

空から日本を見つめ続けて60年 ー測量用航空機くにかぜのあゆみと最近の取組ー



**国土地理院基本図情報部
画像調査課
菅野 秀秋**

(1) くにかぜ60年のあゆみ

- ①くにかぜ60年のあゆみ
- ②くにかぜによる災害対応
- ③東日本大震災10年の変遷
- ④空中写真の活用

(2) くにかぜⅢによる最近の取組

- ①新しい測量用航空カメラの導入
- ②直下一眼レフカメラの導入
- ③新しい航空機SARの導入



(1) ぐにかぜ60年のあゆみ

①くにかぜ60年のあゆみ ～日本の空中写真撮影のはじまり～

1911年（明治44年）○日本での航空機からの写真撮影は、風物写真を軍関係者が撮影したのが始まり
「新聞集成明治編年史. 第十四巻」

1923年（大正12年）○関東大震災の被災状況を陸軍航空学校下志津分校等が撮影
組織的で実用的な撮影はこの頃から始まる

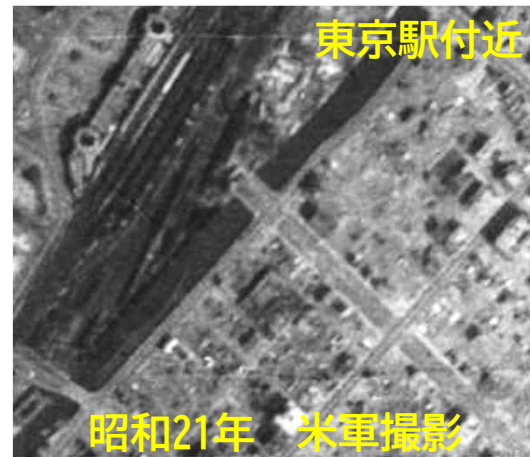
この頃は航空機、カメラや感光剤の性能もまだ低く、
広い地域の撮影はなかなかできなかった。

○戦前、戦中に樺太や大陸の撮影が行われた

○戦後、米軍による全国撮影が行われた

1952年（昭和27年）○日米講和条約公布、日本の空が開放
され、民間の空中写真の撮影が再開

1957年（昭和32年）○国土地理院が航空カメラ RMK21/18 を導入。
民間の航空機に取り付け、北海道根釧地方の撮影を実施



①くにかぜ60年のあゆみ

1960年（昭和35年）

初代 くにかぜ



1983年（昭和58年）

くにかぜⅡ



2010年（平成22年）

くにかぜⅢ



①くにかぜ60年のあゆみ ～くにかぜの任務～

国土の適切な保全・管理、災害対応のために、日本全国の空中写真撮影等を実施

災害時においては、

- 自ら測量用航空機を保持し、通年で機動性のある運航体制を確保。迅速に空中写真撮影を実施して関係機関へ提供。
- 多様な観測機器を搭載し、災害の状況に応じて臨機に情報収集。

平時においては、

- 災害に備え、国土の現況を把握するための撮影を実施するとともに、電子国土基本図（地図）を更新。
- 我が国の管轄権の根拠となっている離島等の現況把握のため撮影を実施。

①くにかぜ60年のあゆみ

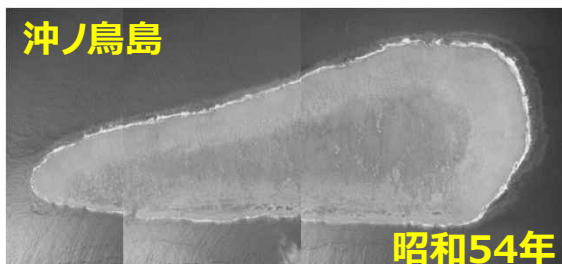
初代くにかぜ
(昭和35年～昭和58年)

ビーチクラフト クイーンエア



- 運航時間：7,600時間
- 運航距離：23万km
(地球約5周半)
- 撮影面積：282,000km²

沖ノ鳥島



昭和54年

この頃の主な出来事

西暦 (元号)	国土地理院の主な事業とくにかぜの動向
1960年 (昭35)	地理調査所を国土地理院に名称変更 「くにかぜ」導入。海上自衛隊岩国教育航空隊へ配備
1961年 (昭36)	国土基本図整備事業スタート 写真測量による地図作成が主流へ
1962年 (昭37)	航空磁気測量の開始
1963年 (昭38)	海上自衛隊宇都宮教育航空群第202教育航空隊所属
1964年 (昭39)	写真測量による2万5千分の1地形図の全国整備開始 4万分の1空中写真撮影が本格化
1973年 (昭48)	海上自衛隊徳島教育航空群第202教育航空隊所属
1974年 (昭49)	国土全域のカラー空中写真撮影を開始
1983年 (昭58)	「くにかぜ」退役 ※地球ひろばに展示

1978年
(昭53) 終了

①くにかぜ60年のあゆみ

くにかぜⅡ
(昭和58年～平成22年)

ビーチクラフト キングエア



- 運航時間：9,000時間
- 運航距離：34万km
(地球約8周半)
- 撮影面積：582,570km²



与圧方式のため、機体底部はガラスで閉じられていた

この頃の主な出来事

西暦 (元号)	国土地理院の主な事業とくにかぜの動向
1983年 (昭58)	「くにかぜⅡ」導入。 2万5千分の1地形図の全国整備がおおむね完了
1985年 (昭60)	長野県地附山で発生した地すべり災害で、 初めて緊急撮影を実施
1995年 (平7)	阪神・淡路大震災。緊急撮影を実施。
2001年 (平13)	災害対策基本法に基づく指定行政機関となる。 測量法が改正（世界測地系に移行）
2002年 (平14)	航空磁気測量の終了。 電子基準点網の全国整備が完了。
2006年 (平18)	くにかぜⅡにデジタル航空カメラ（UCD）を搭載
2007年 (平19)	地理空間情報活用推進基本法施行
2010年 (平22)	「くにかぜⅡ」退役。

国土交通省
発足

①くにかぜ60年のあゆみ

くにかぜⅢ
(平成22年～現在)

セスナ208B (グランドキャラバン)



○運航時間：2,600時間

○撮影面積：48,000km²

※各数値は令和2年度まで

本拠飛行場は調布飛行場

この頃の主な出来事

西暦 (元号)	国土地理院の主な事業とくにかぜの動向
2010年 (平22)	くにかぜⅢ導入。運航は民間に委託。
2011年 (平23)	東日本大震災。 <u>測技協との協定</u> に基づき、7社による緊急撮影を実施。くにかぜⅢは4月から撮影実施。
2011年 (平23)	航空機SARにより霧島山(新燃岳)噴火に対応
2014年 (平26)	電子地形図25000及び2万5千分の1地形図の領土全域の整備が完了
2018年 (平30)	ビックデータを利用し登山道を修正した地形図を初めて地理院地図で公開
2021年 (令3)	新しい測量用航空カメラ(UCFM2)を導入

①くにかぜ60年のあゆみ

くにかぜに搭載した歴代の主な航空カメラ（フィルム航空カメラ）

くにかぜ

RMK 2 1



くにかぜ II

RC 1 0



（平 8）

GPSナビゲーション導入



（平17）

RC 3 0

GNSS／IMU 導入

装填側と巻取側の
マガジンがあり
機内でフィルムの
交換ができた

FMC
像ブレ補正



くにかぜでの撮影の様子



くにかぜ II での撮影の様子

①くにかぜ60年のあゆみ

くにかぜに搭載した歴代の主な航空カメラ（デジタル航空カメラ）

くにかぜⅡ

UCD



平成18年
デジタル航空
カメラを導入

撮影後の処理もフィルム現像・焼付
からP Cによる画像処理へ

くにかぜⅢ

UCX



DMCⅡ



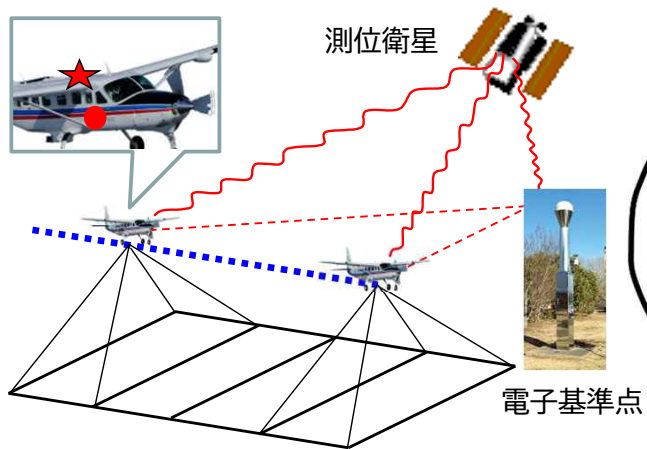
くにかぜⅢでの撮影作業の様子

①くにかぜ60年のあゆみ

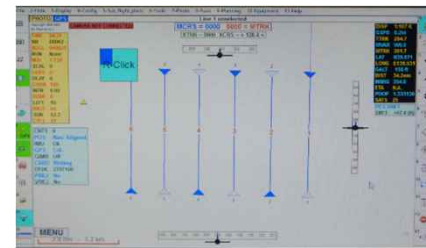
測量用航空カメラによる空中写真の撮影

(現在の空中写真の撮影方法)

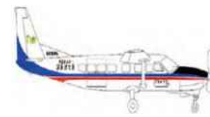
機体に搭載したGNSS受信装置とIMU装置
(慣性計測装置) により位置と姿勢を記録



隣接写真との重複
(オーバーラップ)



予め設定した飛行コース上で撮影範囲が重複
するように撮影することで3次元計測が可能



隣接コース
との重複
(サイドラップ)



くにかぜによる主な緊急撮影 1985年（昭和60年～）

災害種別	実施年	発生した災害
台風・豪雨	1985年（昭和60年）	長野県地附山で発生した地すべり災害
火山	1986年（昭和61年）	伊豆大島三原山の噴火による溶岩流出
火山	1989年（平成元年）	伊豆大島三原山の火口陥没
火山	1990年（平成2年）	雲仙普賢岳の噴火、火砕流災害
地震	1993年（平成5年）	北海道南西沖地震による大津波災害
地震	1995年（平成7年）	阪神・淡路大震災
火山	1998年（平成10年）	岩手山の噴火
火山	1998年（平成10年）	焼岳の火山活動
火山	2000年（平成12年）	有珠山の噴火
火山	2000年（平成12年）	三宅島火山噴火
台風・豪雨	2004年（平成16年）	新潟、福島及び福井豪雨災害
地震	2004年（平成16年）	新潟中越地震
地震	2005年（平成17年）	福岡県西方沖を震源とする地震
地震	2005年（平成17年）	宮城県沖を震源とする地震

②くにかぜによる災害対応

災害種別	実施年	発生した災害
台風・豪雨	2005年（平成17年）	台風14号と前線豪雨
台風・豪雨	2006年（平成18年）	岐阜県の揖斐川町地すべり災害
台風・豪雨	2006年（平成18年）	沖縄県中城村地すべり災害
台風・豪雨	2006年（平成18年）	7月豪雨災害 九州南部
地震	2008年（平成20年）	岩手・宮城内陸地震
地震	2008年（平成20年）	岩手県沿岸北部を震源とする地震
地震	2009年（平成21年）	駿河湾を震源とする地震
台風・豪雨	2010年（平成22年）	梅雨前線による大雨（山陽小野田市、庄原市）
台風・豪雨	2010年（平成22年）	鹿児島県奄美地方における大雨
地震	2011年（平成23年）	東北地方太平洋沖地震
火山	2011年（平成23年）	霧島山（新燃岳）の噴火
台風・豪雨	2011年（平成23年）	台風12号による大雨
台風・豪雨	2012年（平成24年）	茨城、栃木で5月に発生した突風等
台風・豪雨	2012年（平成24年）	7月九州北部豪雨
台風・豪雨	2013年（平成25年）	7月17日からの大雨（山口、山形）
台風・豪雨	2013年（平成25年）	9月2日に発生した突風（越谷市）

②くにかぜによる災害対応

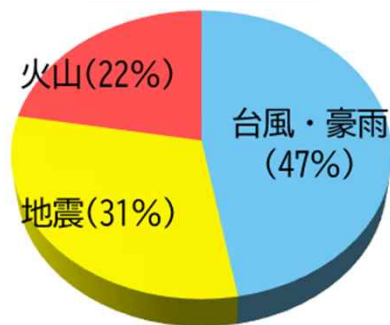
災害種別	実施年	発生した災害
台風・豪雨	2013年（平成25年）	台風第18号及び前線による大雨（京都、滋賀、福井）
台風・豪雨	2013年（平成25年）	台風第26号及び第27号による大雨（伊豆大島）
台風・豪雨	2014年（平成26年）	台風第8号等（南木曽町）
台風・豪雨	2014年（平成26年）	台風第12号・第11号の大雨等（北川村）
台風・豪雨	2014年（平成26年）	8月豪雨（福知山市、丹波市、広島市、礼文島）
火山	2014年（平成26年）	御嶽山の火山活動
地震	2014年（平成26年）	長野県北部を震源とする地震
台風・豪雨	2015年（平成27年）	関東・東北豪雨
地震	2016年（平成28年）	熊本地震
台風・豪雨	2016年（平成28年）	台風第9号、第10号及び第11号による大雨
地震	2016年（平成28年）	鳥取県中部の地震
地震	2016年（平成28年）	茨城県北部の地震
火山	2018年（平成30年）	草津白根山、霧島山の火山活動
台風・豪雨	2018年（平成30年）	7月豪雨
地震	2018年（平成30年）	北海道胆振東部地震
火山	2019年（平成31年）	口永良部島の火山活動

②くにかぜによる災害対応

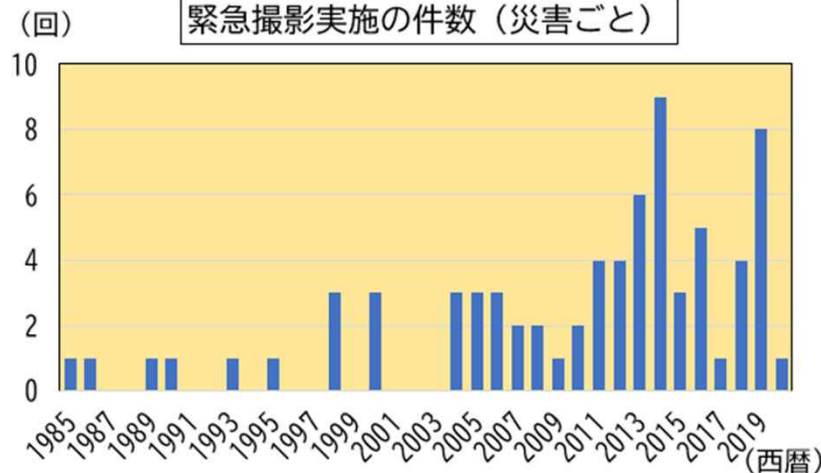
災害種別	実施年	発生した災害
地震	2019年（令和元年）	山形県沖の地震
台風・豪雨	2019年（令和元年）	6月下旬からの大雨
台風・豪雨	2019年（令和元年）	8月の前線に伴う大雨
台風・豪雨	2019年（令和元年）	9月22日宮崎県延岡市で発生した竜巻
台風・豪雨	2019年（令和元年）	東日本台風
台風・豪雨	2019年（令和元年）	10月の低気圧に伴う大雨

緊急撮影実施の状況 （くにかぜ及び協定撮影）

災害種別の割合



緊急撮影実施の件数（災害ごと）

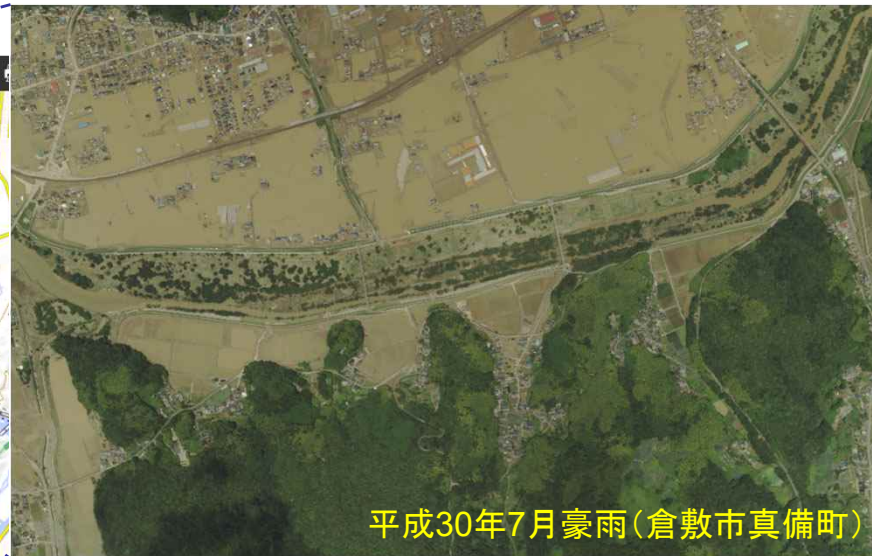


②くにかぜによる災害対応

地理院地図での公開

○防災・災害対応のホームページ <<https://www.gsi.go.jp/bousai.html>>

災害時における空中写真などの地理空間情報は、
 現地の被災状況を心配されている国民の皆様への直接の情報提供
 関係機関が行う今後の対応等についての検討
 等に対する重要な情報を提供するため、地理院地図で公開しています。



平成30年7月豪雨(倉敷市真備町)

③東日本大震災10年の変遷

地図・空中写真・標高データで見る 被災地の復旧・復興の様子



国土地理院について

基準点・測地観測データ

地図・空中写真・

地理院ホーム > 防災・災害対応 > 平成23年（2011年）東日本大震災に関する情報

震災後10年間の国土地理院の対応

国土地理院の取組一覧

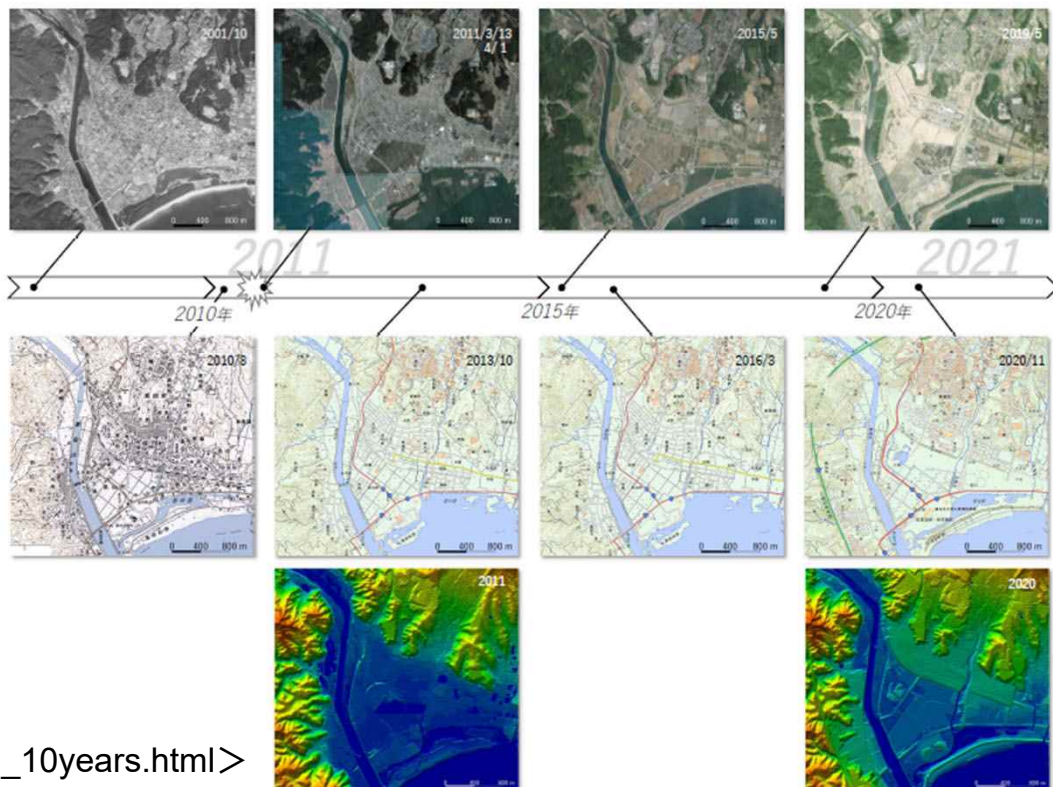
1. 復興道路・復興支援道路の地図への迅速な反映 **NEW**
2. 地図・空中写真・標高データで見る被災地の復旧・復興の様子
空中写真の3D表示(実体視)
3. 津波浸水範囲に関連する自然災害伝承碑
4. 平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震後10年間の地殻変動
5. 東北地方測量部の取組
6. このwebページで公開している地理空間情報のご利用について
7. お問い合わせ先

1. 復興道路・復興支援道路の地図への迅速な反映

平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震から10年

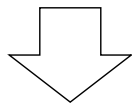
～空中写真と地形図から見る復興状況～

岩手県 陸前高田市

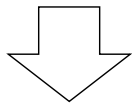


<https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h23_tohoku_10years.html>

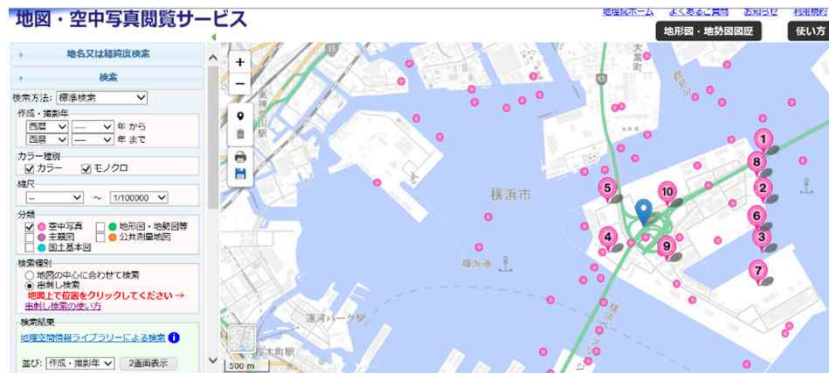
長期間継続的に撮影した空中写真の蓄積は、国土の変遷状況を示す貴重なデータ



過去の空中写真を遡ることで、例えば自宅周辺の土地利用がどのように変化してきたのかを知ることができます。



災害に備えて国土の現況を撮影しておくことが重要
(平時の状況と比較することで、被害状況の迅速な把握が可能になります)



地図や空中写真等は、「地図・空中写真閲覧サービス」や「地理院地図」でどなたでもご覧いただけます。

<https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do#1>

<https://maps.gsi.go.jp/>

筑波研究学園都市（茨城県つくば市）

筑波研究学園都市は、東京等の国の試験研究機関等を計画的に移転することにより、東京の過密緩和を図るとともに、高水準の研究と教育を行うための拠点的形成することを目的に建設されました。



1961年撮影



2015年撮影

千葉県浦安市（東京ディズニーリゾート付近）

浦安市域の約4分の3は、1960年代後半以降に造成された埋立地が占めている。



1965年撮影



2019年撮影

羽田空港（東京国際空港）

1931年（昭和6年）に「羽田飛行場」として開港した。
開港時の滑走路は2本であったが、拡張工事により、2010年10月には4本目となる滑走路と新しい国際ターミナルビルの供用を開始した。



1965年撮影



2019年撮影

土地の履歴を知って災害に備える

(東日本大震災で液状化被害が生じていた地域の例)
被害の大きかった場所は旧河道の沼を埋め立てた土地であることがわかる



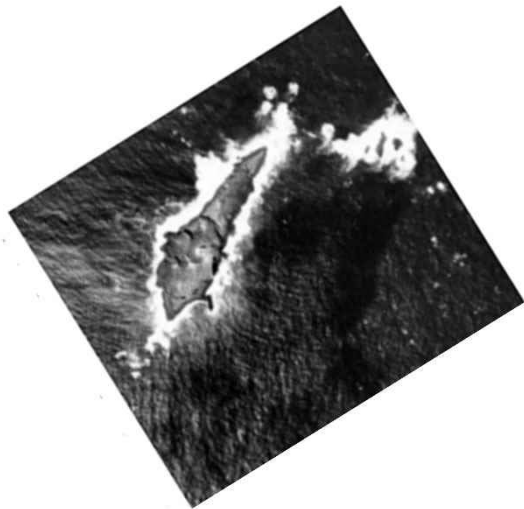
1947年 米軍撮影



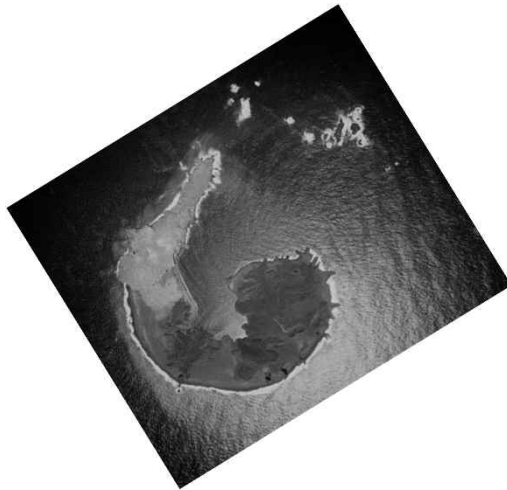
1962年撮影

我が国の管轄権の根拠となっている離島等の現況把握のため撮影を実施。

拡大する領土（西之島の撮影）



1968年撮影



1976年撮影

1973～74(昭和48～49)年の噴火活動



2013年12月撮影

拡大する領土（西之島の撮影）



2014年2月撮影



2014年12月撮影



2018年12月撮影

空中写真による電子国土基本図の更新

小笠原村



○電子国土基本図は、各種社会資本整備の基礎資料として活用

○特に離島の電子国土基本図は排他的経済水域の範囲を対外的に明示する根拠となるので極めて重要

○空中写真は、電子国土基本図の作成・更新に必要不可欠な情報



1944年(昭和19年)
陸軍撮影



2019年(令和元年)
国土地理院撮影



1932年(昭和7年)
2万5千分1地形図

(○印は現在の日経ホール付近)

(2) くにかぜⅢによる最近の取組

(2) くにかぜⅢによる最近の取組

くにかぜⅢの主な観測機器（常設している機器を更新）

①デジタル航空カメラ



②一眼レフカメラ（直下・斜め）



③航空機搭載型合成開口レーダー（SAR）



多様な機種を搭載し、機動的な撮影が行えるように平時の撮影・観測や訓練を実施、災害に備える取組を行っています。

①新しい測量用航空カメラの導入

UltraCam Falcon Mark 2

令和3年4月から本格運用開始



(特徴)

○焦点距離 70 mmを採用

- ・ 撮影高度を低く設計できる
(地上解像度 20 cm で高度が約 2,300 m)
→ 撮影チャンスが増加。撮影士の負担軽減。
- ・ 撮影高度が低くても撮影範囲が広い
→ コース数を削減
→ 撮影時間の短縮・効率化。

①新しい測量用航空カメラの導入

〔撮影するコースの選択や
撮影した画像を表示〕

カメラ操作
ディスプレイ

コース誘導
ディスプレイ



IMU
(慣性計測装置)

〔飛行機の傾きを
を正確に計測〕

〔機体の下から見
たレンズ群〕

カメラ本体

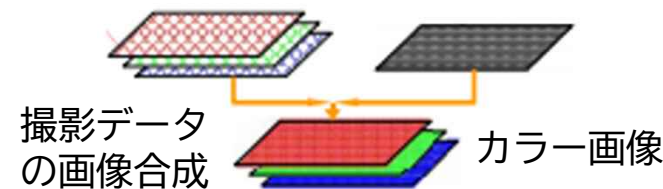
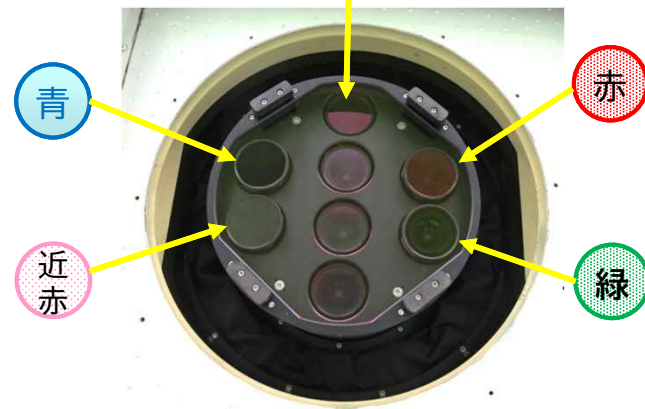


カメラ架台

〔機体の傾きに応じて
カメラを水平に保つ〕

レンズ

白黒 (4分割)



撮影した画像は本院（つくば市）で画像処理

①新しい測量用航空カメラの導入

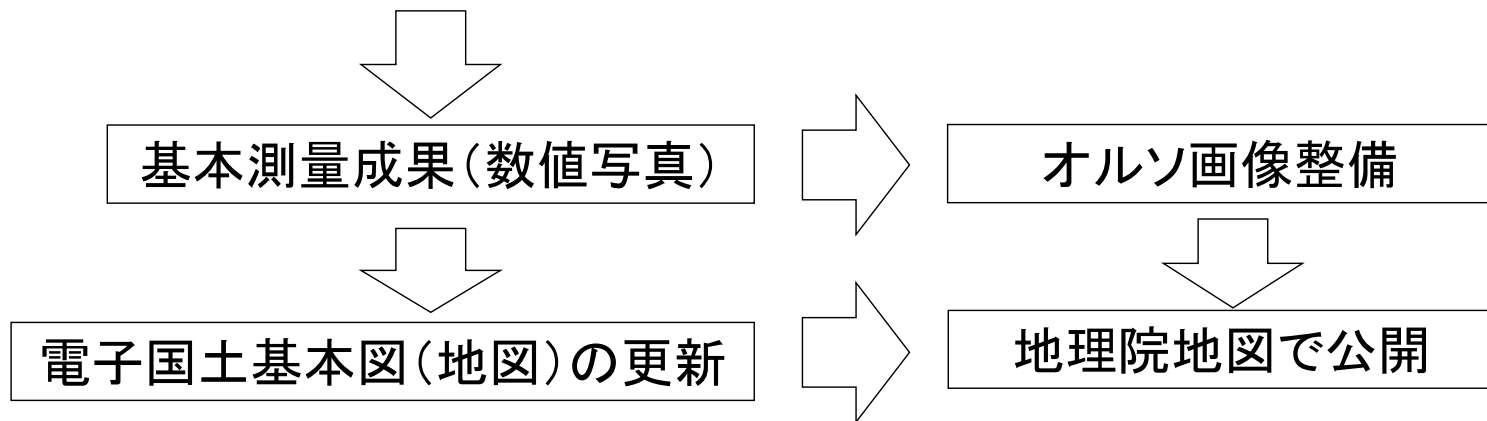
今後の取組

○災害時の緊急撮影

○災害に備えた国土の現況把握のための撮影を引き続き実施

- ・ 国土の変化の大きい地域
- ・ 南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域
- ・ 管轄権の根拠となっている離島

など



②直下一眼レフカメラの導入

一眼レフカメラによる速報用垂直写真の撮影

平成30年9月から運用開始

従来のくにかぜⅢによる
災害時の緊急撮影

垂直写真撮影
(測量用航空カメラ)

斜め写真撮影
(一眼レフカメラ)

測量用航空カメラによる撮影は、
高解像度・高精度である反面、取
得したデータの運搬や画像処理等
の後処理に時間を要する。



一眼レフカメラによる速報用
垂直写真の撮影

垂直写真撮影
(測量用航空カメラ)

垂直写真撮影
(一眼レフカメラ)

斜め写真撮影
(一眼レフカメラ)

災害対応では迅速な情報提供
が求められる

後処理不要の撮影手法を導入し、
災害対応の迅速化・効率化を図る

②直下一眼レフカメラの導入

一眼レフカメラは、機体中央付近のビューファインダー孔に、直下に向けて設置



(外側部)



(内側部)



(直下に向けて設置)

〔撮影された写真は、JPEGファイルとして
随時カメラからPCへ伝送される。〕

カメラ操作PC

カメラ本体
(Nikon D850)

GNSS受信機



機体のアンテナから信号を受信し、写真に位置情報を付与する。

〔シャッターは時間で設定。
オーバーラップ60%以上を確保。〕

測量用航空カメラによる垂直写真撮影及び斜め写真撮影との組合せで、
実情に即した運用が可能になった。

②直下一眼レフカメラの導入

今後の取組

○速報用垂直写真として、速やかに関係機関へ提供及び一般公開することで、災害対応の迅速化へ貢献。

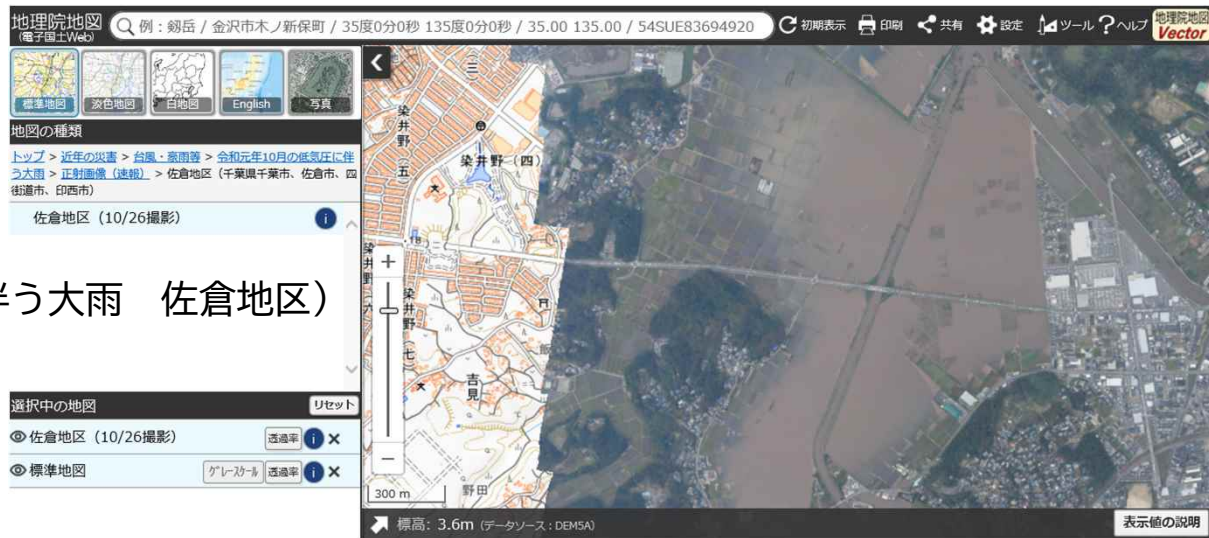
拠点空港に着陸

撮影した画像データを本院に伝送

標定図
オルソ画像作成

地理院地図で公開

オルソ画像の公開
(令和元年10月の低気圧に伴う大雨 佐倉地区)



③新しい航空機SARの導入

新しい航空機SARの導入

合成開口レーダー（SAR: Synthetic Aperture Radar）

令和3年度から本格運用開始

合成開口レーダー（SAR）の特徴

火山噴火時

光学センサー

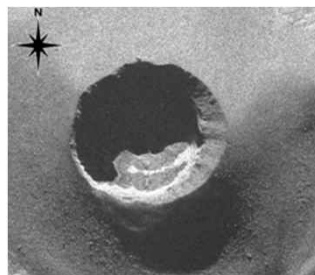
噴煙の影響を受ける



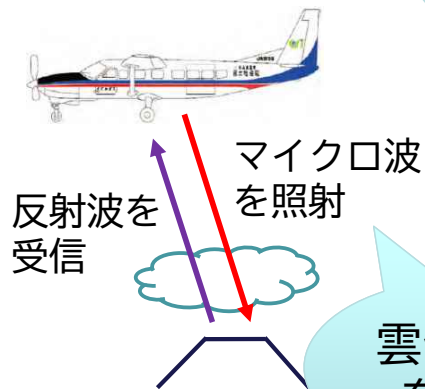
火口が確認できない

合成開口レーダー（SAR）

噴煙の影響を受けない



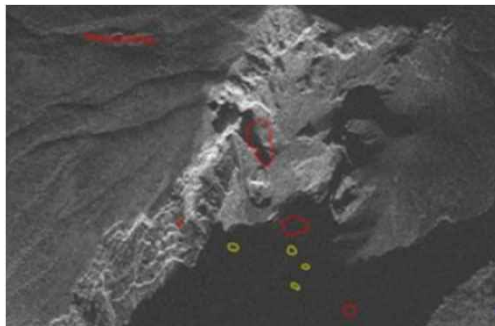
雲や噴煙があっても火口を確認できる



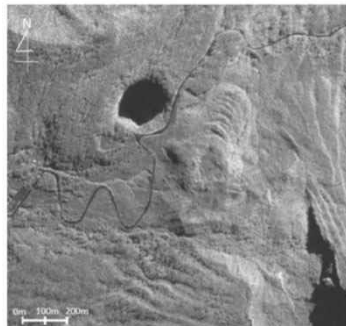
雲や噴煙を透過

③新しい航空機SARの導入

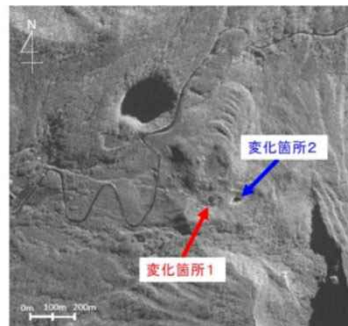
過去の火山噴火でのSAR観測の例



平成26年御嶽山の火山活動での火口の推定



平成30年霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）の噴火での新旧比較による変化個所の抽出



火山噴火時の状況把握での有効な手段

従来の航空機SAR（平成23年度～）

○構成機材が大きい

- ➡ 一部他機器との同時搭載が不可能
- ➡ 使用時に積み替え作業が必要（調布飛行場へ移動しての作業）
- ➡ 迅速な災害対応の妨げに・・・

③新しい航空機SARの導入

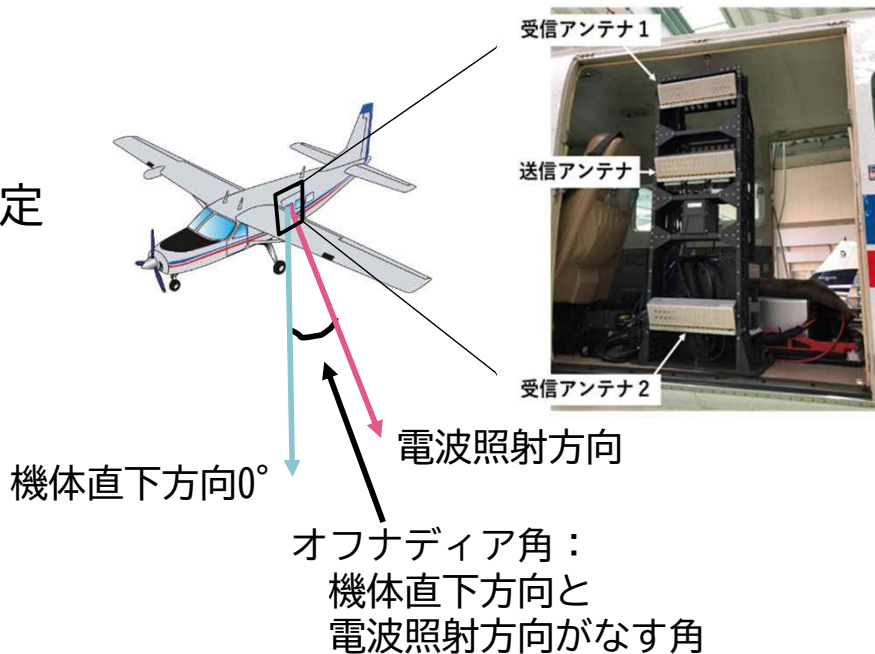
航空機SARの常設化

(特徴)

- 電波照射方向の制御方法
フェーズドアレイ方式
電気的な位相制御で照射方向を決定
- オフナディア角変更簡易化
柔軟で機動的な観測の実現
- 速やかに反射強度画像を生成
観測後に機内で生成が可能

機器の小型化で
くにかぜに常設

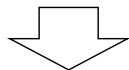
機動的な観測
が可能に！



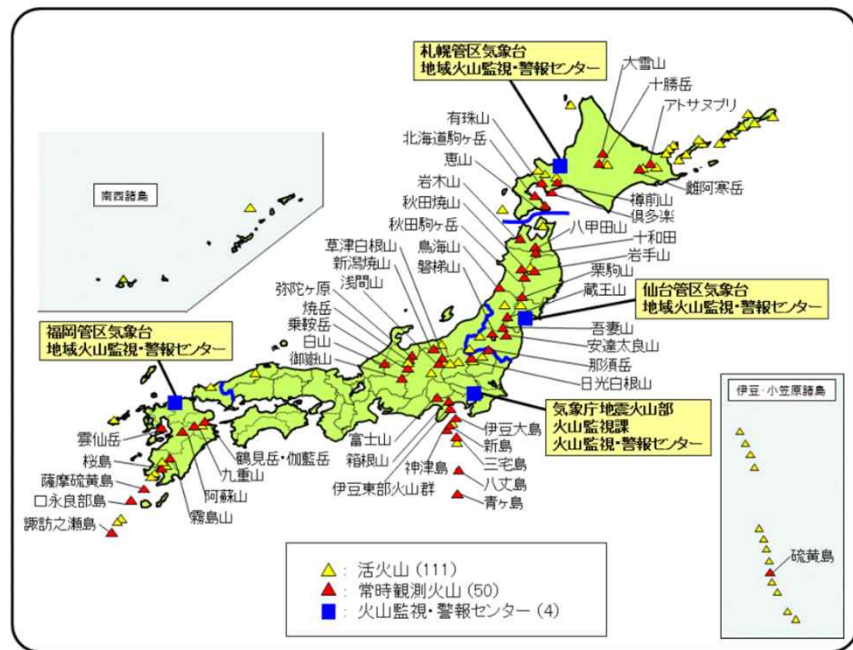
③新しい航空機SARの導入

今後の取組

○火山の噴火前の状況を観測しておくことで、噴火後に同じ条件で観測することによって、変化を捉える取組を開始

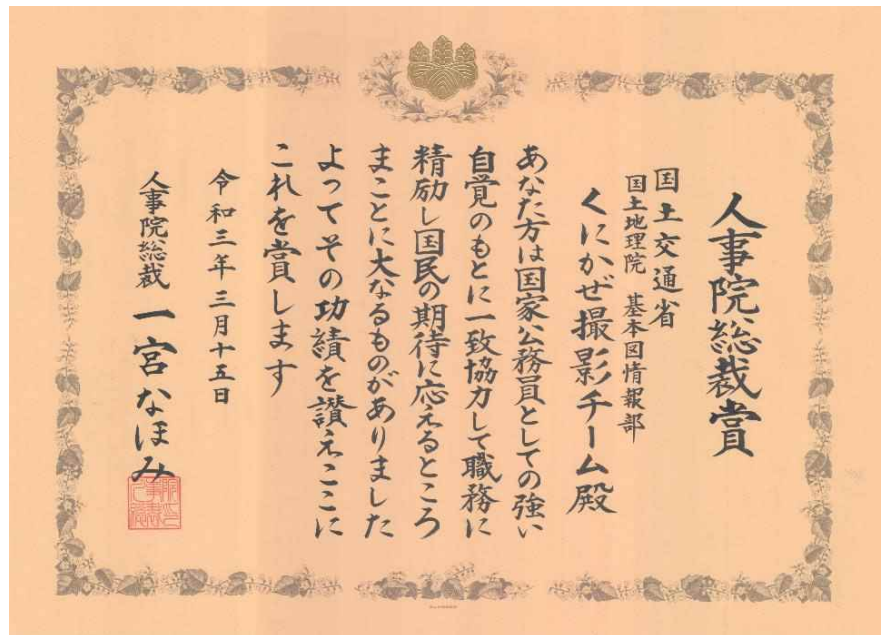


「火山防災のために監視・観測体制の充実等が必要な火山」（火山噴火予知連絡会）に指定されている50火山を対象とした航空機SARの周期的な観測を行う。



気象庁ホームページ

令和2年度人事院総裁賞（第33回） 「職域部門」を受賞



※人事院総裁賞とは、多年にわたる不断的努力や国民生活の向上への顕著な功績等により、公務の信頼を高めることに寄与したと認められる職員（一般職の国家公務員）又は 職域を顕彰するもの（昭和63年創設）



【表彰式】
令和 3 年 3 月 15 日（月）
（KKR ホテル東京にて）

おわりに

私たちは先人たちが残してきた空中写真や地図といった国土の姿を現した貴重な記録を今に受け継いでいます。この先人たちの努力を引き継ぎ、皆様に提供し続けていくことが与えられた役割です。空中写真が災害の状況や教訓を後世に伝える資料として活用され、将来の被害の低減に役立てられればと考えています。

ご清聴ありがとうございました