

# 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



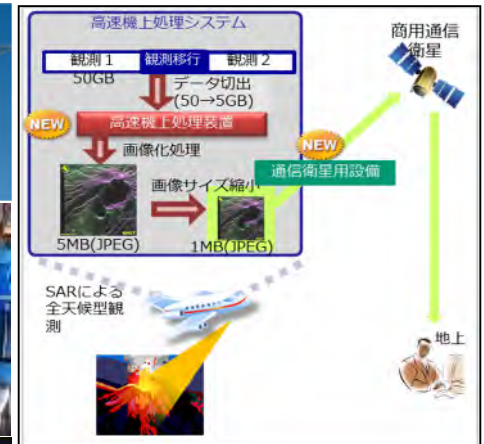
国立研究開発法人情報通信研究機構

# 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

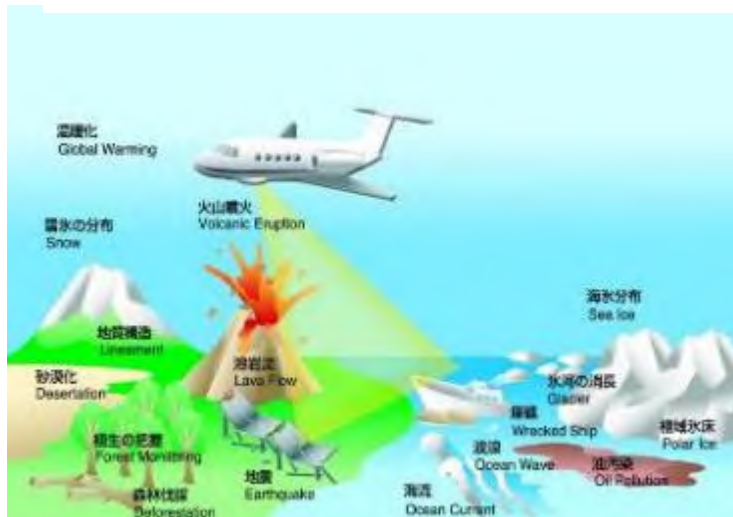


高速機上処理と衛星データ  
伝送による迅速なデータ公開  
が可能

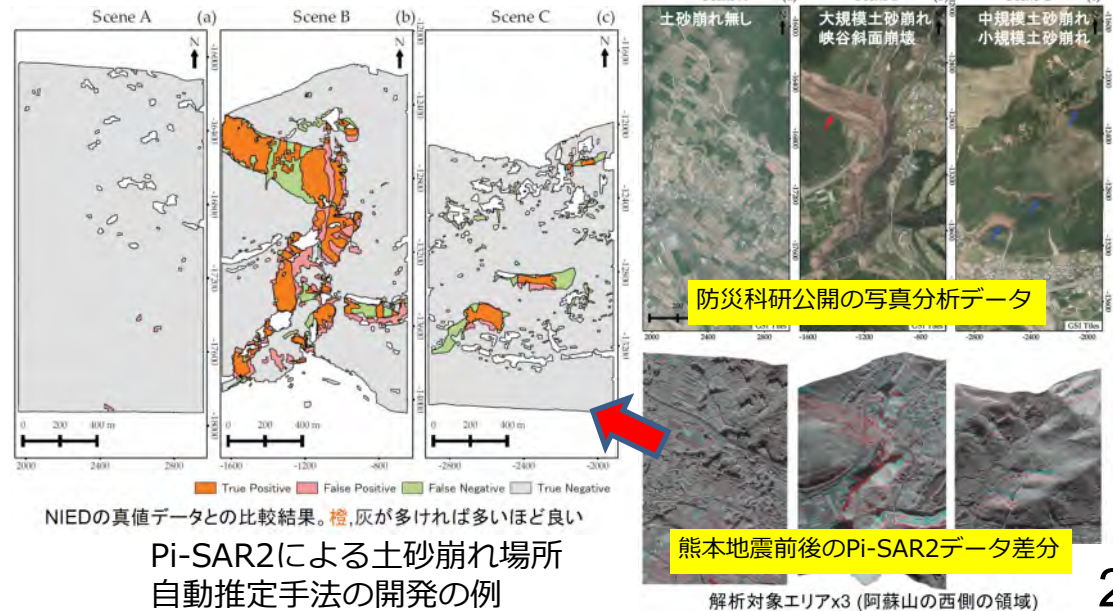
## ■ Pi-SAR2を用いた観測について

- 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

(上) 機内装置 (下) アンテナ



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

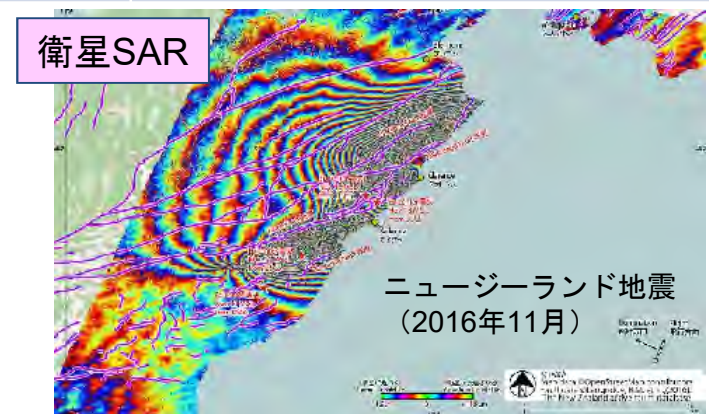
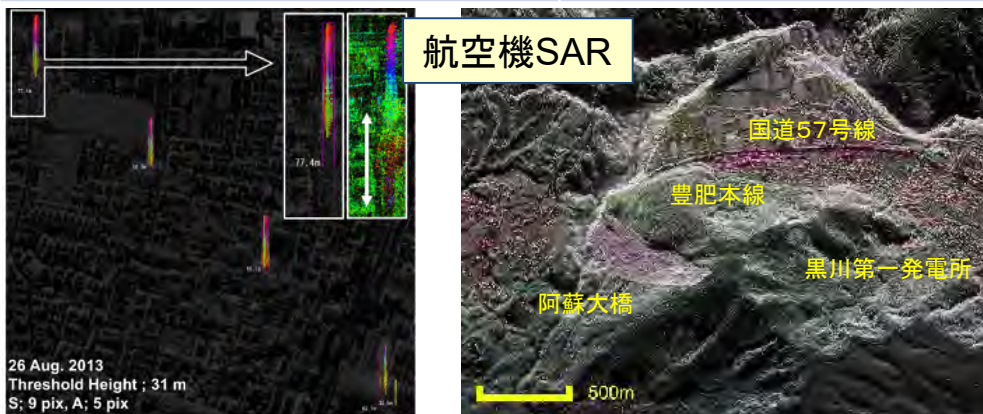
熊本地震前後のPi-SAR2データ差分

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	データの蓄積も多い
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	


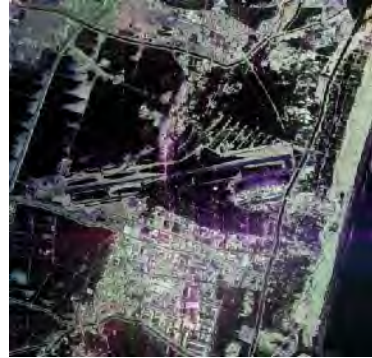


PALSAR-2による干渉画像 (JAXAウェブサイトより)



# 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。

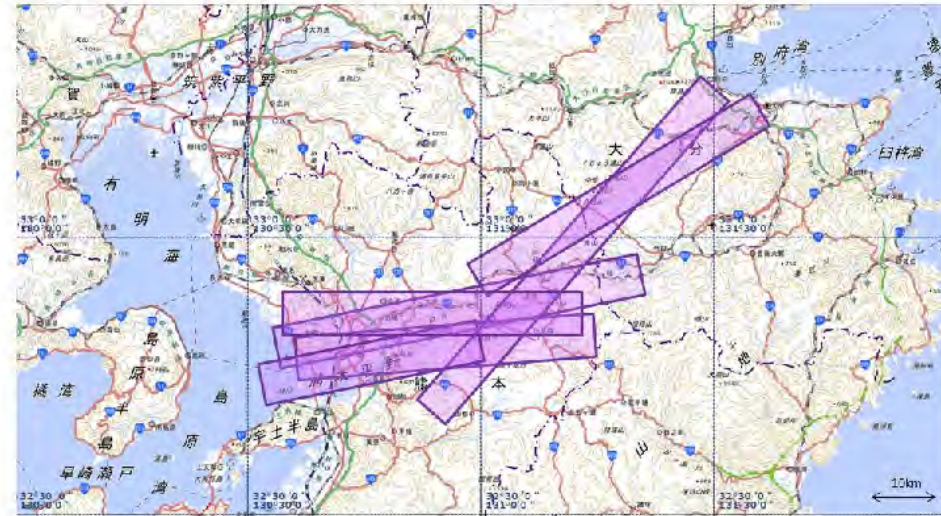
1. 提供できるデータ
  - ・速報データ(1m分解能、2km四方、10か所程度)
  - ・フル解像度データ(30cm分解能、5km四方、10か所程度)
  - ・その他解析データ(DSMデータ等)
2. 提供方法
  - ・観測実施、フライトプラン、速報データURL、フル解像度データダウンロード方法等の情報を、基本的にNICTからPUSH型でメール送付
  - ・送付先は、消防庁、総務省(技政課、研推室)、国土交通省国土技術政策総合研究所、防災科学技術研究所、気象庁(火山予知連絡会) 等
3. 実施費用(過去の事例からの参考値)  
1日のフライトで約1300万円  
※費用が掛かるため、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、航空機の状態(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)

## ■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、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）

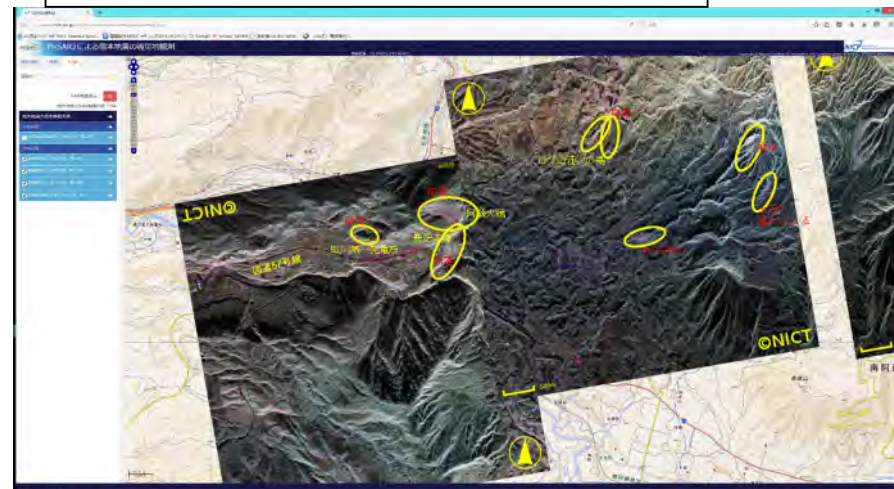
NICT PI-SAR2	
Scene Name	9_asoahas
Obs Date (GPS time)	2016/04/17
Obs Time (GPS time)	005709
Obs No	2016041709
Sensor	NICT-SAR
Polarization Red	RX2-HV
Polarization Green	RX1-HV
Polarization Blue	RX1-VV
Rg Resolution[m]	0.4
Ra Resolution[m]	0.3
Range [km]	Rg 3.0 Ar 3.0
Early Near (Lat,Long)	-0325349.59 -13140019.98
Early Far (Lat,Long)	-0325212.22 -13140019.84
Late Near (Lat,Long)	-0325343.71 -13058214.42
Late Far (Lat,Long)	-0325212.34 -13058213.33
Inc.Angle Near [deg]	37.2
Inc.Angle Centre [deg]	43.0
Inc.Angle Far [deg]	47.9
Altitude [m]	9026
Flight Speed [m/s]	158
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。

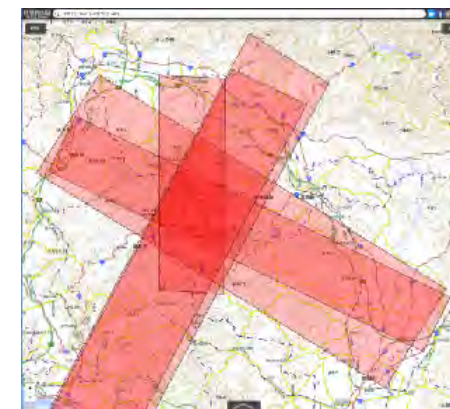
「噴火時のSAR観測・試行運用スキームの実施マニュアル」に基づき、関係機関でSAR観測について調整。

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。



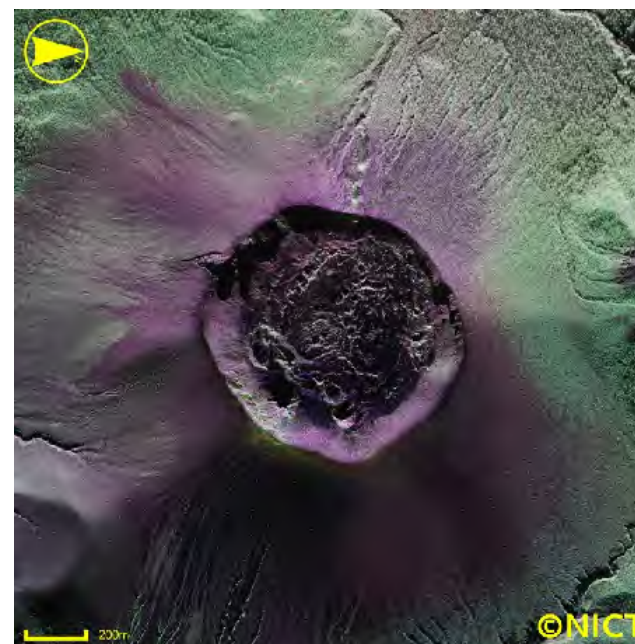
新燃岳周辺の観測範囲  
(地理院地図にて描画)

## 速報画像 (2km四方、1m分解能) データ例

NICT PI-SAR2	
Scene Name	Shinmoe_GST
OBS Date (GPS time)	2017111710
OBS Time (GPS time)	04:03:06
OBS No.	2017111609
Sensor	NICT-SAR
Polarization Red	FX2-HI Im
Polarization Green	FX1-HV Im
Polarization Blue	FX1-VV Im
Rz 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 +130:53:35.50
Inc Angle Near[deg]	77.3
Inc Angle Center[deg]	59.4
Inc Angle Far[deg]	61.3
Altitude[m]	2850
Height Speed[m/s]	101
Flight Direction[deg]	180.2
Scene Direction[deg]	270.2

© National Institute of Information and Communications Technology

## フル解像度 (2km四方、30cm分解能) 画像データ例

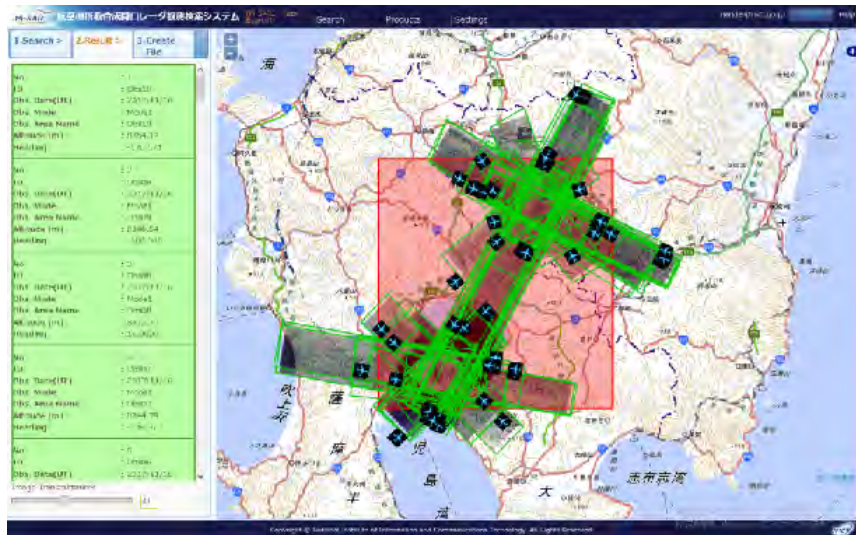




# 火山観測データの蓄積状況



- 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。

