

ALOS / PALSARによる地殻変動監視へ向けて

国土地理院 地理地殻活動研究センター

矢来博司, 村上亮, 飛田幹男, 加藤敏, 小澤拓, 西村卓也

最近日本で発生した地震・火山活動

鳥取県西部地震(2000年10月, $M_j7.3$)



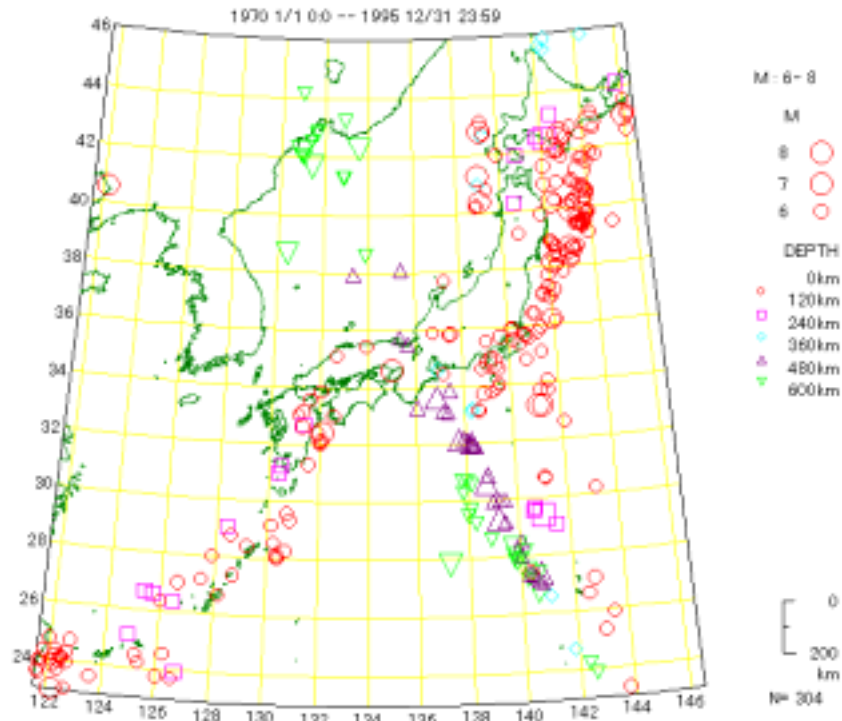
有珠山噴火(2000年3月)



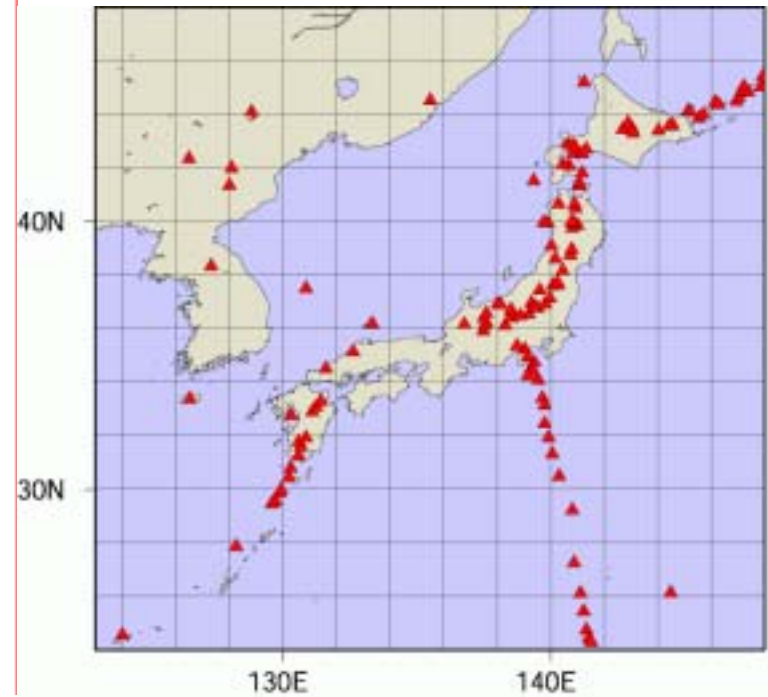
三宅島噴火(2000年8月)



日本列島付近の地震・火山



震央分布 (M>6)
1970-1995
JMA



活火山分布

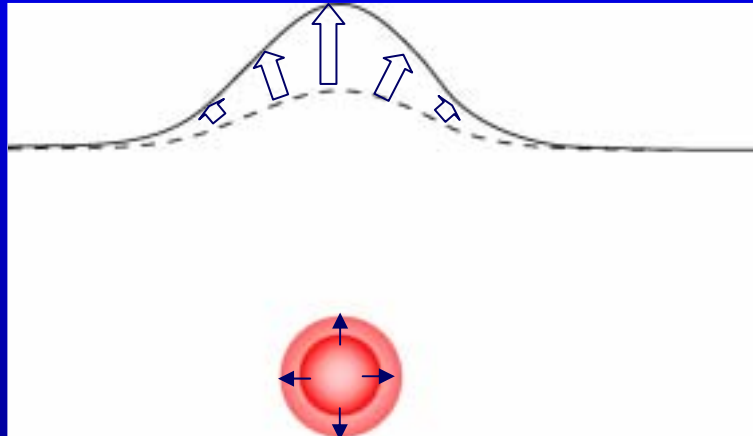
- 日本は、地震・火山活動による災害発生が多い
- 災害軽減のために対処が必要

地震・火山活動に伴う地殻変動

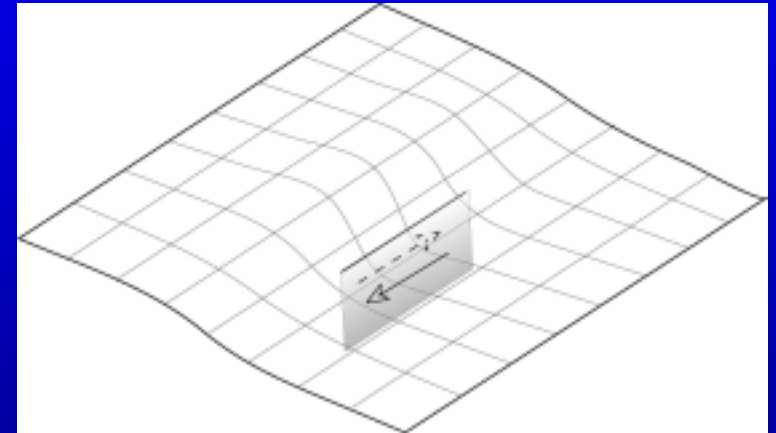
- 地下の断層の運動やマグマだまりの体積増加
地表まで変形が伝わる



地殻変動として検出



マグマだまりの増圧



断層運動

得られた地殻変動から逆に地下で何が起きているか推定が可能

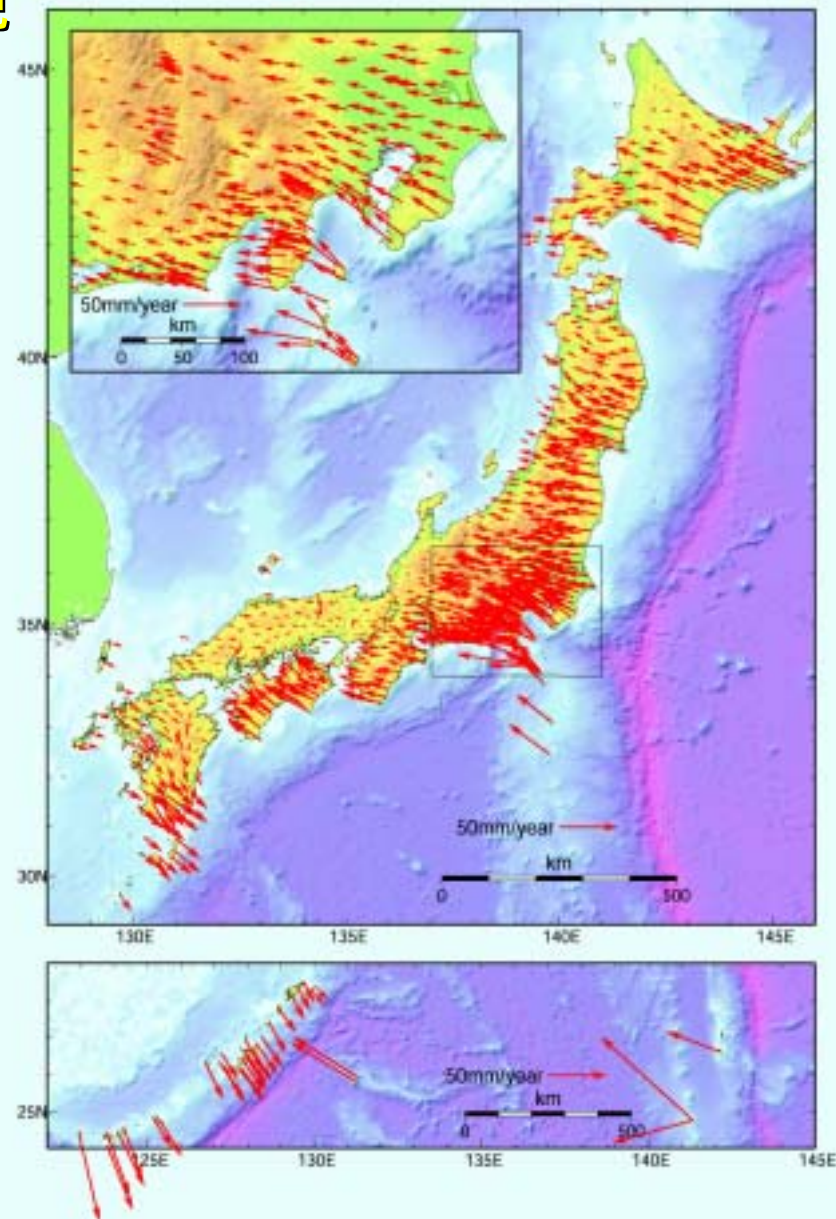


地殻変動の観測による地震・火山活動モニタリング

国土地理院による地殻変動監視

GEONET (GPS連続観測点網)

- 観測点 約1000点
- 全国を約20~30km間隔でカバー
しかし,地殻変動を十分捉えられない場合もある
- 地殻変動を面的に捉えることが重要
干涉SARによる面的地殻変動監視



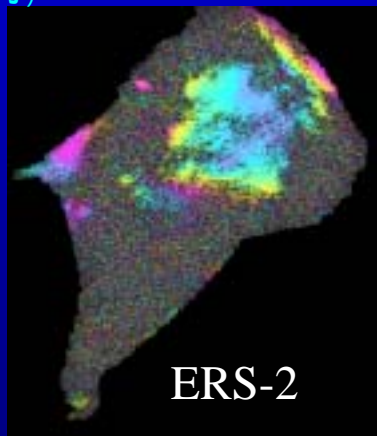
地震に関する基盤的調査観測計画

- 地震に関する基盤的調査観測計画 地震調査研究推進本部
(平成9年8月策定,平成13年8月見直し)
- 干渉SARは,平成13年8月の見直しの際に
「基盤的調査観測の実施状況を踏まえつつ,調査観測の実施に
努めるもの」
に位置付けられた
- 国土地理院では,これを受け,干渉SARによる地殻変動監視を
実施する予定

干渉SARによる地殻変動の面的監視

- 現在利用可能なSAR衛星
ERS , RADARSAT等 , C-bandマイクロ波を用いたSAR衛星のみ
- C-bandはL-bandに比べ干渉性が低い
- 特に日本では植生が深いため , よりL-bandが有利
L-bandを用いるPALSARに期待

C-bandとL-bandの干渉性の比較 (硫黄島の解析例)



1999/7/24-1999/10/2 (70日)



1997/10/30-1998/3/11(88日)

国土地理院における干渉SARによる地殻変動検出の試み

L-band SARデータの解析

地殻変動地域におけるJERS-1/SARデータの干渉解析

- 地盤沈下地域
- 地震発生領域
- 火山地域

ここでは、地殻変動検出の試みとして、
地震発生領域、火山地域の解析例を紹介

1992年～1998年に発生した主な内陸地震 及び活動が活発化した火山

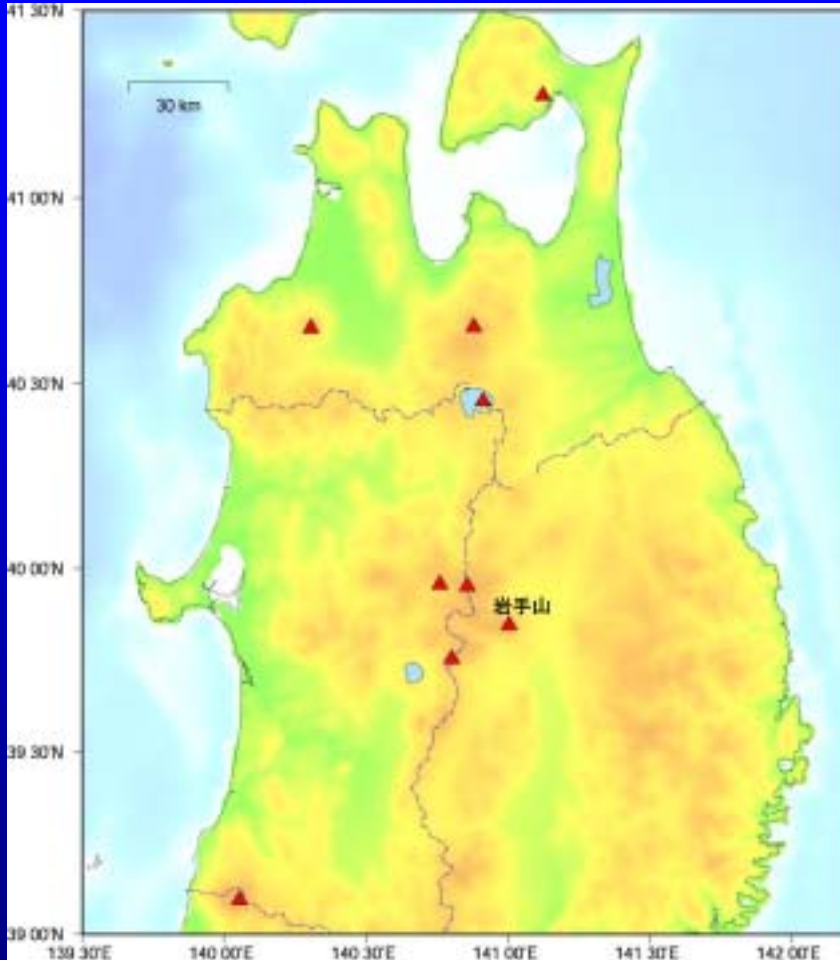
地震

- 兵庫県南部地震(1995)
- 秋田県内陸南部(鬼首)付近の地震(1996)
- 鹿児島県西部の地震(1997)
- 岩手県内陸北部の地震(1998)
- …等

火山

- 雲仙岳
- 岩手山
- 北海道駒ヶ岳
- 九重山
- 硫黄島
- 有珠山
- …等

岩手山の活動



1995年

9月～ 火山性地震、火山性微動発生し始める

1997年

12月末 山体の西側で地震発生目立つ

1998年

2月 地震活動活発化, 地殻変動を観測

3月中旬 地震回数急増

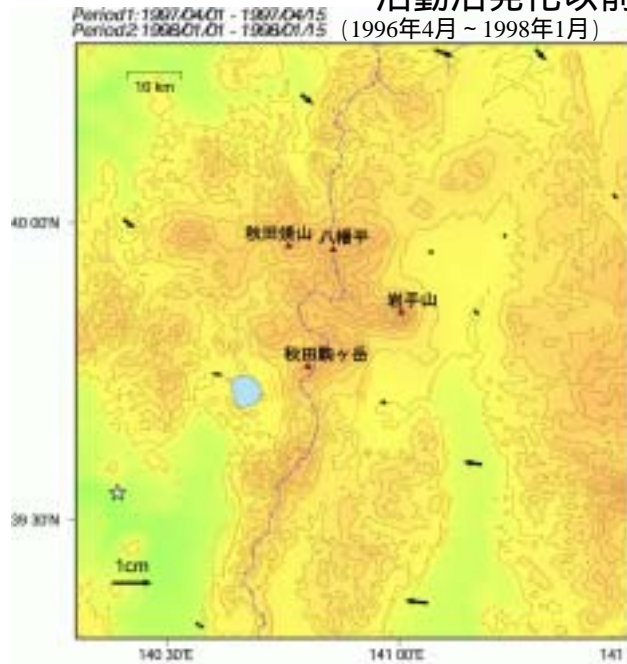
4月末～8月 活発な地震活動, 西岩手を中心とした膨張

9月3日 岩手山南西麓で $M_j 6.1$ の地震
最大震度6弱

9月以降 活動の沈静化

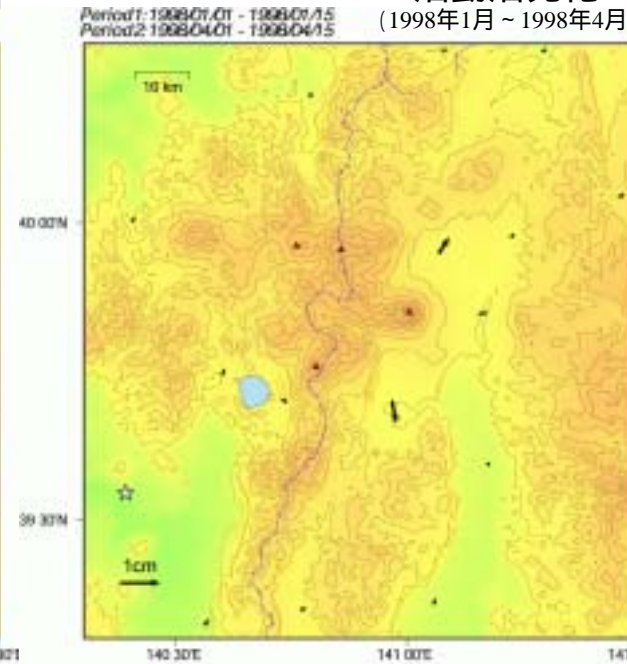
活動活発化以前

(1996年4月～1998年1月)



活動活発化

(1998年1月～1998年4月)



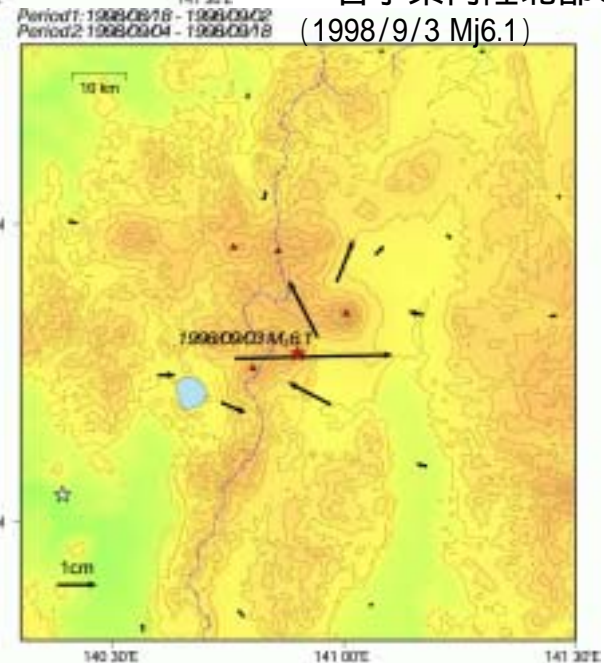
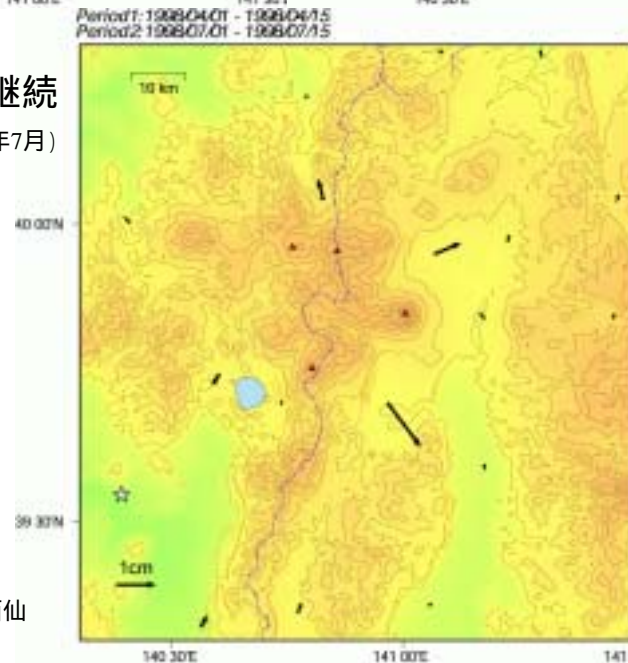
岩手山周辺の 地殻変動 (GPS)

岩手県内陸北部の地震

(1998/9/3 Mj6.1)

活動継続

(1998年4月～1998年7月)

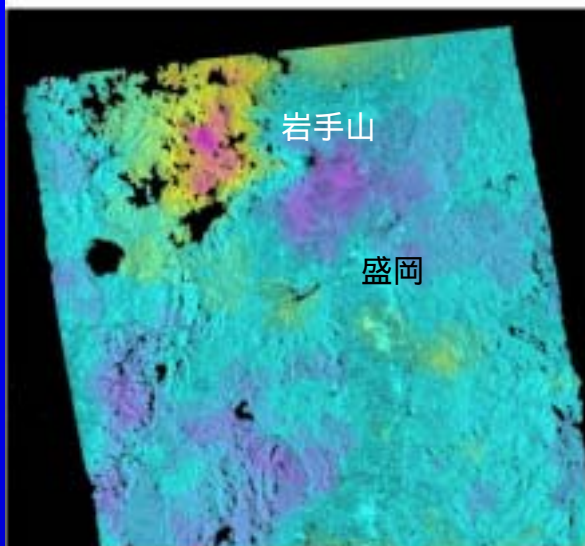


☆: 固定点(西仙北)

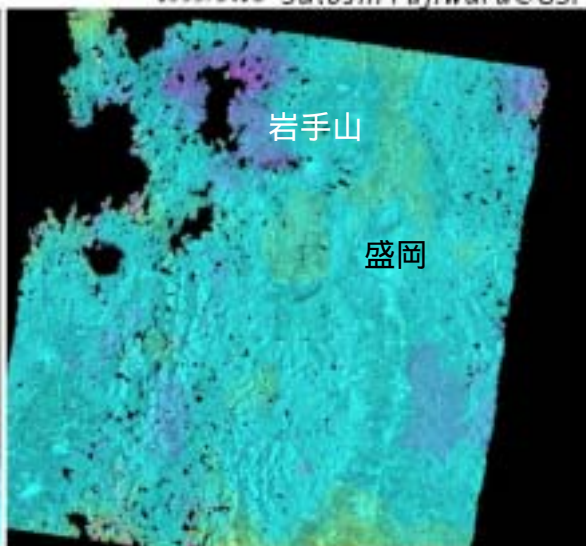
Mt Iwate JERS-1 Interferogram

11.8cm/fringe
1999/0416 Satoshi Fujiwara@GSI

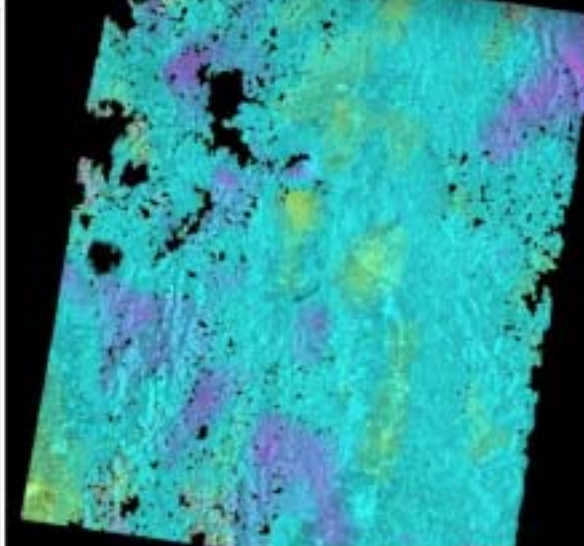
20km



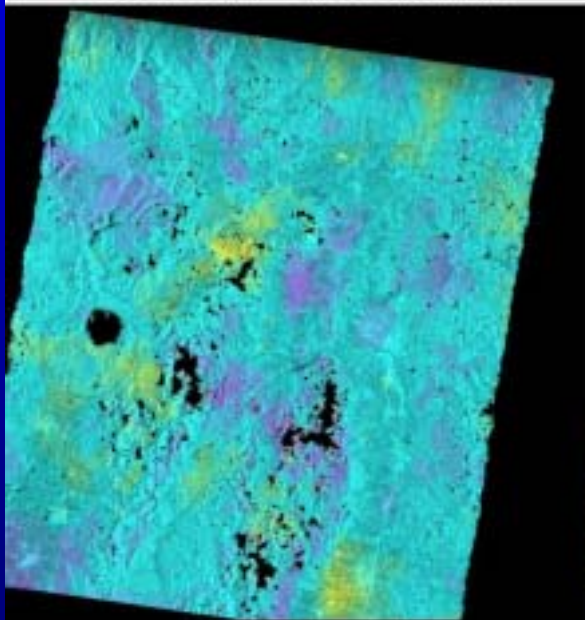
1998/04/14-1998/07/11



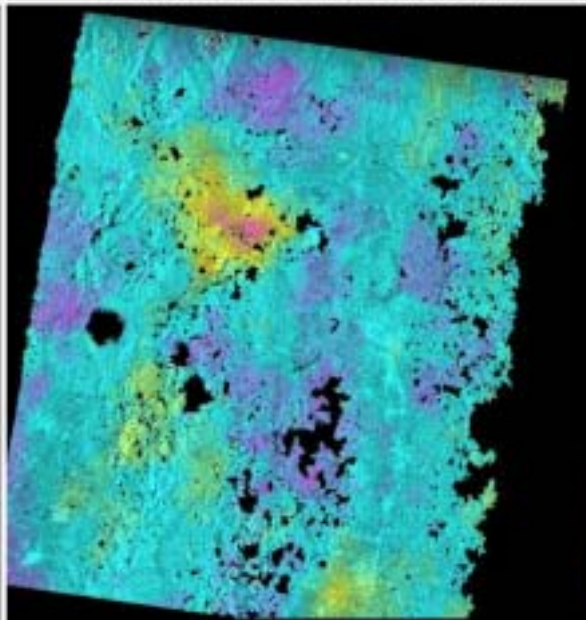
1996/04/12-1998/03/17



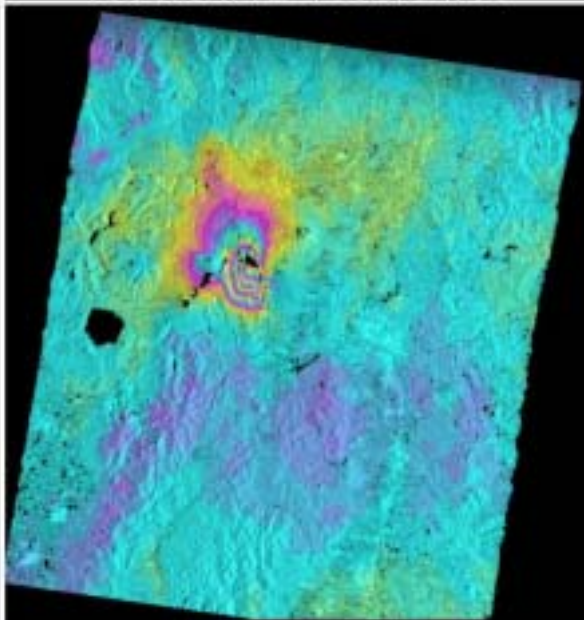
1996/04/12-1998/04/30



1998/04/30-1998/06/13

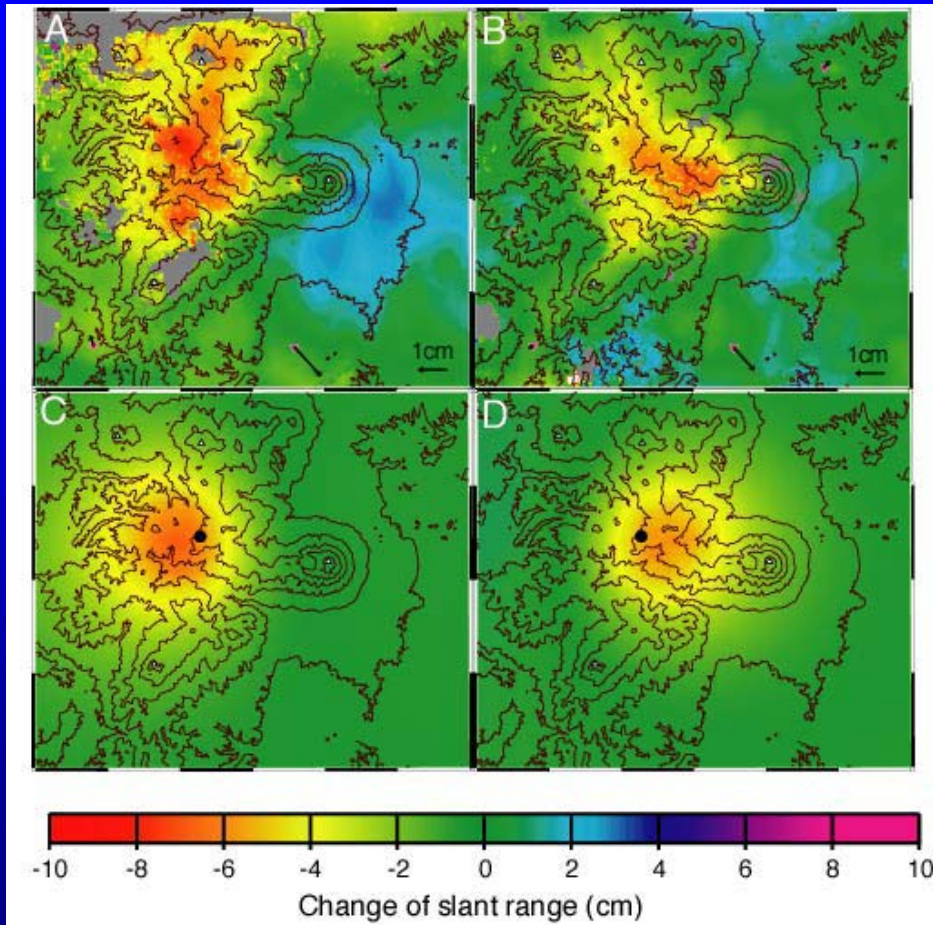


1998/04/30-1998/07/27



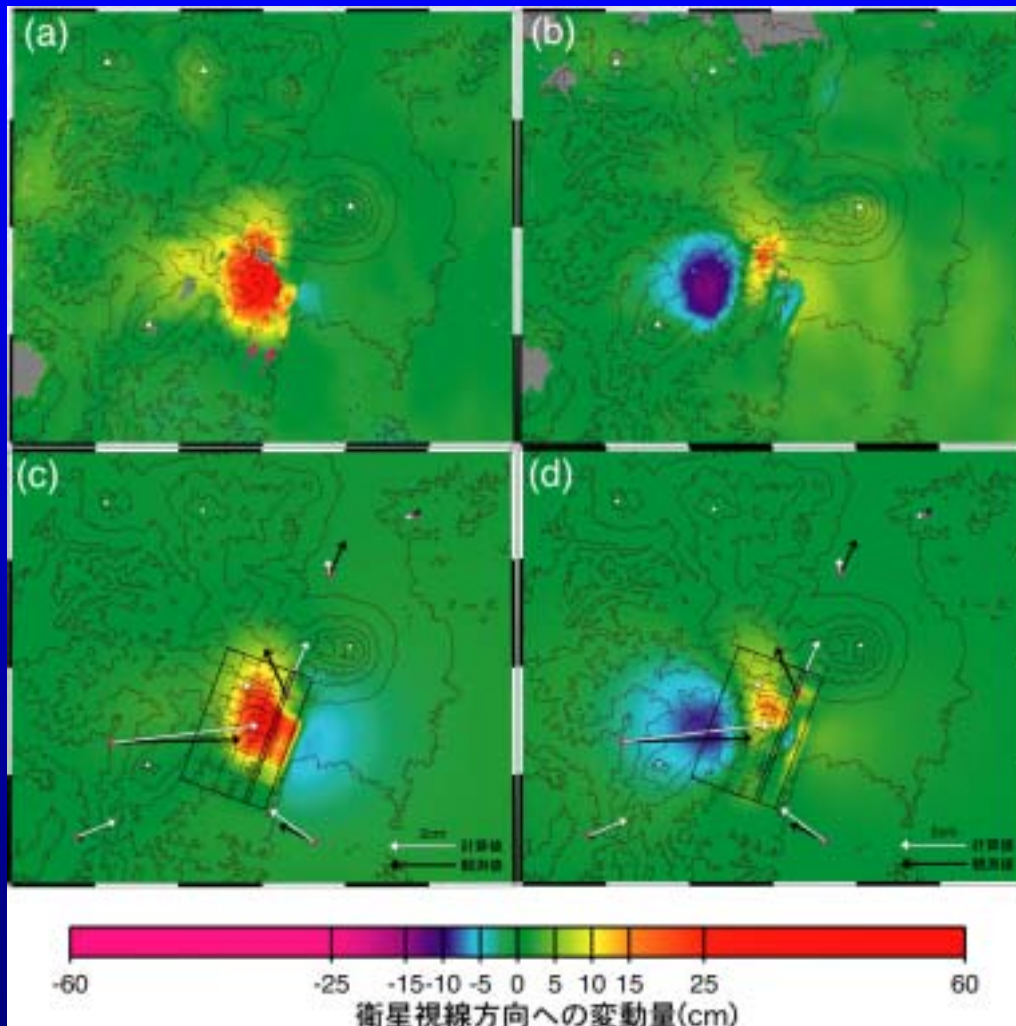
1997/11/05-1998/09/09

岩手山の火山活動に伴う地殻変動



- 岩手山山頂の西13km, 深さ7.9kmを中心とした増圧源 (茂木モデル)
- 体積増加量は 0.033km^3 (4月末-地震発生直前)

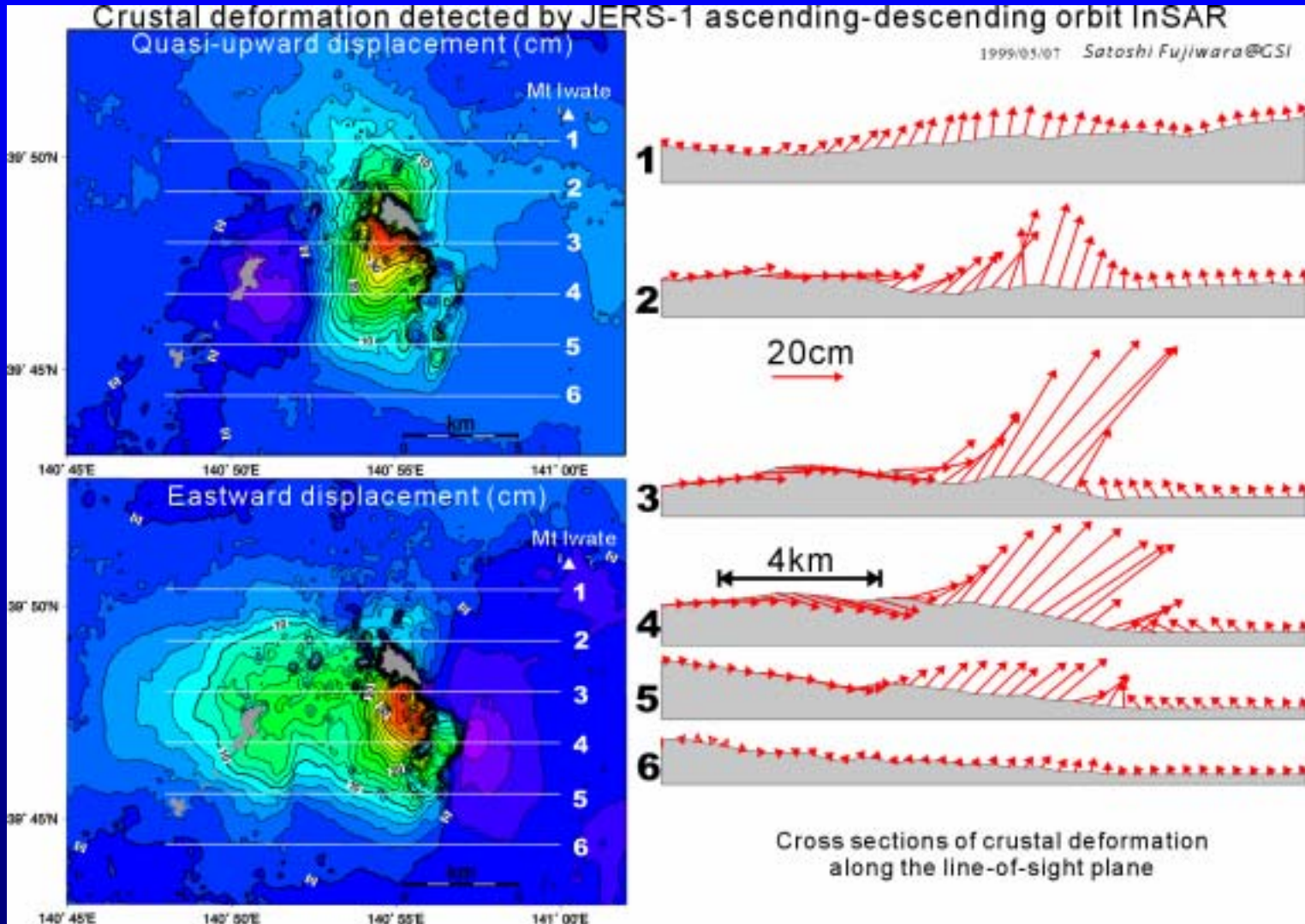
岩手県内陸北部の地震（1998年9月3日， $M_j 6.1$ ）



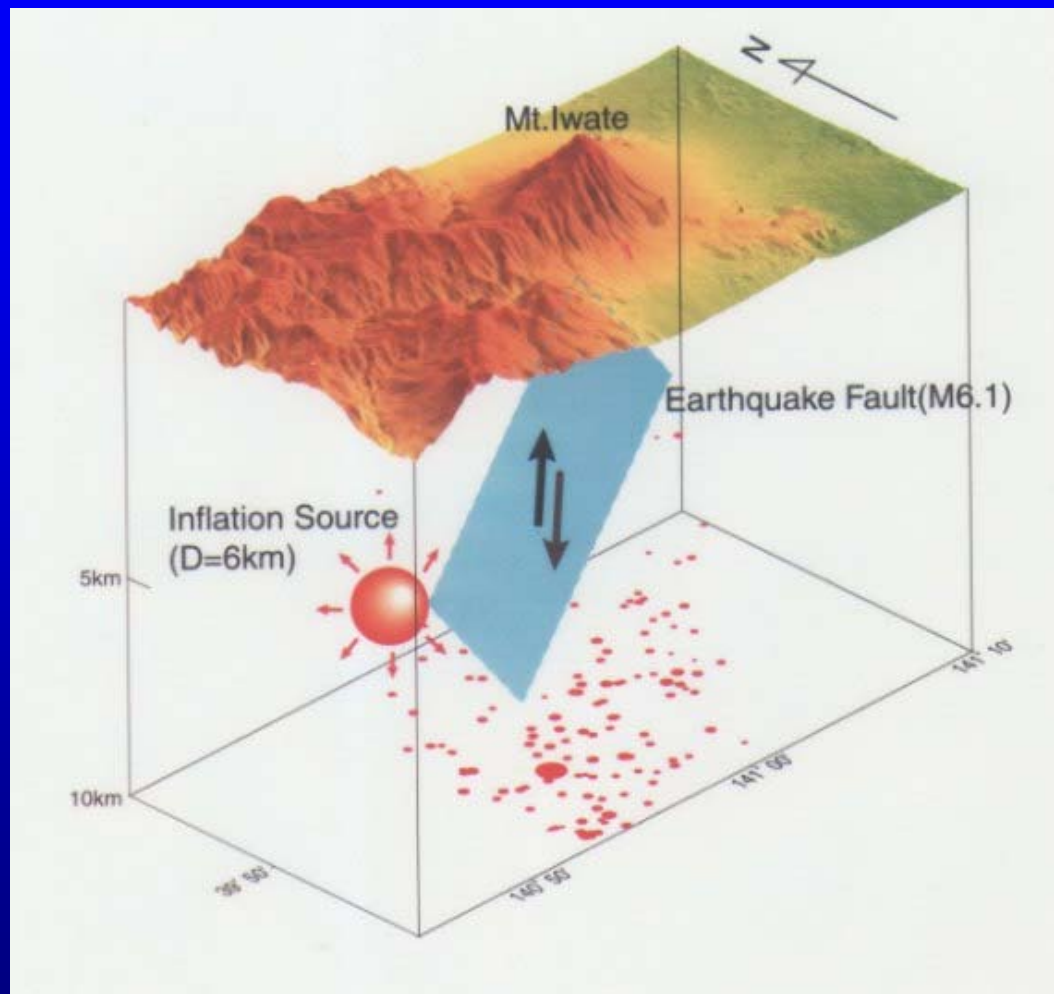
- 既知の活断層(西根断層)の北端部が動いた逆断層型の地震
- 断層の浅部(~2km程度)で1.5mを越えるすべり量が推定された

Ascending-Descending両方向観測

AscendingおよびDescendingの干渉SAR結果から地殻変動を3D化



岩手山周辺の地殻変動モデル



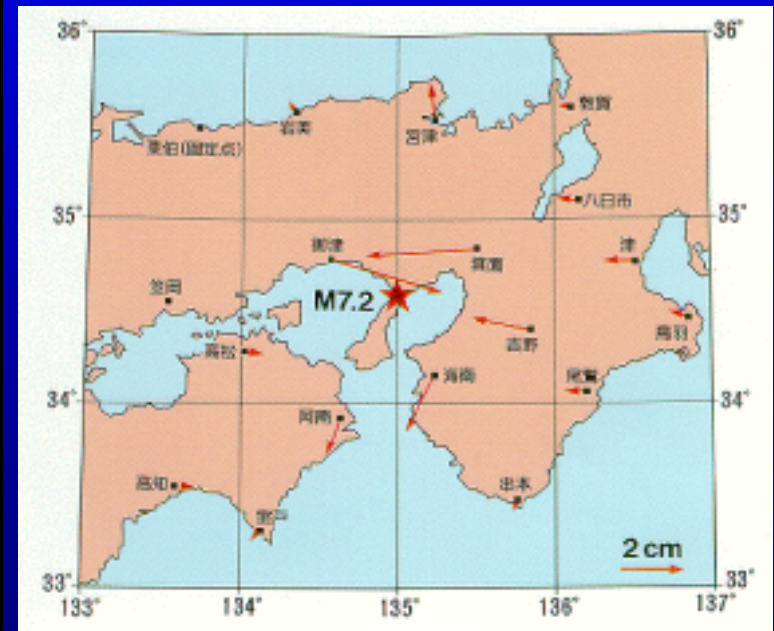
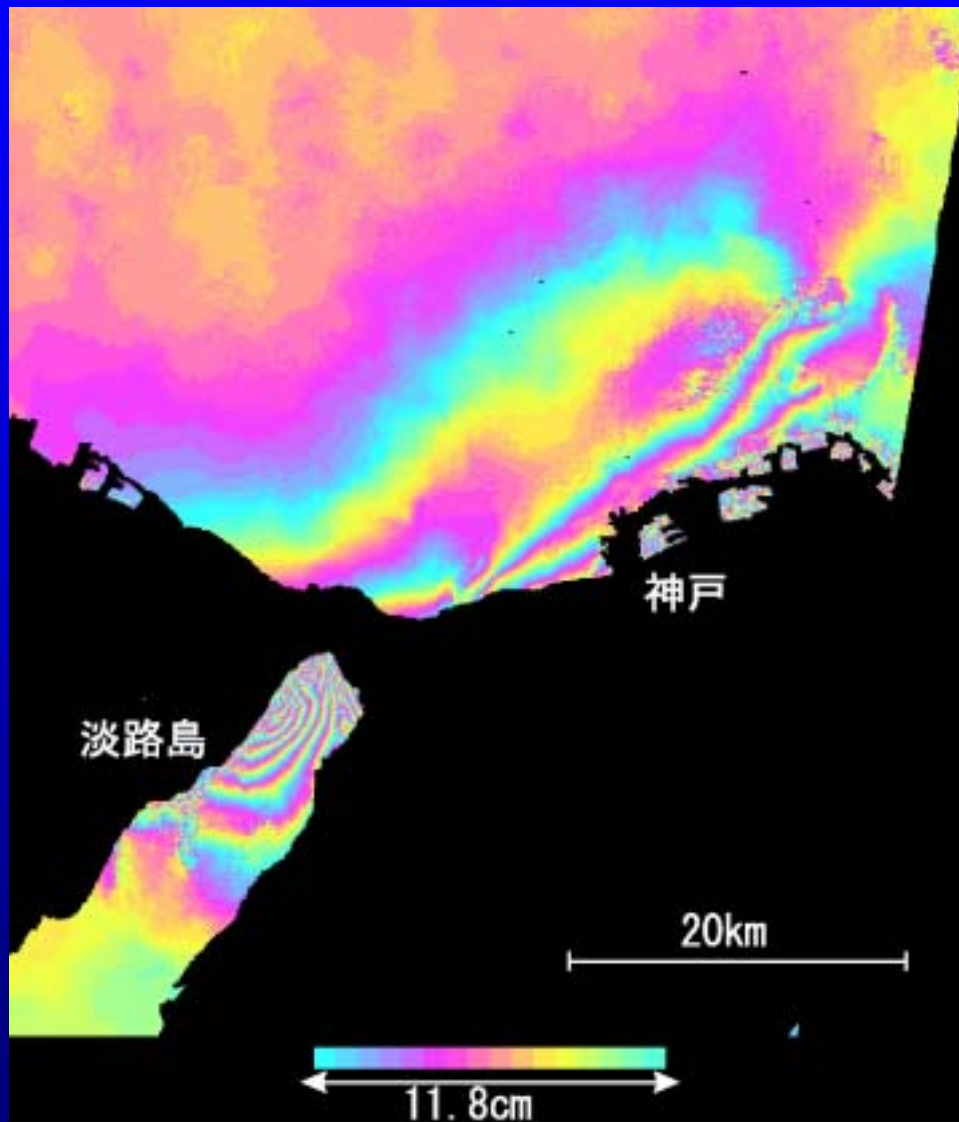
- 岩手山山頂の西13km, 深さ7.9kmを中心とした増圧源の体積増加



- 既知の活断層(西根断層)の北端部が動いて地震を発生

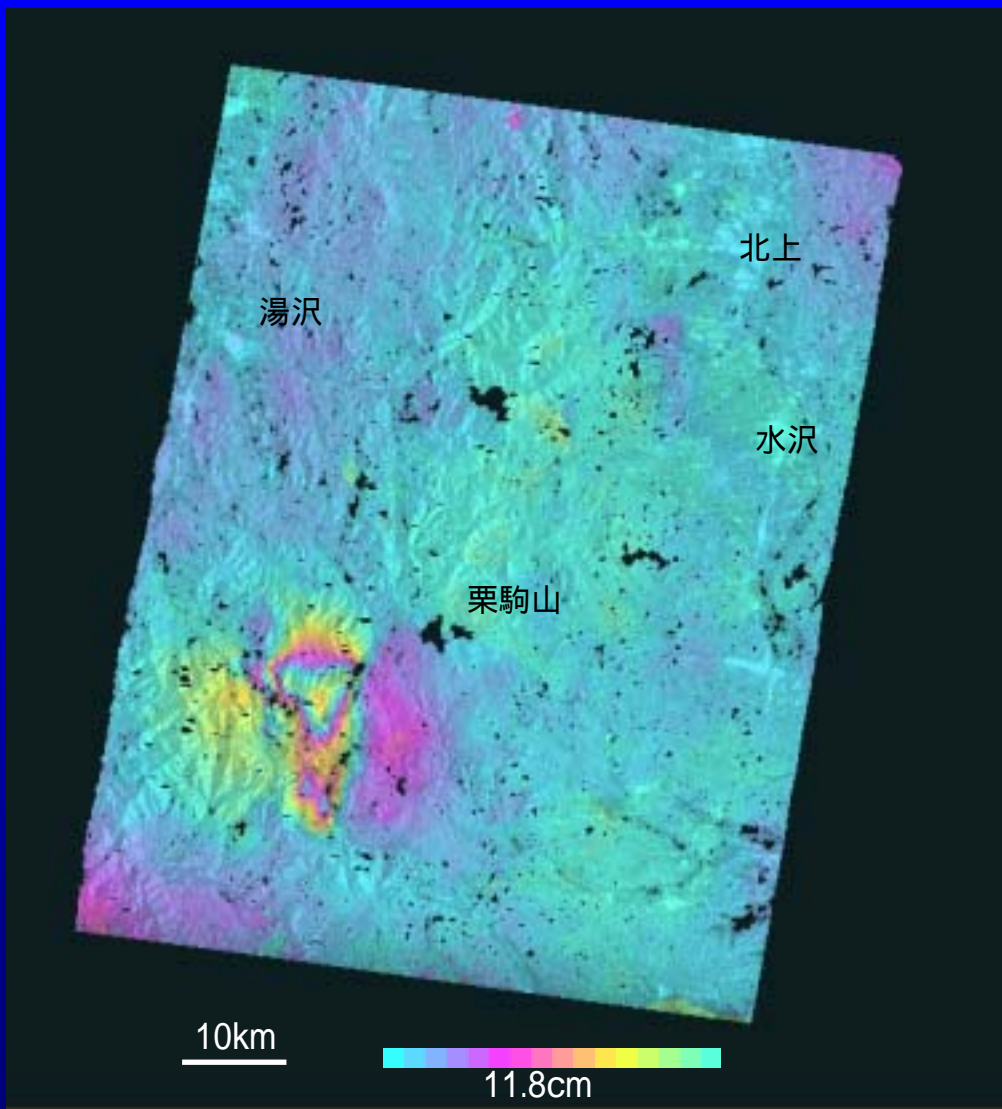
兵庫県南部地震

- 1995/1/17発生
- $M_j 7.2$
- 最大震度7



GPS観測結果

秋田県内陸北部（鬼首付近）の地震

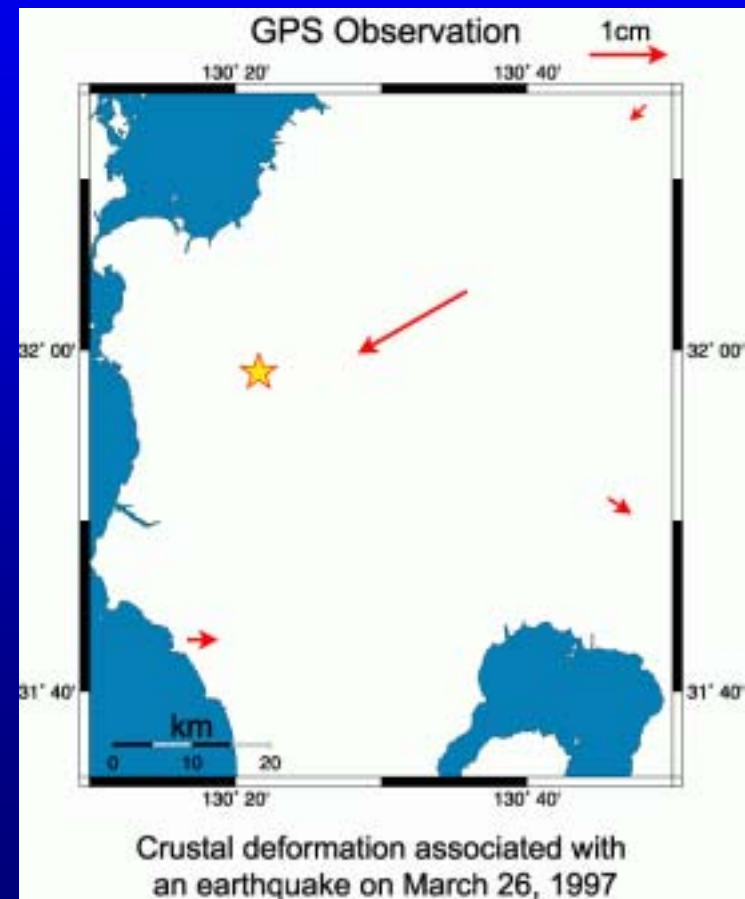
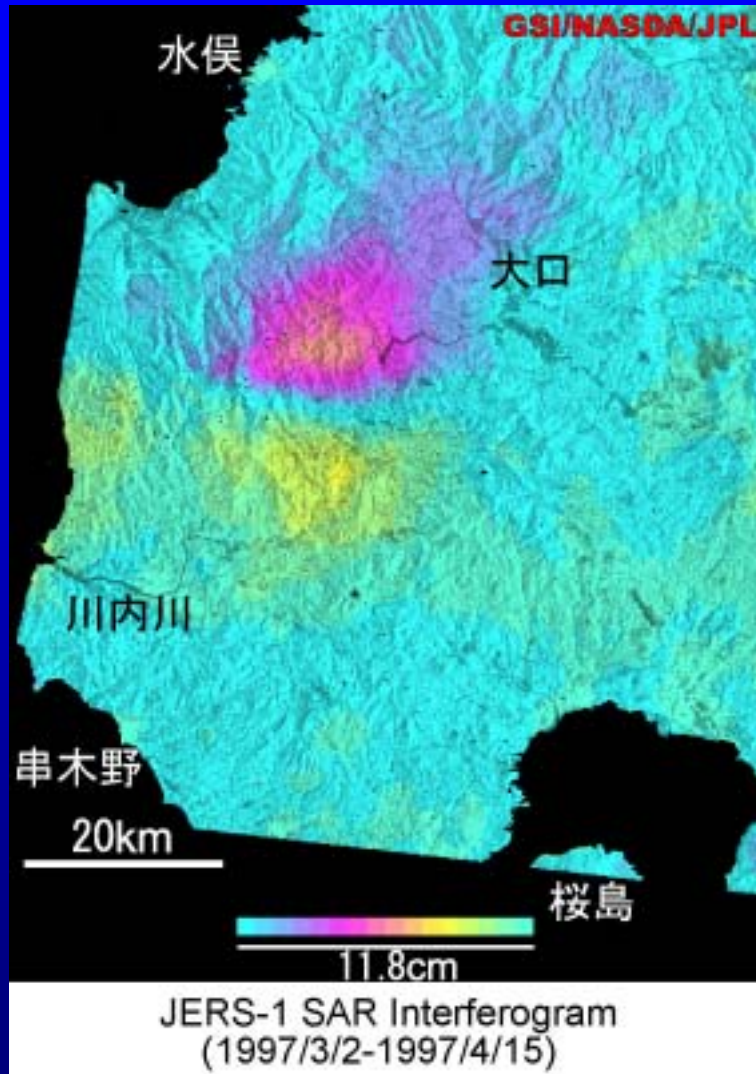


- 1996/8/11発生
- $M_j 5.9$
- 最大震度5
- GPSで捉えられた変動 最大 約1cm
- InSARで捉えられた変動 約15cm



鹿児島県薩摩地方の地震

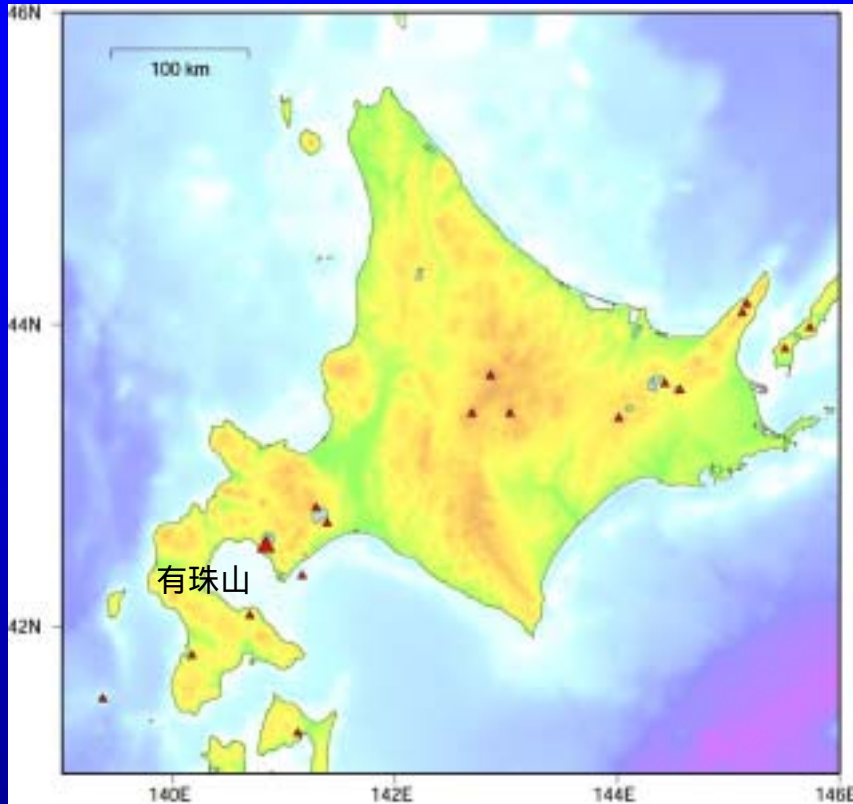
- 1997/3/26発生
- $M_j 6.5$
- 最大震度5強



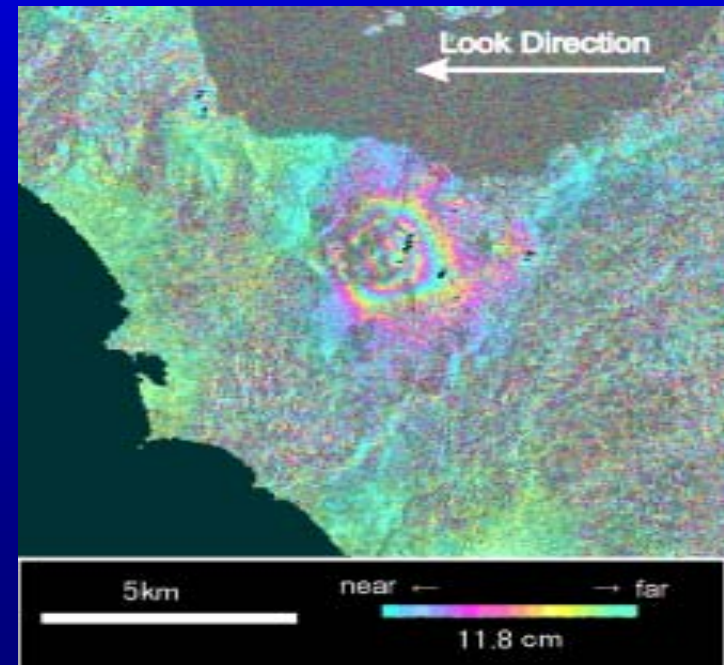
有珠山

- 2000年3月31日噴火

JERS-1は1998年で運用停止したため、
火山活動に伴う地殻変動を干渉SARで
捉えることはできなかった



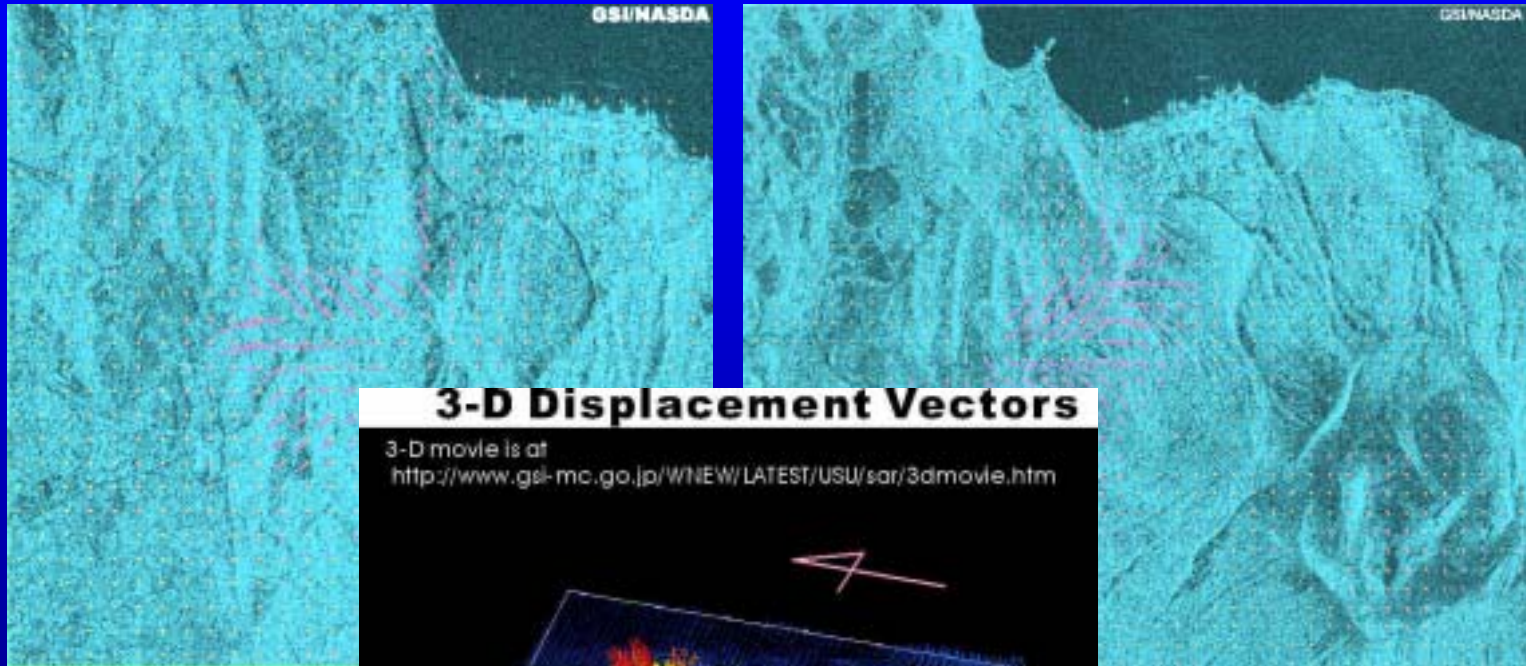
噴火以前の地殻変動



SAR画像マッチングによる地殻変動検出

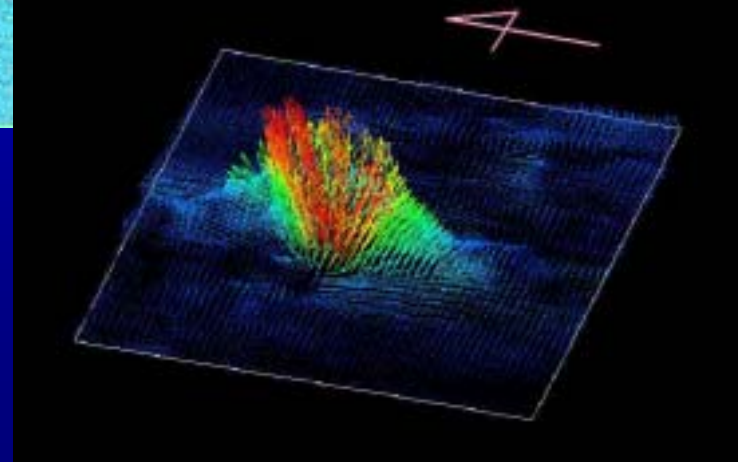
- 有珠山2000年噴火の際の潜在円頂丘形成に伴う地殻変動の検出

Tobita et al. (2001), GRL 28,4291-4294



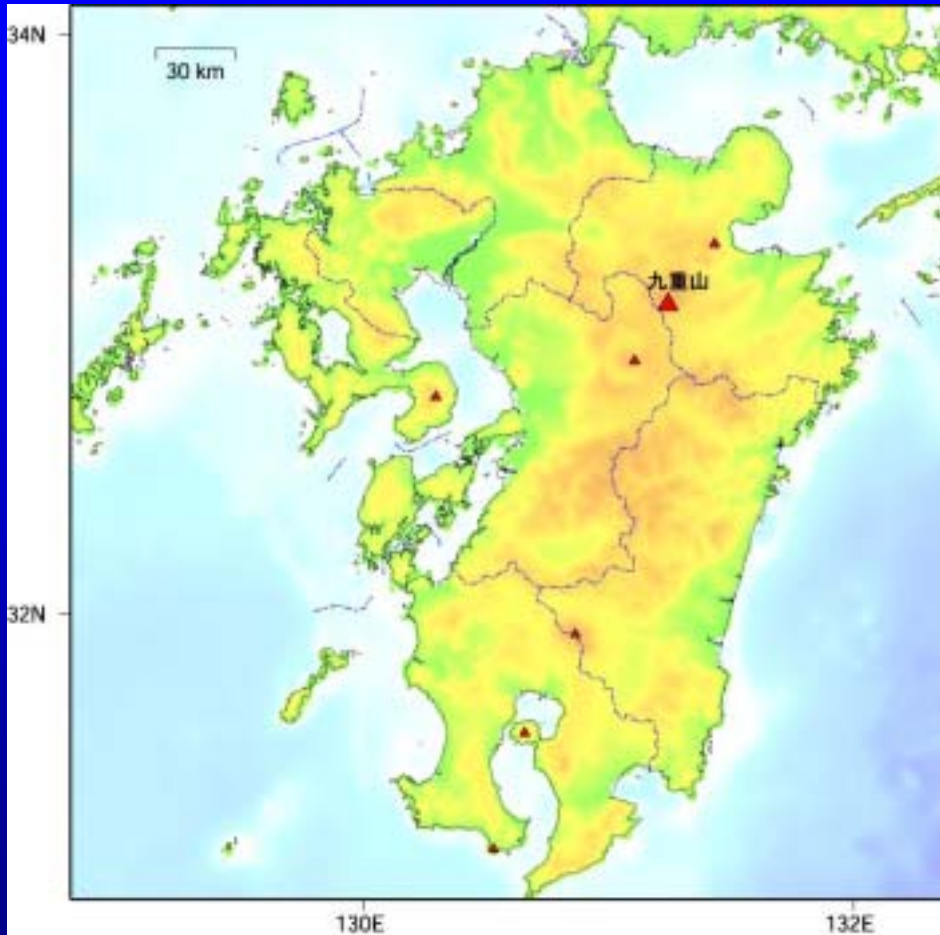
3-D Displacement Vectors

3-D movie is at
<http://www.gsi-mc.go.jp/WNEW/LATEST/USU/sar/3dmovie.htm>



mオーダーの変動を捉えることが可能

九重山

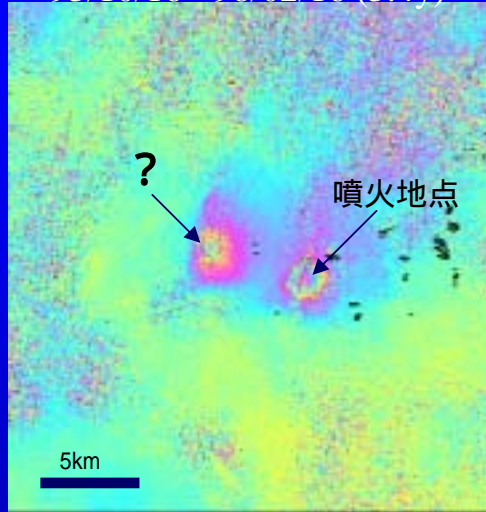


- 1995年10月11日に九重山硫黄山付近から噴火
- 周辺に、阿蘇火山や由布岳などの火山が分布



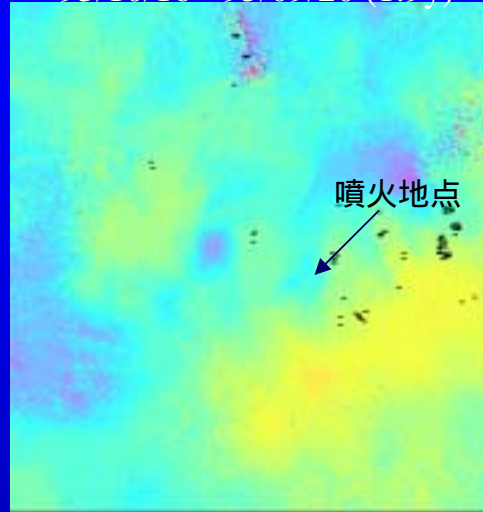
九重山周辺の地殻変動

93/10/16 - 98/02/16 (3.4y)



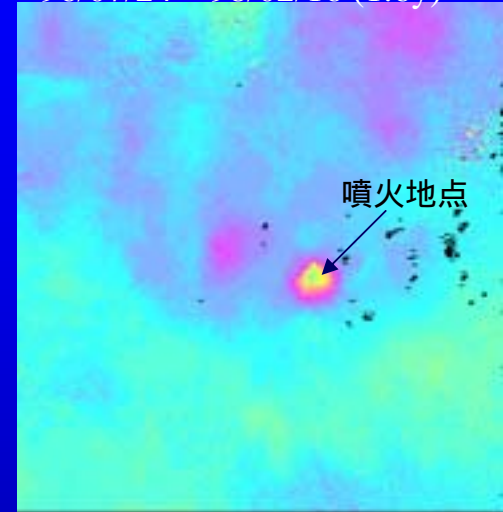
噴火をはさむ期間

93/10/16 - 95/09/20 (1.9y)



噴火前

96/07/24 - 98/02/16 (1.6y)



噴火後



11.8cm

- 噴火地点を中心として沈降
- 西側にも沈降領域が存在

原因は何か？

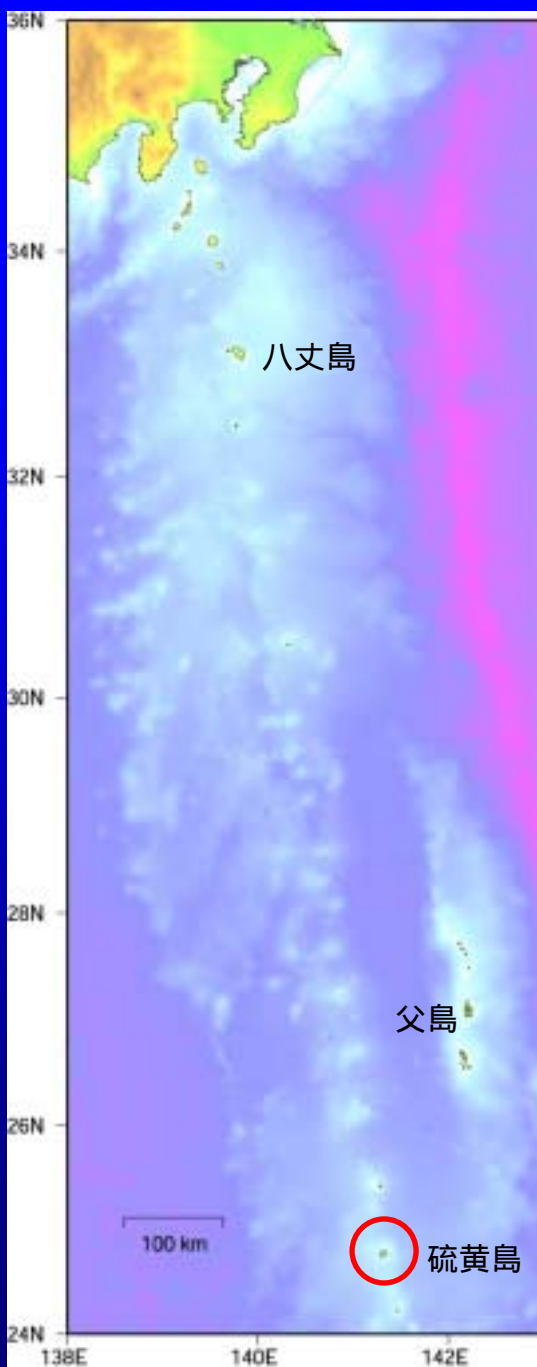


八丁原地熱発電所

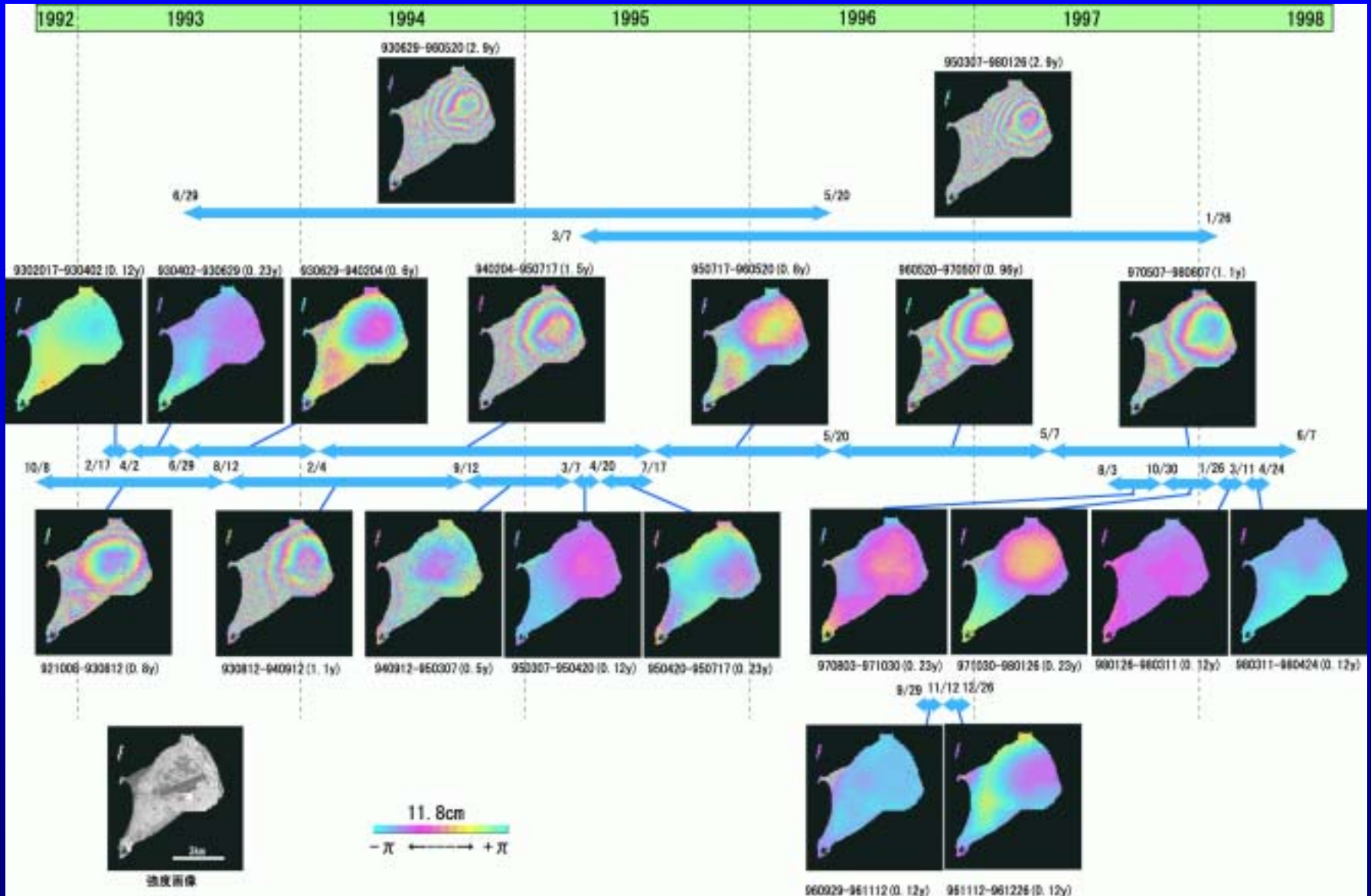
- 検出された変動が異常なものかどうかを判断するためには、継続的にモニターすることが必要

硫黄島

- 本州の南方約1250kmにある火山島
- 1889年以来、小規模な噴火が15回以上記録されている活発な火山
最近では2001年9月21～22日、10月19日に噴火
- 激しい地殻変動(1911年～1952年:11cm/年、
1952年～1968年:33cm/年で隆起)
- GEONET観測点が1996年4月から稼動(2点)



硫黄島の地殻変動



まとめ

JERS-1/SARデータを用いて、地震発生領域、火山地域について干渉SAR解析を行った。

- L-band SARの干渉SARは地殻変動監視、地殻活動モニタリングに非常に有効
- 地殻変動監視にあたっては、活動活発化時だけでなく、平常時からのモニターが必要

ALOS/PALSARに希望すること

- Ascending & Descending両方向観測
- 同一モードでの繰り返し観測