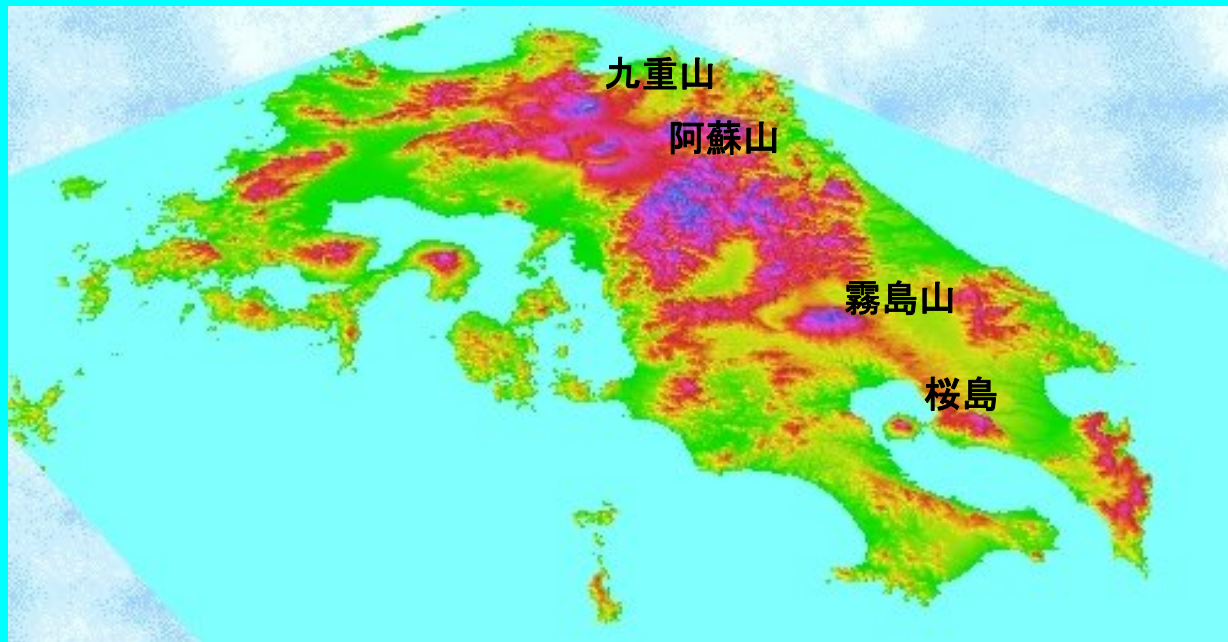


ENVISAT衛星のHH偏波ASARによる干渉処理 —くじゅう・阿蘇・桜島地域—

小林茂樹(九州東海大学・工学部)・
大倉博(防災科技研)・大村誠(高知女子大)・
小池克明(熊本大)・橋本学(京都大)・大久保修平(東京大)



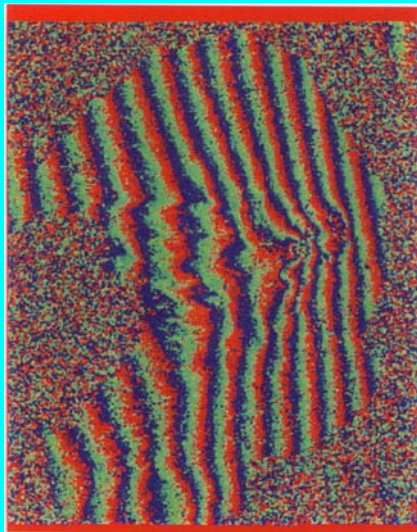
国土地理院DEMより作成

話の内容

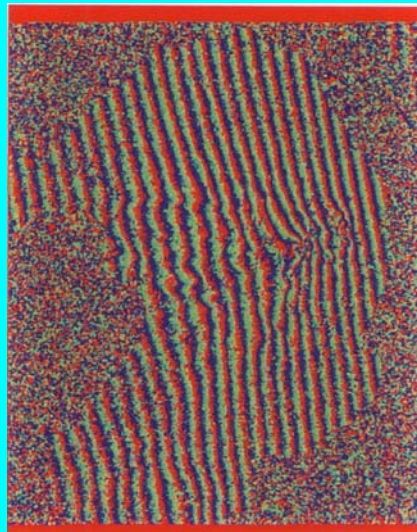
- ・差分干渉処理のノウハウ
旧Atlantis社 EarthViewソフトの特徴
(軌道推定と大気遅延の特定、
画像マッチング関数の違い など)
- ・JERS-1 Lバンド HH偏波 と
ENVISAT Cバンド HH偏波によるInSAR
- ・基線長と干渉性
- ・九州中軸部を縦断するInSAR観測の結果
(くじゅう、阿蘇、霧島、桜島)

EarthView InSARによる干渉処理(重要なノウハウ)

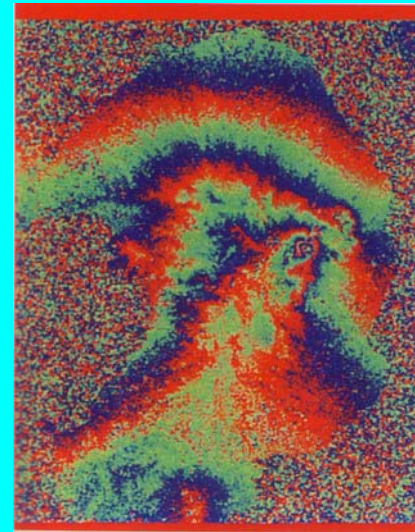
(重要1)衛星軌道情報に基づく軌道推定(JERS-1の事例):
座標誤差の最小化



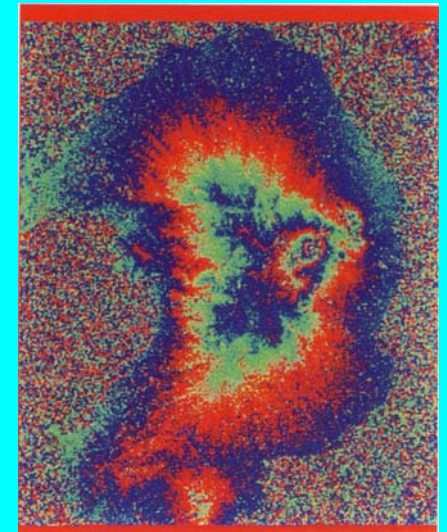
初期軌道情報



位置と速度(6)



時刻(1)



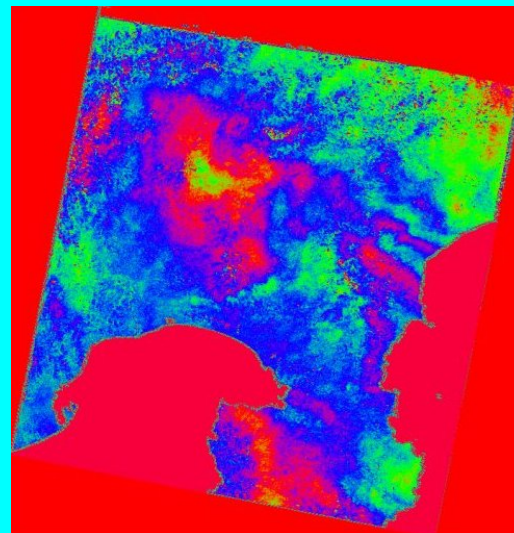
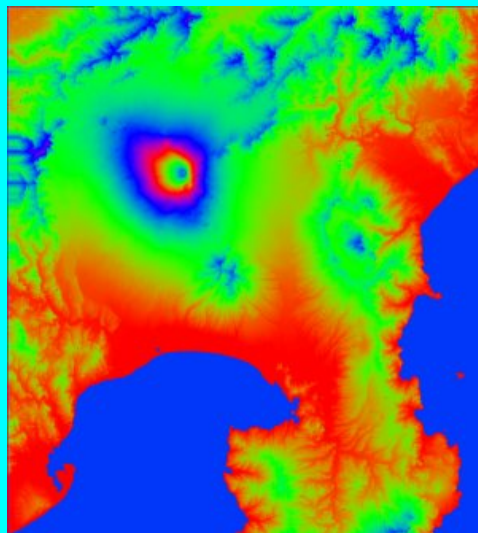
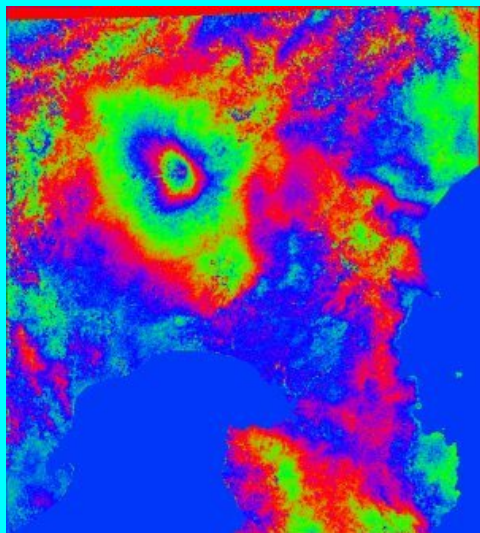
軌道要素の微調整

時刻・軌道傾斜角
・軌道半径(3)

(Bperp, Yaw,
Bpara(2or3))

※それでもダメなら腕ずくでフラットニングさせる

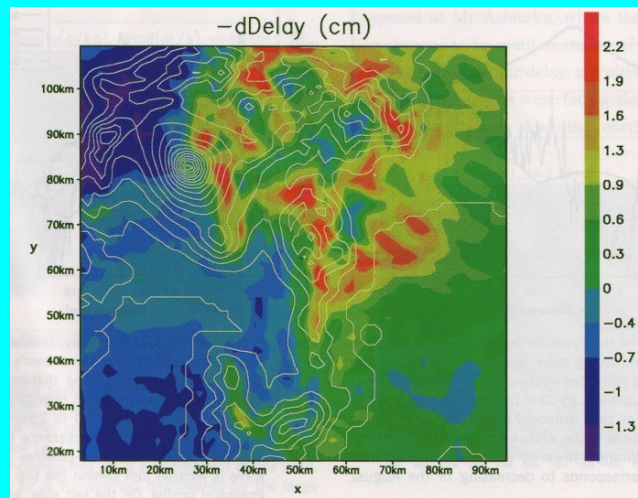
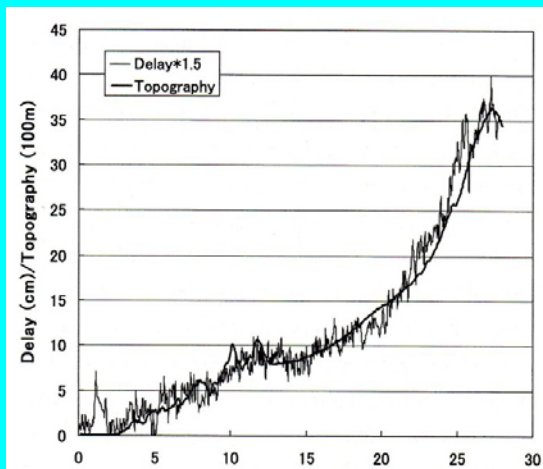
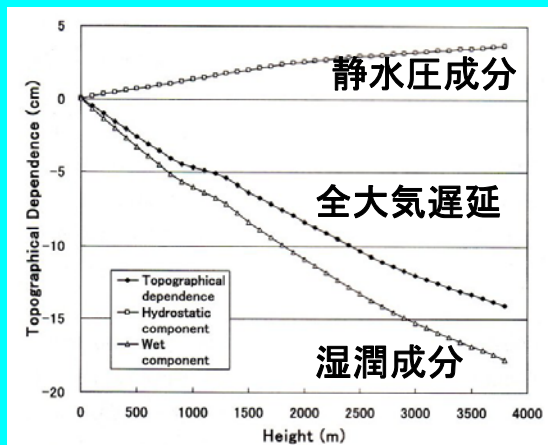
位相情報を使わない軌道推定 => 大気遅延効果の特定 (Otuka, Kobayashi and Seko, 2002)



①差分干渉位相(大気遅延含む)

②地形と相関のある位相成分

①-②: 湿潤遅延成分

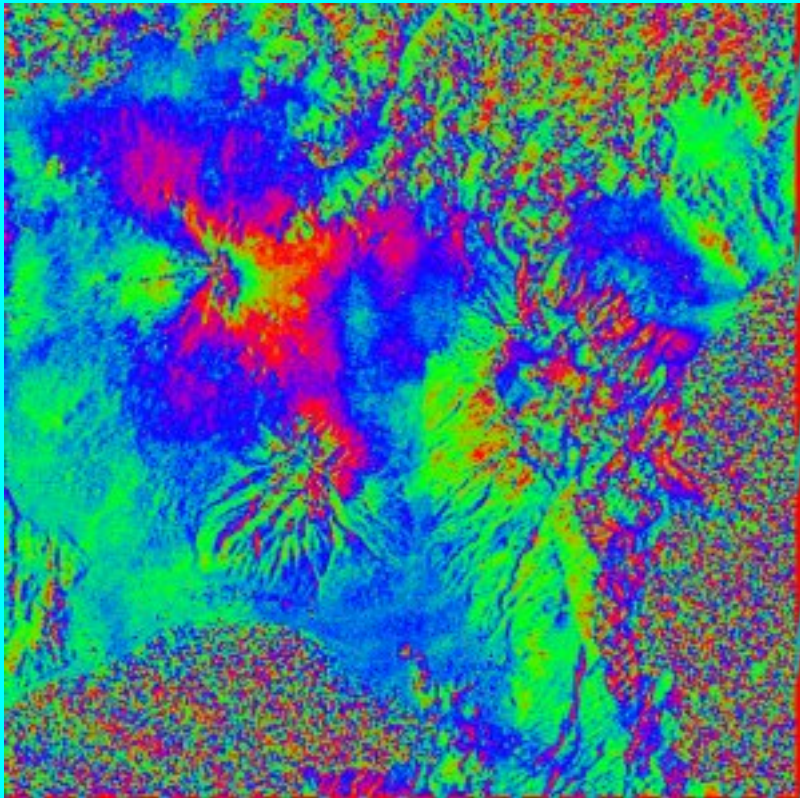


気象データから計算される全大気遅延・
静水圧遅延成分・湿潤遅延成分

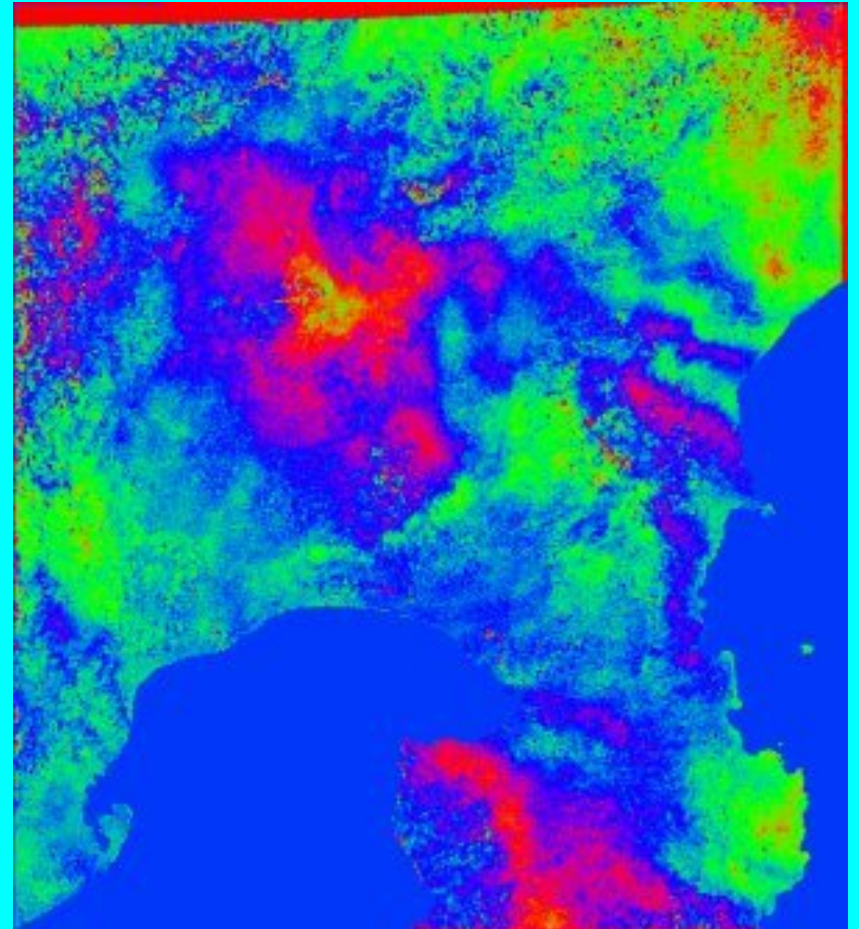
差分干渉位相と地形の相関

風によるダイナミックな効果を取り
入れた湿潤大気遅延成分予測

(重要2) 画像マッチング関数 (Master SARとDEM)



共1次関数



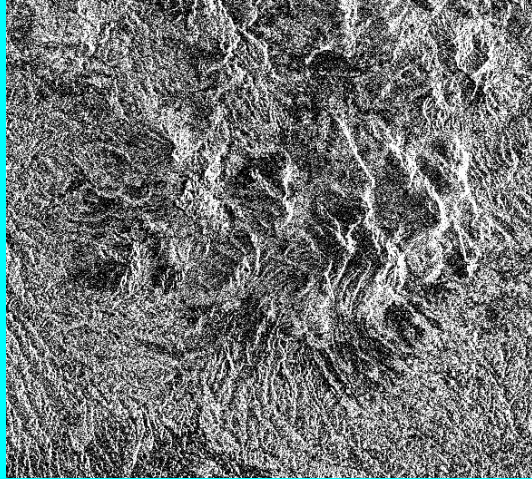
共2次関数

九州中軸部に連なる活火山の観測 ーくじゅう・阿蘇・霧島・桜島ー

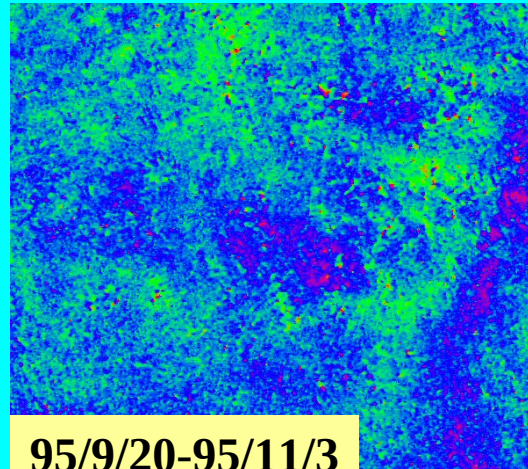
◎JERS-1 Lバンド HH偏波
×ERS1/2 Cバンド VV偏波
△RADARSAT Cバンド HH偏波
○ENVISAT Cバンド HH偏波



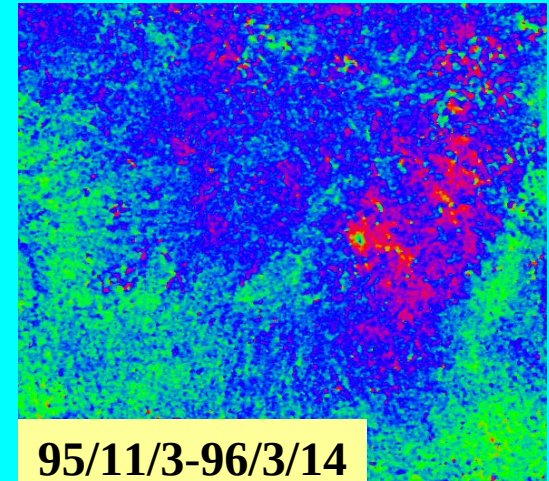
国土地理院DEMより作成



SAR 後方散乱強度画像

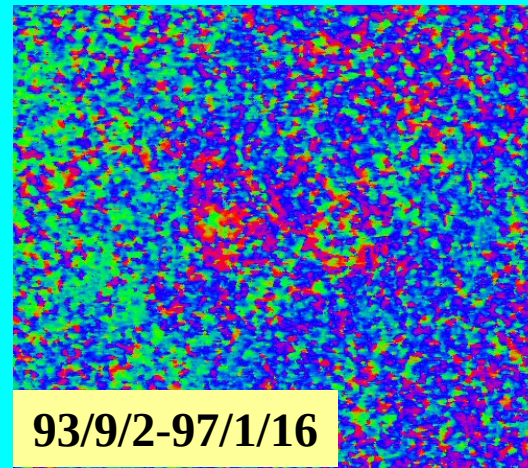


95/9/20-95/11/3



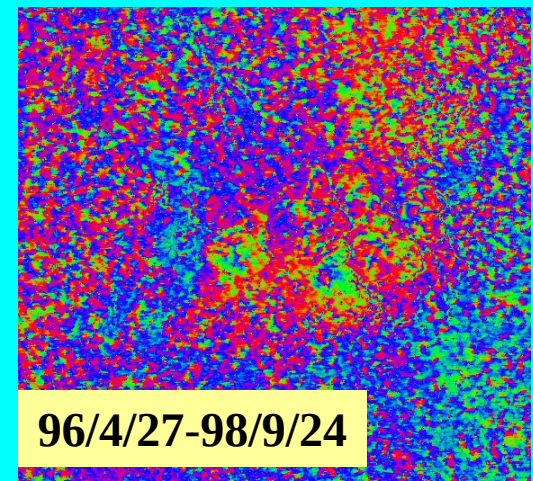
95/11/3-96/3/14

(+10cm) $2.7 \times 10^3 \text{m}^3/\text{月}$



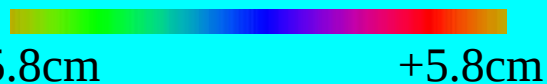
93/9/2-97/1/16

(+7, +15cm)
9603-9609: $1.3 \times 10^3 \text{m}^3/\text{月}$

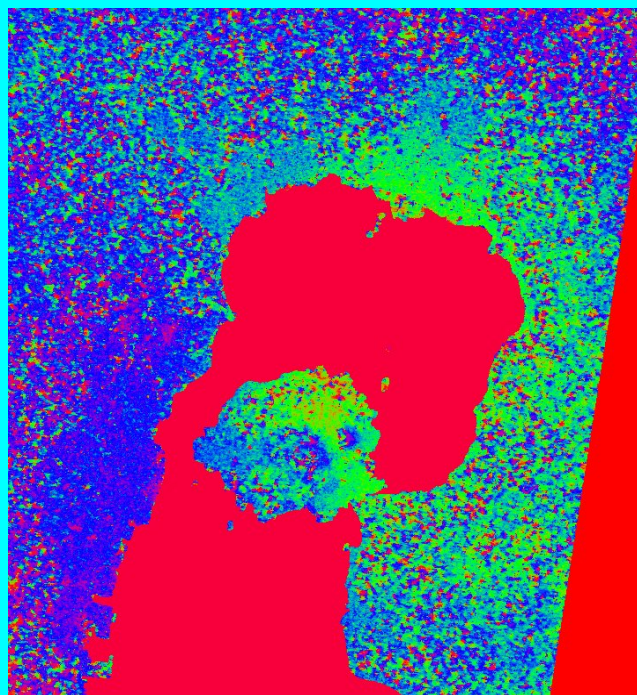


96/4/27-98/9/24

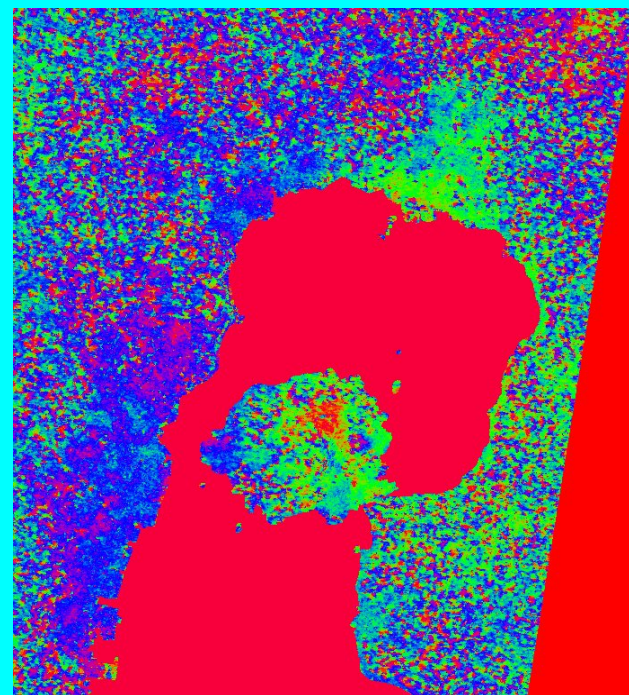
(+8, +18cm) $0.63 \times 10^3 \text{m}^3/\text{月}$



JERS-1 DinSAR



1994年1月13日－1997年3月2日



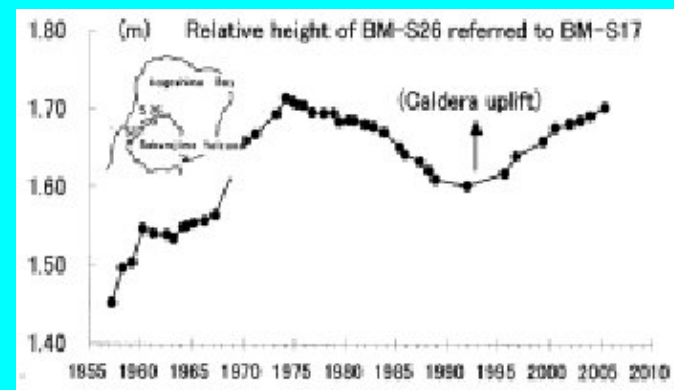
1993年10月17日－1998年8月12日

-5.8cm



+5.8cm

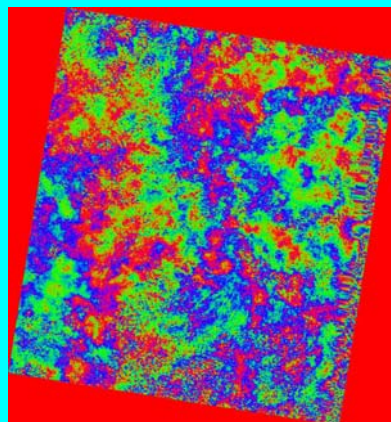
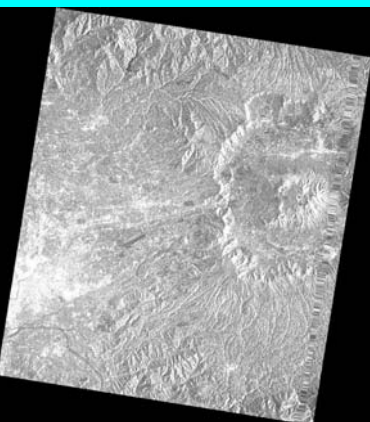
- 始良カルデラ全体が広域的に隆起
- 桜島北側斜面が局所的に隆起
(最大視線距離変動量: 5.9cmと8.5cm)
視線距離の伸び: 年最大2cm(桜島北側斜面)
- 黒神・地獄河原の明瞭な沈降



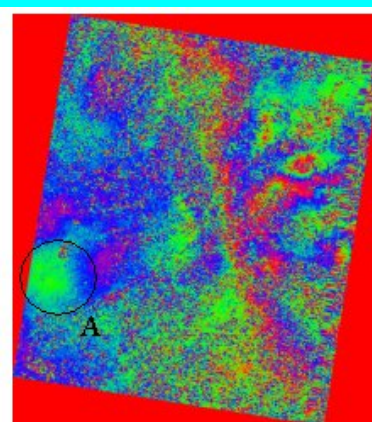
京都大学・水準測量

RADARSAT CバンドHH偏波 F2Fモード 入射角41度

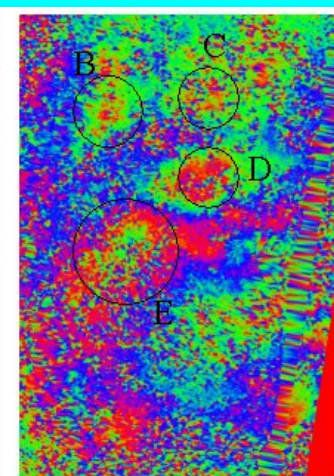
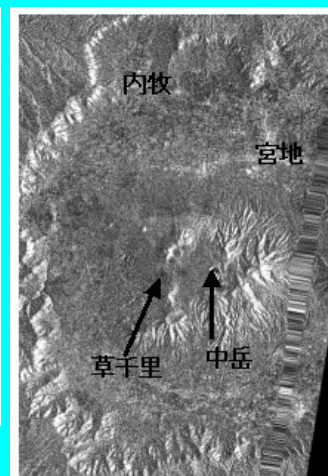
-1.4  1.4cm



2003/3/16-4/9
(Bp=300m)



2003/5/3-5/27
(Bp=170m)



4回帰の基線長の範囲＝約900m

3-4月のペアでは短波長の位相ノイズが著しい(野焼き・芽吹き・土壌水分量変化の影響)。
熊本平野市街地(A)に隆起、阿蘇谷・平野(水田地帯B,C)に僅かな隆起、中央火口丘北側
斜面(火砕流体積物の扇状地D)に隆起?、草千里西域(E)に沈降?

ENVISAT ASAR HH偏波による観測(2004年5月－2006年5月)

IS4モード 入射角33度

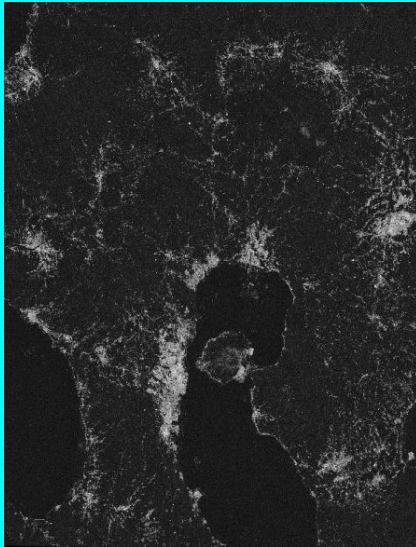
垂直基線長(m)

阿蘇11シーン
桜島7シーン

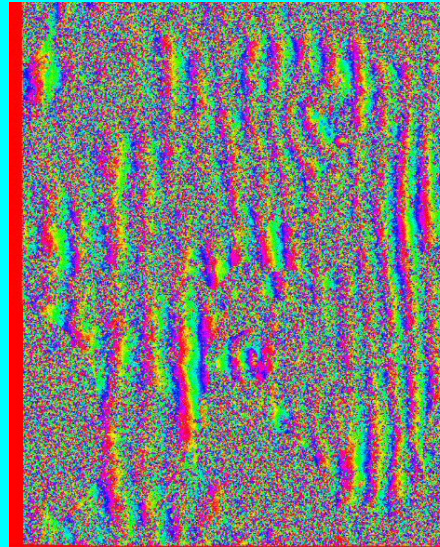
	040513	040617	040722	050217	050324	050428	050602	051229	060202	060309	060413	060518
040513		550	500	380	380	860						
040617			290	—	—	310						
040722				880	880	—						
050217					1	—	380		1			
050324						—						
050428							880					
050602								220				
051229									600	70		
060202										680	—	
060309											320	180
060413												—
060518												

謝辞:くじゅう・阿蘇は京都大学防災研究所・共同利用による。
霧島・桜島は東京大学地震研究所・共同利用による。

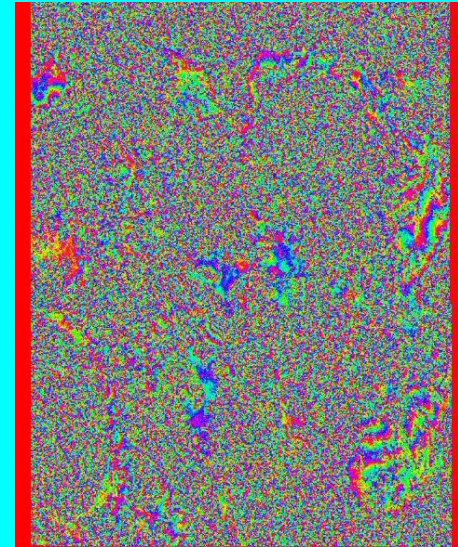
ENVISAT InSAR 干涉性(霧島・桜島)



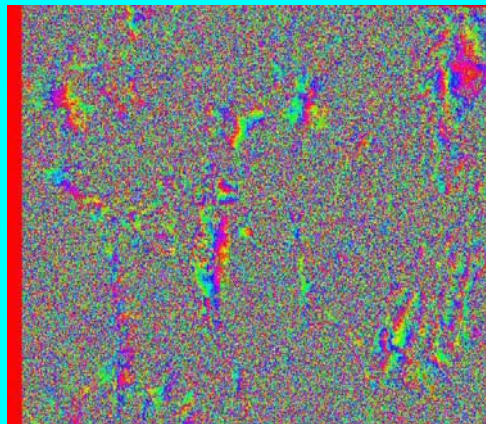
Coherence



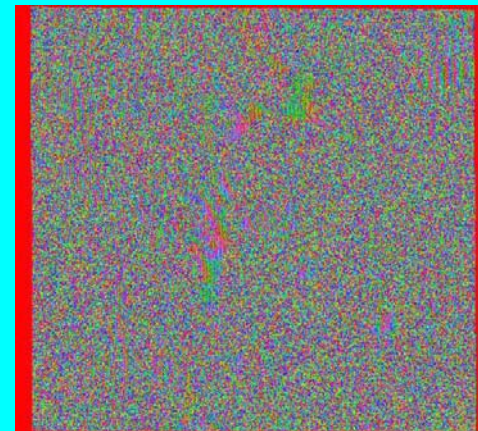
0502-0602 Bp=1m



0502-0506 Bp=380m

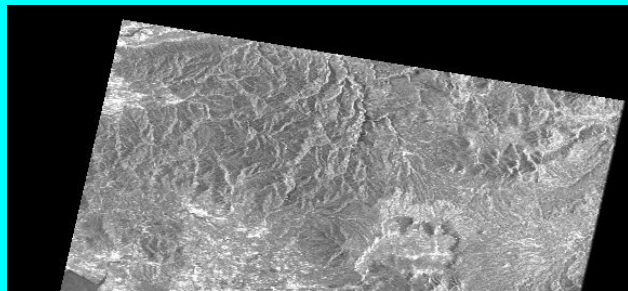


0506-0512 Bp=220m



0512-0603 Bp=70m

ENVISAT HH偏波の干渉SAR画像



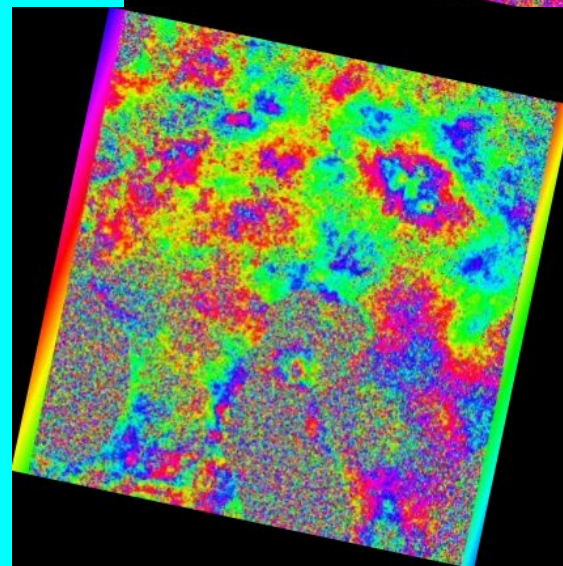
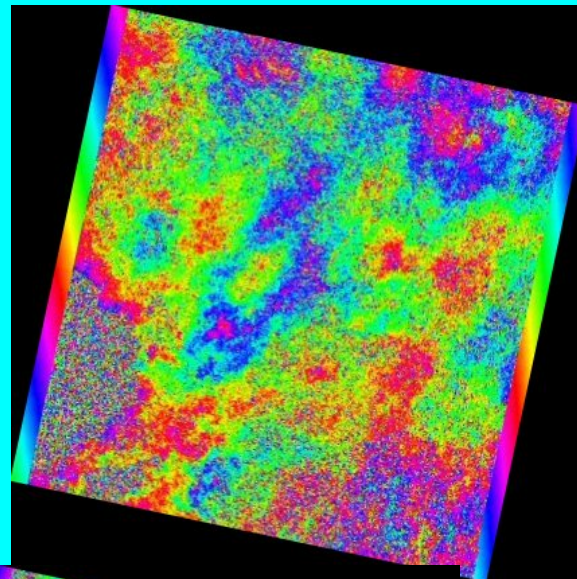
◆全域干渉している

(3/24は阿蘇山の標高500m付近でも薄っすら白くなるほどの積雪。桜島の山頂付近も積雪？)

◆春先の植生変化の影響？

◆気象の影響が山ごとに大きく異なる

- ・金峰山(680m)には見えない
- ・阿蘇中央丘とくじゅう連山では、標高との相関が逆転

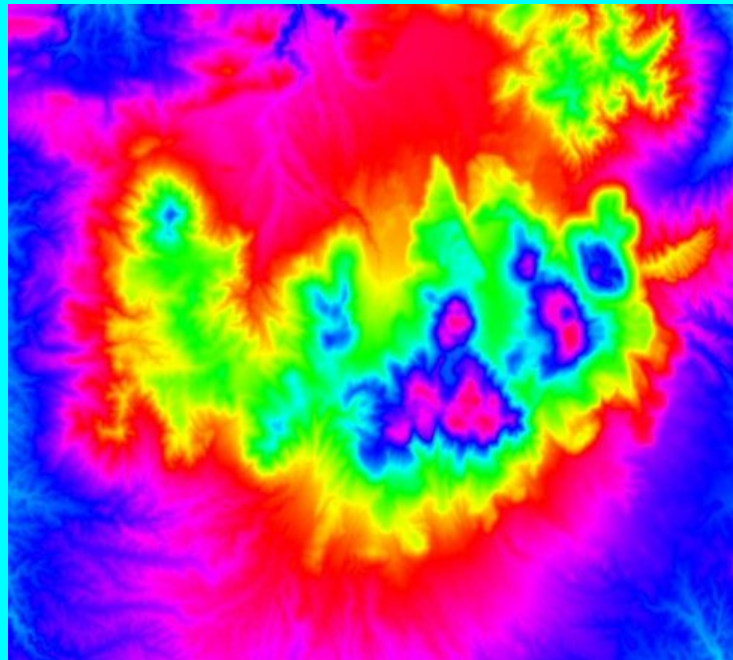


2005年2月17日－3月24日 (Bp=1～20m)



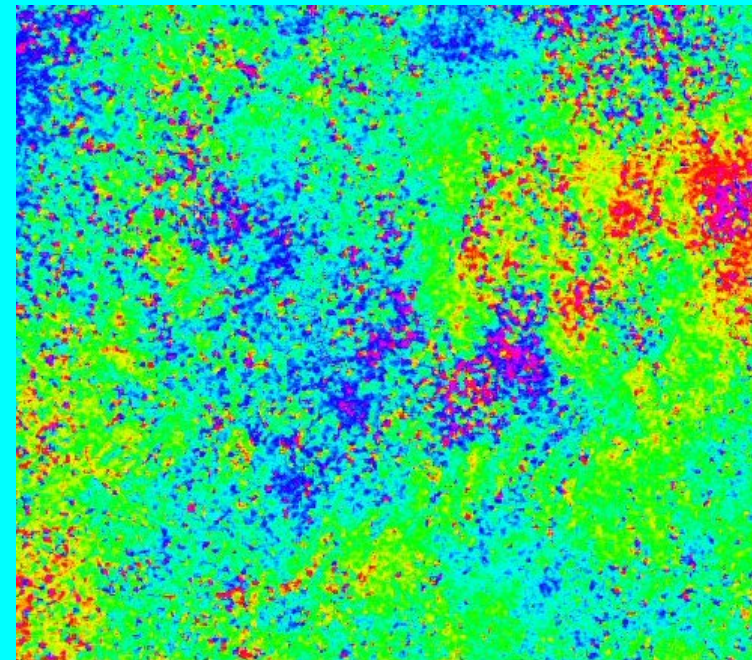
星生山周辺

Cバンドでも山間部の変動域が
捉えられる



Sim Topo Phase

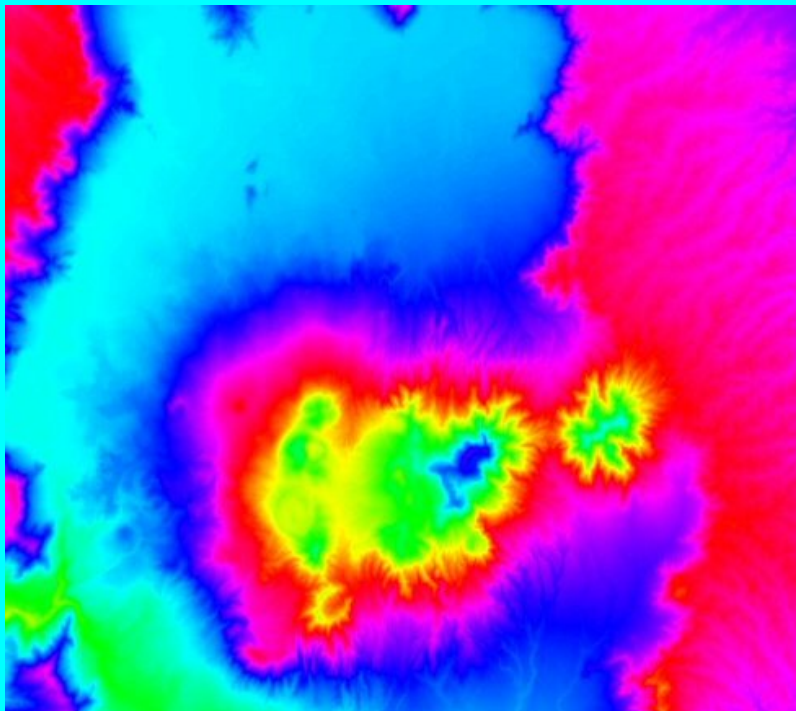
2005年2月17日－3月24日 (Bp=1m)



-1.4 1.4cm

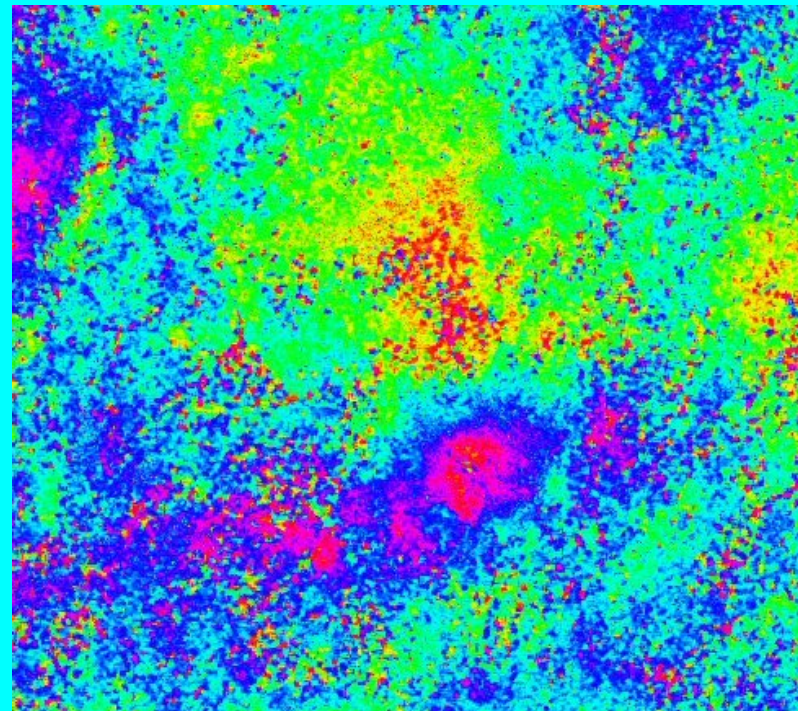
阿蘇山周辺

中央火口丘北側斜面での隆起？
中岳山頂部は、残存地形縞？



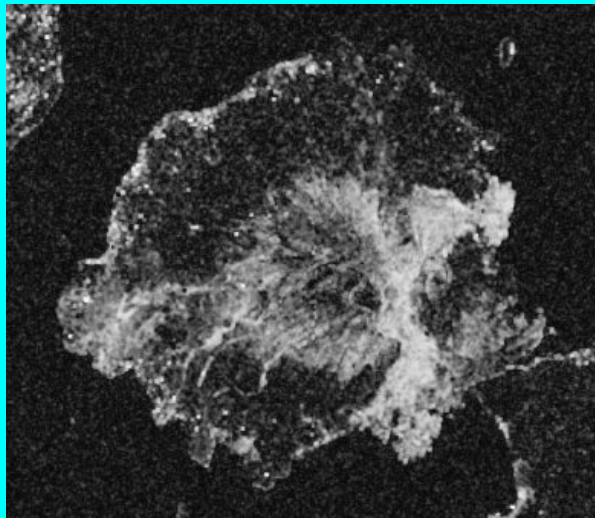
Sim Topo Phase

2005年2月17日－3月24日 (Bp=1m)



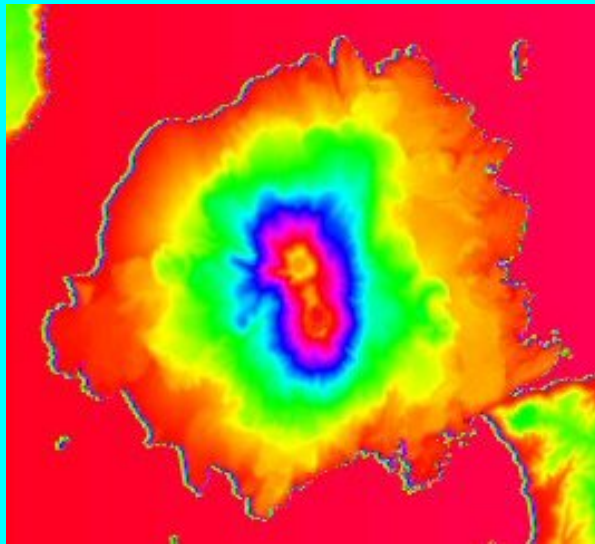
-1.4 1.4 cm

桜島周辺

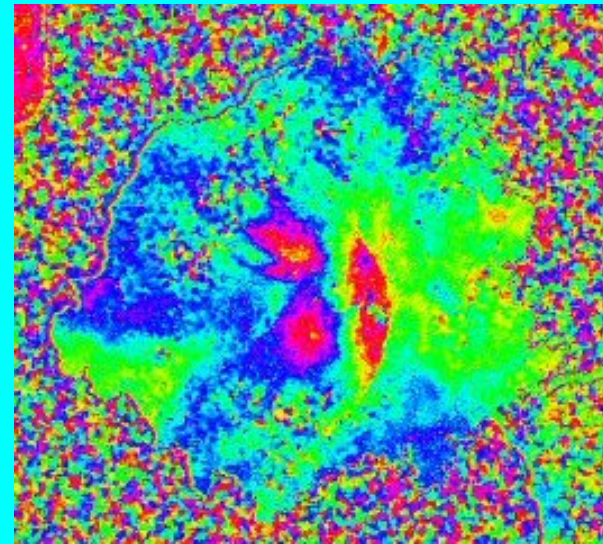


Coherence

気象の影響を含んだ軌道縞の
フラットニングの問題？
残存地形縞？
コヒーレンスと差分位相の相関？



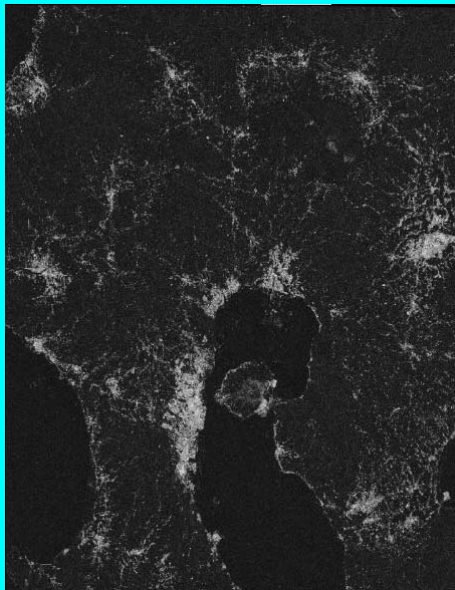
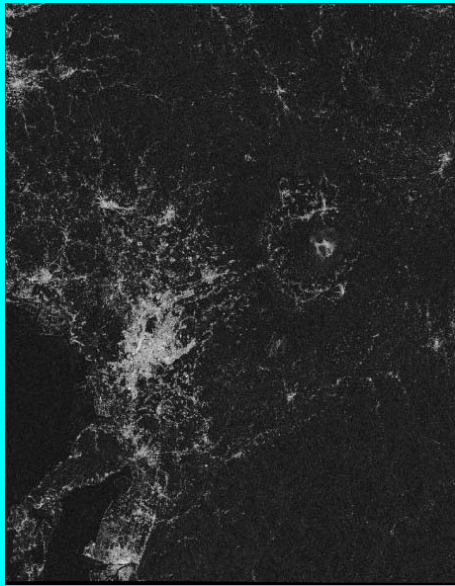
Sim Topo Phase



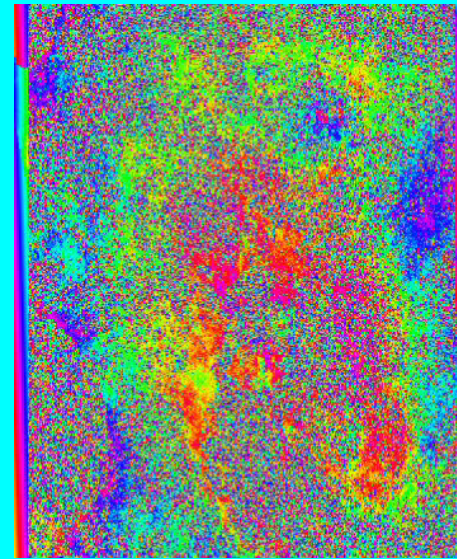
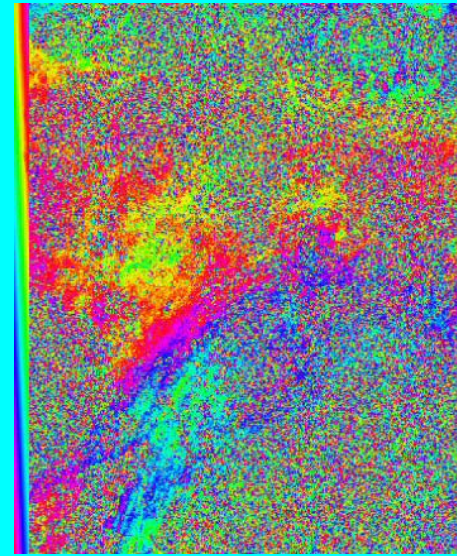
-1.4  1.4cm

2005年2月17日－3月24日 (Bp=20m)

Coherence



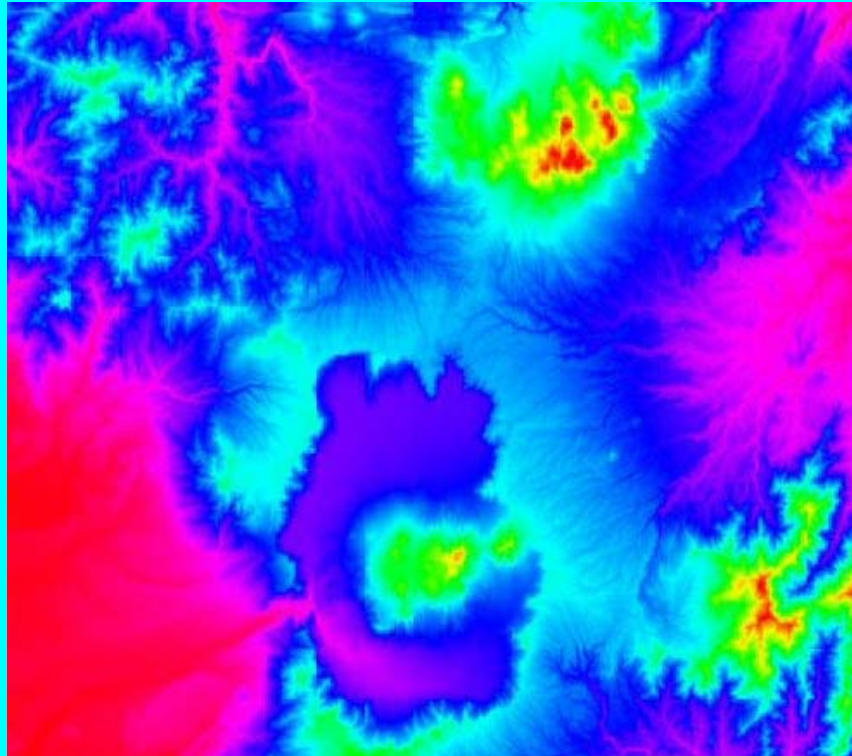
Differential Interferogram



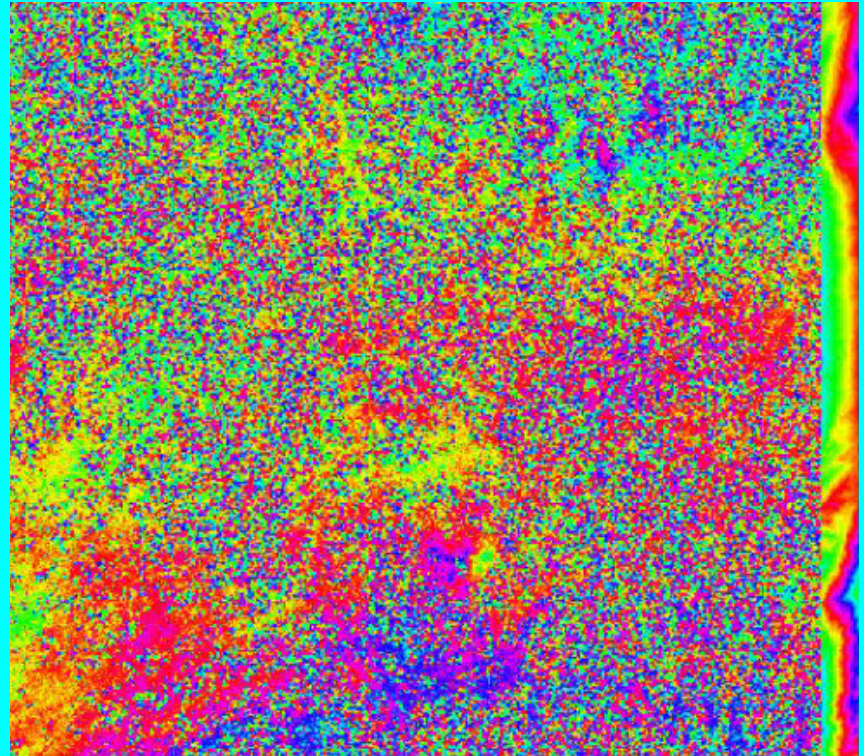
050217-060202 Bp=1~4m

くじゅう・阿蘇 050217-060202 Bp=4m

Sim Topo Phase



Differential Interferogram



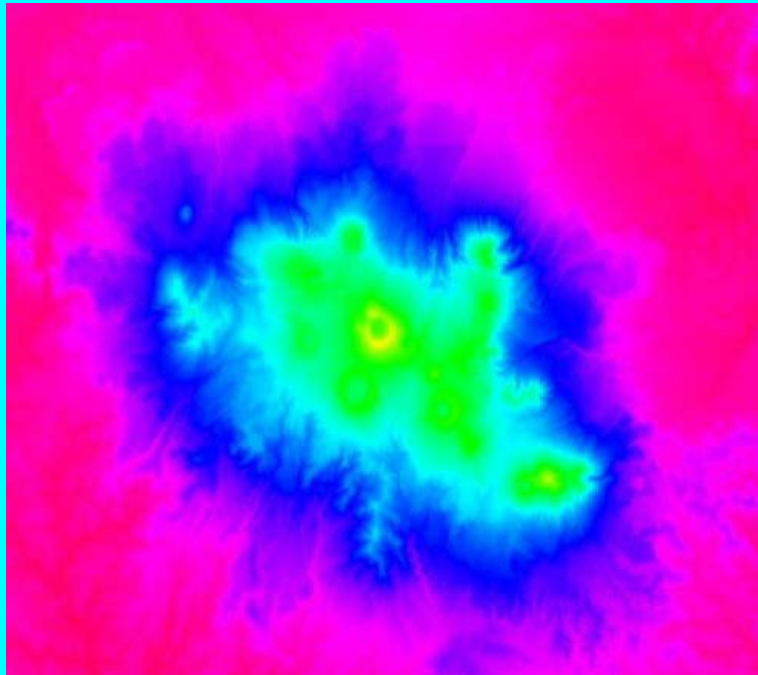
-1.4



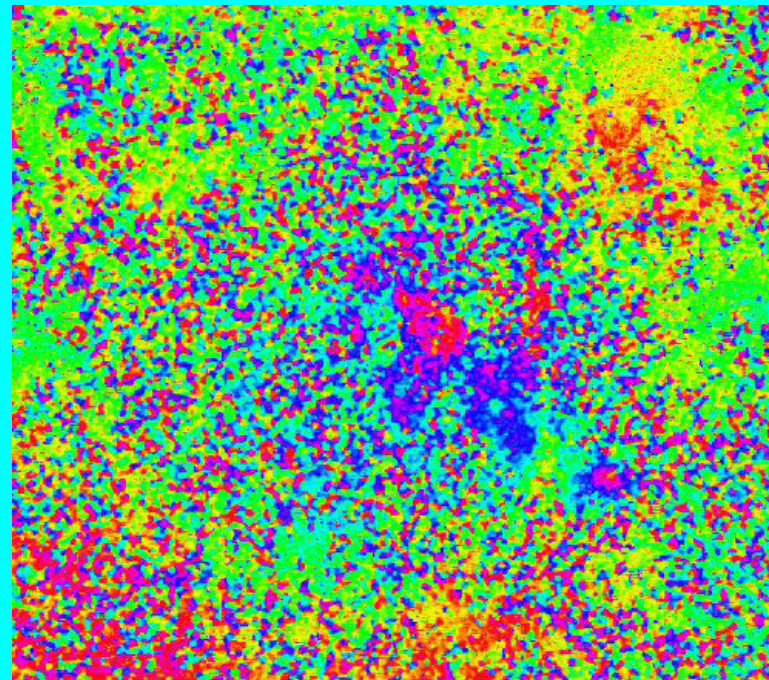
1.4cm

霧島 050217-060202 Bp=1m

Sim Topo Phase



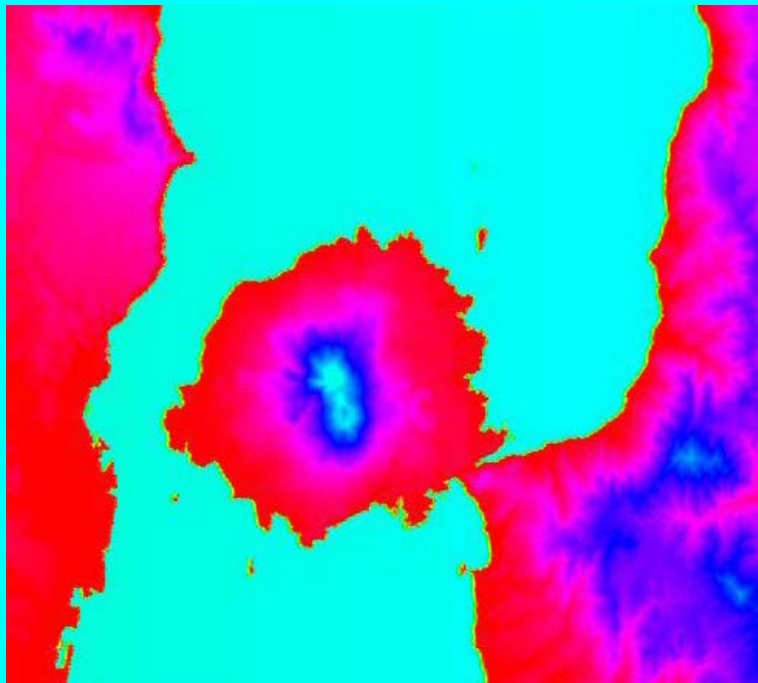
Differential Interferogram



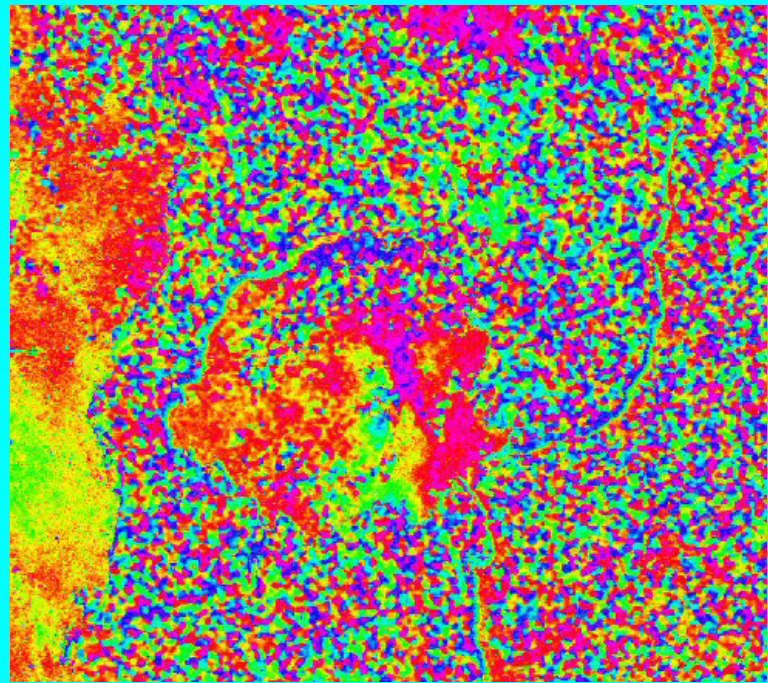
-1.4  1.4cm

桜島 050217-060202 Bp=1m

Sim Topo Phase



Differential Interferogram



-1.4



1.4cm

まとめ

- ・ENVISAT HH偏波 InSARによる新規観測を、くじゅう・阿蘇・霧島・桜島で行った(合計18シーン、観測の競合あり)。
- ・CバンドVV偏波はマッチングすら難、HH偏波は容易
- ・基線長は1m～数100mにばらつく。
- ・1年間隔、Bp=1mで全域ほぼ干渉(冬の観測)。
- ・春先は干渉しても植生の影響を受けやすい(阿蘇)。
- ・1フリンジ(=3cm)程度の変動は十分に検出できる
- ・くじゅうの地熱地帯、阿蘇中岳、霧島、桜島の変動、熊本平野の地盤沈下を監視したい(高度なチューニング・ノウハウが不可欠)。
- ・他のInSARソフトとの比較も重要。
- ・フルシーン処理の難点あり。
(大気遅延の長波長成分や標高依存性)