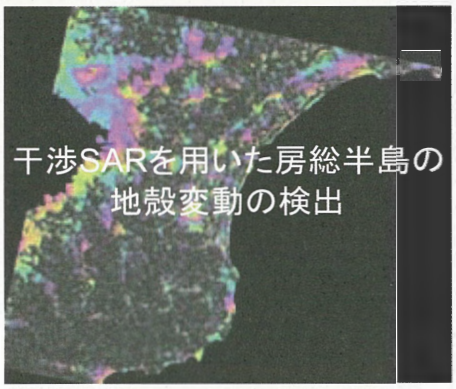
干渉SARを用いた房総半島の地殻変動の検出



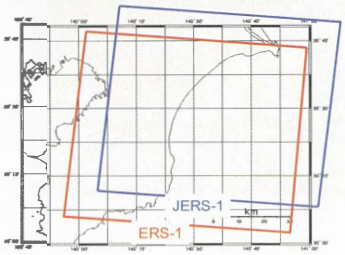
澤口貴士　伊勢崎修弘
千葉大学大学院自然科学研究科

2007/2/28

概要

本研究では、合成開口レーダ（SAR：Synthetic Aperture Radar）による人工衛星データ解析技術である干渉SARを用いて、千葉県房総半島の地殻変動の検出を行なった。

対象とする地域は千葉県房総半島の右図のエリアとする。



研究の背景と目的

干渉SARに関連する技術については多くの研究・報告がなされている。しかし、

- 精度
- 解析処理
- 変位の判読

} 信頼性に問題がある

⇩

異なる解析ソフト・異なる衛星データを用いた解析結果の違いを比較

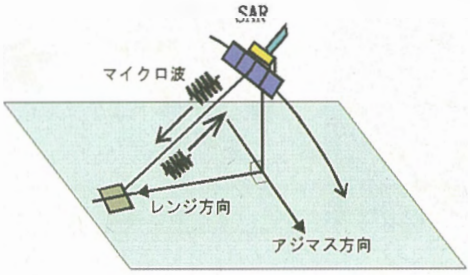
⇩

干渉SARによる地殻変動検出の有効性を検証する。

SAR

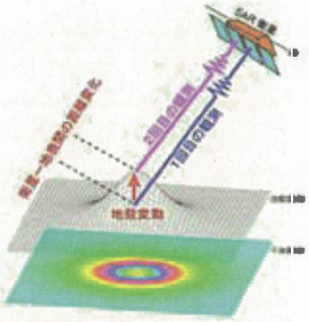
SAR（Synthetic Aperture Radar：合成開口レーダ）

- 地表を観測するためのリモートセンシングセンサーの一種
- 航空機や人工衛星に搭載して用いられる。



干渉SARとは

SARで同じ地域をほぼ同じ位置から、ある期間をおいて2回観測する。

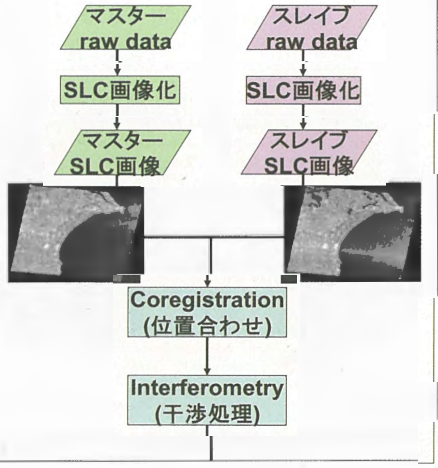


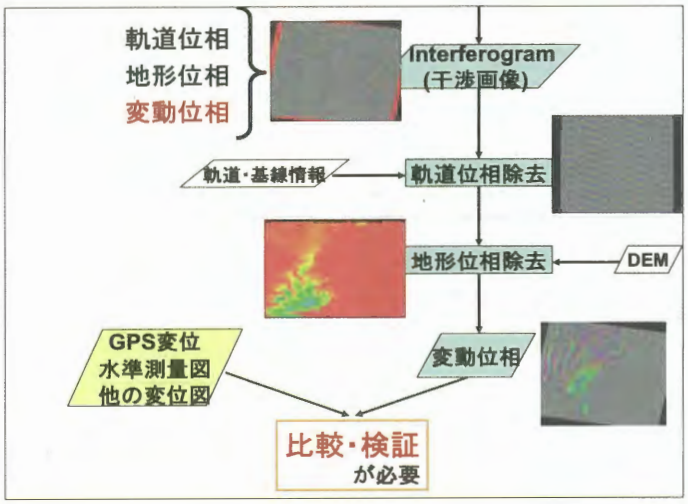
もし1回目と2回目の観測のあいだで地表が変動していれば、レーダーと地表との距離が変化し、受信波の位相もレーダーと地表との距離変化に応じて変化する。

つまり、2回の観測データで位相が異なっていたら、その位相の差が変動量に対応することになる。

（国土地理院HPより）

解析の流れ





解析手法

- SAR解析ソフトには、EarthView-InSAR(Atlantis)とGAMMA-SARソフトウェア(GAMMA REMOTE SENSING)を用いる。
- 生成した干渉画像の位相差から変位量を読み取る。

⇩

- 解析ソフトウェアの違いによる結果の比較
- 異なる衛星データによる結果の比較
- 水準測量データとの比較

使用データ

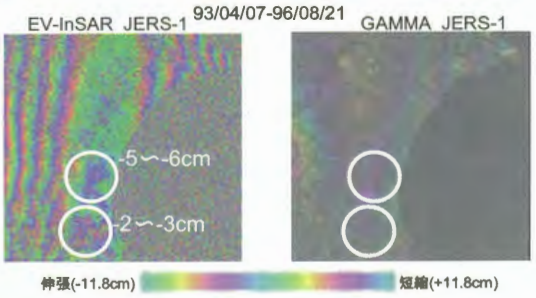
JERS-1 6シーン9ペア
ERS-1 2シーン1ペア を使用。

ペア	衛星	Master Date	Slave Data	基線長 (m)	干渉結果 EV-InSAR	干渉結果 GAMMA
1	JERS-1	1993/2/22	1996/5/25	1168	△	○
2		1993/2/22	1996/8/21	594	△	○
3		1993/2/22	1996/11/17	389	△	○
4		1993/4/7	1996/5/25	2581	×	△
5		1993/4/7	1996/8/21	858	○	○
6		1993/4/7	1996/11/17	1758	○	○
7		1993/9/30	1996/5/25	1021	○	○
8		1993/9/30	1996/8/21	753	○	○
9		1993/9/30	1996/11/17	209	○	○
10	ERS-1	1992/11/27	1996/3/5	592	○	○

←too long baseline

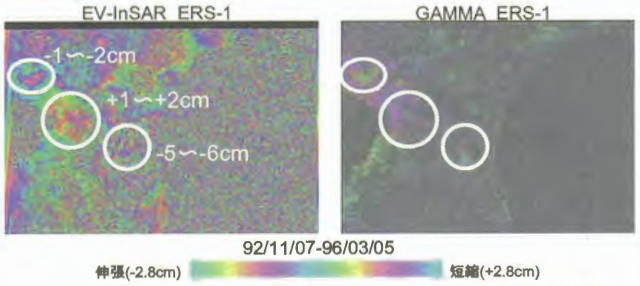
結果と考察

解析ソフトウェアの違いによる比較(JERS-1)



シーン中央付近の同一の場所でほぼ同じパターンがみられた。変動縞は視線方向から遠ざかる方向に遷移しており、これらは視線方向で衛星から遠ざかっていることを表す。

解析ソフトウェアの違いによる比較(ERS-1)



ERS-1 データにおいて、EV-InSARとGAMMAの変動域・変位量は、ほぼ同様の結果となった。

⇩

両者で整合性のある結果となったことから、実際の変動を示している可能性が高いと考えられる。

ソフトウェアの相違点

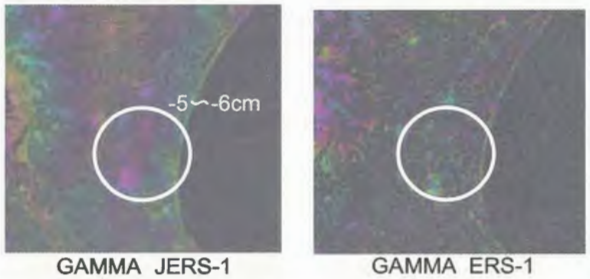
- EV-InSAR
  coregistration後のRMS(二乗平均誤差)の最大値を指定。
  →ある程度誤差が大きいとエラーになるため、手動のcoregistrationに依存する。
- GAMMA
  処理範囲の全ての対応点のS/N比を計算し、用いる対応点のS/N比のしきい値を設定してcoregistrationを行なう。
  →設定したしきい値よりS/N比が低い対応点は用いられず、信頼できる対応点だけを利用する。

⇩

位置合わせの方法の違いが、ソフトウェアによる解析結果の違いを生むと考えられる。

衛星の違いによる比較

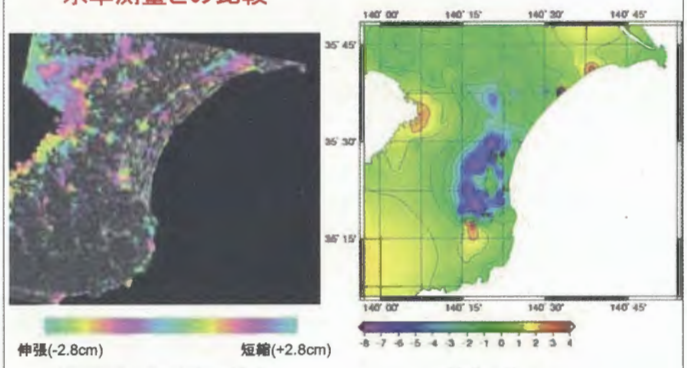
取得時期の近いJERS-1データとERS-1データの解析結果を比較した。(GAMMA)



GAMMA JERS-1　　GAMMA ERS-1

変動が大きいと思われる地域においてはほぼ同様に、視線方向に 5〜6cm遠ざかる変位を示した。

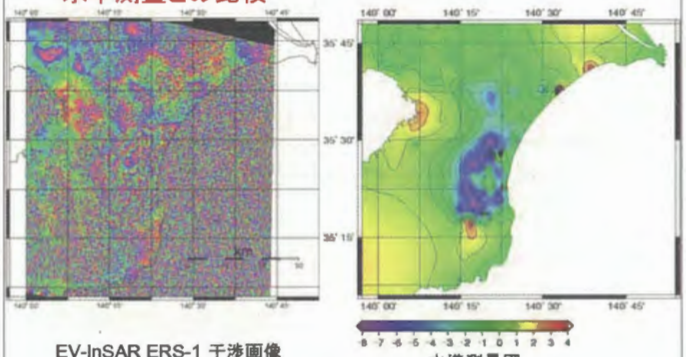
水準測量との比較



GAMMA ERS-1 干渉画像
92/11/07-96/03/05

水準測量図
93/01/01-96/01/01

水準測量との比較



EV-InSAR ERS-1 干渉画像
92/11/07-96/03/05

水準測量図
93/01/01-96/01/01

ERS-1干渉画像と水準測量図において、変動域と変位量がほぼ一致。

まとめ

①処理ソフトの違いによる差を検証するために、同一のSARデータに対して異なるソフトウェアを用いて処理を行なった。

JERS-1においては狭い範囲でのみ共通の変動が得られ、ERS-1においてはほぼ同様の結果が得られた。

②衛星の違いによる差を検証するために、JERS-1、ERS-1双方の解析結果を比較した。

変動量の多い地域においては両者はほぼ同様の変位量を示した。

③1992年/1996年 ERS-1 SARデータより地殻変動と変位量を検出し、水準測量と比較した。

水準測量の変位量と、干渉SARにより得られた沈下域・沈下量には整合性が見られた。

干渉SARにより、地殻変動を検出するとともにその変位量を把握した。
また、信頼性のあるデータを用いれば、異なる解析ソフトでも同様の結果を得ることができた。

変動の検出が可能であるかどうかについては、使用するデータの軌道情報の正確さや基線長に依存する部分が大きい。

その点を克服できれば、GPS観測・水準測量データを補間する技術として大いに期待できるだろう。