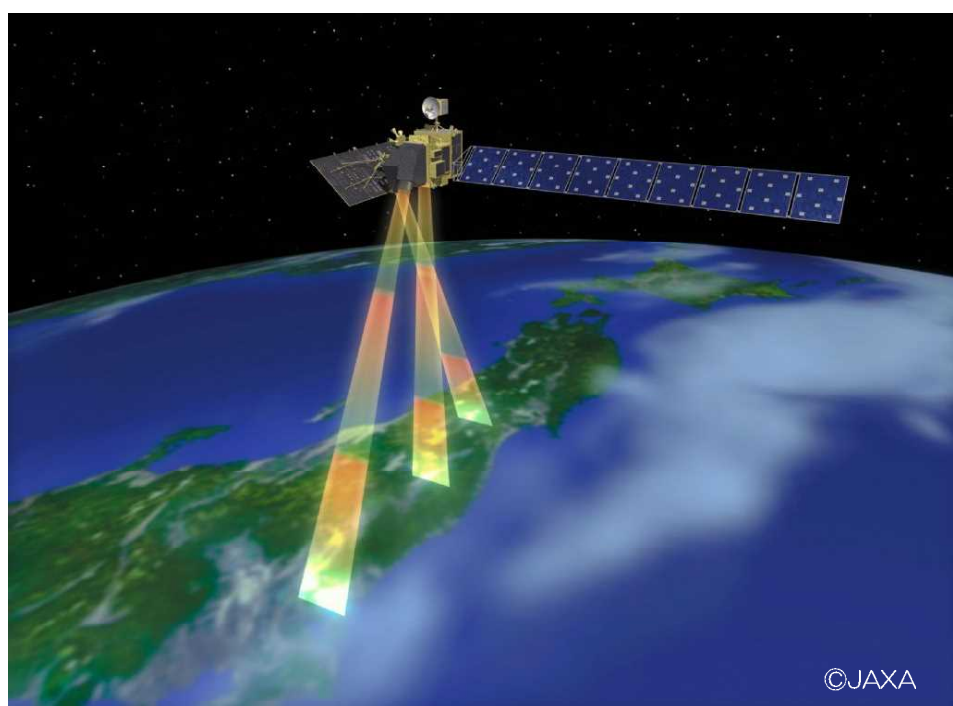


# ①地球観測衛星「だいち」

宇宙から地球を観測して色々な情報を送ってくれる人工衛星を「地球観測衛星」と呼びます。日本では、1987年に打ち上げられた「もも1号」以降、「ふよう1号」、「みどり」、「みどりⅡ」などがありました。

2006年に打ち上げられた「だいち」(ALOS)は「<sup>りく いき かん そく ぎ じゅつ えい せい</sup>陸域観測技術衛星」と呼ばれ、地形図作成や資源探査などを主な目的としており、国土地理院では地形図作成や地殻変動把握に利用しました。2011年に運用を終了しました。

2014年5月24日に打ち上げられた「だいち2号」(ALOS-2)は「だいち」の後継機で、さらに高精度な機器を<sup>とう さい</sup>搭載し、地図作成や災害状況把握などの幅広い分野での情報収集に利用される予定です。



だいち(ALOS)

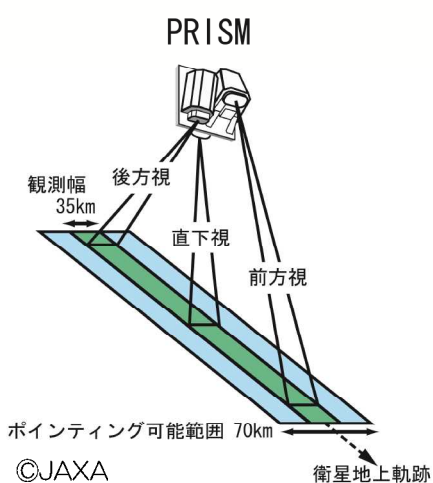


だいち2号(ALOS-2)

## 「だいち」に搭載されていた観測機器の概要

「だいち」には、「PRISM」、「AVNIR-2」、「PALSAR」という3つの観測機器が搭載されていました。その他に、電源となる太陽電池パネル、データ中継衛星通信用アンテナ及び恒星センサも搭載されていました。

「PRISM」は、<sup>りっ たい し</sup>パングロマチック立体視センサといい、衛星の進行方向の前方、直下、後方をそれぞれ観測する3組のセンサで構成され、地上の同じ場所を3方向から撮影した画像が取得できます。この3方向の画像から3次元測量ができることから、地図作成に利用されました。



PRISMの  
衛星地上軌跡

「AVNIR-2」は、<sup>か し きん せき がい いき</sup>可視及び近赤外域の波長を用いて、主に陸域の観測を行い、土地利用状況の把握のほか、災害時の観測に利用されていました。

「PALSAR」は、<sup>ごう せい かい こう</sup>合成開口レーダ (SAR: Synthetic Aperture Radar) と呼ばれるレーダで、天候や昼夜に影響されずに観測できるのが特徴です。地震前後のデータから、地震で動いた地形の変化を面的に捉えることができます。

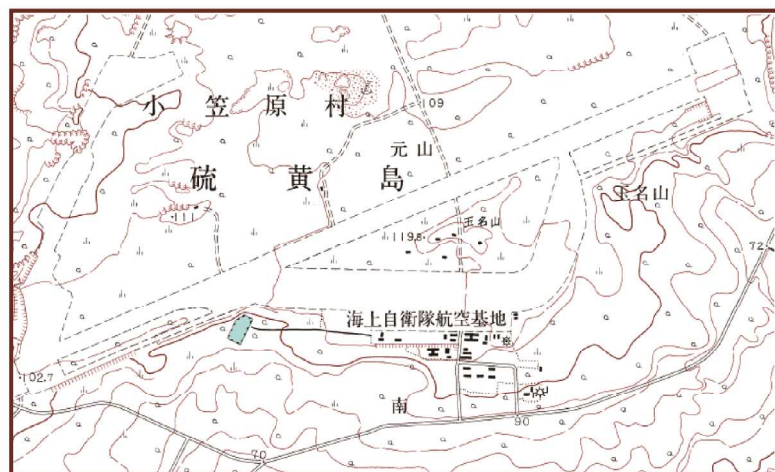
# ②地図作成・修正

「だいち」のPRISMの画像は、空中写真撮影が難しい活動中の火山、北方領土、離島などの地図作成・修正に利用されていました。



GPSを使用した現地測量とともに、「だいち」の画像を活用し、海岸線、飛行場、道路、建物などを修正しました。

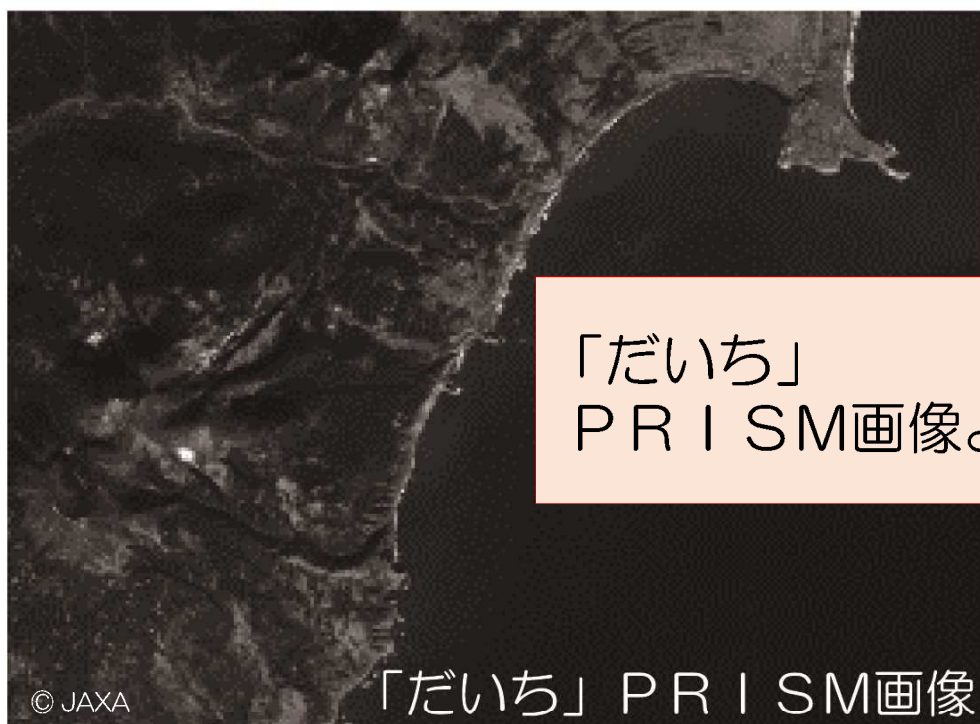
25年ぶりに修正されました。



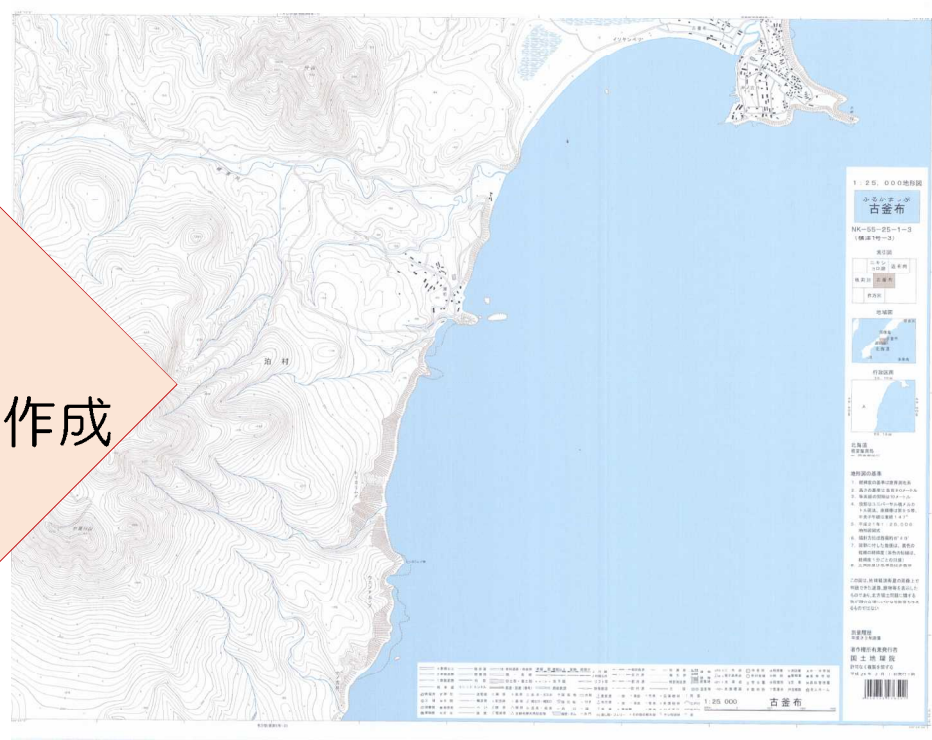
昭和57年3月30日刊行「硫黄島」



地理院地図（電子国土Web）  
地形図 平成19年9月1日刊行「硫黄島」



「だいち」PRISM画像より作成



古釜布（国後島）の2万5千分1地形図（平成24年3月1日刊行）を作成

北方領土の地図は、現地に行って測量して地図を作ることが困難なため、PRISMの画像を使って地図が作られています。他にも離島など、実際に行くことが難しい場所の地図作成に使われています。

水納島の海岸線は、これまでの地形図では青色の線の位置でしたが、PRISM画像で大きく違っていたことがわかり、修正しました。



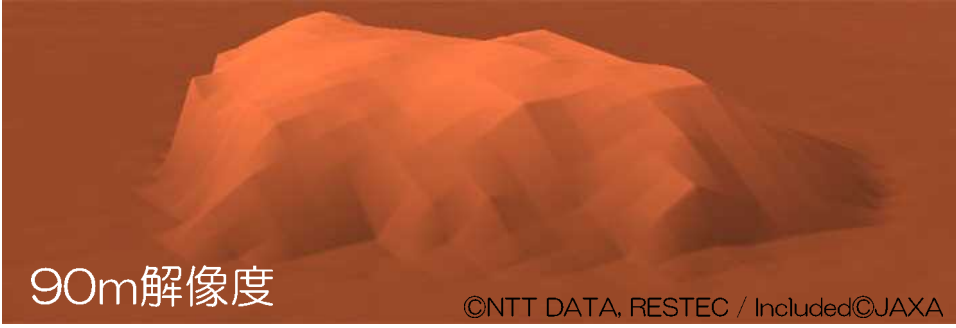
水納島（沖縄県多良間村）

# ③ デジタル3D地形データ

P R I S Mの3方向の画像を使うと3次元測量ができるので、数値標高モデル（DEM）が作れます。J A X A（宇宙航空研究開発機構）は、全世界の雲の少ない約300万枚のP R I S M画像から、5mメッシュのDEMを作成しました。そのデータを使って、N T TデータとR E S T E C（リモート・センシング技術センター）が3D地図のサービスを提供しています。また、解像度2.5mのオルソ画像※も提供しています。

全世界をカバーするDEMデータは、2000年に米国がスペースシャトルで観測したデータに基づく90m解像度のデータ、米国と日本が共同で衛星画像から作成した30m解像度のデータがありますが、5m解像度のデータは初めて作成されました。

※ オルソ画像とは、歪みがなく、位置が正しい画像に変換された画像のこと。



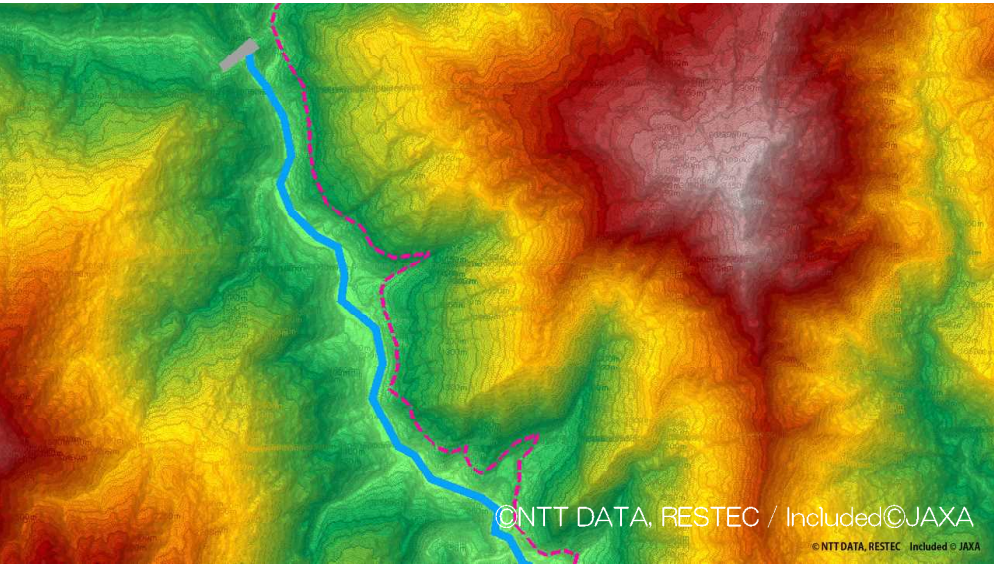
オーストラリアのエアーズロックの3Dモデル



上の中央のDEMデータの鳥瞰図に左のオルソ画像を貼りつけたものが、右の3Dカラー（エベレスト）です。残念ながら雪山なので白黒に見えますが、カラー画像です。



全世界デジタル3D地形データを活用した  
洪水・津波危険エリアの把握

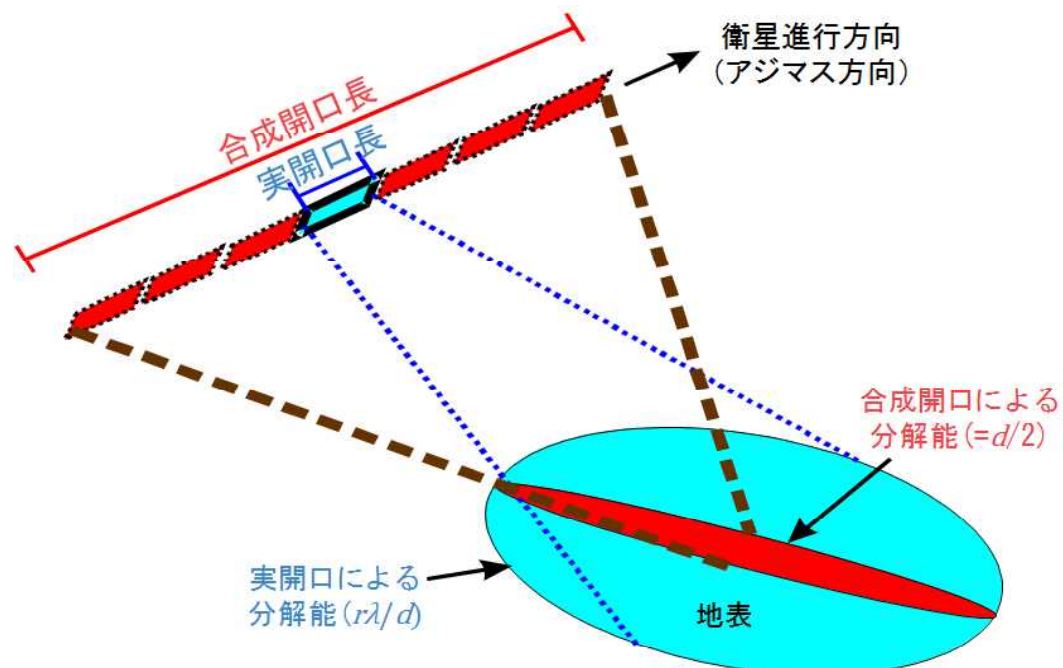


海外の地図や等高線の整備に利用

# ④地震で動いた土地がわかる



光学画像(上)とSAR画像(下)の比較  
(新潟県阿賀野川付近)

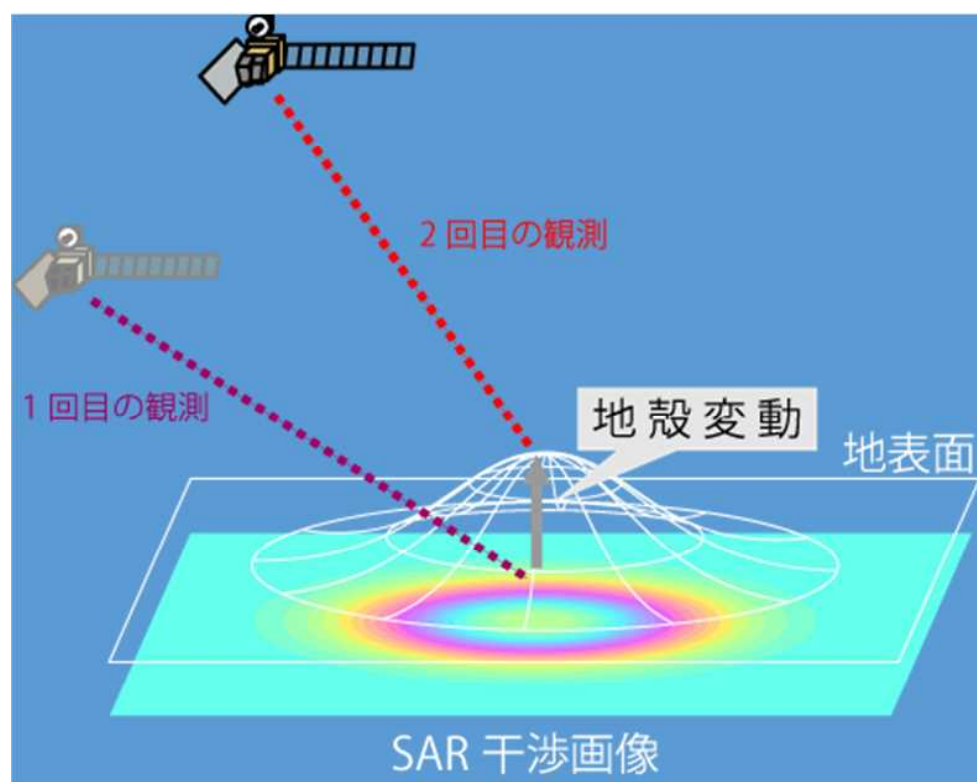


合成開口技術による分解能の向上

SAR画像は、都市部や建物などは白く、水面や滑走路などは黒い。

レーダで観測する場合、アンテナが大きいほど細かいものまで見えるようになります。そこで、衛星が飛びながら電波を送受信して、ある時間でアンテナが移動した範囲（上の右の図で、衛星の赤の部分）がアンテナの大きさとなるようにし、それにより地上の赤の部分の詳細な画像を得られるようにしたものが「合成開口レーダ（SAR：Synthetic Aperture Radar）」と呼ばれる技術です。

「だいち2号」に搭載されたPALSAR-2は、この技術により、地上にある1～3mのものまで識別できます。



干渉SARのしくみ

干渉結果を虹色で表現すると、地殻変動の様子がはっきりと分かります。

「だいち」や「だいち2号」に搭載されたPALSARで、地表の同じ場所を2回観測し、両データを干渉させると、位相差から地震や火山噴火前後の2時期の地表の変位を、数cm単位で検出することができます。この技術を「干渉SAR」と呼びます。

国土地理院では、「だいち」のSARデータから、地震・地盤沈下・火山・地すべり等による地表の変化を面的に把握してきました。

# ⑤「だいち」が捉えた地殻変動

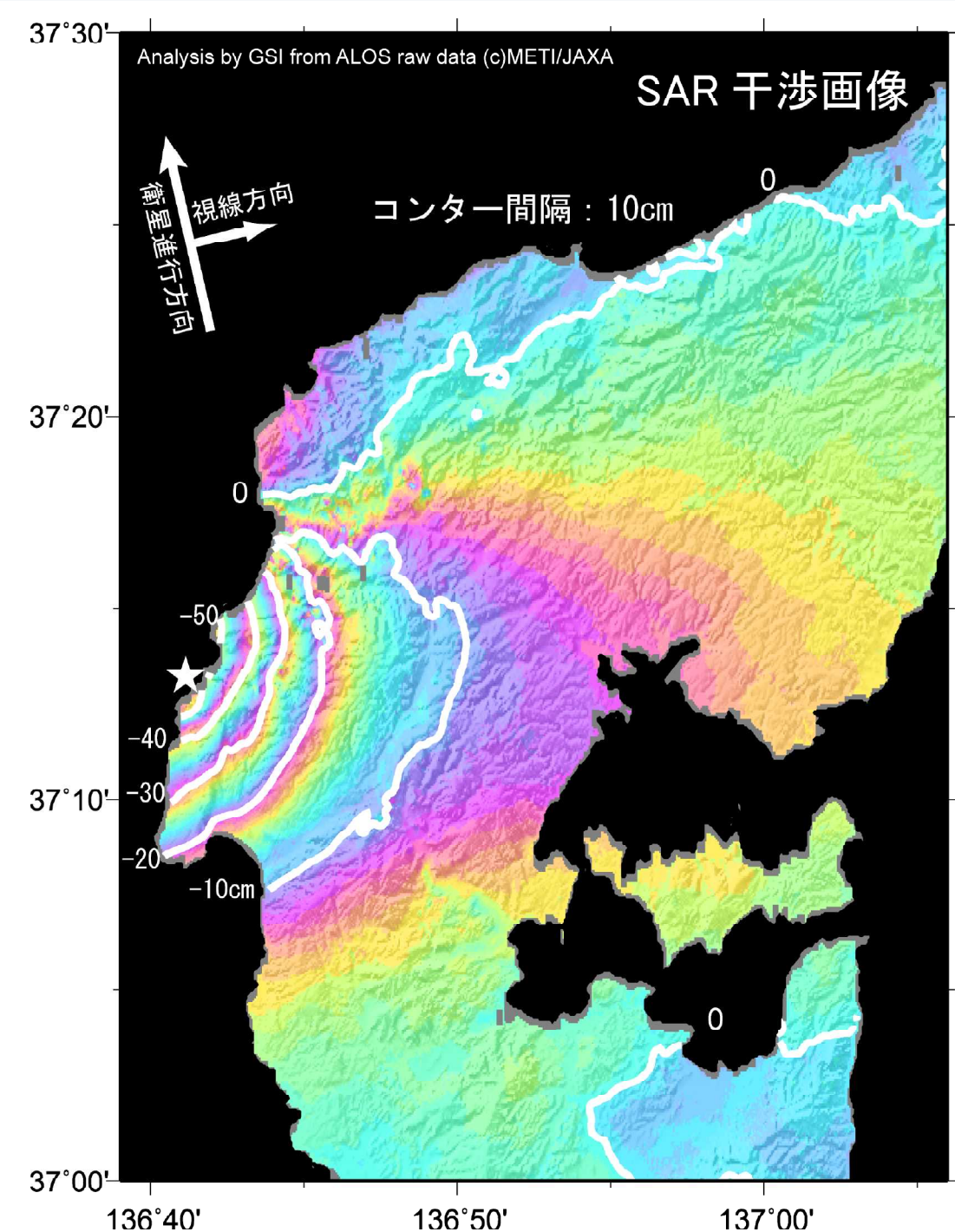


図-1

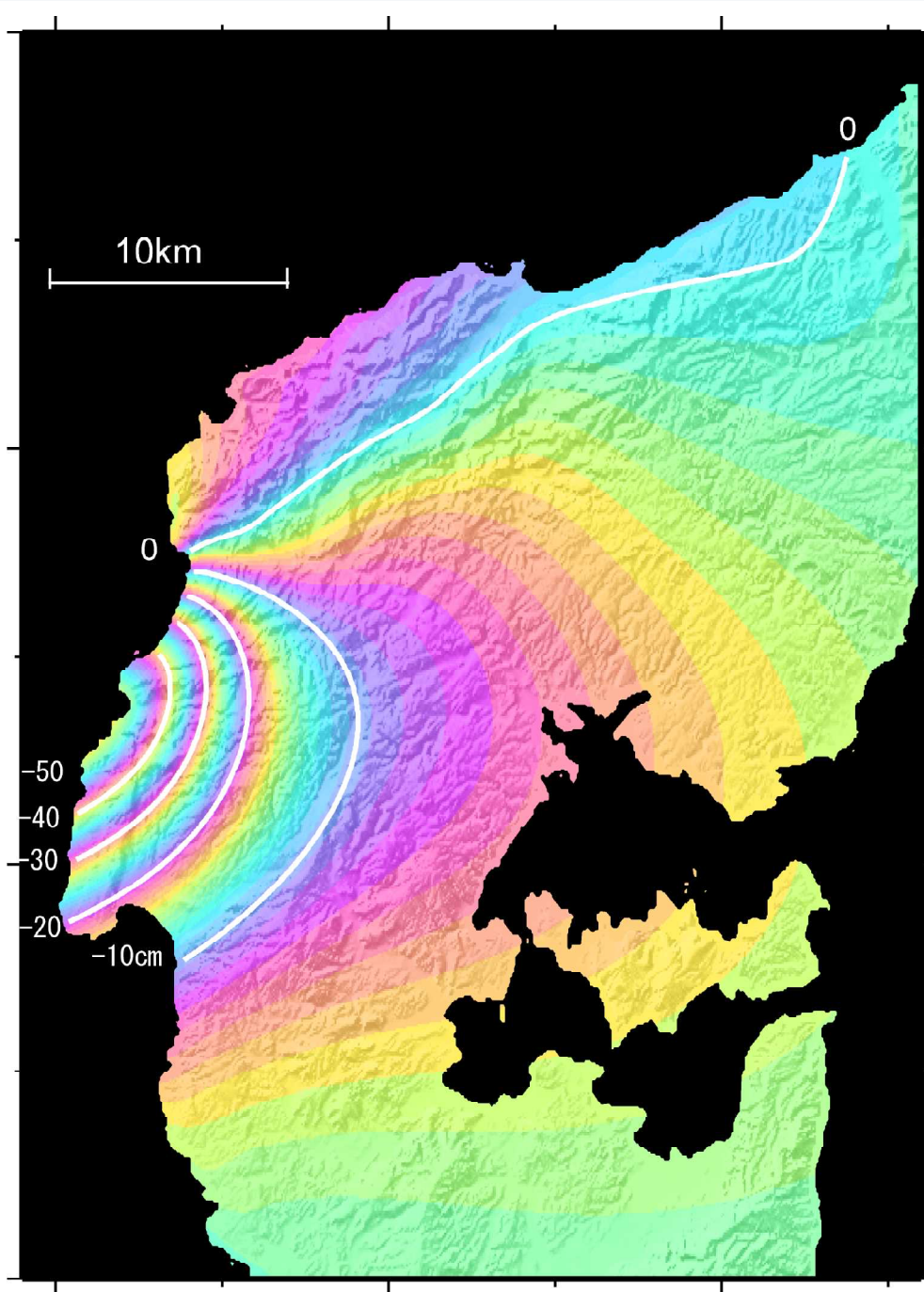


図-2

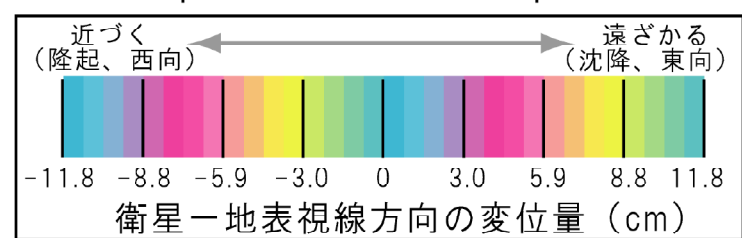


図-1は、平成19年3月能登半島西岸付近で発生した「能登半島地震」の地震前後のPAL SARのデータを用いて作成されたSAR干渉画像です。震源に近いところほど縞模様の間隔が狭いことから、変動量が大きかったことが分かります。

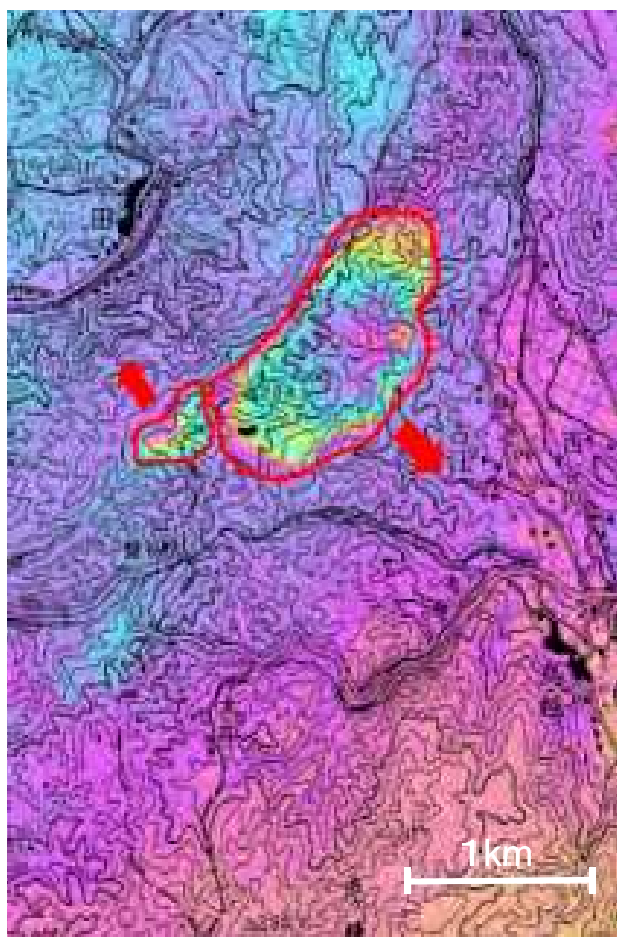
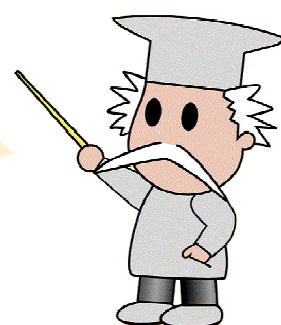


図-3

この地震では、地すべりもあり、図-1の干渉画像にはそれも含まれています。そこで、地震断層モデルから地震による地表の地殻変動量を推定して干渉画像図-2を作りました。

図-1から図-2を引くと、地すべりによる変動量がわかります。それを表わすのが図-3です。

縞模様が出ないほうが安全なのじゃ！

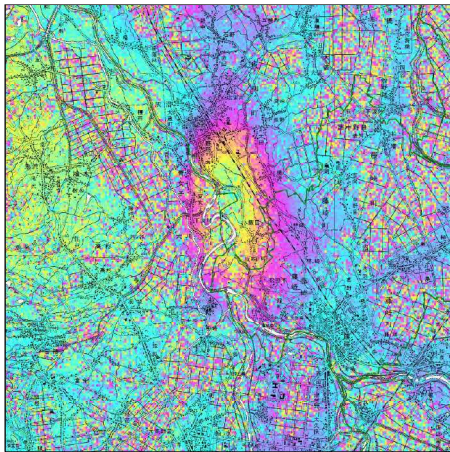


# ⑥SARで地表の動きを監視

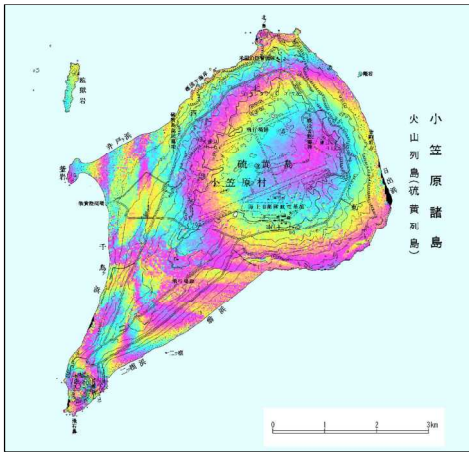
国土地理院では、干渉SARで地震・地盤沈下・火山・地すべり等の危険地域を定常的に監視し、国土地理院のホームページ（URL <https://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/sar/result/result.html>）で公開してきました。

干渉SARで地震などによる地殻変動を測定すると、地表の変位（移動）から、地下の<sup>ゆが</sup>見えない歪みが明らかになり、今後の地震発生の予測などに利用できるほか、地下のマグマの動きを<sup>とら</sup>捉えることで、今後の火山活動を予測することにも役立ちます。こうした自然現象を解明する他にも、地盤沈下のように人為的な地下水汲み上げによる現象も捉えてきました。

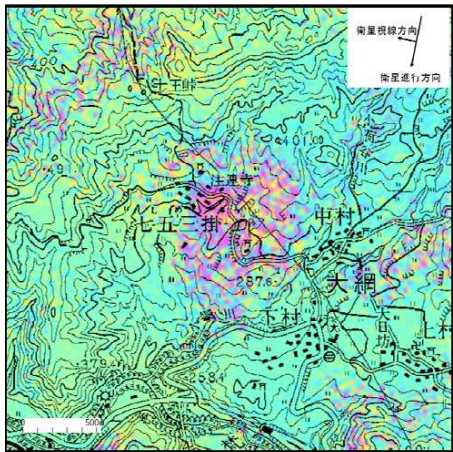
## 地盤沈下の監視



## 火山活動の監視



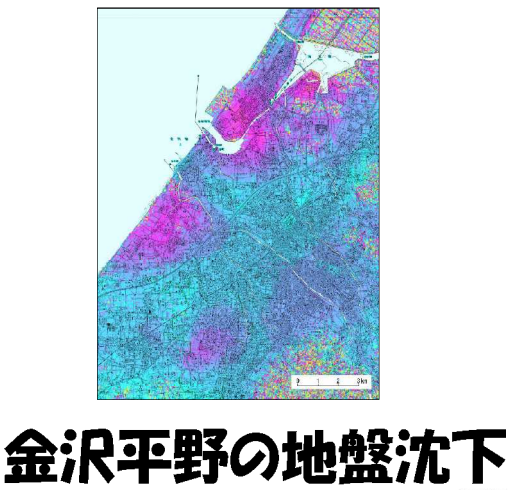
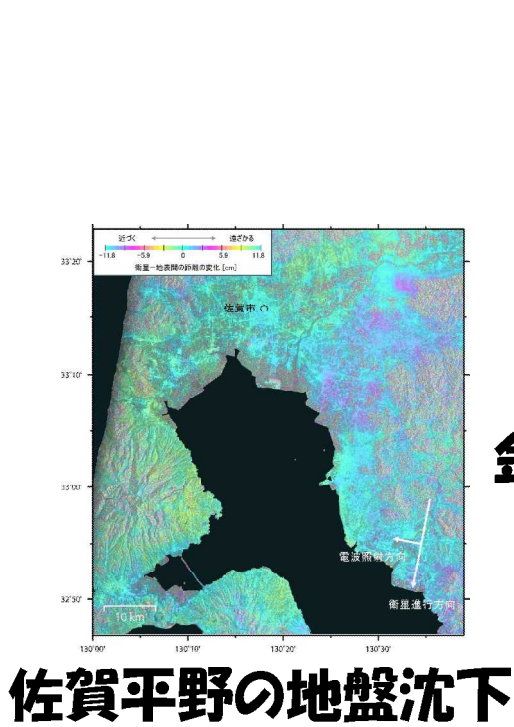
## 地すべりの発生範囲を把握



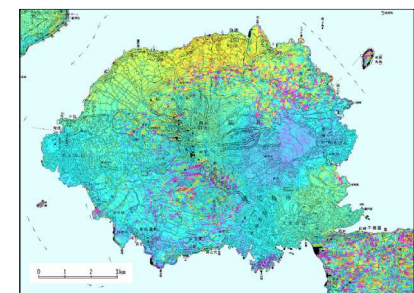
地下水汲み上げにより発生  
した津軽平野の地盤沈下  
(2008/5-2011/4)

硫黄島の火山活動による  
地殻変動  
(2011/2-2011/3)

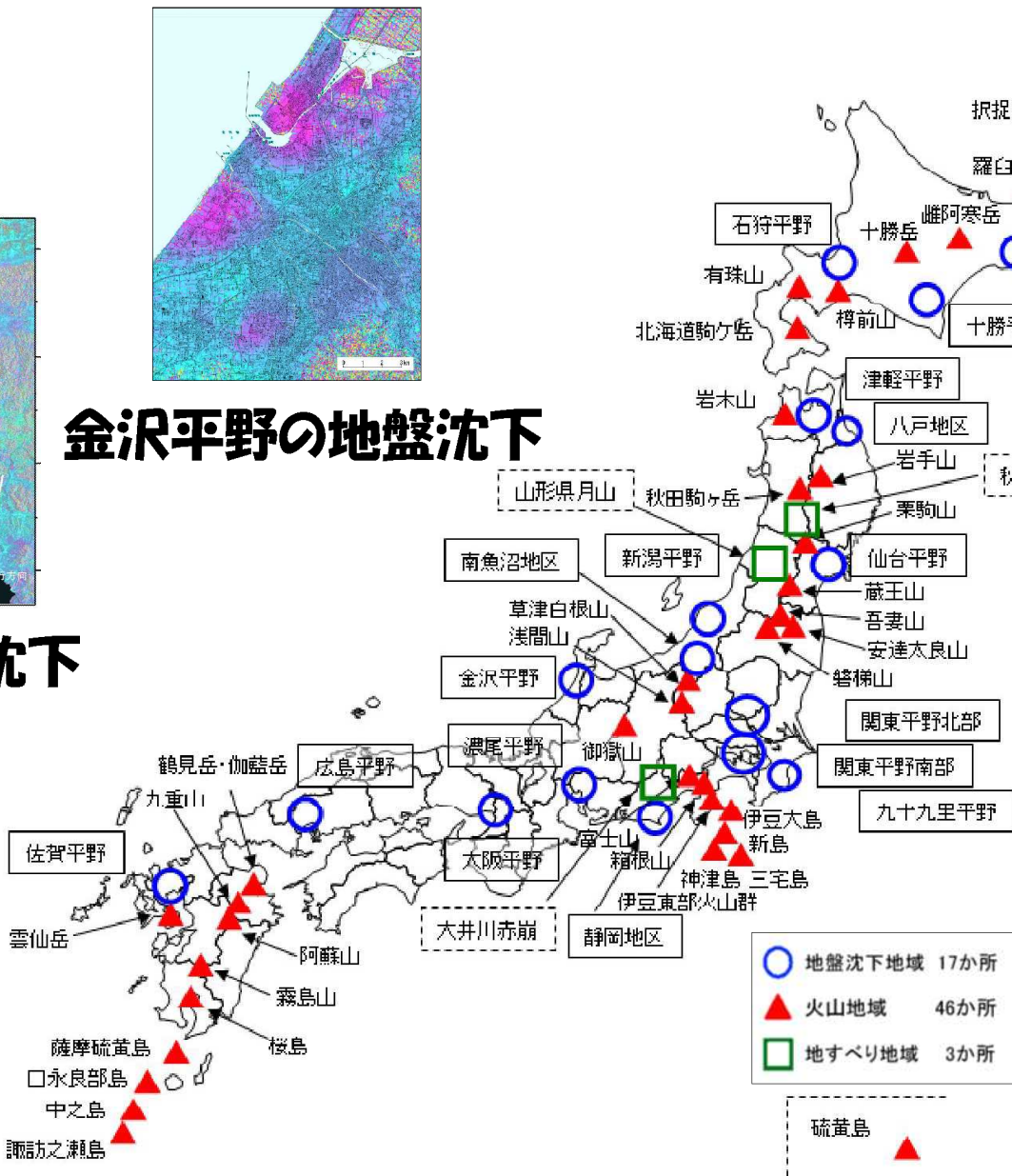
月山の地すべり  
(2006/9-2008/9)



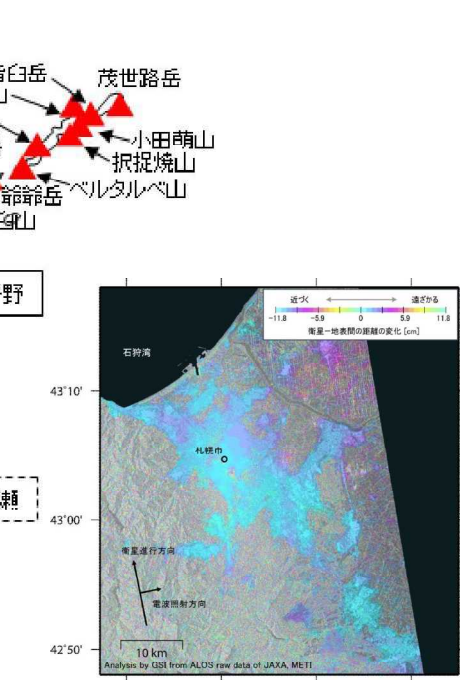
佐賀平野の地盤沈下



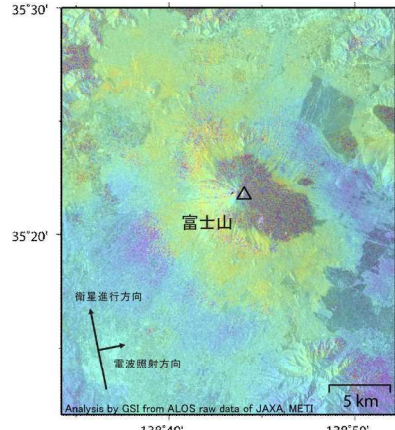
桜島の火山活動



干渉SARの主な監視対象地域



石狩平野の地盤沈下



富士山の火山活動

# ⑦「だいち2号」

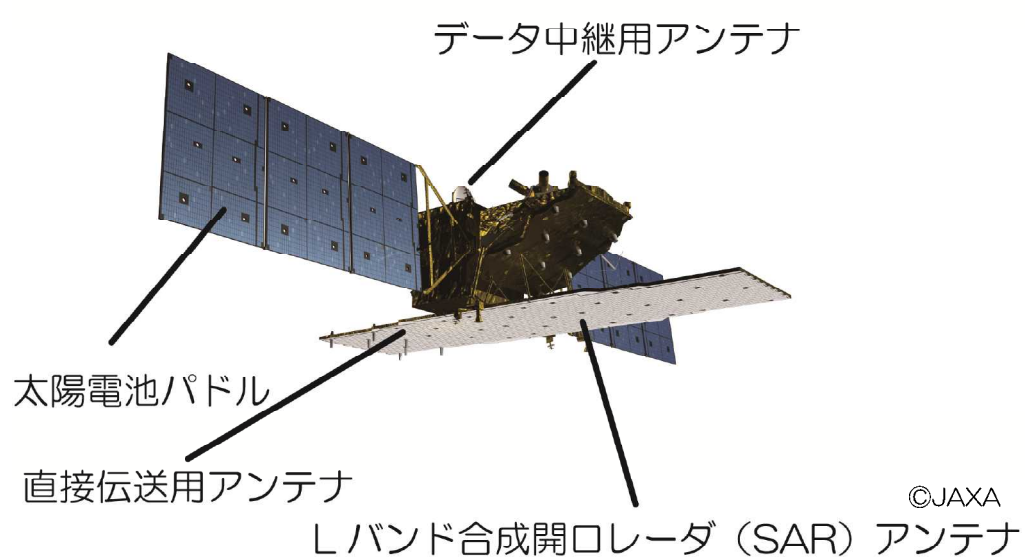
「だいち2号」(ALOS-2)は、「だいち」の後継機で地図作成・地域観測・災害状況把握・資源探査の幅広い分野で利用され、私たちの暮らしに様々な形で貢献してきた「だいち」のミッションを発展的に引き継いでいます。

この「だいち2号」は、Lバンド地表可視化レーダ「PALSAR-2」という高精度な観測機を搭載しています。PALSAR-2は、光学センサと違い、昼夜・天候の影響を受けずに観測できることが特長です。暮らしの安全・地球規模の環境問題の解決などを主なミッションにしています。

「だいち2号」の観測の目的は、

- (1) 防災機関における広域かつ詳細な被災地の情報把握
- (2) 国土情報の継続的な蓄積・更新
- (3) 農作地の面積把握の効率化
- (4) CO<sub>2</sub>吸収源となる森林の観測を通じた地球温暖化対策

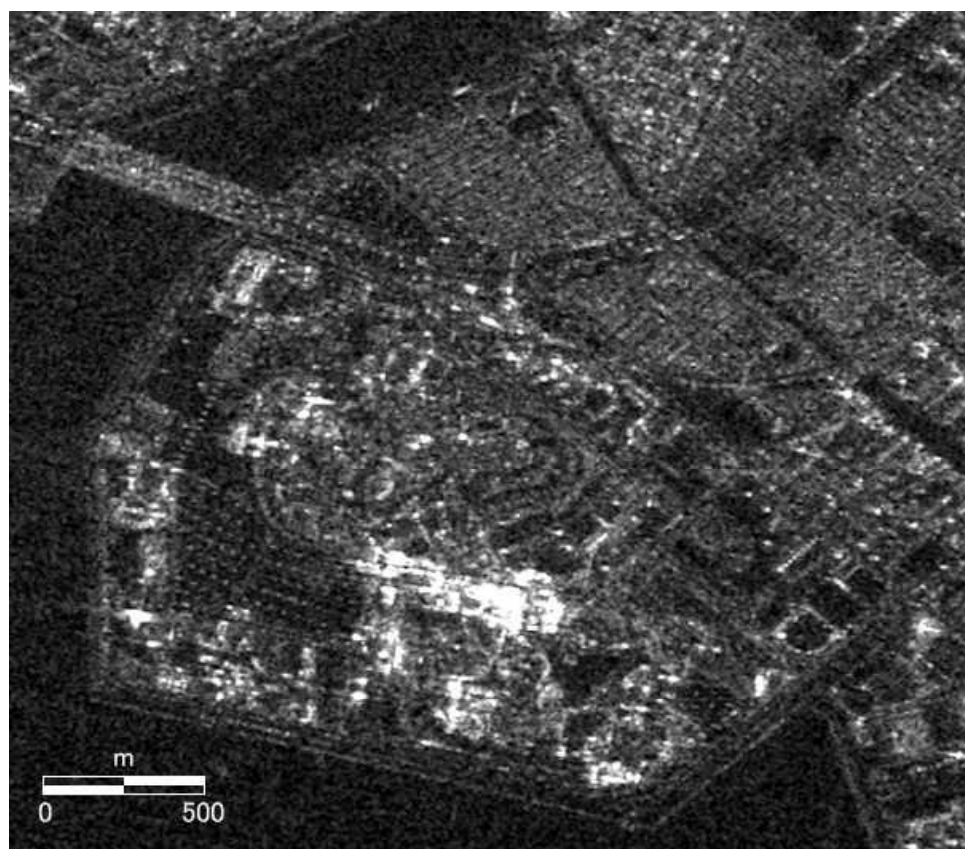
など、多岐に渡ります。



## 人工衛星「だいち2号」(ALOS-2)

分解性能UP!

下の画像は、どちらも千葉県浦安市の東京ディズニーリゾート付近のPALSARの画像ですが、左は「だいち」の、右は「だいち2号」の画像です。地上分解性能が10mから3mにあがり、より精密に地表の様子を観測できるようになっていることが分かります。



「だいち」PALSAR 画像  
(2006年4月27日)

©JAXA

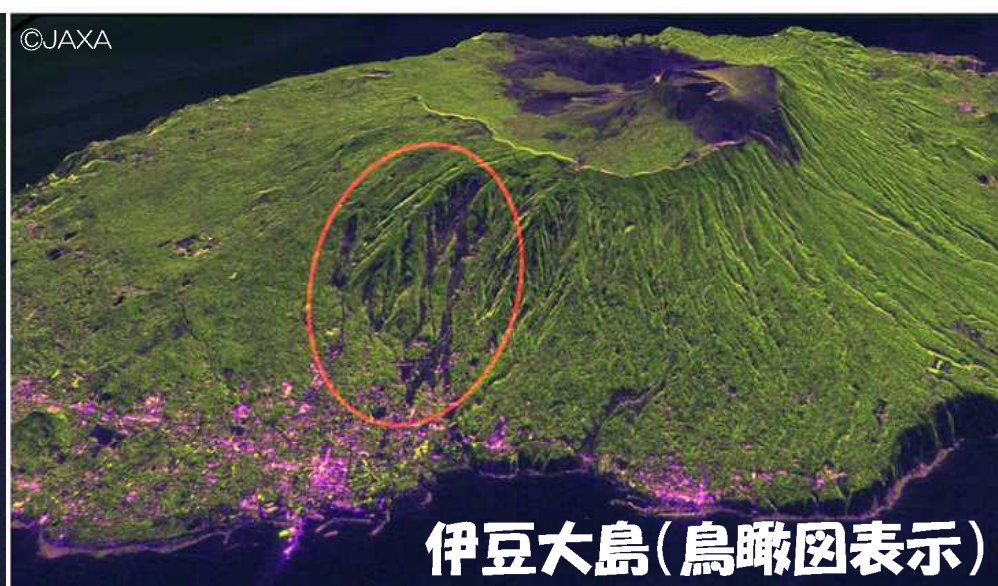
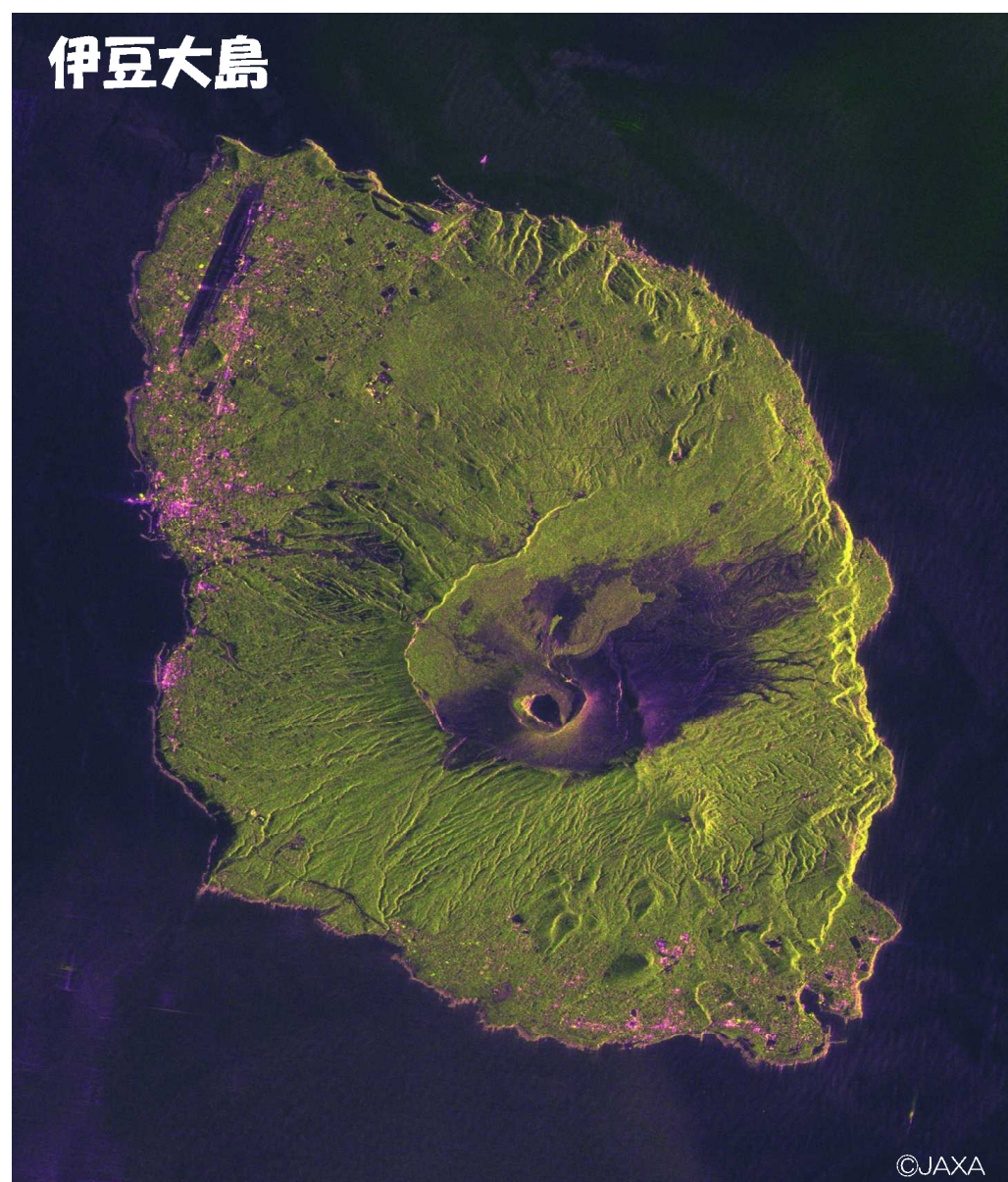


「だいち2号」PALSAR-2 画像  
(2014年6月19日)

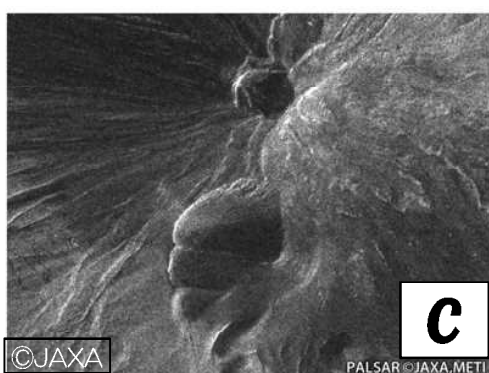
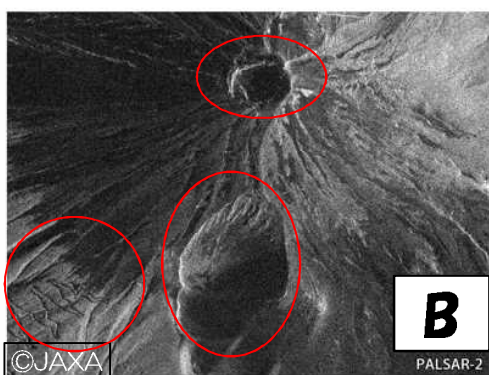
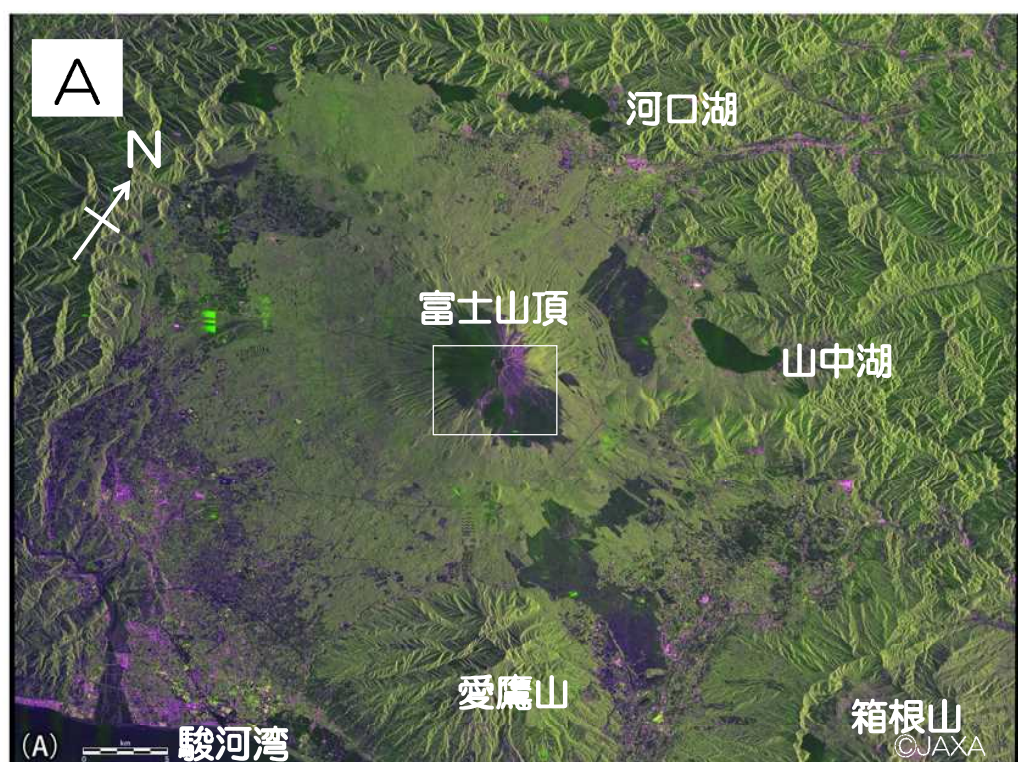
©JAXA

# ⑧「だいち2号」の初観測画像

JAXAは、現在、平成26年5月24日に打ち上げた陸域観測技術衛星「だいち2号」（ALOS-2）の初期機能確認試験を実施しています。6月27日には、「だいち2号」に搭載されたLバンド合成開口レーダ（PALSAR-2）により、6月19日から21日にかけて取得された初の観測画像が公開されました。



左図は伊豆大島（東京都）周辺です。上図は左図のデータと画像を「だいち」に搭載のPRISMによって得られた標高データを用いて、鳥瞰図として表示したものです。上の図から、平成25年10月の台風26号の大雨による大規模な土砂崩れの跡（赤丸で表示）がはっきり分かります。



Cに比べてBは、画像の視認性が向上し、富士山頂につながる登山道や火口の状況がよく分かります。

## 「だいち2号」搭載PALSAR-2による富士山周辺の観測画像

A：擬似的にカラー化。緑色が植生、明るい紫や黄緑色が市街地、暗い紫は裸地。

B：「だいち2号」PALSAR-2の画像。富士山頂付近を拡大。

C：「だいち」のPALSARの画像。富士山頂付近を拡大。