

・実施機関（代表機関）名

北海道大学

・研究目的

合成開口レーダ（SAR）による観測は、全天候性、広域性、非接触性、計算機親和性など、火山観測に適した多くの長所を有している。衛星搭載 SAR による観測は、すでに標準的な火山モニタリング手法となっており、これまで多くの成果が上がっている。

わが国の ALOS2 を始めとして、世界各国も性能を向上させた衛星の打ち上げを次々と計画しており、衛星 SAR の将来性は高く、今後も火山リモートモニタリングの主要な位置を占めるのは確実である。しかし、衛星プラットフォームは、固定された軌道上を一定の周期で周回するため、定期的な広域モニタリングには適しているが、火山モニタリングの重要な要件である、観測の即時性や多方向観測性には、強い制約が存在する。

一方、航空機搭載 SAR は、ほぼ自由に高度や照射方向を設定でき、即時対応にも適応性が高いことから、衛星型にない多くの長所を有している。しかしながら従来は技術的に未解決な部分も多く、火山観測に応用された事例は多くない。

本研究では、近年の技術進展が目覚ましい航空機搭載型の L バンド SAR を火山観測に応用して、その持てるポテンシャルを最大限に発揮させる革新的な観測・解析手法の開発を目的とする

具体的には、以下の 3 項目を目標とする。

<振幅・偏波解析による定量的火山モニタリング> :

PiSAR-L2 の高解像度散乱振幅および偏波に関する時系列データの数値的較にもとづく火山活動関連情報の定量的抽出手法を開発する。

これまでも航空機 SAR による火山観測は実施されているが、画像に対する人間の視覚的認識力に依存した定性的分析が中心を占めており、データが本来有している各種火山活動パラメータに関する情報が十分抽出されているとは言い難い。

宇宙航空関連技術の進化の粋を結集して開発された Pi-SAR-L2 は、高解像度でダイナミックレンジが広く、慣性測位（INS）と GPS をハイブリッド化した高度な飛行行路追跡システムも搭載されている。画像ピクセルへ付与する位置情報の精度も格段に向上していて、同一領域に対して同一航路からの繰り返し実施した観測結果の時系列解析により、火山体の形状変化、同一個所の偏波や反射強度の時間変化を高精度に測定することができる。

これらの多様な変化情報を総合的かつ定量的に解析することにより、従来は、困難であった局所集中型の地殻変動の詳細な時間発展の追跡や、降灰分布、溶岩分布、溶岩移動速度分布などの面的把握が可能となり、新火口形成予測、溶岩流流下予測、山体崩壊予測、土石流発生予測など、特に短期的予知や防災に有用な情報の獲得に大きく道を拓くことが期待される。

<リピートパス干渉法の実現> :

PiSAR-L2 に装備済みの高精度 GPS-INS 航路追跡装置を利用した、航空機リピートパス干渉による地殻変動解析手法の開発をめざす。

ほぼ同一の飛行経路から観測した 2 時期のデータの位相を比較することによって地殻変動の面的把握を行うリピートパス干渉法（DInSAR）を実施するためには、2 回の観測において航空機が正確に同一経路を飛行することが前提であり、さらに、航路補正のために、時々刻々の飛行位置について、マイクロ波波長の 1/10 程度という高精度な軌跡情報も必要とされる。

Pi-SAR-L2には、高精度なNS-GPSハイブリッド型の航路追跡装置が搭載されている。これにより従来に比べて格段に軌道再現性が高くなった。また、記録された詳細なプラットフォーム航跡を事後の干渉解析に使用することで、航空機 SAR 干渉解析 (DInSAR) の実現可能性が高まっている。航空機 SAR による同様の研究は、世界各国においても精力的に実施されているが、本研究で使用を予定している Pi-SAR-L2 は、地殻変動検出に適した L バンドのセンサーを搭載したシステムである上に、測位装置の基本的性能が高く、DInSAR の実現性に高い期待を持つことができる。

ただし、安定した干渉観測手法の実現には、ハードウェアが優秀であるだけでは不十分であり、天候条件や対象地形に合わせた飛行高度や入射角の選定等、干渉条件成立の確率を高めるためのノウハウの蓄積も重要である。この分野は、いまだ実現された事例が少なく、チャレンジ性の高い領域であるが、手法として確立させることができれば、衛星 SAR では実現が困難である、火山活動開始時の即時観測、多方向観測、必要に応じた高頻度観測が可能となり、火山活動の高度なモニタリングへの道が開拓できる。

火山噴火にむけて地下浅部でマグマが複雑な経路を取りながら移動することが知られているが、即時観測や高頻度観測が実現すると、マグマの移動状況の追跡が可能となり、火山学、火山噴火予知の進展に寄与するとともに、噴火の開始、推移、収束予測の高度化への寄与を通じて、防災への貢献も大きいと期待される。

また、航空機 SAR の重要な特徴である同一地域の多方向観測による地殻変動の三次元把握手法にもチャレンジする。

<地殻変動モデル化手法の高度化> :

マグマ移動、火山性地震、地滑りなどが重畳する複雑な変動場を効果的にモデル化する手法を開発する

活発化した火山の火口付近では、ダイクの貫入、新火口の形成、ドームの形成、断層運動、地すべり、土石流、火砕流等、地形を著しく変化させる各種の要因が存在し、観測される面的地殻変動分布は、これらが重畳したものとなっている。高分解能な航空機 DInSAR が提供する詳細な地殻変動分布から、地下のマグマの移動、断層運動、山体崩壊に発展する可能性のある予兆的变化などを特定するためには、地形、地下構造等の境界条件、力源形状、および構成媒質のレオロジー（弾性や塑性など）の設定について高い柔軟をもたせた新しいモデル構築手法の開発が必要である。本研究では、境界要素法や有限要素法なども取り入れながら、SAR によりマッピングされる細密な地殻変動情報を最大限に生かした詳細な地殻変動モデル構築手法の開発を目指す。