

JERS-1 / InSARを用いて検出された 1995年兵庫県南部地震の余効変動

Postseismic deformation of the 1995 Hyogo-ken Nanbu Earthquake detected by JERS-1/InSAR



防災科研：小澤 拓
地理院：矢来博司，飛田幹男
NIED：Taku Ozawa
GSI：Hiroshi Yarai, Mikio Tobita
連絡先：taku@bosai.go.jp（小澤拓）

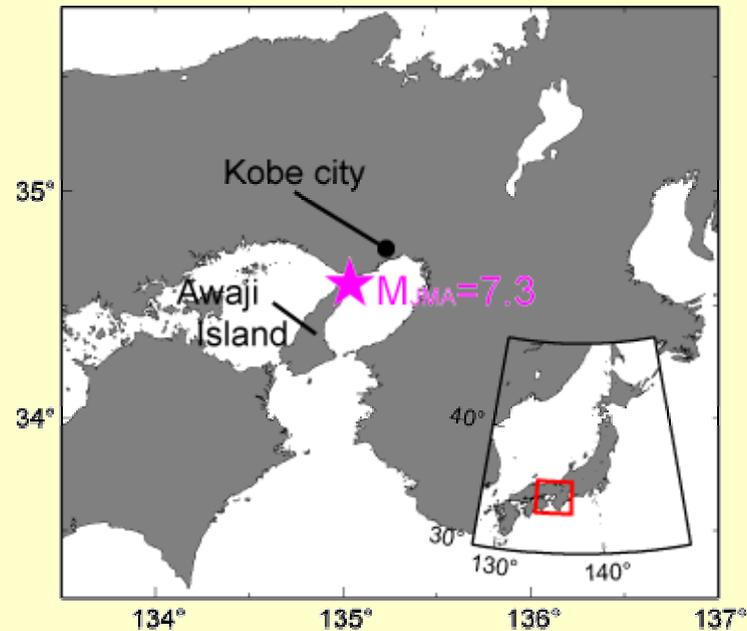
2004年度InSAR技術研究会研究集会
2004/9/29-30 東京大学地震研究所

1995年兵庫県南部地震

発生日 : 1995 / 1 / 17

マグニチュード : 7.3 (JMA)

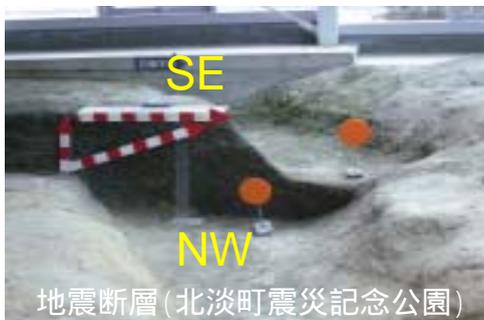
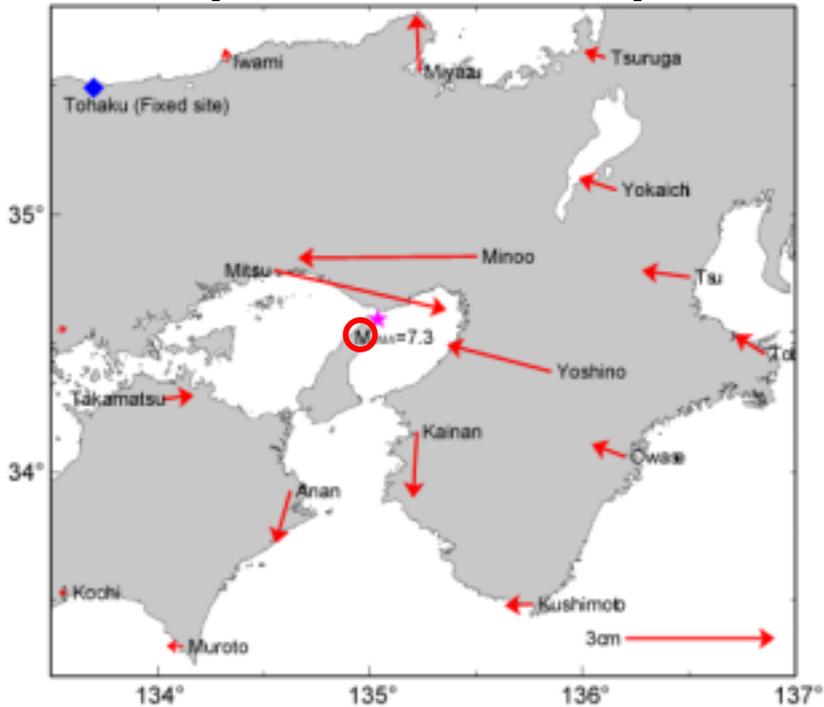
震源:



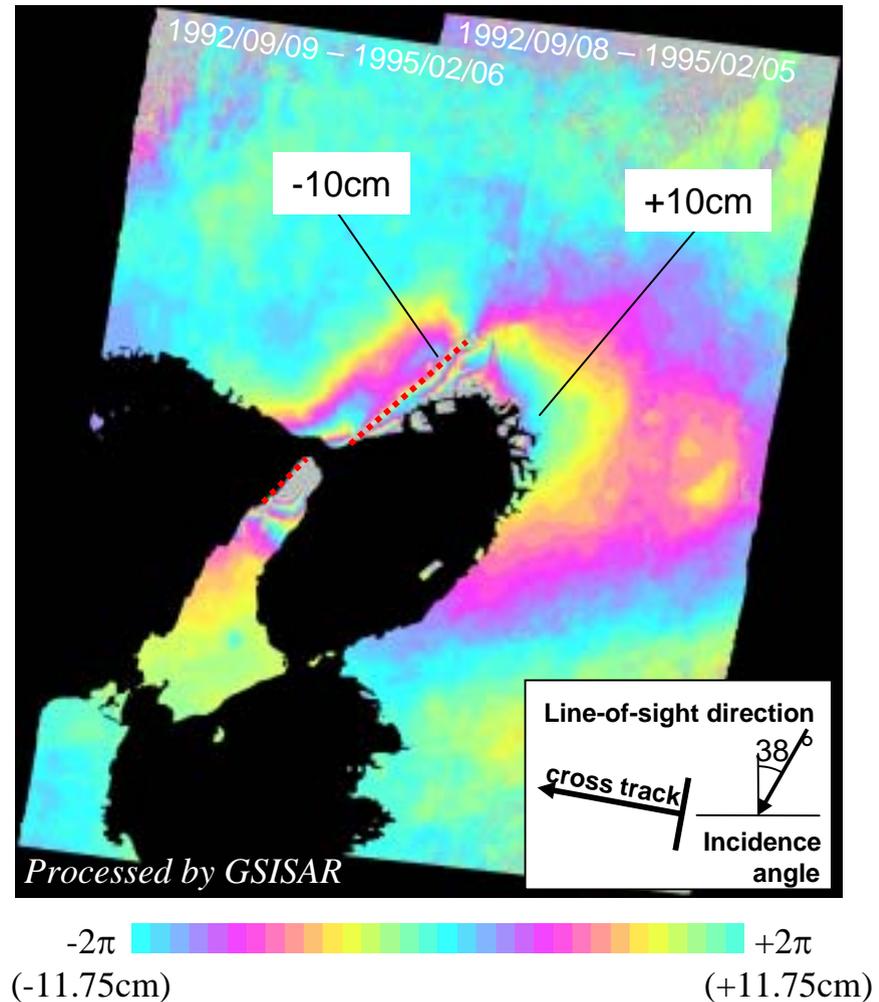
震源の深さ: 16.3 km

地震に伴う地殻変動

日本全国GPS観測網による地殻変動
[Hashimoto et al., 1996]

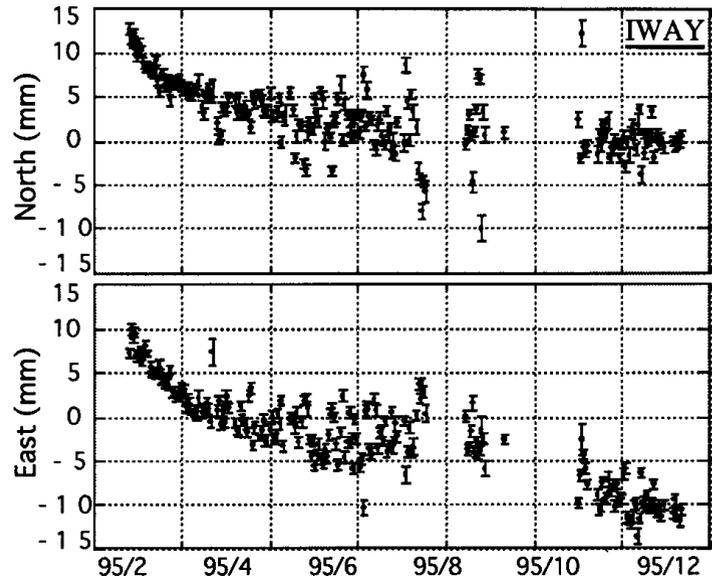
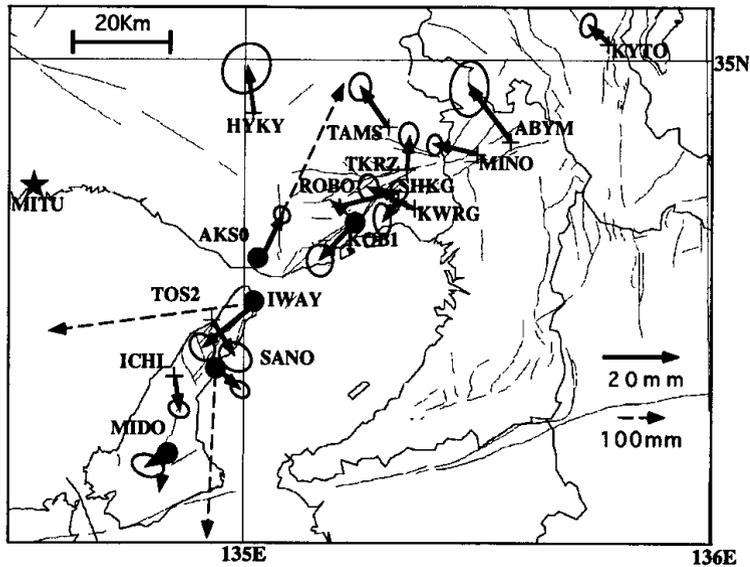


JERS-1 / InSARによる地殻変動



GPS観測から検出された余効変動

[Nakano and Hirahara, 1997]



● 最大約 2.0 cm

● 余効変動方向は地震時の地殻変動方向と似ている

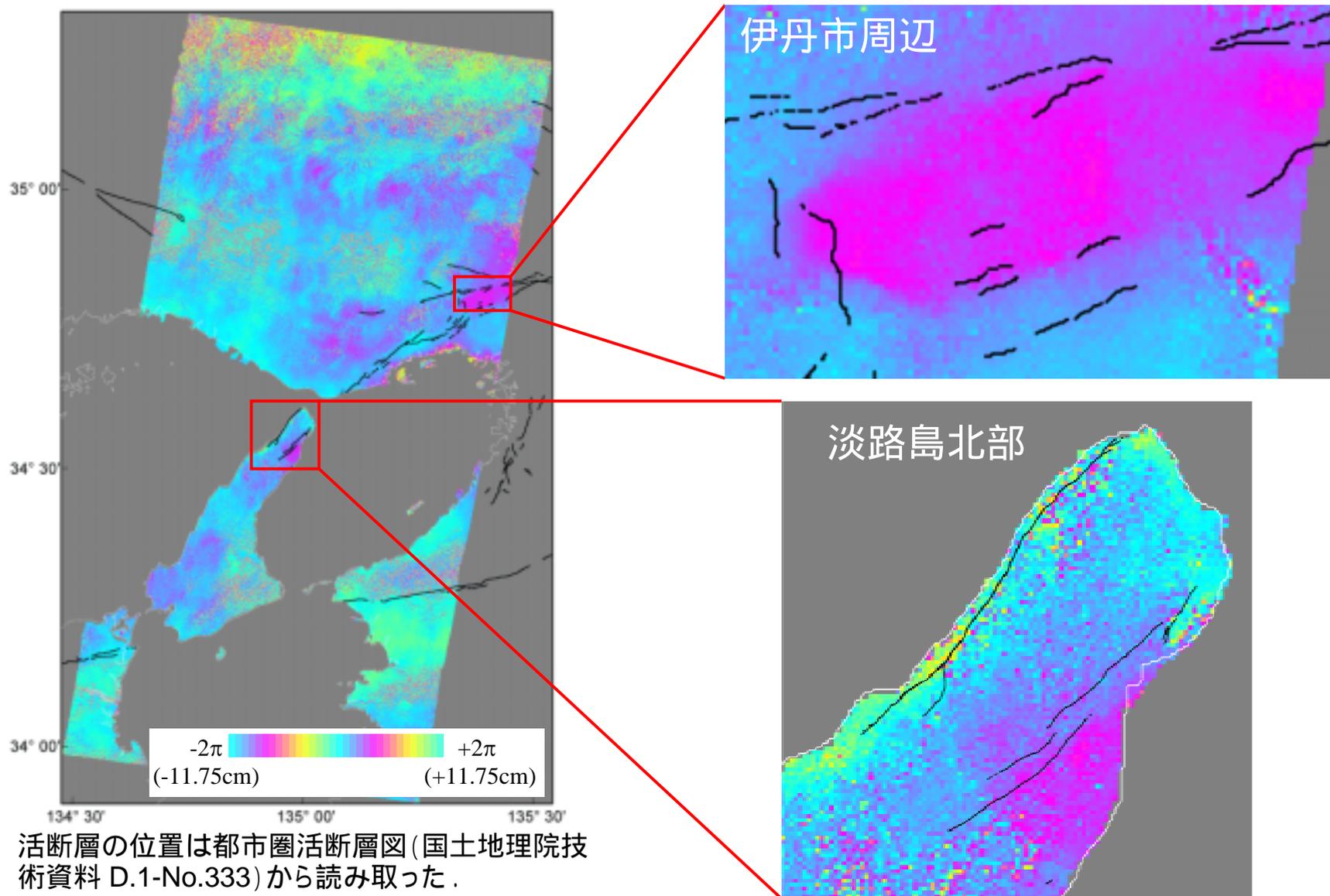


本研究の目的

余効変動を検出できるか？

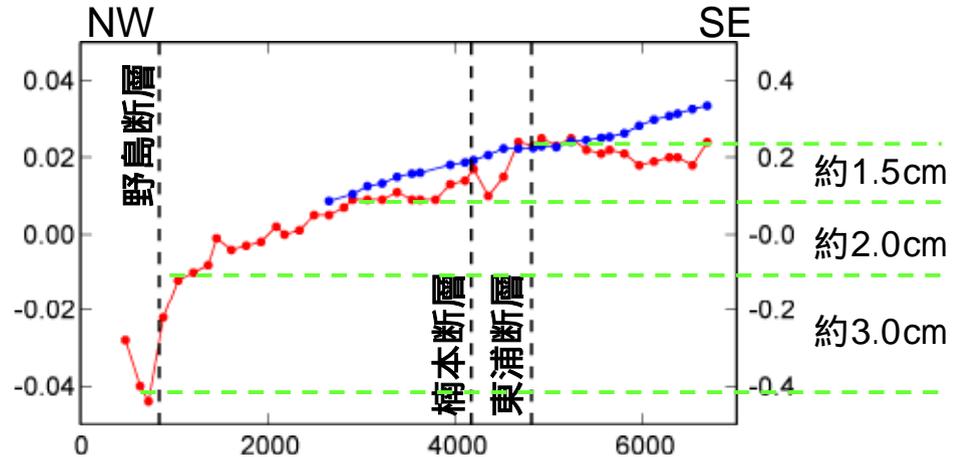
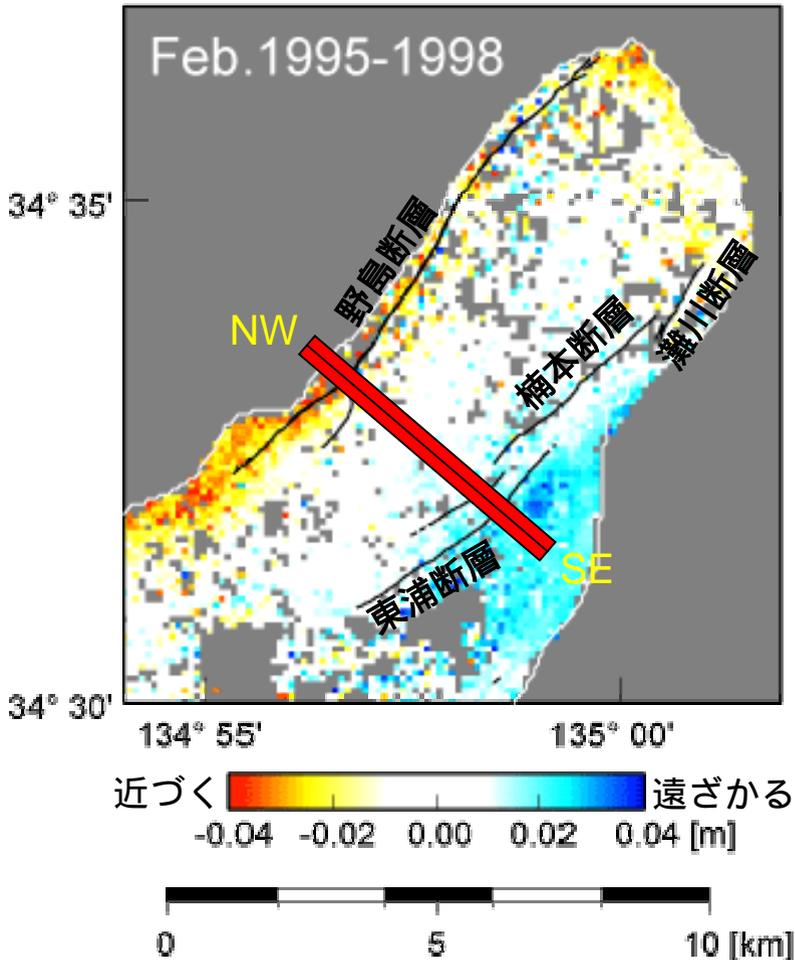
より詳しい余効変動メカニズム

地震後の干渉ペア (1995/2/6~1998/3/26:1144日)



淡路島北部の地殻変動

JERS-1 / InSARによる地殻変動



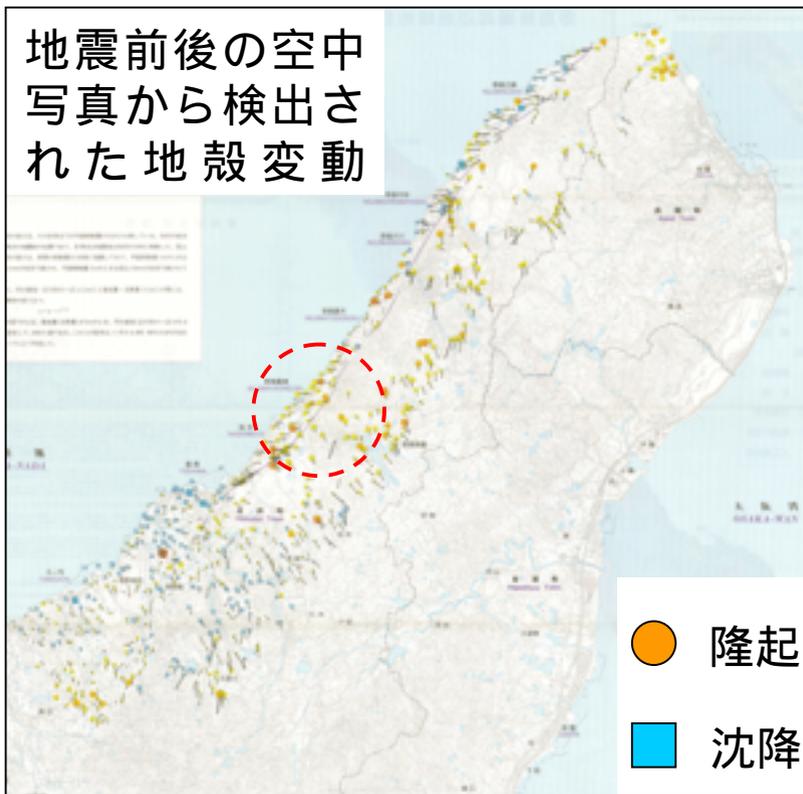
これは地殻変動を示すものか？

- 他の干渉ペアを解析する
- 他の観測結果と比較する
- 得られた地殻変動を説明できるか？

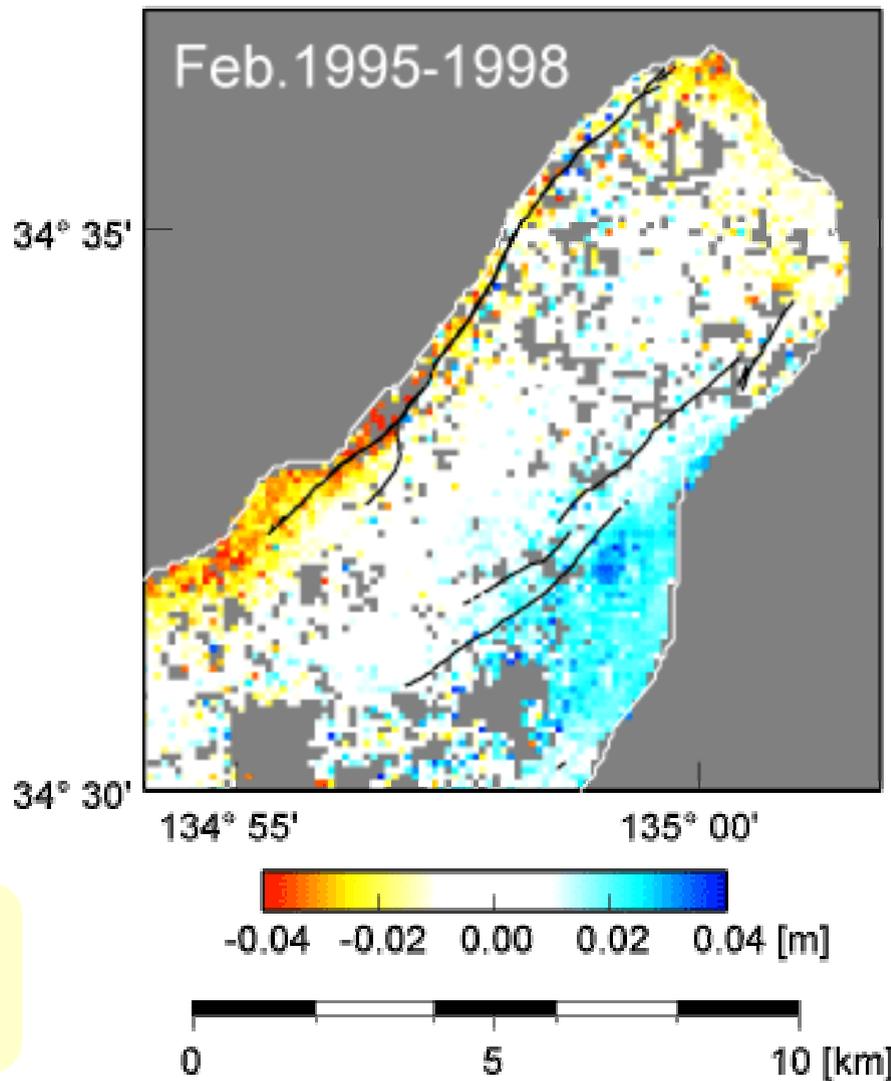
(定性的検証)

地震時の地殻変動との比較

地震前後の空中写真から検出された地殻変動



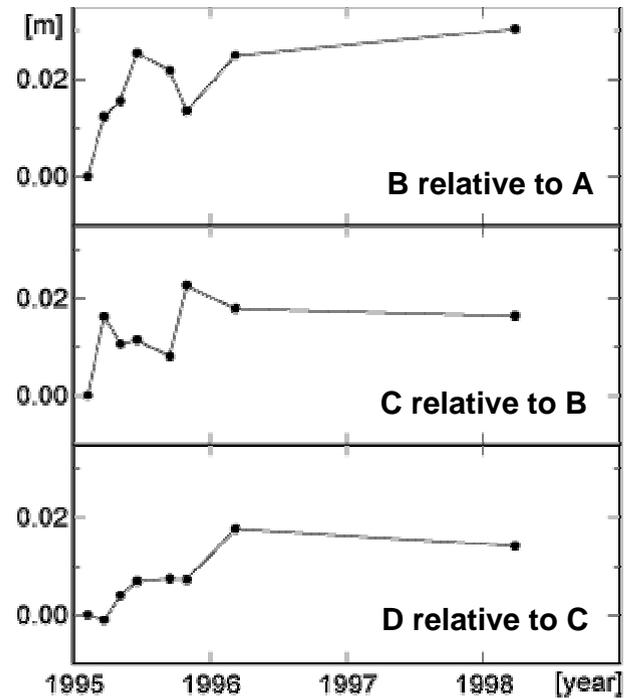
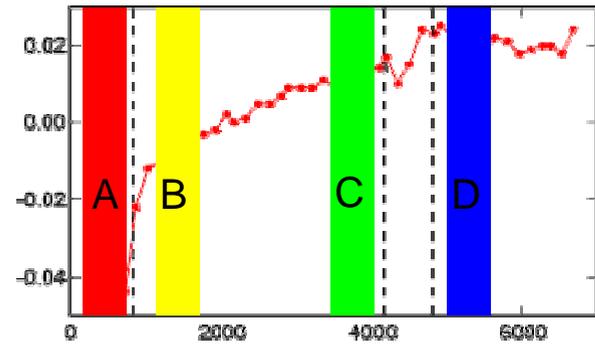
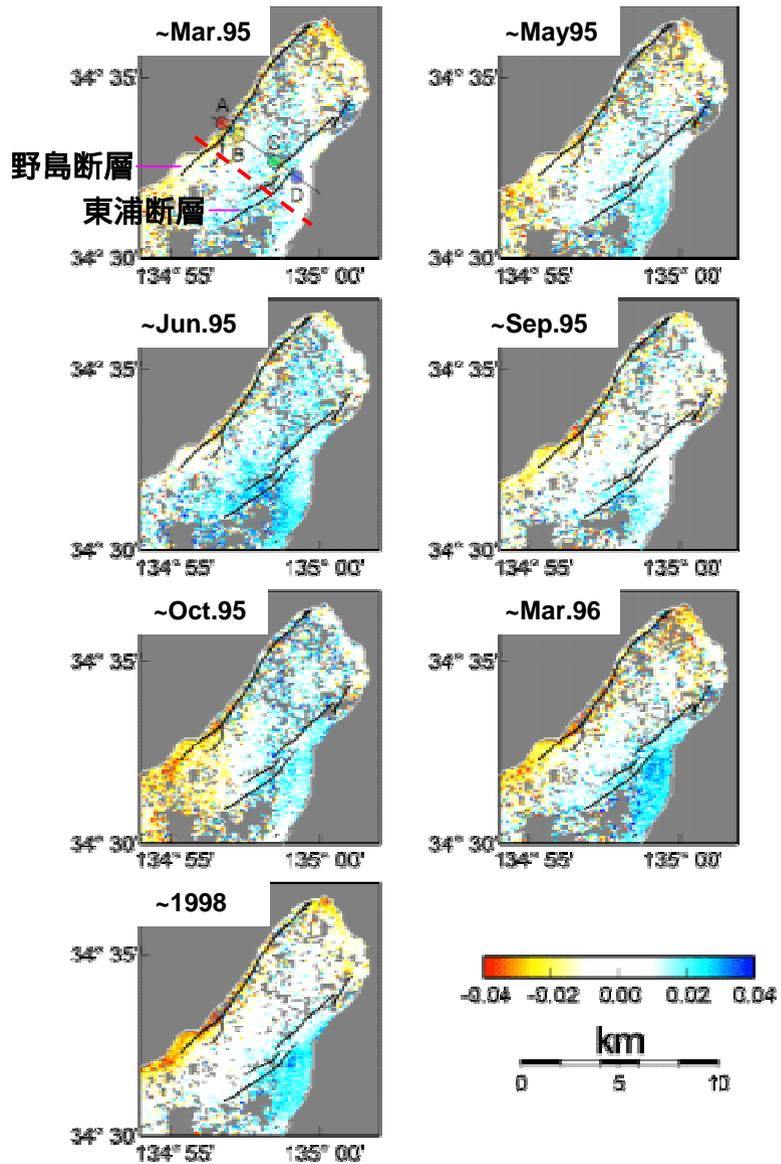
国土地理院技術資料 (D・I No.328, 1996)



右横ずれ + 北西沈降 : 感度が弱くなる

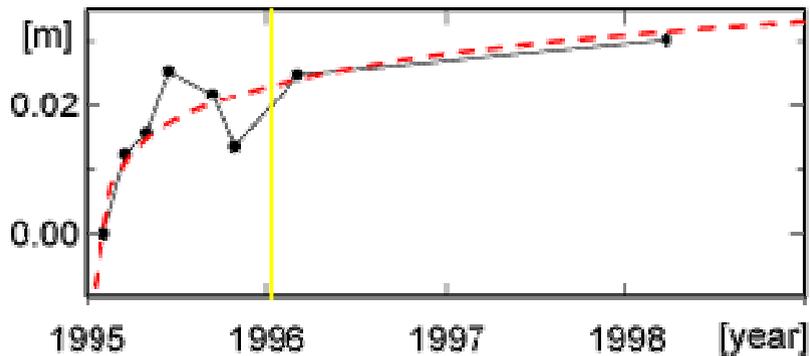
右横ずれ + 北西隆起 : 北西が近づく

時系列



GPSによる余効変動との比較

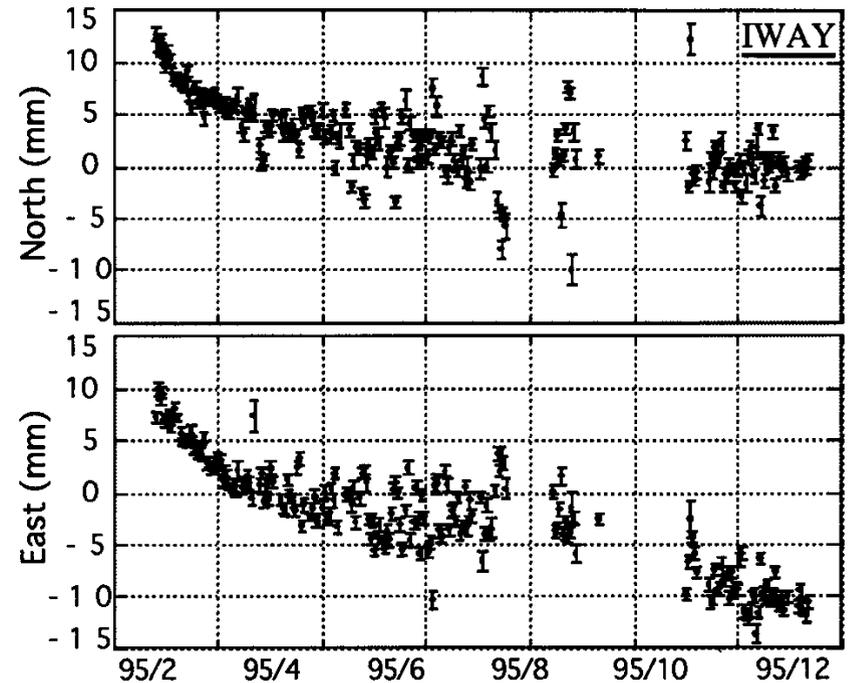
JERS-1 / InSARから得られた地殻変動



対数関数的な時間変化：

$$d = \alpha \times \ln(\beta t + 1)$$

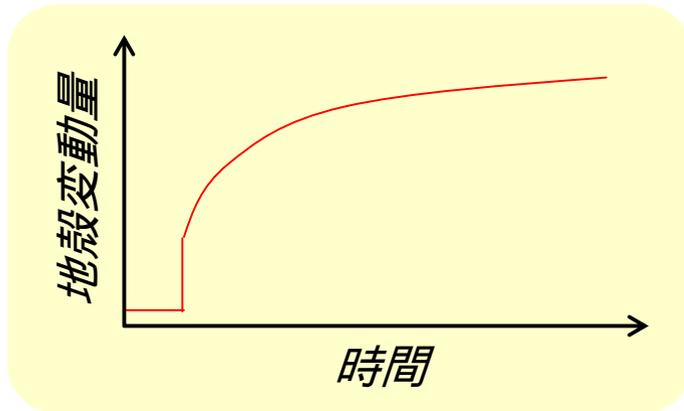
GPS [Nakano and Hirahara, 1997]



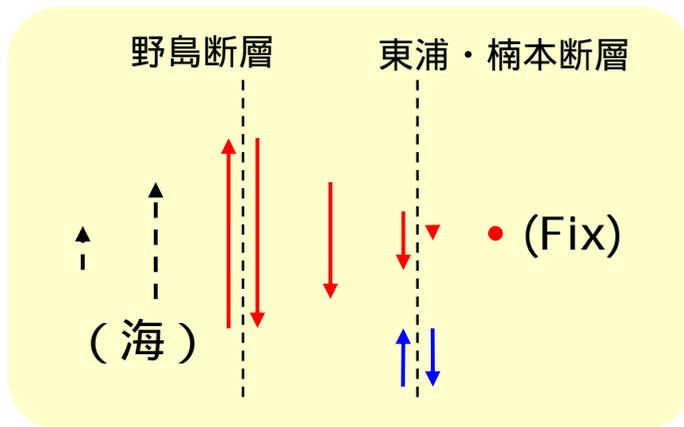
- 対数関数的な時間変化
- 時定数もおおよそGPSの結果と類似？

定性的検証のまとめ

● 対数関数的に時間変化



● 断層周辺で地殻変動大



野島断層：
余効すべり
(空間波長：約5km)

東浦・楠本断層：
応力変化によって
誘発されたすべり？
(地震時に有意なすべりが見られない?)

定量的検証

定性的検証：

- 他の干渉ペアを解析する
- 他の観測結果と比較する
- 得られた地殻変動を説明できるか？



実際の地殻変動による位相差パターンである

地殻変動検出精度は？

検出精度： 数cmレベル？

定量的な精度の推定方法を考えていく必要がある



今後の課題

誤差要因（単純な方法）

誤差要因： 軌道縞除去の不完全さ

地形縞除去の不完全さ

大気遅延誤差

DEMの誤差（5m）（ $B_{\text{perp}} = 90\text{m}$ の時，1mmに対応（ 1σ ））

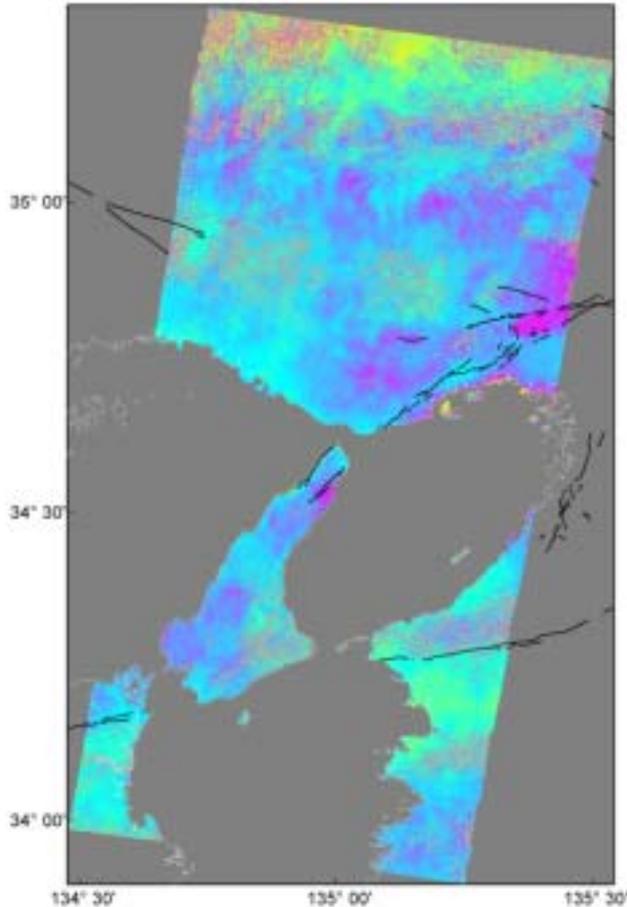
位相差：

$$\phi = \underbrace{a \times x + b \times y}_{\substack{\text{軌道縞成分} \\ \text{（平面）}}} + \underbrace{hgt \times c}_{\substack{\text{地形縞成分} \\ \text{（高さの倍数）}}} + \underbrace{v}_{\substack{\text{気象の影響など}}}$$

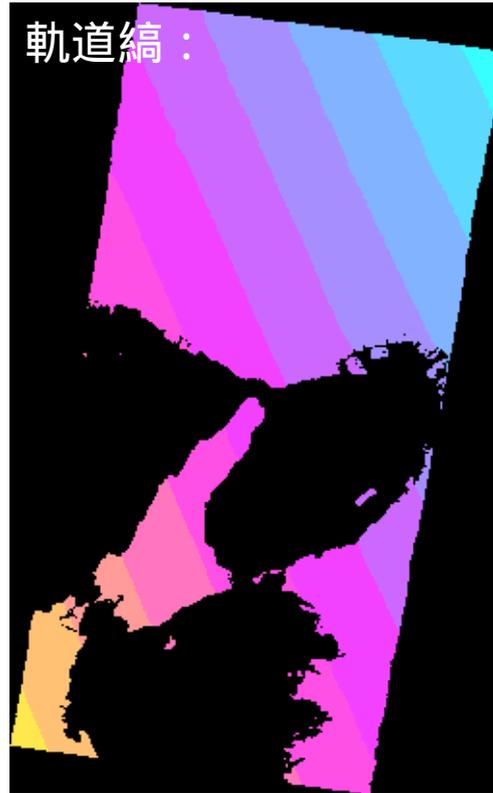


各パラメータの標準偏差から信頼域を推定

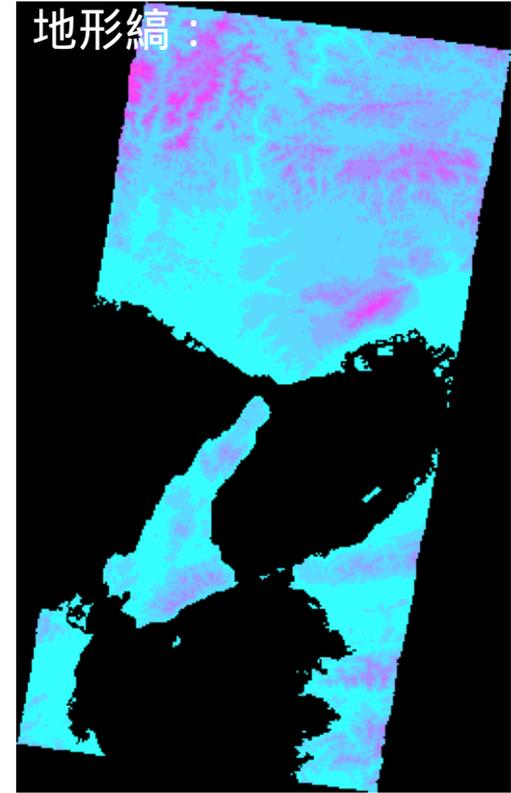
検出精度 (1995/2/6 ~ 1998/3/26)



軌道縞 :



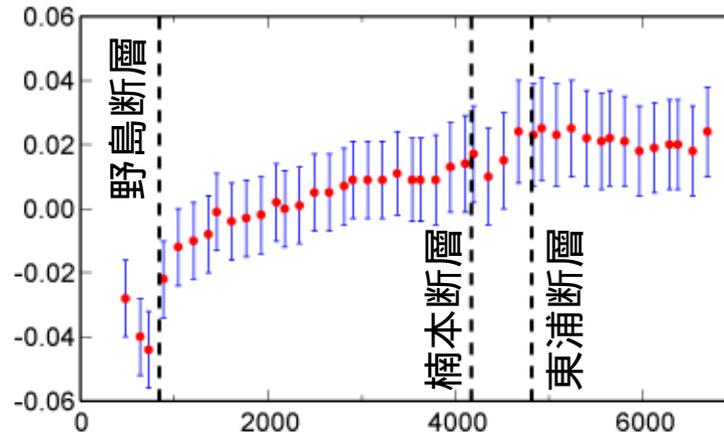
地形縞 :



レンジ方向 : $2.5 \times 10^{-5} \text{m/pixel}$ (4look)
アジマス方向 : $2.0 \times 10^{-5} \text{m/pixel}$ (16look)
地形成分 : $4.3 \times 10^{-5} \text{m/m}$
気象成分 : $1.2 \times 10^{-2} \text{m}$

定量的検証のまとめ

淡路島北部のプロファイル (1.2~1.6cm, 95%信頼度)



改良すべき点：

- より高度な精度推定 (単純すぎか?)
- 水蒸気の影響は距離によって異なる?
- 干渉性劣化による精度劣化

まとめ

JERS-1 / InSARを用いて兵庫県南部地震後の余効変動の検出を試みた

野島断層：余効変動

淡路島東岸：誘発されたすべり？

地殻変動検出精度

より高度な精度推定法が必要

今の技術を持ってすれば検出可能な地表面変動はたくさんある？

もう一度解析し直してみませんか？