

災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画 平成30年度年次報告

課題番号 0101

先端リモートセンシング技術による
地震及び火山の災害把握技術の開発



国立研究開発法人情報通信研究機構

NICTにおける航空機SAR観測について

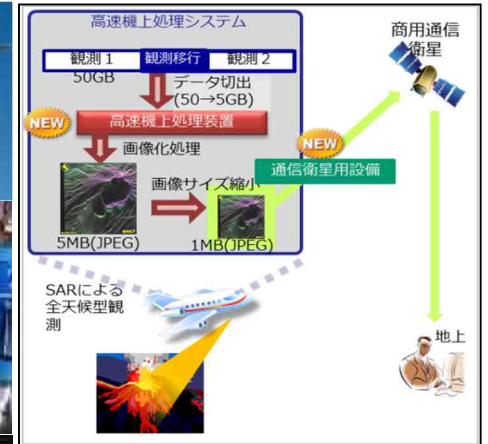


■ NICTの航空機SAR (Pi-SAR2)

- 機体: 民間会社(ダイヤモンドエアーサービス)のジェット機ガルフストリームII
- 運用: 航空機運用はダイヤモンドエアーサービス、レーダーの操作はNICT職員が搭乗して実施
- 場所: 県営名古屋空港(Pi-SAR2機器も同じ場所に保管)
- 使用バンド帯: Xバンド(9.3~9.8GHz)
- 約10kmの高高度を飛びながら、ななめ横を観測



(上) 機内装置 (下) アンテナ



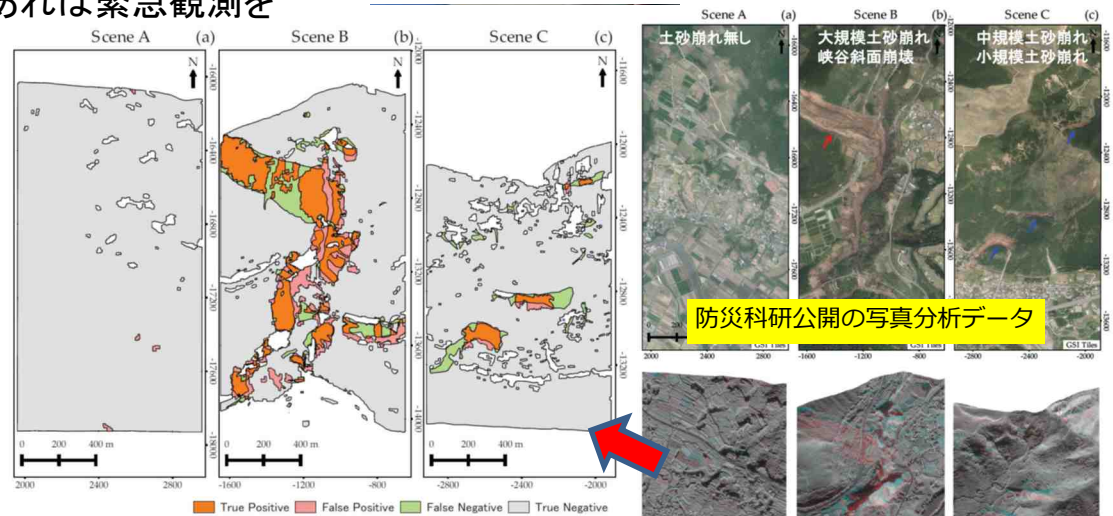
高速機上処理と衛星データ伝送による迅速なデータ公開が可能

■ Pi-SAR2を用いた観測について

- NICTはレーダーやデータ分析技術の高度化を目的として、Pi-SAR2の開発や、年間3日程度の飛行観測を実施
- 災害発生時には、状況に応じて、可能であれば緊急観測を実施し、データを災害対応機関に提供



Pi-SAR2による観測イメージ図



NIEDの真値データとの比較結果。橙、灰が多ければ多いほど良い

Pi-SAR2による土砂崩れ場所自動推定手法の開発の例

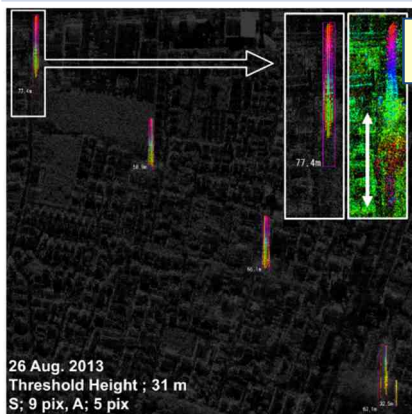
解析対象エリアx3 (阿蘇山の西側の領域)

航空機SARと衛星SARの比較



	航空機SAR	衛星SAR
分解能	30cm~2m	1m~数m
観測領域	リージョナル(国内) 5km~10km	グローバル 10km~100km
観測高度	3km~10km	400km~800km
発災後観測時期	24時間以内	1日~数日(軌道に依存)
観測(電波照射)方向	自由に選べる	基本的にほぼ東西
軌道の安定性	大気の状態に左右	安定な軌道
偏波観測	常時可能	現状試験的
干渉計測(シングルパス)	常時可能(高度計測)	困難
干渉計測(リピートパス)	困難(現状試験的)	得意

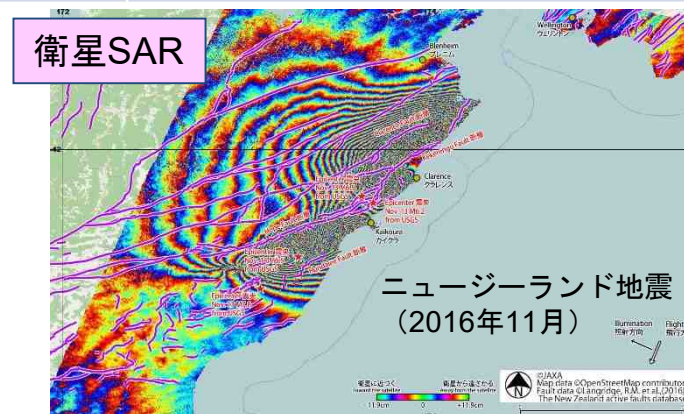
データの蓄積も多い



人工構造物の自動抽出




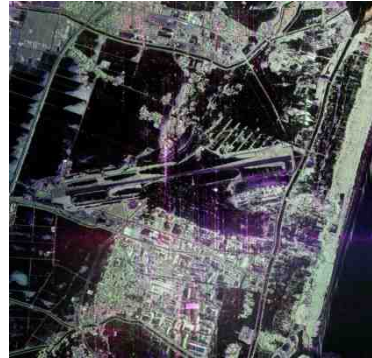
地表面状況の高分解能偏波観測



PALSAR-2による干渉画像 (JAXAウェブサイトより)

今観測研究計画中の研究経過とH30実施内容の概要



← 前観測研究計画(H21-25)		今観測研究計画(H26-30) →	
H21	H22	H23-H29	H30実施内容
<p>Pi-SAR2開発 (H18-H22)</p>  <p>30cm分解能</p> <p>インターフェロメトリ機能</p> <p>ポラリメトリ機能</p> <p>機上処理 + データ伝送</p>	<p>東日本大震災</p> <p>24時間以内でのデータ公開実現</p>  <p>広範囲・高分解能 → 膨大なデータ量 → 処理領域の制限</p> <p>災害時判読方法の標準化、普及が必要</p> <p>震災前データ必要</p> <p>高次処理は手作業</p> <p>機上処理は単偏波のみ</p> <p>機上からの伝送は実験的 → 着陸後に伝送</p>	<p>課題の解決に向けた研究開発</p> <p>データの迅速な活用</p> <p>東日本大震災の事後データの取得</p> <p>災害時判読技術開発(外部研究者との連携)</p> <p>被害可能性地域の平常時データ取得とデータベース化</p> <p>Pi-SAR/Pi-SAR2データ検索・公開システムの運用開始</p> <p>処理の高速化(10倍以上)</p> <p>処理高速化/大容量処理(実用的性能:15分 → 1分) → 機上処理、高次処理も高速化 → 機上処理装置の高速化による全偏波処理</p> <p>商用衛星回線による機上からの画像伝送</p> <p>2km四方の画像を準実時間伝送(10分以内)</p> <p>高次処理実用化への技術開発</p> <p>インターフェロメトリ自動処理化</p> <p>画像のKML化(地図等への投影)</p> <p>Pi-SAR2災害対応マニュアルの策定</p> <p>熊本地震被災状況観測(H28.4)</p> <p>霧島連山新燃岳噴火状況観測(H29.11)</p>	<p>次世代航空機SAR (Pi-SAR X3)の開発</p> <p>高次処理技術の開発(継続)</p> <p>火山噴火時等におけるSAR観測について、内閣府・NICT・国土地理院・JAXAで試行運用スキームの実施</p>

Pi-SAR2のデータ提供可能時期(災害対応マニュアルより)



発災からの経過時間の目安

	3h	6h	15h**	17h	21h	24h	2d~3d	1w
NICT Pi-SAR2チーム	飛行観測実施の判断* 観測準備開始	フライトパスの確定	飛行機離陸 現地での観測開始まで2h程度	速報データの機上処理・伝送	名古屋着陸後 フル解像度データの作成	小金井にて初期分析・結果をWeb公開	ACD解析・オルソ化等の高度画像処理	処理結果を順次公開
関係機関との連絡	観測実施の連絡	フライトパスの連絡 重点観測領域リクエスト受付	離陸の連絡	速報データ提供	フル解像度データ提供 (領域限定)	初期分析結果速報	フル解像度データ提供 (全領域)	高度処理結果を順次公開
機上処理				速報データ(1m分解能、2km四方、10か所)	フル解像度データ(30cm分解能、5km四方、10か所)			
NICTサーバー公開(関係機関向け)				速報データ	フル解像度データ(領域限定)		フル解像度データ(全領域)	
NICTウェブサイト公開(一般向け)						フル解像度データ(領域限定)・初期分析結果等	適宜更新	
X-MAP(画像公開システム)公開						フル解像度データ(領域限定、オルソ化なし)	全データを逐次掲載(オルソ)	
画像分析						NICT内 防災科研、国総研等		

*注 航空機の空き状況、装置の状況等がそろっていることは前提。

**注 最も順調に経過した場合。

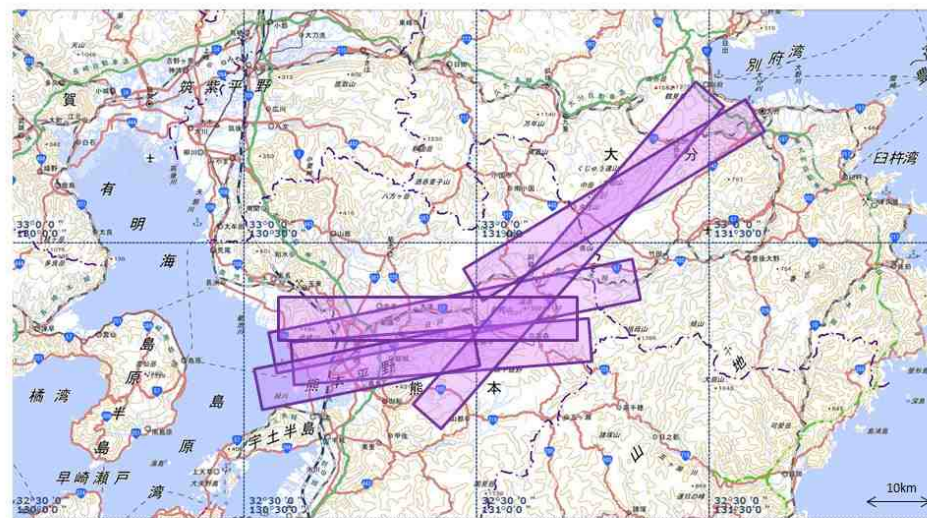
1. 提供できるデータ
 - ・速報データ(1m分解能、2km四方、10か所程度)
 - ・フル解像度データ(30cm分解能、5km四方、10か所程度)
 - ・その他解析データ(DSMデータ等)
2. 提供方法
 - ・観測実施、フライトプラン、速報データURL、フル解像度データダウンロード方法等の情報を、基本的にNICTからPUSH型でメール送付
 - ・送付先は、消防庁、総務省(技政課、研推室)、国土交通省国土技術政策総合研究所、防災科学技術研究所、気象庁(火山予知連絡会) 等
3. 実施費用(過去の事例からの参考値)
1日のフライトで約1300万円
※費用が掛かるため、対応できるケースは限定的
4. その他
民間会社の航空機を使用するため、航空機の状況(整備、他機関の使用等)によっては観測ができない事がある

熊本地震の被災状況観測(H28.4)

Pi-SAR2

■ 概要

- 4月16日の未明にM7.3の本震発生。16日の夜間に強い降雨の予報があったため、降雨直後の観測の必要性が高いと判断し、17日午前中に観測実施。
- 08:15から約2時間かけて、高度約8700メートルから左図の熊本県から大分県にまたがる領域を観測。
- 観測と並行して、速報画像データの作成・伝送・公開を実施。
- 着陸後、フル解像度画像データを作成し、関係機関に配布。その後、Webで公開。



背景は地理院地図を使用

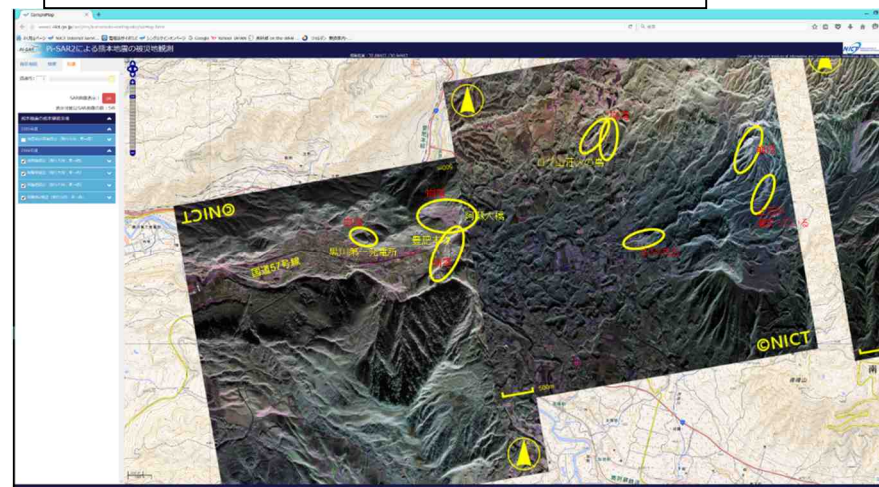
速報画像データ例（阿蘇大橋周辺の崩落箇所）

Scene Name	9_asoohasi
OBS Date (GPS time)	2016/04/17
OBS Time (GPS time)	00:57:05
OBS No.	2016041709
Sensor	NICT-SAR
Polarization Red	RX2-HHm
Polarization Green	RX1-HVm
Polarization Blue	RX1-VVm
Rg Resolution[m]	0.4
Az Resolution[m]	0.3
Range [km]	Rg 3.0 Az 3.0
Early Near (Lat,Long)	+032:53:49.59 +131:00:16.98
Early Far (Lat,Long)	+032:52:12.22 +131:00:16.84
Late Near (Lat,Long)	+032:53:49.71 +130:58:21.47
Late Far (Lat,Long)	+032:52:12.34 +130:56:21.33
Inc.Angle Near[deg]	37.2
Inc.Angle Center[deg]	43.0
Inc.Angle Far[deg]	47.9
Altitude[m]	9028
Flight Speed[m/s]	159
Flight Direction[deg]	270.1

©NICT
Communications Technology

- 10か所程度の位置を指定して、作成・公開
- 2km四方、1m分解能

フル解像度画像データのデータ公開システム (X-MAP)による公開例



- 観測当日は、5km四方、30cm分解能の画像を、10枚程度処理・公開可能
- 国土地理院地図等と重ねて表示

霧島連山新燃岳の噴火状況観測(H29.11)



■概要

10月11日早朝に噴火発生。

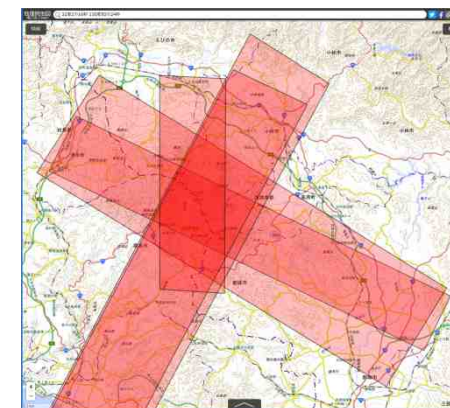
「噴火時のSAR観測・試行運用スキームの実施マニュアル」に基づき、関係機関でSAR観測について調整。

NICTは11月に予定していた航空機SAR観測時に新燃岳観測を実施することに決定。

11月16日にPi-SAR2による観測を実施。

事前データを有する4パスと国土地理院SAR観測(10/12)に合わせた1パスの計5パス

- ・ 観測と並行して、速報画像データの作成・衛星回線による伝送・公開を実施。
- ・ 着陸後、フル解像度画像データをNW経由で伝送し、関係機関に公開。



新燃岳周辺の観測範囲
(地理院地図にて描画)

速報画像 (2km四方、1m分解能) データ例

NICT Pi-SAR2	
Scene Name	Shinmoe_GSI
OBS Date (GPS time)	2017/11/16
OBS Time (GPS time)	04:03:06
OBS No.	2017111609
Sensor	NICT-SAR
Polarization Red	RX2-HHm
Polarization Green	RX1-HVm
Polarization Blue	RX1-VVm
Rg Resolution[m]	0.3
Az Resolution[m]	0.3
Range [km]	Rg 2.0 Az 2.0
Early Near (Lat,Long)	+031:55:13.99 +130:52:19.78
Early Far (Lat,Long)	+031:55:13.73 +130:53:35.90
Late Near (Lat,Long)	+031:54:09.06 +130:52:19.47
Late Far (Lat,Long)	+031:54:08.80 +130:53:35.59
[Inc.Angle Near[deg]	57.3
[Inc.Angle Center[deg]	59.4
[Inc.Angle Far[deg]	61.3
Altitude[m]	8850
Flight Speed[m/s]	191
Flight Direction[deg]	180.2
Scene Direction[deg]	270.2
KMZ Download (0.30 MBytes) Click here	



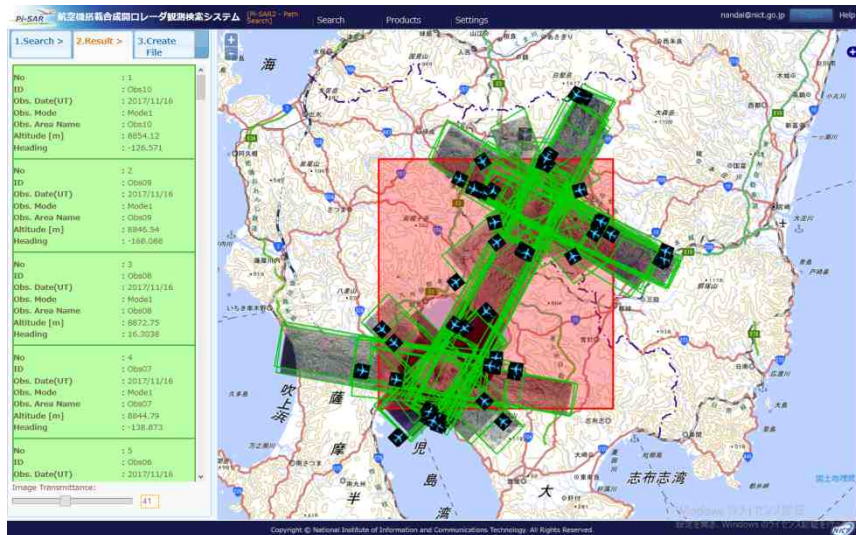
フル解像度 (2km四方、30cm分解能) 画像データ例



火山観測データの蓄積状況



- NICTはレーダーやデータ分析技術の高度化を目的として、研究用データ収集のための観測飛行を年3日程度実施
- 火山については、平常時の観測データ蓄積のため、研究用データ収集のための観測飛行に合わせ、観測対象領域および飛行経路近傍の火山観測を実施
- 「火山防災のために監視・観測体制の充実等が必要な火山」として火山噴火予知連絡会によって選定された50火山のうち、29火山について観測を実施
 - 10観測以上の観測データを蓄積している火山
霧島山(40観測)、桜島(34観測)、阿蘇山(27観測)、九重山(17観測)、御嶽山(11観測)、雲仙岳(10観測)
- これらの観測データは「Pi-SAR/Pi-SAR2データ検索・公開システム」および「X-MAP(画像公開システム)」により公開



霧島山、桜島周辺の観測データ蓄積状況

次世代航空機SAR(Pi-SAR X3)の開発について



■画質(空間分解能、S/N等)の向上を目的とした次世代航空機SAR (Pi-SAR X3)の研究開発を実施中

- 機体: 民間会社所有のジェット機(ガルフストリームIV)
 - 運用: 航空機は民間航空会社が運用
 - 場所: 名古屋空港(Pi-SAR X3機器も同じ場所に保管予定)
- 使用バンド帯: Xバンド→広帯域化により15cm解像度を目指す
- その他の機能: 複数アンテナを使った複数受信(マルチチャンネル)処理による高S/N化、観測の高度化(移動体速度検出等)

■Pi-SAR X3開発スケジュールと観測運用可能期間

※開発においてPi-SAR2の部品をPi-SAR X3へ転用するため、
H30年度5月からPi-SAR X3の運用開始まで、航空機SARを運用できない期間が発生する。

