

新規研究課題提案書

1. 研究課題名

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

2. 研究制度名

特別研究

3. 研究期間

平成25年 4月 ～ 平成28年 3月 （3年間）

4. 予算規模（想定）：特別研究 30,000千円

（平成25年度 14,000千円、平成26年度 8,000千円、平成27年度 8,000千円）

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

干渉合成開口レーダー（干渉SAR）は地表面の変位を面的に得られる技術であり、地震・火山活動に伴う地殻変動や地すべり等の地表面の変動現象の把握に威力を発揮している。国土地理院は地盤変動を面的に監視するため、陸域観測技術衛星「だいち」のデータを定常的に解析し、SAR干渉画像を作成してきており、平成25年度に打ち上げが予定されている「だいち」後継機のALOS-2においても、引き続き干渉SARによる国土の地盤変動監視を実施することになっている。

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震によって日本列島にかかる力のバランスが変化したことにより、広い範囲で内陸活断層における誘発地震や火山活動の活発化が懸念されている。内陸活断層の地震発生に至る準備過程のメカニズムを解明し、地殻変動の推移に基づく危険度予測につなげるためには、準備段階が異なる全国の活断層において、地殻変動の監視を継続して行う必要がある。国土地理院では全国で1200点あまりの電子基準点からなるGNSS連続観測システムGEONETを用いた地殻変動の監視を行っているが、内陸活断層については、その空間スケールが小さいため（～10km）、電子基準点の網では地殻変動把握の空間分解能が不足する場合がある。その場合、電子基準点に加え空間分解能が高い干渉SARによる監視を高頻度で行うことが効果的である。また、発災時における被害域の迅速な把握や地震・火山活動等に伴う地殻活動の推移予測のためには、SAR干渉画像の適時の提供が有効であるが、その実現のためには、毎回の観測で地盤変動を面的に正確に捉える必要がある。それにより、噴火を伴う火山活動では、地殻変動の推移は気象庁による噴火警報の判断材料となり、住民の避難等被害軽減につながる。

しかしながら、SAR干渉解析において、現状では、限られた範囲にある地殻変動の情報が広域的な誤差の中に隠れてしまって、検出できないことがある。特に、1周波電波を用いた観測であるSARデータの干渉解析では、電離層擾乱（粗密の変動）に伴う電波の遅延誤差により、正確な地盤変動情報が抽出できない場合があることが問題となっている。電離層による誤差の補正には、2周波電波を用いたGNSS観測データに含まれる電離層電子密度に関する情報に基づく手法が有効であると考えられる。国土地理院は、電子基準点においてGNSSの連続観測を実施しており、その2周波データに基づき、干渉SARの電離層補正手法を構築できる可能性がある。宇宙測地研究室では特別研究課題「GPS統合解析技術の高度化」（H21-H23）において、GPS1周波観測の基線解析に適用可能な電離層補正手法

を構築したが、SAR観測に遅延誤差をもたらす電波進行方向（視線方向）の電子密度の高精度な表現方法やGNSS受信機バイアスの推定手法等の高度化を行うことにより、SAR干渉解析に適用可能な定量的な補正を安定的に実現できることが期待される。

従って、電子基準点データに基づく電離層補正手法の技術開発を行うことにより、SAR干渉画像を利用した安定で正確な地盤変動稠密把握を可能にし、干渉SARによる地盤変動監視の信頼性の向上を図る本研究の実施が望まれている。

なお、本研究課題での研究成果は、ALOS-2だけでなく、他の地球観測衛星のSARデータにも応用が可能である。

7. 研究開発の目的・目標

本研究は、国土地理院が実施する国土の定常的な地盤変動監視において、電子基準点データに基づく電離層補正を実現することで、地盤変動の正確で稠密な情報の安定的な提供を可能とし、ALOS-2の特徴を生かして干渉SARを用いた国土の地盤変動監視の信頼性向上を図ることを目的とする。

そのため、電子基準点の観測データからSAR干渉解析に適用可能な電離層補正手法を構築するとともに、国土地理院における干渉SARによる国土の地盤変動監視へ適合した補正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、電子基準点データからSAR干渉解析に適用可能な電離層補正手法を構築するとともに、国土地理院における干渉SARによる国土の地盤変動監視へ適合した補正システムを構築する。より詳細な実施内容は以下の通り：

（1）電離層擾乱の特性把握および干渉SARへの影響評価

特別研究課題「GPS統合解析技術の高度化」（H21-H23）で開発したGPS電離層モデルを元に、日本域における過去10年間の電離層擾乱現象の種類、発生日時、規模などを網羅的に調査する。また、干渉SARの電離層補正に適した電離層表現手法の開発を行うとともに、特定された電離層擾乱の発生時のうちで対応する（ALOSによる）干渉SARの観測の組みがあるものについて、電離層位相遅延差の推定画像を作成し、これを実際のSAR干渉画像（ALOSによるもの）と比較することにより評価する。

（2）電子基準点データに基づくSAR電離層補正技術の開発

（1）で開発した電離層表現手法をもとに、以下の手順でSAR干渉画像処理に適した電離層補正手法を構築する。

1）SAR電離層補正に適した電離層表現手法の改良

2）（1）で特定された事例についてSAR電離層補正手法の開発および評価

①干渉画像を用いた適合度評価

②SARデータのみによる電離層補正手法との比較評価

③SAR時系列解析を通じたGEONET時系列との比較評価

3）SAR電離層補正手法の改良

（3）国土地理院におけるALOS-2を用いた干渉SARによる国土の地盤変動監視に適合したSAR電離層補正システムの構築

（2）で構築したSAR電離層補正手法について、国土地理院における干渉SARによる国土の地盤変動監視に用いられる解析ソフトウェアである新GSISARで利用可能とするため、必要となるインターフェースの作成を行うとともに、ALOS-2データを用いた評価を通じ、国土地理院におけるALOS-2を用いた干渉SARによる国土の地盤変動監視に適合したSAR電離層補正システムを構築する。

また、評価の過程で生成した電離層表現のアーカイブを作成する。

9. 研究開発の方法、実施体制

上記（１）、（２）については複数の主任研究官が中心となって実施する。（１）「電離層擾乱の特性把握および干渉SARへの影響評価」と、（２）の「電離層補正手法の構築および評価」の一部は外注で行う。また、（３）の新GSISARとの間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

（１）基礎研究、（２）応用研究

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

本研究で開発した電離層補正システムは、ALOS-2を用いて国土地理院で実施する定常的なSAR干渉解析に適用されることで、地盤変動のより正確で詳細な情報の安定的な取得が実現され、地盤変動監視の信頼性向上に寄与する。特に、地震・火山活動や地すべりなどによる災害が発生した際、SAR干渉画像による地盤変動情報を適時に提供することで被害域の迅速な把握やその後の地殻活動の推移予測が可能となり、防災に貢献する。また、火山活動に伴う地殻変動の推移情報の早期提供は、噴火警報を通じた被害軽減につながると期待されるほか、噴火予測への貢献も期待される。さらに、電子基準点と干渉SARを組み合わせ、内陸活断層の地震発生に至る準備過程のメカニズム解明のための、全国の活断層における安定・正確な地殻変動の監視が可能となる。

波及効果として、全国の活断層について安定・正確な地殻変動監視が行われた場合、内陸地震の発生に至る準備過程のメカニズムの理解がすすみ、将来において、地殻変動の推移に基づく危険度予測へつながると期待される。また、本研究で開発したSAR電離層補正手法を公開することで、大学・研究機関におけるALOS-2以外の衛星も含めた干渉SARを用いた地盤変動把握の高精度化に寄与する。さらに、本研究により、干渉SARによる地盤変動情報の安定性・信頼性が増すことにより、地盤沈下監視における水準測量の効果的な計画策定のための干渉SARの活用が促進されると期待される。

13. 研究に協力が見込まれる機関名

北海道大学、京都大学、宇宙航空研究開発機構(JAXA)等

14. 関係部局等との調整

GPS統合解析装置により生成されたGPS電離層モデルの利用にあたっては、地理地殻活動研究センター 地殻変動研究室および測地観測センターの協力を得る。また、SARデータのみによる電離層補正手法の開発やSAR時系列解析による評価にあたっては、SAR干渉解析に実績のある地理地殻活動研究センター 地殻変動研究室の協力を得る。電離層補正システムと新GSISARとのインターフェース構築にあたっては、地理地殻活動研究センター 地殻変動研究室および測地部宇宙測地課の関係部署の協力を得ながら実施する。

15. 備考

特になし。

16. 提案課・室名、問合せ先

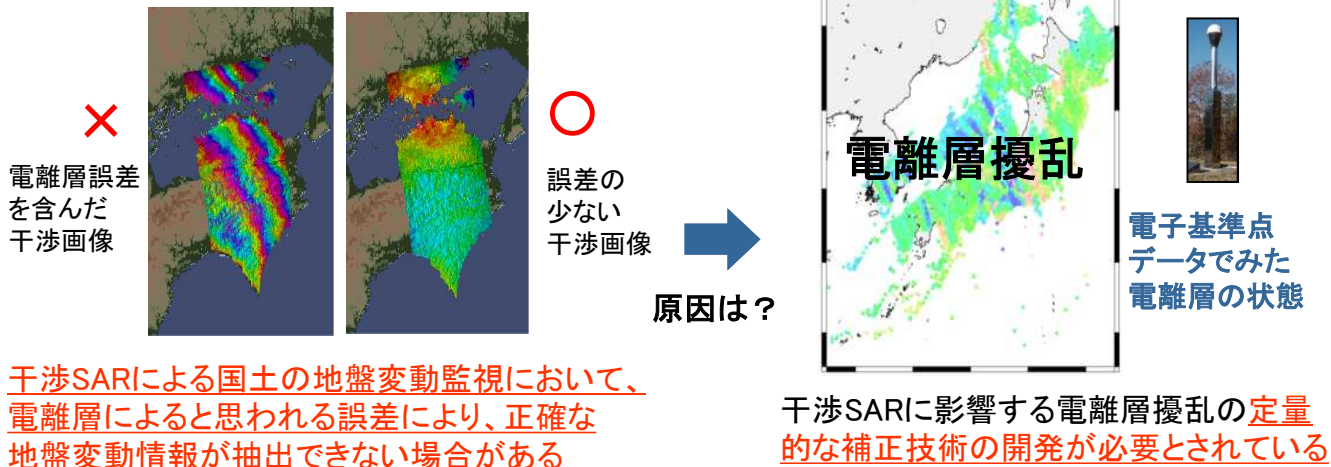
国土交通省国土地理院 地理地殻活動研究センター宇宙測地研究室

住所：茨城県つくば市北郷1番

TEL：029-864-1111(内8332)、FAX：029-864-2655

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

研究の背景・必要性



研究内容

本研究

電子基準点データに基づく電離層補正技術を開発し、**ALOS-2衛星**干渉SARによる国土の地盤変動監視へ適合した補正システムを構築する。

■電離層擾乱の特性把握および干渉SARへの影響評価(H25)

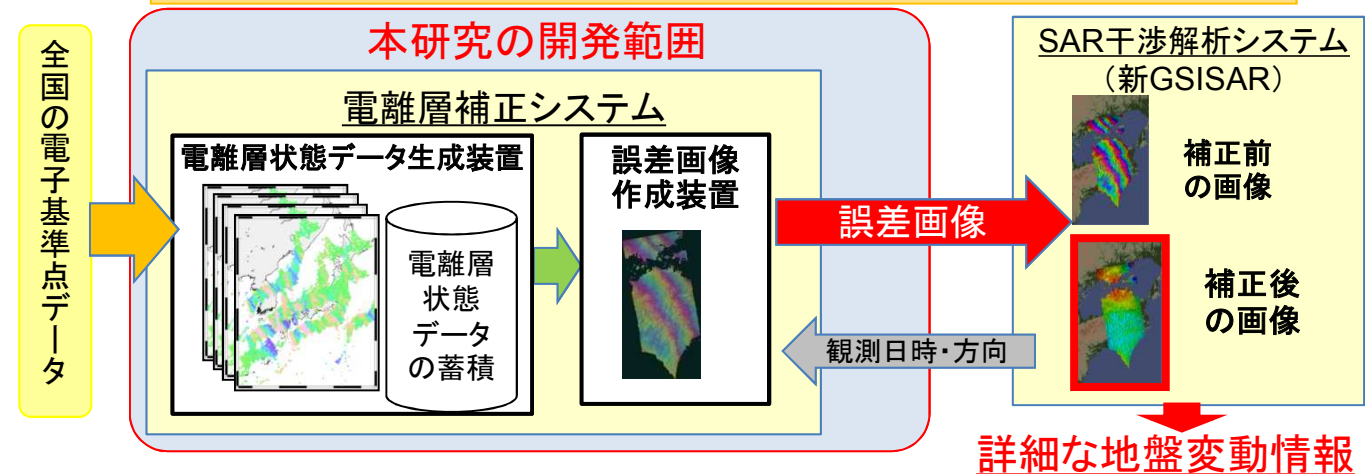
- 過去の電子基準点データから、電離層擾乱の発生日時やスケールを網羅的に調査・特定
- 電離層状態表現手法の開発、特定した日時の電離層誤差画像を作成、「だいち」のSAR干渉画像と比較・評価

■電子基準点データに基づくSAR電離層補正技術の開発(H26)

- SAR電離層補正に適した電離層状態表現手法の改良
- SAR電離層補正手法の開発、評価、改良

■国土地理院における干渉SARによる国土の地盤変動監視に適合した電離層補正システムの構築(H27)

国土地理院の定常的なSAR干渉解析における電離層補正のイメージ



研究効果

地震・火山噴火の被害軽減への貢献

- 地震発生時、火山活動時における地盤変動情報の迅速な提供
- 全国の活断層の安定・正確な地殻変動の監視へ