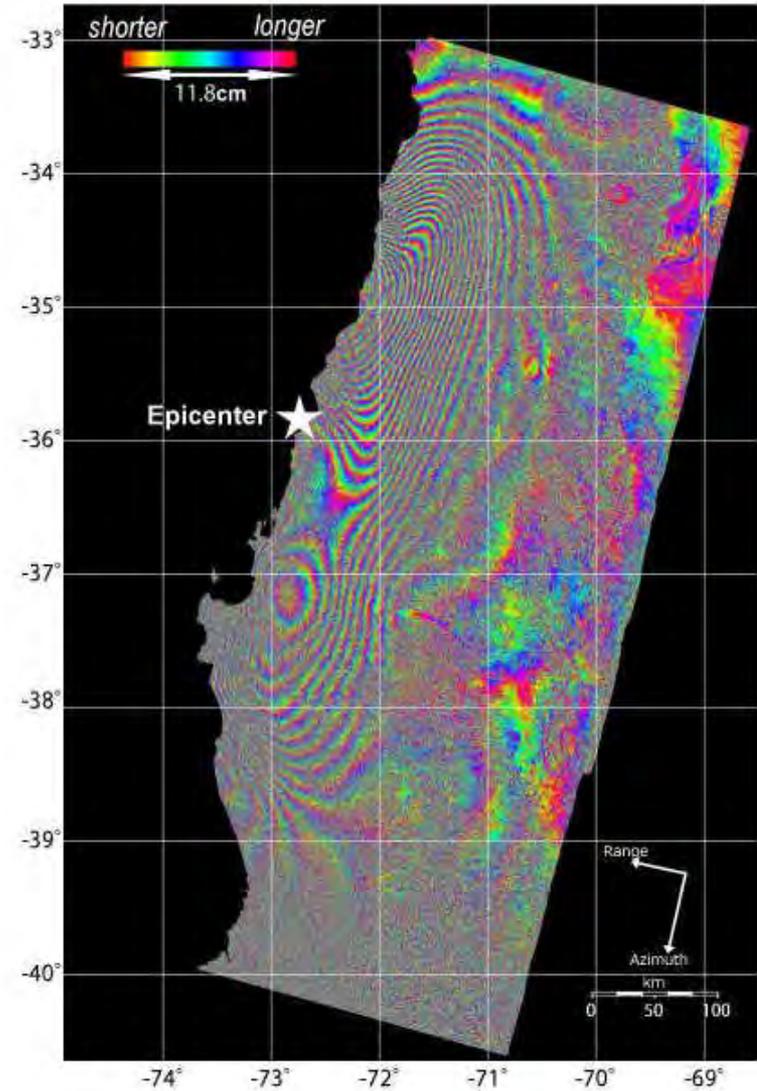
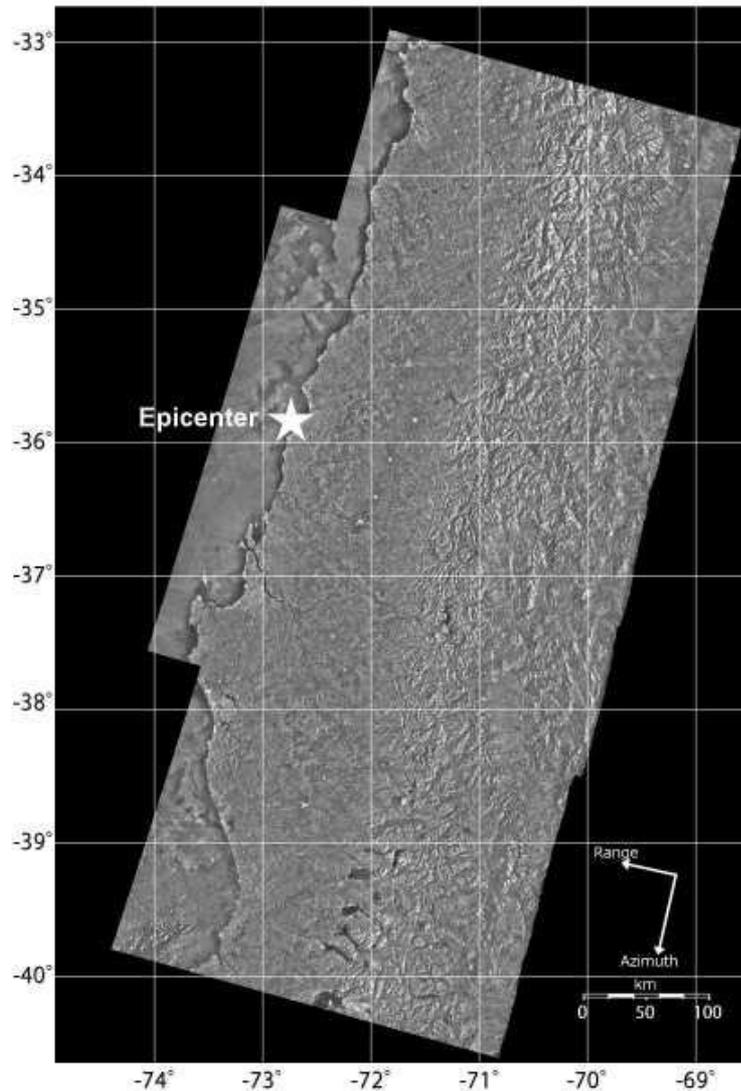
・大気、電離層に起因する縞がみえる

ベースライン: 185.83m  
干渉期間: 138日  
オーバーラップ率(Scan3): 40%

# チリ 干渉処理結果

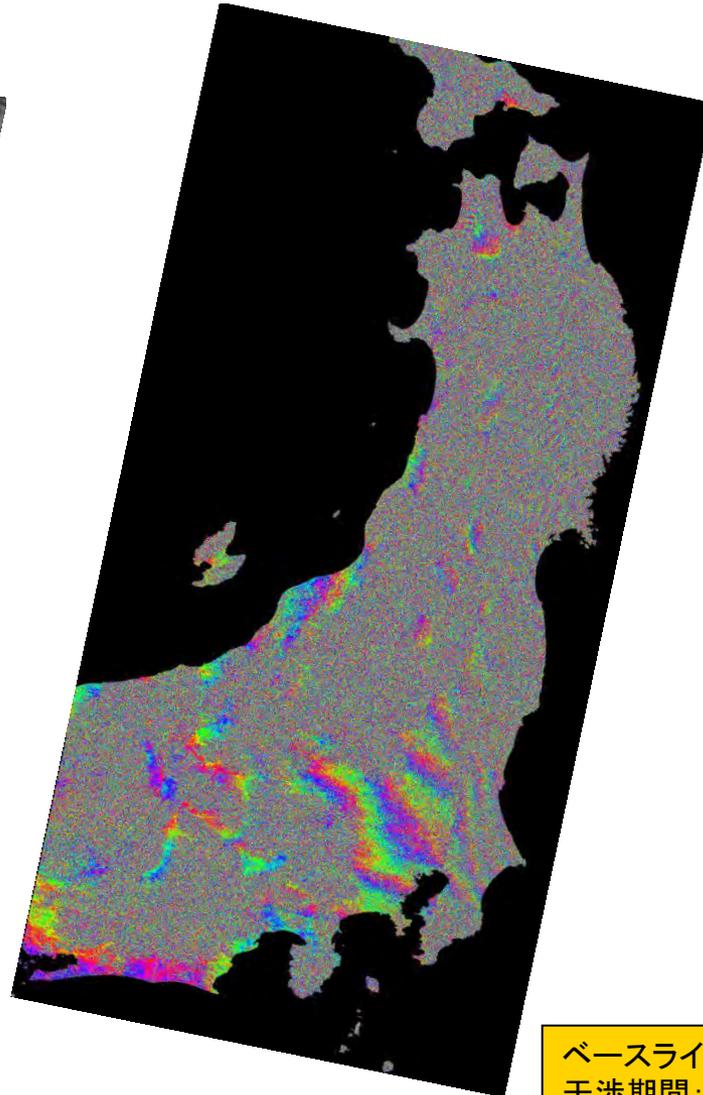
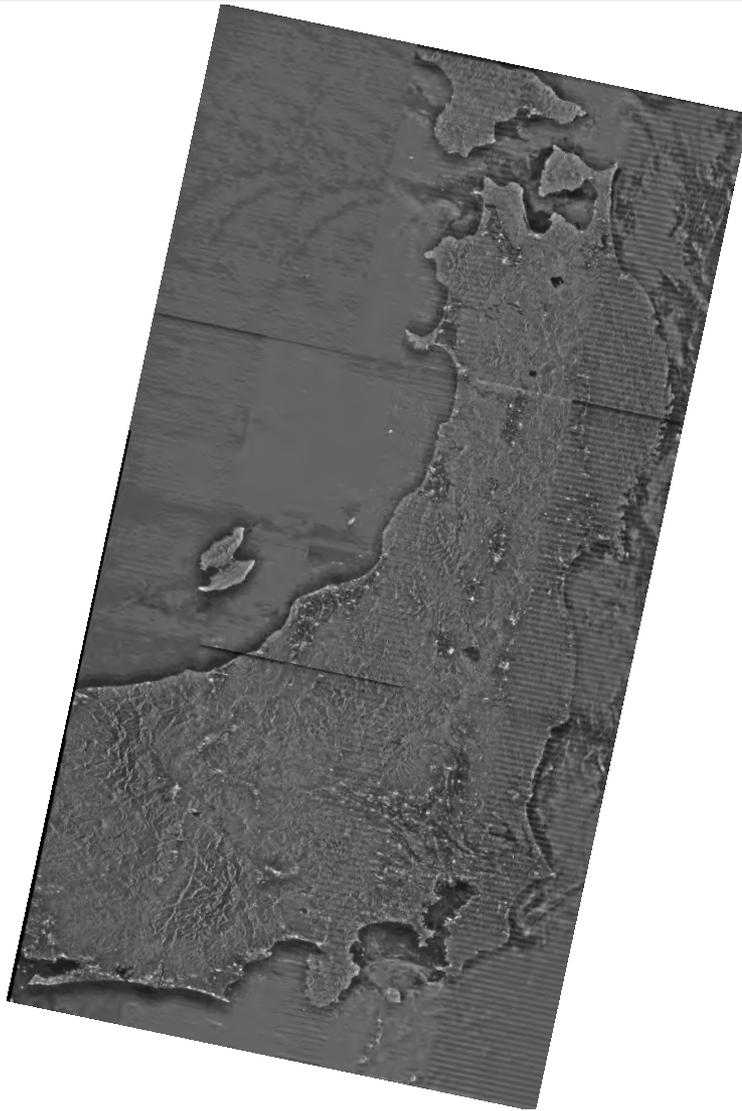
2010年チリ地震(2010/2/27)の地震前後のペア

ベースライン: 1480 - 1565m  
干渉期間: 690日  
オーバーラップ率(Scan3): 0 - 97%



2008/4/10-2010/3/1 差分干渉SAR画像

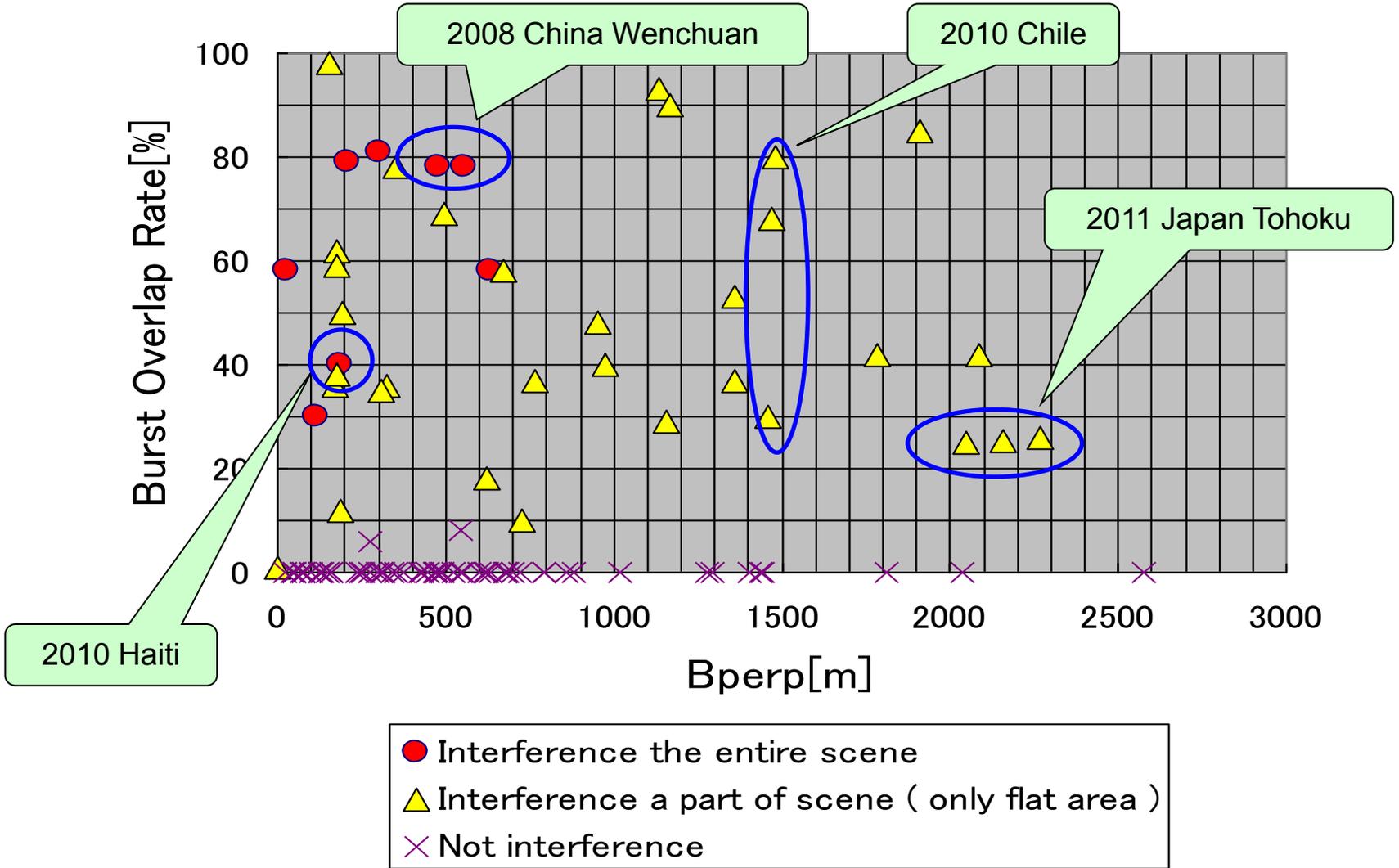
# 2011年 東北地方太平洋沖地震の干渉処理結果



2010/6/28 - 2011/3/31 差分干渉SAR画像

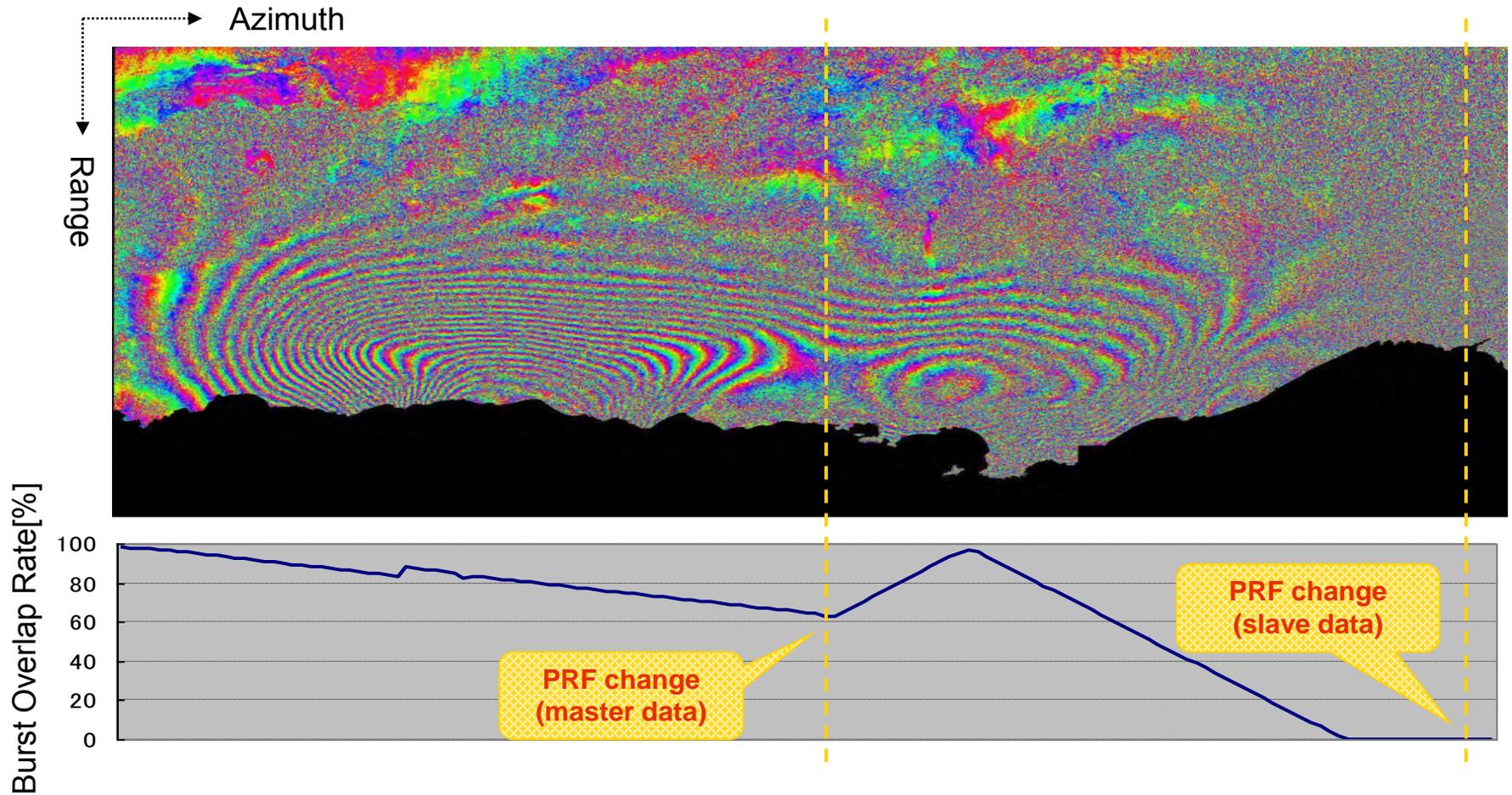
ベースライン: 2045 - 2270m  
干渉期間: 276日  
オーバーラップ率 (Scan3): 25 - 26%

# ScanSAR-ScanSAR 干涉条件



Critical Baseline is about 3,700m (at Scan3)

# PRF変化による影響



# まとめ

- ALOS PALSARにおけるScanSAR-ScanSAR干渉解析を多くのペアに対して干渉結果の状況を調べた。
- ScanSAR-ScanSAR干渉のための条件としては、干渉ベースライン( $B_{\text{perp}}$ )およびバーストオーバーラップ率の2つのパラメータが重要である。
- バーストタイミングの制御なしで取得したデータの干渉する割合は3割程度であった(シーン一部の干渉も含めて)。
- 干渉ベースライン( $B_{\text{perp}}$ )は、500m以下が望まれる。
- バーストオーバーラップ率は、50%以上が望ましいが、20%程度でも干渉は可能。
- 地形起伏の大きい地域(山岳地域)では干渉しにくい場合がある(処理手法の課題?)。
- 大気、電離層による影響についても今後の課題。

# ALOS2への期待

ALOS2では、ScanSARモードの観測機会が大きくなることが想定され、ScanSAR-ScanSAR干渉解析の重要性が増すことが想定される。

ScanSARモードとして、観測幅、帯域の組み合わせが、350km/14MHz、350km/28MHz、490km/14MHzの3モードが用意されているが、干渉性を考慮すると、350km/28MHzをベースとした運用が望まれる。

バーストタイミングを合わせる運用は？

PRFを合わせる、PRFを観測途中で変えない運用は？

効率の良いデータ解析を行うために、干渉ベースラインの情報とともにバーストオーバーラップの情報もデータ入手前に得られる仕組みがほしい。

# 謝辞

■ 本発表で紹介した結果は、地震WGでの活動によるものであり、防災利用実証実験に基づいて提供されたデータを解析して得られたものです。

■ PALSARのRawデータに関する所有権は宇宙航空研究開発機構と経済産業省にあります。

NECグループビジョン2017

人と地球にやさしい情報社会を  
イノベーションで実現する  
グローバルリーディングカンパニー



Empowered by Innovation

**NEC**