

## 新規研究課題提案書

### 1. 研究課題名

干渉SAR時系列解析による国土の地盤変動の時間的推移の面的検出に関する研究

### 2. 研究制度名

特別研究

### 3. 研究期間

平成26年 4月 ～ 平成31年 3月 (5年間)

### 4. 予算規模 (想定)

特別研究 73,014千円

(平成26年度 13,014千円、平成27年度 17,000千円、平成28年度 15,000千円、  
平成29年度 15,000千円、平成30年度 13,000千円)

### 5. 課題分類

(3) 防災に関する研究開発

### 6. 研究開発の背景・必要性

東北地方太平洋沖地震後、噴火や地震の誘発が懸念される中、事前にその発生可能性を評価することへの関心は益々高まっている。噴火や地震の発生エネルギーとなるマグマの蓄積や断層への歪みが進行する際には、僅かに地盤が変形することが知られている。そのような変動を測量によりの確に捉えることができれば、マグマの位置・挙動や断層面上の固着等の詳細な推定が可能となり、地盤変動の推移監視に基づく噴火や地震発生危険度予測に資するものと期待される。

噴火や地震の発生に至るまでの準備段階で進行する地盤の変形は、年間数mmから数cm程度のものが多い。水準測量やGNSS測量は、そのような微小な規模の変動の検出に有効であるものの、観測の空間密度に限界がある。一方、干渉合成開口レーダー(干渉SAR)は、高い空間解像度により面的な変動把握に優れているが、計測精度が数cmに留まるため微小な規模の変動の検出に適さない。このように、既存の測量技術だけでは、ニーズに十分応えた国土監視を実施することは困難である中、高い計測精度と空間解像度で、広範囲を網羅的に地盤変動監視できる新しい測量手法が望まれている。

このような背景の下、干渉SAR時系列解析と呼ばれる手法が、近年、急速に発展し、国土地理院においても本手法を用いた国土の地盤変動監視が検討されつつある。本手法は多数のSAR画像を用いて、地表の散乱状態の時間変化や衛星軌道の位置変化等による干渉性の劣化に伴うノイズを、SARデータ特有の性質を利用しながら低減処理することにより、mm精度での面的な地盤変動計測を達成し、さらにその時間変化を追跡できる手法である。本手法を国土の地盤変動監視に活用できれば、水準測量やGNSS測量に匹敵する計測精度で地盤変動を面的に把握できることが期待される。しかしながら、従来の標準的な手法は、植生の影響を強く受けるために山間部での計測が困難となる点や、大気や電離層起因の誤差を低減する処理技術が十分確立されていないという点に技術的問題が残されている。植生が発達し、大気

擾乱が大きく、電離層の影響を強く受けるLバンドSAR観測が主体となる日本において、これらの対策は喫緊の課題である。

## 7. 研究開発の目的・目標

本研究では、干渉SAR時系列解析により、数mmから数cm程度の微小な規模で進行する地盤変動を、高い空間解像度で網羅的に監視可能とすることで、噴火や地震の危険度予測に貢献することを目的とする。

そのため、計測の空間密度と精度を劣化させる原因となる植生、大気、電離層の影響を低減する技術の開発や既存の要素技術の組み込みを行うことで、国土の地盤変動を網羅的に検出可能な干渉SAR時系列解析に発展させるとともに、国土地理院における国土の地盤変動監視で実利用可能な解析システムを構築することを目標とする。

## 8. 研究開発の内容

本研究では、微小な規模の地盤変動の面的検出において、主要な誤差要因となる植生、大気、電離層の影響を低減するための技術開発を行い、国土の地盤変動監視に適した干渉SAR時系列解析に発展させるとともに、国土地理院における国土の地盤変動監視で実利用可能な解析システムを構築する。詳細な実施内容は以下の通り：

### (1) 干渉SAR時系列解析による微小地盤変動把握のための技術開発

#### 1-1) 計測点密度の向上のための技術開発と誤差低減のための既存技術の組み込み

- ① 地表の散乱特性の時空間的共通性を利用した植生の影響を低減するための技術開発
- ② 数値気象モデルを利用した大気起因の誤差を低減する技術の干渉SAR時系列解析への組み込み
- ③ GPS電離層モデルを利用した電離層起因の誤差を低減する技術の干渉SAR時系列解析への組み込み

#### 1-2) 実データを利用した検証と手法の調整

ALOS-2等の実データを利用して、1-1)の技術要素を組み込んだ干渉SAR時系列解析を、火山や国内の主要な断層の周辺等に適用し、開発した技術の効果や地盤変動検出の適用範囲（限界）を検証することで、実用的な性能が発揮されるように手法を調整する。

### (2) 干渉SAR時系列解析の実用化のための解析システムの開発

1-1)の技術要素を統合的に組み込んだ干渉SAR時系列解析を、GUI（グラフィカルユーザインターフェース）操作により簡便かつ効率的に実行可能となるような解析システムを開発する。

## 9. 研究開発の方法、実施体制

上記(1)については、測地部宇宙測地課及び地理地殻活動研究センター宇宙測地研究室の協力を得ながら、地殻変動研究室の研究官が中心となって実施する。(2)のシステム的设计は、測地部宇宙測地課の協力を得ながら地殻変動研究室の研究官が実施し、システムのインターフェース構築に関しては外注で行う。

## 10. 研究開発の種類

### (3) 技術開発

11. 現在までの開発段階

(1) 研究段階

12. 想定される成果と活用方針

想定される成果：

- ・年間数 mm 程度で進行する微小な地盤の変動を面的に計測する実用的な技術が確立し、その時間推移を監視できるようになる。
- ・解析システムの構築により、専門的技術を用いずに干渉 SAR 時系列解析を効率的に実施可能となる。

想定される活用方針：

- ・高精度地盤変動測量事業における地盤変動監視（火山、地盤沈下、地滑り）。
- ・マグマ蓄積や断層の固着の状態（東北地方太平洋沖地震後の地殻活動等）の推定。
- ・火山噴火予知連絡会や地震予知連絡会等の各専門機関での地殻活動の評価や、気象庁による情報発信の際の検討等に利活用。

その他波及効果：

- ・地震調査委員会における活断層の長期的な地震発生予測の評価。
- ・プレート境界の固着に伴う地盤変動の面的分布の詳細把握。
- ・余効変動の空間的広がりとその規模の時間推移の把握。
- ・既存の水準路線の外で進行する地盤沈下の検出とその監視。
- ・地下構造物建設（トンネル等）による周辺の地盤への影響や橋梁等の社会インフラの安全状態を評価するための、地下開発域周辺や人工構造物の変動監視。

13. 研究に協力が見込まれる機関名

宇宙航空研究開発機構（JAXA）、防災科学技術研究所、京都大学等

14. 関係部局等との調整

技術開発は、SAR干渉解析による高精度地盤変動測量事業を実施する測地部宇宙測地課及びSAR解析のための基盤的な要素技術の開発を実施する地理地殻活動研究センター宇宙測地研究室の協力を得ながら実施する。解析システムの開発は、測地部宇宙測地課と協力し、現業からの意見を具体的に汲み取りながら実施する。

15. 備考

特になし。

16. 提案課・室名、問合せ先

国土地理院 地理地殻活動研究センター地殻変動研究室  
茨城県つくば市北郷1番

## 新規研究課題事前評価表

## 1. 研究課題名

干渉SAR時系列解析による国土の地盤変動の時間的推移の面的検出に関する研究

## 2. 研究制度名：

特別研究

## 3. 研究期間

平成26年 4月 ～ 平成31年 3月 (5年間)

## 4. 予算規模 (想定)

特別研究 73,014千円

(平成26年度 13,014千円、平成27年度 17,000千円、平成28年度 15,000千円、  
平成29年度 15,000千円、平成30年度 13,000千円)

## 5. 研究開発の方向の妥当性

「国土地理院研究開発基本計画」のうち、基本的課題(3)防災に関する研究開発、重点研究開発課題③防災に資する地盤変動・地形情報の抽出の高度化に関する研究開発において、SARによる地盤変動の把握技術の高度化を図るための研究を行い、適用可能となる知見・成果が得られることを目指す、と謳われている。また、基本的課題(1)地理空間情報を円滑に整備・流通・活用するための研究開発、重点研究開発課題①標準化などにより地理空間情報を円滑に整備・流通・活用するための研究開発において、干渉SAR技術により面的かつ効率的に地盤沈下等を把握するための時系列解析の精度の検証及び成果の有効性の検証等の研究開発、が謳われている。従って、本研究はそれに該当するものであり妥当である。

## 6. 国内・国際的研究状況を踏まえての実施の妥当性

従来、干渉SAR時系列解析で主に用いられてきたPSI法(永続散乱体干渉法)は、人工構造物等の安定した散乱体が多い都市部を対象とした適用事例が多くを占めてきた。しかし、山間部等においても計測に有効な散乱点を抽出する手法が近年開発されてきており、発展途上の技術ながら実用の目途がある。さらに、数値気象モデルやGPS電離層モデルを干渉SAR時系列解析に組み込んで、大気や電離層起因の誤差を低減する処理は、世界的にもまだ本格的に着手されていない先端的な研究である。以上、国土監視に適した干渉SAR時系列解析のための技術開発要素は、世界的に見ても先端的な内容であり、本研究の実施は妥当である。

## 7. 背景・必要性の妥当性

日本は自然災害が多く、過去甚大な被害を被ってきた国である。特に、東北地方太平洋沖地震後、日本列島下の応力状態は大きく変化し、噴火や地震の誘発が懸念される中、火山体下のマグマの蓄積や断層への歪みの蓄積状態を的確に把握することは重要である。地震調査研究推進本部による「新たな地震調査研究の推進について」においては、将来発生し得る大規模な地震に関して、過去及び現在の地殻活動等を把握し、より精度の高い地震発生予測、の実現が基本理念として謳われている。自然災害に備えた安心な社会を実現するために、地

盤変動を網羅的に把握し、噴火や地震の発生可能性の評価に繋げることは社会的ニーズである。

水準測量や GNSS 測量や標準的な干渉 SAR 等の既存の測量技術だけでは、計測点密度や計測精度にそれぞれ短所があり、国土で進行する微小な規模の地盤変動を網羅的に把握することが困難である。一方、干渉 SAR 時系列解析では、従来の測地観測では検出が困難であった変動を把握できることが期待される。国土監視に適した技術に発展させ、その検出力を高めることは、安全・安心な社会を希求する社会のニーズに応えるために重要である。また、地震調査研究推進本部による「新たな地震調査研究の推進について」のうち、2. 横断的に取り組むべき重要事項（1）基盤観測等の維持・整備において、合成開口レーダーのさらなる解析技術の向上のための取組の推進が謳われている。以上の観点から、当課題の実施は妥当である。また、2013 年度には、L バンド SAR 衛星である ALOS-2 が打ち上げ予定であり、実データを利用した技術開発が可能であることから、時宜を得ている。

## 8. 目標設定の妥当性

干渉SAR時系列解析において、植生、大気、電離層の影響を低減させる技術が確立されれば、国土の面的な地盤変動監視がmmオーダーの計測精度で可能となる。これにより、従来の測量技術では見逃される可能性のある、空間スケールが小さくかつ数mmから数cmの微小な規模で進行する地盤変動を、広い範囲にわたって一度に網羅的に把握することが可能となる。従って、本研究の目標は妥当である。

## 9. 国土地理院が実施すべき妥当性

国土地理院は、国土の状態把握のための地盤変動監視において基盤的な役割を担っており、その高度化のための研究は、国土地理院で実施することが妥当である。

国土地理院は、SAR干渉解析を行う独自の解析ソフトウェアを開発しており、SARデータ解析に関する基礎から応用までの技術的蓄積がある。また、先行研究「正確・迅速な地盤変動把握のための合成開口レーダー干渉画像の高度利用に関する研究」や現在進行中の「衛星干渉SARによる高度な地盤変動監視のための電離層補正技術に関する研究」において、それぞれ数値気象モデル及びGPS電離層モデルを利用した大気及び電離層の影響を低減する基礎的技術の開発を実施してきており、干渉SAR時系列解析を高精度化するための研究に必要な高度な基礎技術の蓄積がある。従って本研究課題を国土地理院が実施することは妥当である。

## 10. 内容、方法、実施体制の妥当性

国土における様々な要因の地盤変動を面的な観測によって網羅的に把握・監視することは社会的ニーズであり、そのために干渉SAR時系列解析は有効な手法であるが、国土監視への適用には技術的課題が残されている。この手法を、実用性の高い技術に確立させる本研究内容は妥当である。

植生の影響を低減する技術開発においては、山間部等においても計測に有効な散乱点を多く抽出する技術が提案されてきており、手法確立の見込みに大きな問題はない。大気の影響を低減する技術開発においては、既に先行研究で標準的なSAR干渉解析において数値気象モデルを用いた誤差の低減処理が、特に山間部において有効であることが確認されており、その技術を干渉SAR時系列解析に組み込むという本研究の手法は妥当である。電離層の影響の低減処理に関しては、現在、GEONETデータを利用した技術開発が実施されており、成果として見込まれる低減処理技術を本研究で開発する干渉SAR時系列解析システムに組み込むという本研究の手法は

妥当である。

本研究は、技術開発、システム開発の一連の作業を地殻変動研究室研究官が中心となって行うが、技術開発及び解析システムの設計の一部にあたっては、事業において豊富なSARデータ解析の経験を有する測地部宇宙測地課やSAR干渉解析における電離層の影響に関する研究を先行して実施している地理地殻活動研究センター宇宙測地研究室と連携して実施するとともに、システム開発を外部に発注することで、効率的に目標を達成しようとするものである。従って、研究開発の実施体制は妥当である。

11. 省内他部局等との調整の状況

技術開発は、各開発要素に関して知見や経験を有する測地部宇宙測地課及び地理地殻活動研究センター宇宙測地研究室の協力を得ることで、効率的に実施する予定である。解析システムの開発は、測地部宇宙測地課と協力し、現業での利用の利便性等の観点から意見を汲み取り実施する予定である。

12. 他省庁、異分野等との連携方針等

干渉SAR時系列解析について研究を実施している防災科学技術研究所や京都大学、ALOS-2に関する技術的情報を詳細に有する宇宙航空研究開発機構（JAXA）等の研究者と情報交換等による連携をして実施する予定である。

13. 成果活用方針の妥当性

本研究で開発された手法及びシステムの成果は、国土地理院の高精度地盤変動測量事業等において活用される。得られた地盤変動の情報、及びそれに基づいて推定されるマグマの蓄積状態や断層の固着状態等の知見は、火山噴火予知連絡会や地震予知連絡会等の各専門機関へ提供されて活用されることが期待される。これらは本研究の目的に適うものであり、従って、成果活用方針は妥当である。

また、本研究の成果は、火山や地震活動に伴う変動のみならず、地盤沈下や地滑り等の様々な地盤変動監視にも広く応用が可能であり、国土地理院の国土の地盤変動監視技術として基盤的役割を担うことが期待される。従って、本研究の成果活用方針は妥当である。

14. その他、課題内容に応じ必要な事項

特になし。

15. 提案課・室名、問合せ先

国土地理院 地理地殻活動研究センター地殻変動研究室  
茨城県つくば市北郷1番

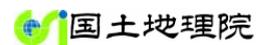
# 干渉SAR時系列解析による 国土の地盤変動の 時間的推移の面的検出に関する研究

国土地理院 地理地殻活動研究センター  
地殻変動研究室



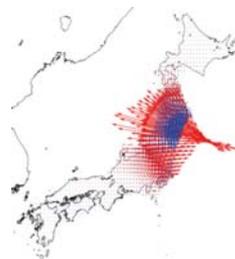
Geospatial Information Authority of Japan

## 本研究の背景



<安全・安心な社会の実現のためのニーズ>  
噴火・地震発生の危険度を知りたい!

2011年3月11日東北地方太平洋沖地震



日本列島下の応力状態  
大きく変化

噴火・地震の誘発!?



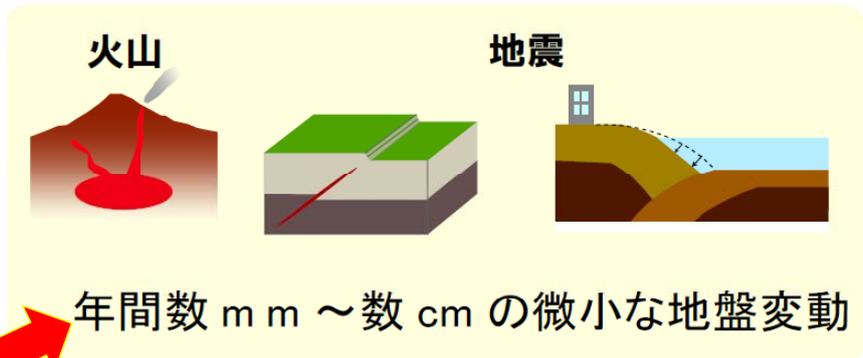
### 【火山】

火山での圧力変化の数値シミュレーション  
⇒ 噴火の危険性が高まったことが示唆される火山がある。

### 【地震】

地震の発生のしやすさの計算  
⇒ 幾つかの内陸活断層で、地震が起こりやすくなっていることが示唆される。

噴火や地震の発生エネルギーとなる  
マグマや断層への歪みの蓄積に伴い微小な規模で地盤が変形



本研究の  
ターゲット

これらを詳細に捉える  
ことができれば...

火山体下のマグマ蓄積・断層面上の固着  
の状態を把握

発生可能性の評価

Slide 3

## 本研究の必要性 ~既存の技術の限界~

### ■既存の測量技術の長所と短所

水準測量 vs. GNSS vs. 干渉合成開口レーダー(干渉SAR)

	水準測量	GNSS	干渉SAR
計測精度	○ (mm)	○ (数mm~約1cm)	× (数cm)
空間スケール	× 点 (主に道路沿い)	× 点 (要上空視界)	○ 面 (空間分解能:数m~数十m)

問題点 従来の測量技術だけでは、国土で進行する  
微小な地盤変動を網羅的に検知できる能力にない

新しい測量技術が必要

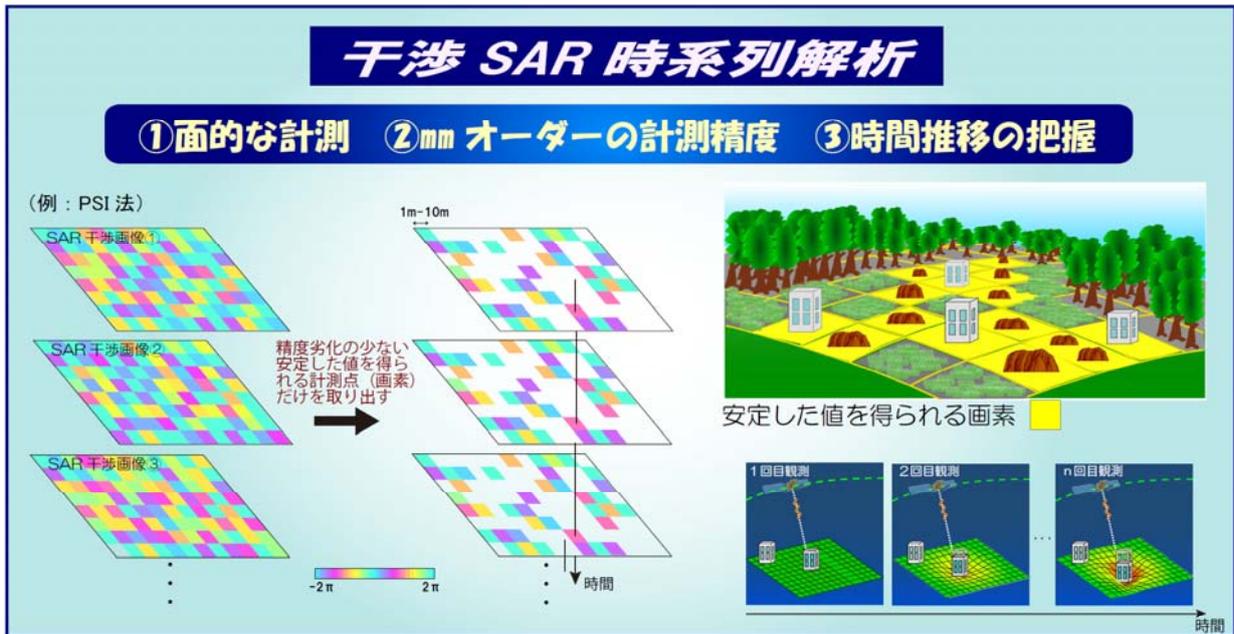
#### ■面的な観測

幅広い空間スケールの地盤変動を網羅的に把握

#### ■高い計測精度

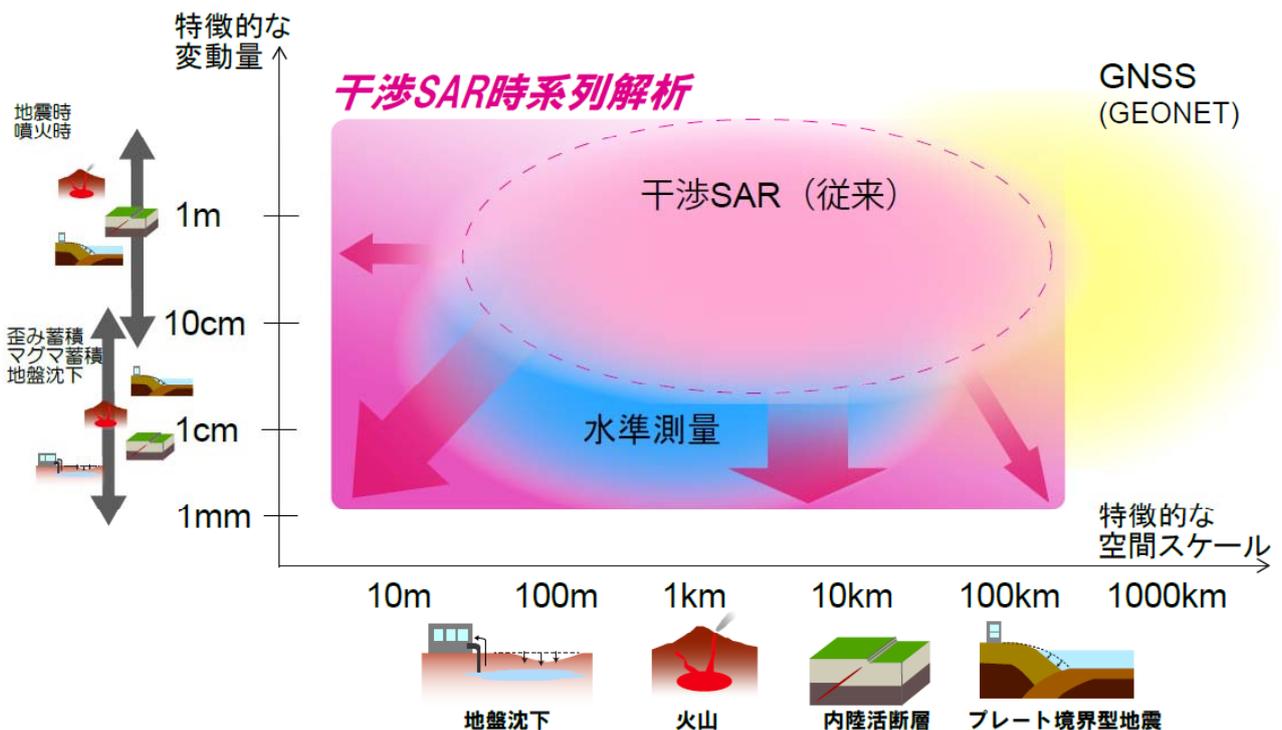
年間数mm~数cm程度の微小な規模で進行する変動を把握

Slide 4



干渉SARの**面的観測**の長所を生かしつつ、  
GNSS・水準測量に匹敵する**高い計測精度**で測量が可能！！

Slide 5



従来の測量技術では捉えきれない地盤変動の検出が可能に！

Slide 6

## ■従来の標準的な時系列解析（永続散乱体干渉法：PSI）の問題点

○都市部以外では、計測点密度が大きく低下

○大気、電離層起因の誤差による計測精度の劣化

= 日本の国土の特徴とSAR観測 =

- ・植生の発達した国土（火山や内陸活断層は主に山間部）
- ・大気擾乱が大きい
- ・LバンドSARが観測の主体（Lバンドは電離層の影響を受けやすい）

国土監視に適した干渉SAR 時系列解析に発展させる必要性

Slide 7

# 本研究の目標

高い計測精度で面的な地盤変動検出を可能とする  
国土の監視に適した干渉 SAR 時系列解析技術の確立

### 目標

干渉SAR時系列解析により、数mmから数cm程度の微小な規模で進行する地盤変動を、高い空間解像度で網羅的に監視可能とすることで、地震や噴火の危険度予測に貢献することを目的とする。

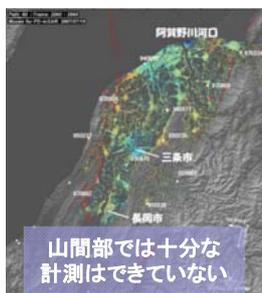
**(1) 干渉SAR時系列解析による微小地盤変動把握のための技術開発**

1-1) 植生、大気、電離層の影響を低減するための技術開発・要素技術の組み込み

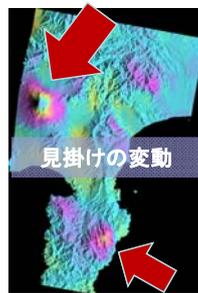
1-2) 実データ(ALOS-2等)を利用した検証による手法の調整

**(2) 干渉SAR時系列解析の実用化のための解析システムの開発**

### ■植生の影響低減



### ■大気の影響低減



### ■電離層の影響低減



先行研究の活用

Slide 8

## 【技術開発 既存技術の組み込み】

＜植生に強い計測のために＞

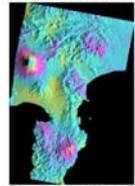
①計測点密度向上のための新技術



新技術導入

＜大気・電離層に強い計測のために＞

②大気の影響低減

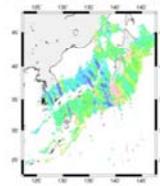


「正確・迅速な地盤変動把握のための合成開口レーダー干渉画像の高度利用に関する研究 (H20-22)」

数値気象モデル利用

組み込み

③電離層の影響低減



「衛星干渉 SAR による高精度地盤変動監視のための電離層補正技術に関する研究 (H25-27)」

GPS 電離層モデル利用

組み込み

## 【実データによる検証】

適用



有効性検証



ALOS-2 等

## 【解析システムの開発】



### ■ 植生の影響低減

周囲の散乱特性との類似性を利用して計測に適した画素を選択的に抽出して、精度を保ちつつも計測点密度を向上するための技術を開発

### ■ 大気の影響低減

数値気象モデルを用いた誤差を低減する技術を干渉SAR時系列解析に組み込み

### ■ 電離層の影響低減

GPS電離層モデルを用いた誤差を低減する技術を干渉SAR時系列解析に組み込み Slide 9

# 期待される成果と活用方針

## 【想定される成果】

- 年間数mm程度で進行する微小な地盤の変動を面的に計測する実用的な技術が確立し、その時間推移を監視できるようになる。
- 解析システムの構築により、専門的技術を用いずに干渉SAR時系列解析を効率的に実施可能となる。



## 【活用方針】

- 高精度地盤変動測量事業における地盤変動監視(火山、地盤沈下、地滑り)。
- マグマ蓄積や断層の固着の状態(東北地方太平洋沖地震後の地殻活動等)の推定。
- 火山噴火予知連絡会や地震予知連絡会等の各専門機関での地殻活動の評価や、気象庁による情報発信の際の検討等に利活用。



噴火や地震の発生可能性評価に貢献

## 【波及効果】

- 地震調査委員会における活断層の長期的な地震発生予測の評価。
- 既存の水準路線の外で進行する地盤沈下の検出とその監視。
- プレート境界の固着に伴う地盤変動の面的分布の詳細把握。
- 余効変動の空間的広がりとその規模の時間推移の把握。
- 橋梁等の社会インフラの安全状態を評価するための人工構造物の変動監視。



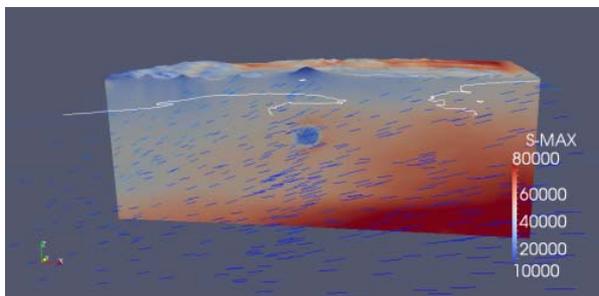
様々な地盤変動監視にも広く応用が可能

# 以下，参考

Slide 11

## 参考 ～東北地方太平洋沖地震後の噴火・地震発生の影響～ 国土地理院

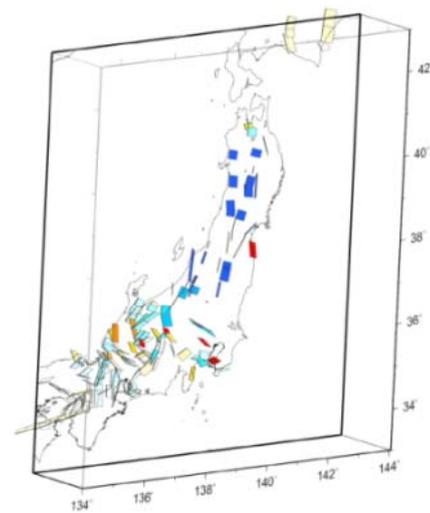
### ○火山での圧力変化の 数値シミュレーション



防災科学技術研究所 藤田英輔主任研究官HPより

地震後，富士山の地下の応力が変化し，  
噴火の危険性が高まる状態になったことが  
指摘される

### ○地震の発生しやすさの計算



地震調査研究推進本部「東北地方太平洋沖地震後の活断層の長期  
評価について」より

牛伏寺，立川断層帯、などで地震発  
生確率が高くなっている可能性がある  
(地震調査委員会)

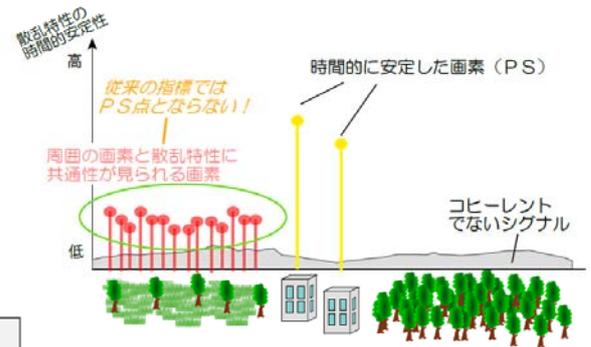
Slide 12



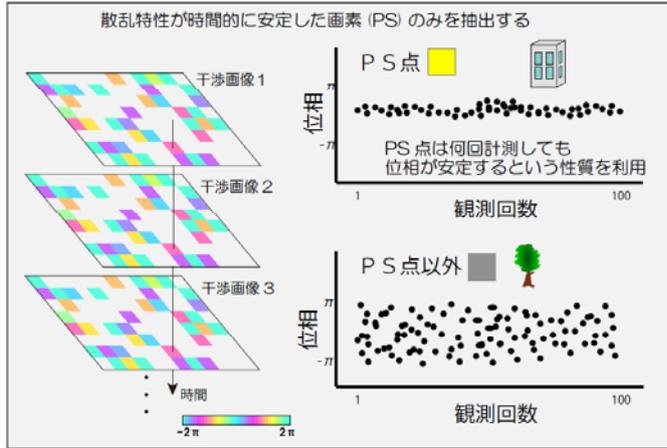
【植生の影響低減のために】



PS点以外の計測可能な画素を抽出する考え方



【従来の標準的な干渉 SAR 時系列解析 (PSI)】

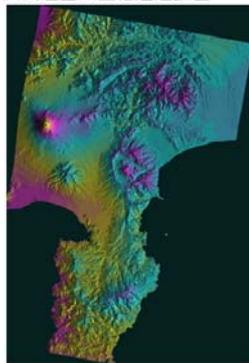


周囲の画素と時空間的に共通の散乱特性を持った画素を計測点として抽出

PS点(従来の指標)と組み合わせることで、計測点密度を向上させる

【大気の影響低減のために】

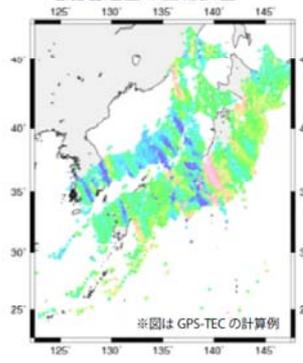
数値気象モデルから推定される大気起因の位相遅延誤差



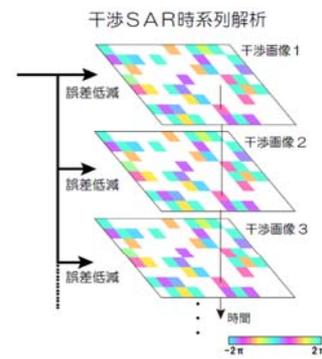
「正確・迅速な地盤変動把握のための合成開口レーダー干渉画像の高度利用に関する研究 (H20-22)」

【電離層の影響低減のために】

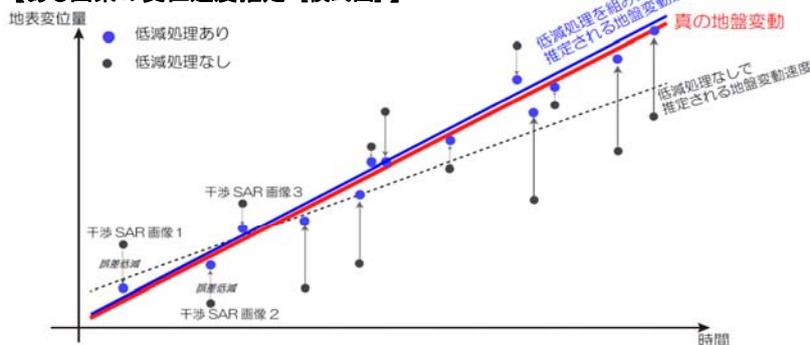
電子基準点を基に計算される電離層起因の位相誤差



「衛星干渉 SAR による高度な地盤変動監視のための電離層補正技術に関する研究 (H25-27)」



【ある画素の変位速度推定 [模式図]】



数値気象モデルやGPS電離層モデルを利用して、個々の干渉画像の誤差低減を行い、時系列解析での変動推定の精度を向上させる。

### ■ 干渉SAR(干渉合成開口レーダー)

干渉SAR(Interferometric SAR)は、空間分解能の高いマイクロ波レーダーであるSAR(Synthetic Aperture Radar:合成開口レーダー)による観測を、地表の同一範囲に対して二回以上実施し、それらのデータに含まれる位相の差を計算することで、観測の間に発生した地盤変動を面的に計測できる測量技術。地上に観測点を設置することなく、数十mの高い空間分解能で、地盤変動を数cmの精度で計測が可能。

### ■ 干渉SAR時系列解析

観測時期の異なる多数枚のSAR干渉画像を用いて、定常的な(場合によっては非定常な)地盤の変動を計測する干渉SARの応用技術。多くのデータを用いることで、大気起因等のランダムなノイズを低減して信号対雑音比(S/N比)を高め、年平均1cm以下の速度で進行する微小な地盤変動も計測が可能。

### ■ PSI法(永続散乱体干渉手法)

干渉SAR時系列解析の代表的手法。散乱特性の時間的変化が小さい画素(PS: persistent scatter (永続散乱点))のみを選択的に抽出し、その画素における地盤変動の時間変化を計測する。ビル等の人工構造物はPS点となりやすい。都市部ではPS点が多く抽出されて面的な地盤変動が得られやすい一方で、山間部ではPS点になるものが少なく面的な計測が困難な場合が多い。

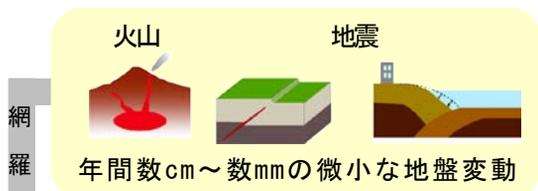
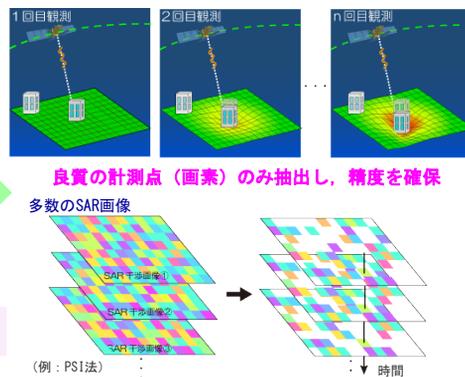
# 干渉SAR時系列解析による 国土の地盤変動の時間推移の面的検出に関する研究

## 研究背景

東北地方太平洋沖地震後  
地震誘発？ 噴火誘発？

噴火・地震発生  
の危険度を知りたい！

## 干渉SAR時系列解析



- ①面的な計測
- ②高い計測精度
- ③時間推移の把握

地表の動きを網羅的に監視

網羅的監視

火山でのマグマ蓄積・断層面上の固着の状態を把握

地下の状態を監視

発生可能性の評価

従来の標準的な干渉SAR時系列解析の課題

- 都市部以外では、計測点密度が大きく低下  
⇒ 植生の発達した国土監視に不向き
- 大気や電離層の影響による計測精度の劣化  
⇒ 大気擾乱の激しい日本の観測に不利  
・電離層の影響を受けやすいバンドSAR観測が主体の日本の観測に不利

### 従来の測量技術の限界



国土監視に有効な技術確立の必要性

## 研究内容

高い計測精度で面的な地盤変動検出を可能とする  
国土の監視に適した干渉SAR時系列解析技術の確立

### 【技術開発 既存技術の組み込み】 (H26-28年度)

<<植生に強い計測のために>> <<大気・電離層に強い計測のために>>

①計測点密度向上のための新手法

②大気の影響低減

③電離層の影響低減

### 【実データによる検証】

(H29-30年度)

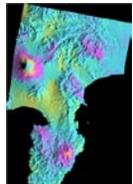


安定した計測が可能な画素 (PS点)



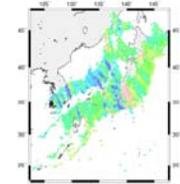
時間的に共通の散乱特性を持った画素

新手法導入



「正確・迅速な地盤変動把握のための合成開口レーダー干渉画像の高度利用に関する研究 (H20-22)」

数値気象モデル利用



「衛星干渉SARによる高度な地盤変動監視のための電離層補正技術に関する研究 (H25-27)」

GPS電離層モデル利用



適用  
検証・手法調整



ALOS-2等

### 【解析システムの開発】

(H27-30年度)



## 研究成果

年間数mm程度で進行する  
微小な地盤変動を面的に計測し  
その時間推移を監視可能に

- ・国土の地盤変動の検出力が飛躍的に向上
- ・マグマ蓄積, 固着状態 (東北地方太平洋沖地震後の地殻活動等) の推定の向上に貢献
- ・噴火や地震の危険度予測に貢献