

研究課題終了時評価書

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. 研究期間：平成26年4月 ～ 平成31年3月（5年間）
3. 予算：特別研究経費 68,929千円（5年間の総額）

4. 成果の概要

(1) 国土監視に適した干渉SAR時系列解析のための技術開発

- 1) 植生の影響による計測点密度の劣化を低減するために、位相最適化処理技術を開発した。これにより、計測点数を有意に向上させることができ、従来の手法では検出困難であった山間部における局所変動も面的に計測ができるようになった。
- 2) 大気の影響による誤差を低減するために、数値気象モデルを用いた誤差低減技術を干渉SAR時系列解析に組み込んだ。標高に相関する誤差が有意に低減され、特に、山間部で進行する地盤変動の計測精度を向上させることができた。
- 3) 電離層の影響による誤差を低減するために、周波数分割を利用した誤差低減技術を開発し、干渉SAR時系列解析に組み込んだ。数十cmに及ぶ誤差が有意に低減され、特に、広域に分布する地盤変動の計測精度を向上させることができた。

(2) 解析システムの開発

CUI（キャラクターズインターフェース）上での対話型操作による処理を、統合的かつ効率的に行うため、GUI（グラフィカルユーザーインターフェース）操作による解析システムを開発した。これにより、各中間処理を簡便な操作で制御できるようになり、一連の解析作業の効率化を実現させた。また、干渉SAR時系列解析専用の画像表示・操作機能を開発することにより、解析結果の分析作業の効率性を向上させた。

5. 当初目標の達成度

[目標]

国土で進行する年間数mmから数cmの微小な規模の地盤変動の時間発展を面的に把握することを目的に、以下の開発を目標として本研究を進めた。

- (1) 計測点の空間密度や計測の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を開発する。
- (2) 干渉SAR時系列解析作業の効率化のための解析システムを開発する。

[達成度]

(1) 各技術開発について

- 1) 位相最適化処理技術を開発することにより、植生の影響を低減し、山間部における計測点数を有意に向上させることができた。これにより、従来の手法では捉えることが困難であった局所的な地盤変動の詳細な空間分布とその時間推移を、高い空間解像度で面的に把握可能になった。従って、本技術開発における当初目標は達成された。
- 2) 数値気象モデルを用いた低減技術を干渉SAR時系列解析に組み込むことにより、大気起因の誤差を有意に低減し、計測の精度を向上させることができた。従って、本技術開発における

当初目標は達成された。

- 3) 周波数分割を利用した手法による誤差低減処理技術の開発により、電離層起因の誤差を有意に低減し、計測の精度を向上させることができた。従って、当初目標は達成された。

(2) 解析システムについて

GUI操作による解析システムの開発により、多くの専門的な中間処理で構成される干渉SAR時系列解析作業や計算結果の分析作業を、簡便な操作で効率的に実施可能となった。従って、本技術開発における当初目標は達成された。

以上、各研究項目における目標は達成されており、本研究全体の当初目標は達成されたと言える。

6. 成果公表状況

研究報告書	10件
発表論文 査読付き	5件
発表論文 査読なし	2件
口頭発表	22件
特許等	0件

7. 成果活用の見込み

- 1) 一部機能は既に測地部の高精度地盤変動測量事業で試用が始まっており、今後、事業での利活用が見込まれる。
- 2) 火山活動等に伴う地盤変動の情報が各専門機関に提供され、活動評価等に利活用されることが見込まれる。
- 3) 本研究で開発した干渉SAR時系列解析システム及び個々の解析技術は、次期国産LバンドSAR衛星（先進レーダ衛星（ALOS-4））等にも適用可能であり、ALOS-2衛星以降の地盤変動監視にも利活用が見込まれる。
- 4) 本研究で開発された解析システム等は、来年度以降、地殻変動研究室で実施予定の特別研究「南海トラフ沿いの巨大地震発生に対応するための高精度な地殻活動把握手法の研究開発」等の地殻変動研究において利活用される。

8. 達成度の分析

(1) 有効性の観点からの分析

1) 各技術開発について

干渉SAR時系列解析において従来から用いられている手法（PSI法）は、山間部において計測点数が大きく低下する問題があった。本研究では、幾つかの統計処理を組み込んだ位相最適化処理技術を新規開発し、計測点数を山間部においても向上させることができた。これにより、従来の手法では困難であった山間部で進行する局所変動の詳細な計測が可能となった。また、噴火前に前駆した変動の検出等にも成功しており、研究計画時に目的とした噴火等の危険度予測に資する情報の抽出も達成している。

大気や電離層の誤差低減に従来から用いられる処理方法は、フィルタの種類や係数の設定に主観性が残るという問題がある。本研究では、数値気象モデルを用いた低減処理を実装することにより、主に標高に相関する大気起因の誤差を、従来手法と同等の効果で低減することを可能とした。また、電離層起因の誤差に関する開発では、SAR画像データの周波数分割を利用し

た誤差低減処理を開発した。研究期間中に当該研究分野から発表された新規技術ではあったが、急遽開発に着手し、従来の手法より高い低減効果を得ることができた。本機能は、Lバンドのマイクロ波を利用する日本の SAR 衛星を用いた解析において、有効かつ必要不可欠な技術となることが期待される。

これら技術を適用した干渉 SAR 時系列解析により、水準測量等との比較を通して、年間数 mm から数 cm 程度の規模で進行する地盤変動を検出できることを確認した。従って、これら技術開発は有効であった。

2) 解析システムの開発について

従来、干渉 SAR 時系列解析や結果の分析作業には、手間のかかる CUI 操作を必要としてきた。本研究では、各中間処理を GUI 操作で統合的に制御するシステムを開発することにより、作業効率を向上させることができた。また、専用の画像表示・操作機能の開発により、解析結果の定量的な分析作業が効率的に実行可能となった。従って、本開発は有効であった。

(2) 効率性の観点からの分析

1) 各技術開発について

大気や電離層起因の誤差低減処理には、特別研究「正確・迅速な地殻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（平成20年度-22年度）」や特別研究「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（平成25-27年度）」で開発された処理プログラムを活用し、研究にかかるコスト・時間を効率化した。

2) 干渉SAR時系列解析ソフトウェアの開発

新規開発技術に関する計算プログラム等を自作して開発費用の削減・抑制を図りつつ、GUI操作機能の開発に重点的に投資することで、操作の利便性・簡便性を高めたシステム開発を効率的に実施した。また、国土地理院内の関係部署によるシステムの試用を通じて事業現場の意見を開発にフィードバックさせ、将来の事業化を見据えた効率的な研究遂行に努めた。

9. 残された課題と新たな研究開発の方向

2020年度に打ち上げ予定の先進レーダ衛星（ALOS-4）では、観測頻度が、現在運用中のALOS-2による年3、4回程度から約2週間毎の間隔に飛躍的に向上する予定である。誤差低減に関する技術開発をさらに推し進める一方で、こうした大容量データを迅速かつ効率的に処理するという観点からの技術開発及び計算環境構築も今後望まれる。

10. その他、課題内容に応じ必要な事項

特になし。

11. 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

TEL : 029-864-1111(内8232) FAX : 029-864-2655 e-mail : kobayashi-t9dv@mlit.go.jp

代表担当者：地殻変動研究室（氏名）小林知勝

