

災害状況の迅速な把握・提供技術の開発 -航空機 SAR の常設化改修及び一眼レフカメラ等を活用した取組-

実施期間	令和元年度
基本図情報部地図情報技術開発室	菅井 秀翔 片山 理佐子 笹川 啓 関口 泰徳 茶谷 隆行

1. はじめに

国土地理院は災害対策基本法に基づく指定行政機関として、災害時の迅速な被災状況把握及び災害復旧を支援するため、測量用航空機「くにかぜⅢ」（以下「くにかぜⅢ」という。）を用いて空中写真撮影等を行っており、測量用航空カメラ（以下「航空カメラ」という。）だけでなく、航空レーザ機器及び航空機搭載型合成開口レーダ（以下「航空機 SAR」という。）や一眼レフカメラ等、災害の種類や被災状況に合わせたセンサを活用している。令和元年度、災害時の情報把握・提供の迅速化を目的として、航空機 SAR 装置を「くにかぜⅢ」機内に常設化する改修を行ったほか、一眼レフカメラを用いた災害対応のワークフロー改善を行ったので本稿で報告する。

2. 航空機 SAR の常設化改修

2.1 改修の概要

国土地理院では、噴火災害時の火山地形変化の把握を目的として航空機 SAR を運用してきた。現行の機器は平成 23 年度に開発したもので、機材構成が大きく、「くにかぜⅢ」の機内スペースを広く占有していた。そのため、航空機 SAR は航空レーザ機器との同時搭載ができず、航空レーザ機器を搭載する際には航空機 SAR 機器を取り外す必要が生じ、迅速な災害対応の障害となっていた。

昨今の技術進展に伴い、航空機 SAR 機器の小型化が可能になったことを受け、迅速な災害対応を可能とするため、航空機 SAR 機器の常設化改修を実施した。

2.2 改修内容と変更点

改修後の航空機 SAR 機器の仕様を表-1 に、外観及び「くにかぜⅢ」に搭載した様子を写真-1 に示す。照射する電波の中心周波数や帯域幅は改修前と同じで、これまでと同等の観測データを取得できることが期待される。また、2 つの受信アンテナを搭載することによるシングルパス干渉 SAR（1 回の観測で同時に取得されたデータペアを干渉処理し、DSM を作成する）機能も維持した。

従来の機器は、「くにかぜⅢ」の姿勢変化に応じてアンテナ架台が回転することで電波照射方向を調整していたが、本改修では電波照射方向を電氣的に制御する方式に変更（フェーズドアレイ化）したことでアンテナ架台の回転機構が不要となり、機器性能を維持したまま省スペース化を実現した。これにより、航空レーザ機器との同時搭載が可能となり、噴火災害時における航空機 SAR 観測の迅速性が向上した。

今回の改修にともない、機上で工具を使用せずにオフナディア角（電波照射方向と機体鉛直方向のなす角を、鉛直下向きを 0 度として表したもの）を変更できる機構を採用したことで、柔軟で機動的な観測ができるようになった。また、アンテナ架台の設計を見直したことにより、2 つの受信アンテナ間距離が 84cm から 89cm に伸びた。そのため、原理的には、シングルパス干渉 SAR で生成される DSM 精度が僅かではあるが向上すると期待される。

表-1 改修前後の航空機 SAR 機器の仕様比較

	改修前	改修後
観測モード	Stripmap	Stripmap
送信中心周波数	9.4GHz (Xバンド)	9.4GHz (Xバンド)
最大送信帯域幅	300MHz	300MHz
偏波	水平送信／水平受信 (HH)	水平送信／水平受信 (HH)
送信電力	10W	10W
観測幅	最大10km	最大10km
空間分解能 (ノミナル値)	0.6m～5m	0.6m～5m
オフナディア角可変範囲	55°～75° (5°刻みで可変)	55°～75° (5°刻みで可変)
干渉SAR 用受信アンテナ間距離	84cm	89cm
重量	61kg	45kg

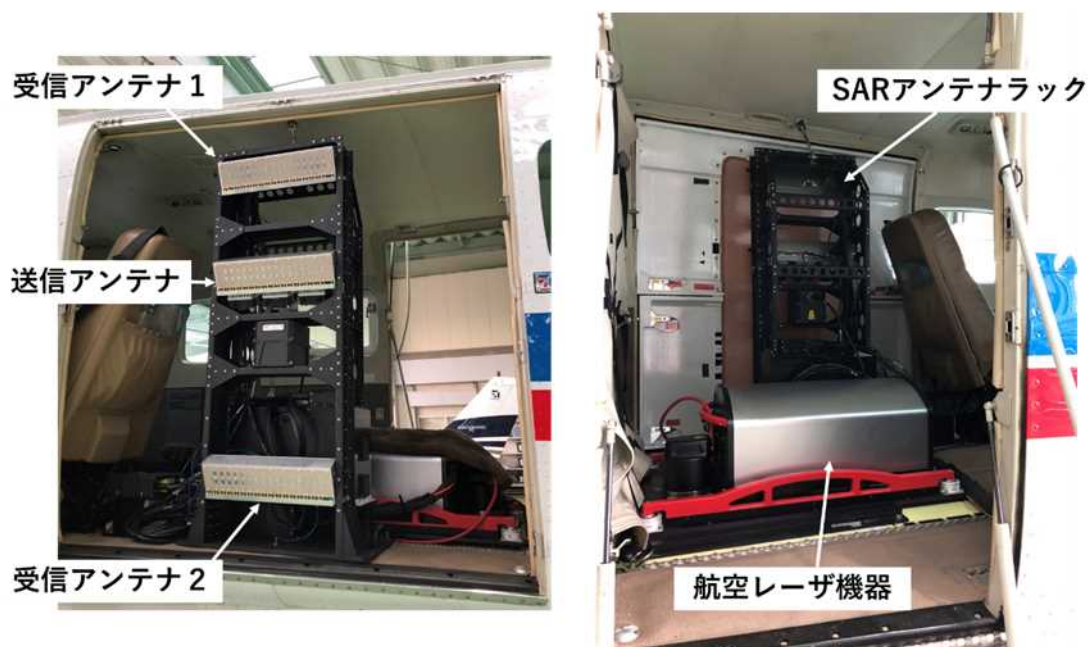


写真-1 改修後の航空機 SAR 機器の外観及びくにかぜⅢ機内への搭載状態

2.3 今後の検証予定

令和2年度、新機器により作成される反射強度画像や DSM の精度検証を実施するとともに、観測手順を整理し、災害時の運用を想定した体制構築を早期に実施する予定である。

3. 一眼レフカメラ等を活用した迅速な被災状況把握に向けた取組

3.1 概要

本章は、災害発生後の一層迅速な空中写真の情報提供という課題に対応するために行った空中写真の提供・公開の手法を概説し、従来の方法と比較した省力化や時間短縮の効果について報告する。

3.2 空中写真撮影からホームページ公開の流れ

災害発生時の緊急撮影で得た空中写真を、地理院地図を通して一般に公開するまでの従来手法と新手法を紹介する。

3.2.1 従来手法の処理の流れ

従来手法の処理の流れとしては、表-2 左列に示すとおりに主に5つの工程を実施していた。

3.2.2 新手法の処理の流れ

新手法では作業の時間短縮と省力化を図るため、3つの点で改善をした。

1点目は一眼レフカメラの導入である。解像度は航空カメラに劣るが、「生成されるJPEG圧縮画像により画像のインターネット伝送が可能」「カメラ内現像を用いることで画像合成の作業が不要」の利点を持つ一眼レフカメラを平成30年度にセンサとして機体前部に装備した。このことで従来手法での表-2の

(a)データ運搬及び(b)画像合成等後処理作業の時間短縮を図り、後述の速報版画像データの提供を可能にした。

2点目は画像合成等の後処理作業の効率化である。航空カメラで撮影した生データは、(b)の作業を専用のマシンによってRGB各バンドのデータとパンシャープデータの合成処理を行い画像化している。合成処理から後続作業で使用するため外部記憶媒体へ移動させるまでに、従来手法ではデータ伝送回数が多くネットワークの伝送スピードに依存して時間を要していたが、新手法ではネットワークを介したデータ伝送回数自体を削減し、効率化を図った(片山ほか, 2019)。

3点目は自動処理ツール(笹川, 2019)の活用である。(c)低解像度画像の作成、(d)画像の回転、(e)地理院地図上で公開するためのWeb公開用データ作成の工程は工程毎に手作業で行っていたが、これらの工程を一括で行える自動処理ツールを開発し対応した。

新手法では、災害発生後にまずは一眼レフカメラの撮影写真を迅速に公開するとともに、並行して航空カメラの処理も進め、準備ができ次第画質の良い航空カメラ写真を公開する運用としている。

3.3 新手法の効果

3.3.1 時間短縮効果

従来手法で作業を行った平成28年台風第11号及び第9号における常呂川地区と、新手法で作業を行った令和元年8月の前線に伴う大雨における佐賀地区の航空カメラと一眼レフカメラで撮影した場合について、それぞれの所要時間を表-3にまとめた。新手法の導入の結果、現地の被災状況を把握できる速報版画像データとして被災状況のわかる画像の提供までの時間が飛躍的に短縮され、さらには詳細な航空カメラの公開用画像の作成工程においても、1枚あたりの作業時間が短縮され、全体での所要工程及び時間が短縮された。

表-2 画像データを一般公開するための
従来手法と新手法の比較

従来手法	新手法	
航空カメラ	航空カメラ	一眼レフカメラ
(a)HDDを用いたデータ運搬	(A)HDDを用いたデータ運搬	(A')インターネットによる画像伝送
(b)画像合成等後処理作業	(B)画像合成等後処理作業	(B')画像の選定・外部標定要素の作成
(c)低解像度画像の作成	(C)低解像度化/回転/Web公開用データ作成	
(d)画像の回転		
(e)Web公開用データの作成		

表-3 従来手法と新手法での所要時間

	従来手法	新手法	
撮影地区	常呂川地区	佐賀地区	
航空カメラ	航空カメラ	航空カメラ	一眼レフカメラ
撮影写真枚数 /公開画像枚数	61 枚/61 枚 (約 640MB/枚)	288 枚/288 枚 (約 640MB/枚)	900 枚/306 枚 (約 5MB/枚)
撮影面積	約 80km ²	約 413km ²	約 413km ²
着陸空港	仙台空港	北九州空港	北九州空港
伝送時間及び手段	5 時間 11 分 (HDD 運搬)	9 時間 30 分 (HDD 運搬)	2 時間 10 分 (インターネット伝送)
画像合成等後処理	14 時間 6 分 (14.87 分/枚)	9 時間 9 分 (1.91 分/枚)	—
画像選定等	—	—	28 分(0.03 分/枚)
低解像度画像の作成・回転	2 時間 5 分(2.05 分/枚)	2 時間 10 分	1 時間 22 分
Web 公開用データ作成	1 時間 21 分(1.33 分/枚)	(0.45 分/枚)	(0.29 分/枚)
合計処理時間	22 時間 43 分	20 時間 49 分	4 時間 00 分

3.3.2 省力化

従来手法と新手法において、ホームページでの第一報を公開するための作業人員について、表-4 に示す。新手法として一眼レフカメラ及び自動処理ツールを使用することで、従来手法に比べ作業の省力化が認められる結果となった。特に、自動処理ツールの活用によって工程間のデータ受け渡しやヒューマンエラーによる手戻りがなくなったことが省力化の大きな要因である。

表-4 ホームページでの第一報を公開するために必要な作業人数

	従来手法	新手法
使用カメラ	航空カメラ	一眼レフカメラ
作業員	5 名	2 名
	(a)~(e) 各 1 名	(A') 1 名 (B')(C) 1 名
点検者	2 名	1 名
	(c)(d) 1 名 (e) 1 名	(B')(C) 1 名
合計	7 名	3 名

4. 結論

くにかぜⅢによる災害対応を迅速化するため、航空機 SAR 機器を常設化する改修を実施したほか、一眼レフカメラ等を用いた被災状況画像の提供に掛かる時間を短縮する取組を行った。このことにより、災害時に取得する地理空間情報の関係機関への情報提供までのタイムラインが短縮され、関係機関の災害対応、さらには早期の被災地の復旧復興に資することが期待される。

参考文献

- 片山理佐子, 関口泰徳, 四野宮良周, 笹川啓 (2019): 一眼レフカメラ等を活用した迅速な被災状況把握に向けた取組, 令和元年度国土交通省国土技術研究会論文集, <http://www.mlit.go.jp/chosahokoku/giken/brochure/2019ronbun1.pdf> (accessed 4 Mar.2020).
- 片山理佐子, 関口泰徳, 笹川啓 (2019): 一眼レフカメラ等を活用した迅速な被災状況把握に向けた取組, 令和元年度日本写真測量学会秋季学術講演会発表論文集, 231-234.

笹川啓 (2019) : 災害時に空中写真を地理院地図へ掲載するための自動データ作成ツールの開発, 国土
地理院時報, 132, 109-113.

菅井秀翔, 野口真弓, 笹川啓, 新藤昭彦 (2019) : 航空機 SAR による災害状況把握に関する研究—SAR-
DSM の精度検証と利活用の検討—, 平成 30 年度調査研究年報, 66-69.