

ALOS-4

SOLUTION BOOK



だいち4号 SARデータの利用提案

持続可能な未来のために、
小さな変化も見逃さない。
**JAPAN AEROSPACE
EXPLORATION AGENCY**

災害

広域かつ迅速な状況把握が減災・防災につながる

Interview 国土交通省 水管理・国土保全局

Interview 国土交通省 九州地方整備局

土木・インフラ

宇宙から大地の変動を監視する

Interview スカパーJSAT株式会社

農業

世界の食料安全保障問題に対して、ALOS-4ができるこ

森林

LバンドSARの利点を活かし、国内外の森林を監視する

Interview 茨城県農林水産部林政課

Interview 独立行政法人国際協力機構 (JICA)

海洋

ALOS-4であれば、天候に左右されず、広大な海洋を観測できる

Interview 気象庁気象研究所

表紙画像

上:長野北部地震における干渉SAR処理画像

中:ブラジル・アマゾン熱帯林の観測画像

下:海洋上の台風観測画像

発行

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 (JAXA)

第一宇宙技術部門

衛星利用運用センター (SAOC)

地球観測研究センター (EORC)

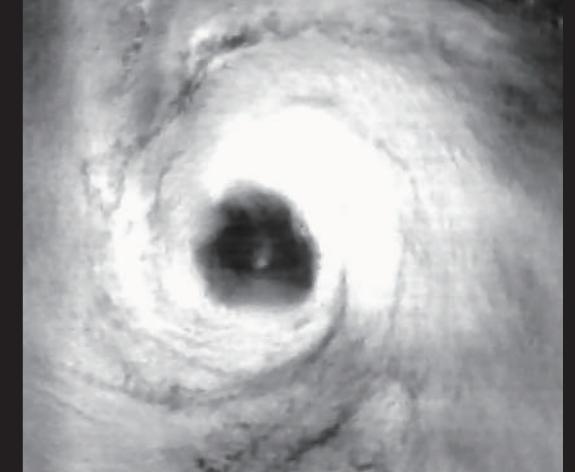
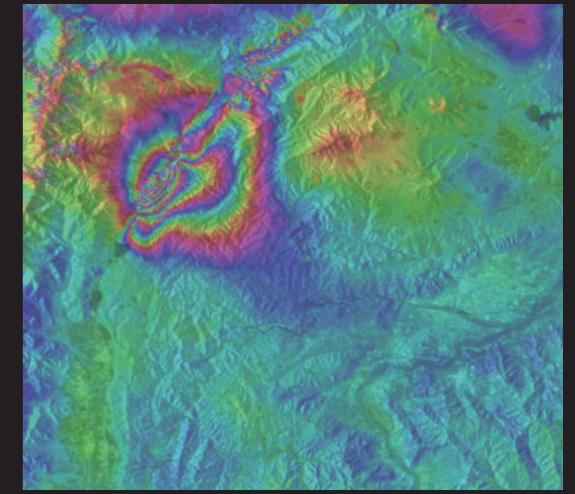
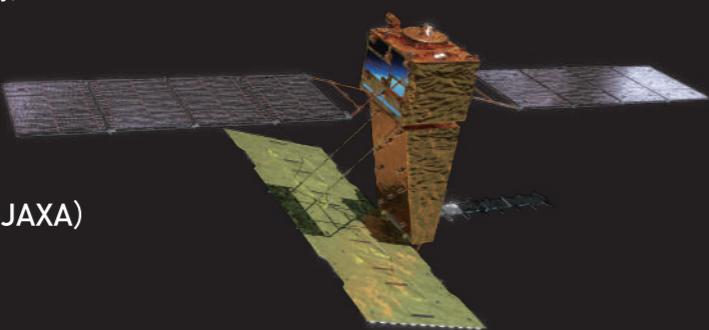
ALOS-4利用に関するお問い合わせ

第一宇宙技術部門

衛星利用運用センター

〒305-8505 茨城県つくば市千現2-1-1

mail: satellite-data@ml.jaxa.jp



持続可能な 未来のために、 小さな変化も 見逃さない。

昼夜天候を問わず、詳細な地表観測ができる、
先進レーダ衛星「だいち4号」(ALOS-4)。

世界に誇るフェーズドアレイ方式Lバンド合成開口レーダを搭載し、「高い空間分解能」と「広い観測幅」によって、災害、土木・インフラ、農業、森林、海洋など地球環境のあらゆる変化と異常を把握する。

はじめに

先進レーダ衛星「だいち4号」(ALOS-4)は、2006年に打上げられた「だいち」(ALOS)、2014年の「だいち2号」(ALOS-2)の後継機として打上げを予定する、日本が世界に先駆けるフェーズドアレイ方式Lバンド合成開口レーダ(LバンドSAR)搭載の衛星です。ALOS-2の高空間分解能(3m)を維持し、観測幅が4倍(200km)に拡大、観測頻度も向上します。

ALOS-2に続き、災害状況の把握、地盤沈下等の土木・インフラ管理、水稻耕作等の農業での活用、森林伐採の監視、海水・海岸線の把握などに加え、デジタルトランスフォーメーション等の未来の社会に貢献するための利用可能性を検討するなど、あらゆる分野でSARにしかできない情報提供を行います。なお、ALOS-4の

データは、ALOS-2が収集・蓄積してきたデータとの比較や干渉SAR解析が可能です。さらに、光学センサ搭載の「だいち3号」(ALOS-3)や他の衛星データ、地上データなどとの「複合利用」によって、より精度の高い“課題解決”を可能にします。

本書では、これまでにALOS-2を活用してきた各分野の方々へのインタビューや事例とともに、初めて衛星データを活用したいという方に向けたSARの基礎知識や画像利用の導入手順をお伝えします。

地球・日本・地域……。誰かを守るために、ALOS-4の衛星データをいかに利用できるか、その可能性を知っていただき、皆さまの課題解決に向けたヒントを得ていただければ幸いです。

はじめに

ALOS-2の高空間分解能を維持し、観測幅を4倍に拡大したALOS-4

- ALOS-4の概要
- ALOS-2とALOS-4の比較と機能向上
- 選べる3つの観測モード
- スポットライトモードでの観測イメージ
- 高分解能モードでの観測イメージ
- 広域観測モードでの観測イメージ

5

SAR画像の見方の基礎知識と、日本が誇るLバンドSARの特徴を知る

- SAR画像の見方
- LバンドSARの特徴

8

ALOS-3などの光学衛星との複合利用でより詳細な解析と課題解決ができる

- SAR画像と光学画像の違い
- ALOS-3など光学衛星との複合利用

9

» ソリューション事例 災害

広域かつ迅速な状況把握が減災・防災につながる

- 噴火直前の変位をつかみ、事前の安全対策に活用できる(神奈川県・箱根山)
- 火山噴火時におけるSAR衛星の緊急観測(セントビンセント島・スフリエール山)
- 地震時の緊急観測における状況把握と復旧対策(熊本・2016年熊本地震)
- 土砂崩壊の把握(北海道・胆振東部地震)
- 豪雨時における緊急観測と初動対応(2020年7月豪雨・九州地方)
- 国土全体を面的に監視する

10

ユーザーインタビュー

国土交通省 水管理・国土保全局 | 激甚化・広域化する自然災害に対して、ALOS-4ができることとは?

ユーザーインタビュー

国土交通省 九州地方整備局 | 人工衛星、ヘリコプター、ドローン、各種カメラの複合利用で九州を守る。「災害は必ず起ります。住民の命が奪われたら、私たちの負けです」

» ソリューション事例 土木・インフラ

宇宙から大地の変動を監視する

- 衛星SARデータによるインフラ変位監視
- 国内ロックフィルダムで特に有用なダム等の変位モニタリング
- 数センチメートル単位の地盤沈下・地殻変動を監視する
- 道路維持管理の高度化・効率化が期待できる
- 時系列解析による、橋の管理

16

ユーザーインタビュー

国内外の企業・研究機関とさらに連携し、スカパーJSAT株式会社 | 老朽化するインフラ、大規模災害から日本を守る

Contents

» ソリューション事例 農業

世界の食料安全保障問題に対して、ALOS-4ができること

20

水稻などの作物の作付面積や生育状況を高精度に把握できる
中山間地域の現地調査を効率化できる

» ソリューション事例 森林

LバンドSARの利点を活かし、国内外の森林を監視する

22

伐採、炭素蓄積量を衛星から把握できる
世界中が注目する、森林監視システム「JJ-FAST」の未来

ユーザーインタビュー | 森林管理の最前線・茨城県が行っている
茨城県農林水産部林政課 | 「森林クラウド」でのSAR活用検討の状況

ユーザーインタビュー | LバンドSARの歴史と、ALOS-4の進化で、
独立行政法人国際協力機構（JICA） | 世界中の森林違法伐採の課題をさらに解決できる

» ソリューション事例 海洋

ALOS-4であれば、天候に左右されず、広大な海洋を観測できる

26

海氷を監視し、船舶の安全運航を支援
安全な船舶の航行を導くAIS（船舶自動識別装置）
2020年モーリシャス沿岸における油流出事故（海洋汚染）への観測協力
沖縄本島に接近・漂着した軽石の衛星観測

ユーザーインタビュー | 日本が誇るLバンドSARが
気象庁気象研究所 | 可能にする台風の風観測の未来

まずはこれだけ知っておきたい。画像解析手法

30

偏波
PolSAR（ポラメトリ成分分解）
干渉SAR
時系列干渉SAR

画像解析ソフトと解析手順

32

SAR衛星と光学衛星の画像を複合利用した事例

36

複合利用の事例（2019年台風19号・山梨県早川町）
差分表示（RGBカラー合成画像）の仕組み

FAQ

38

ALOS-2の高空間分解能を維持し、観測幅を4倍に拡大したALOS-4

» ALOS-4 の概要

ALOS-4は、2014年5月に打上げたALOS-2の後継機として開発された地球観測衛星です。ALOS-2と同様、日本が誇るフェーズドアレイ方式Lバンド合成開口レーダ（PALSAR-3）を搭載します。レーダによる観測は、光学センサとは異なり太陽光を必要としないため、昼夜・天候を問わず地上を撮像することができます。

また、衛星SARへの採用は世界初となるデジタル・ビーム・フォーミング技術により、ALOS-2の高い空間分解能（3m）を維持しつつ、観測幅を4倍（200km）に拡大し、平時ににおける地殻・地盤変動などの観測頻度も向上します。

これにより、発災後の災害対策のみならず、土木・インフラの異変、農業への活用、森林伐採の監視、海氷や船舶監視などの海洋状況の把握などの可能性がさらに広がり、地球観測の重要な役割を担います。

*1: デジタル・ビーム・フォーミング：アンテナで計測した電波を高速にデジタル処理することで、同時に様々な方向の観測ができる機能。

*2: 船舶自動識別装置（AIS）受信機を搭載し、SARによる広域観測との組み合わせによる海洋監視ができる。

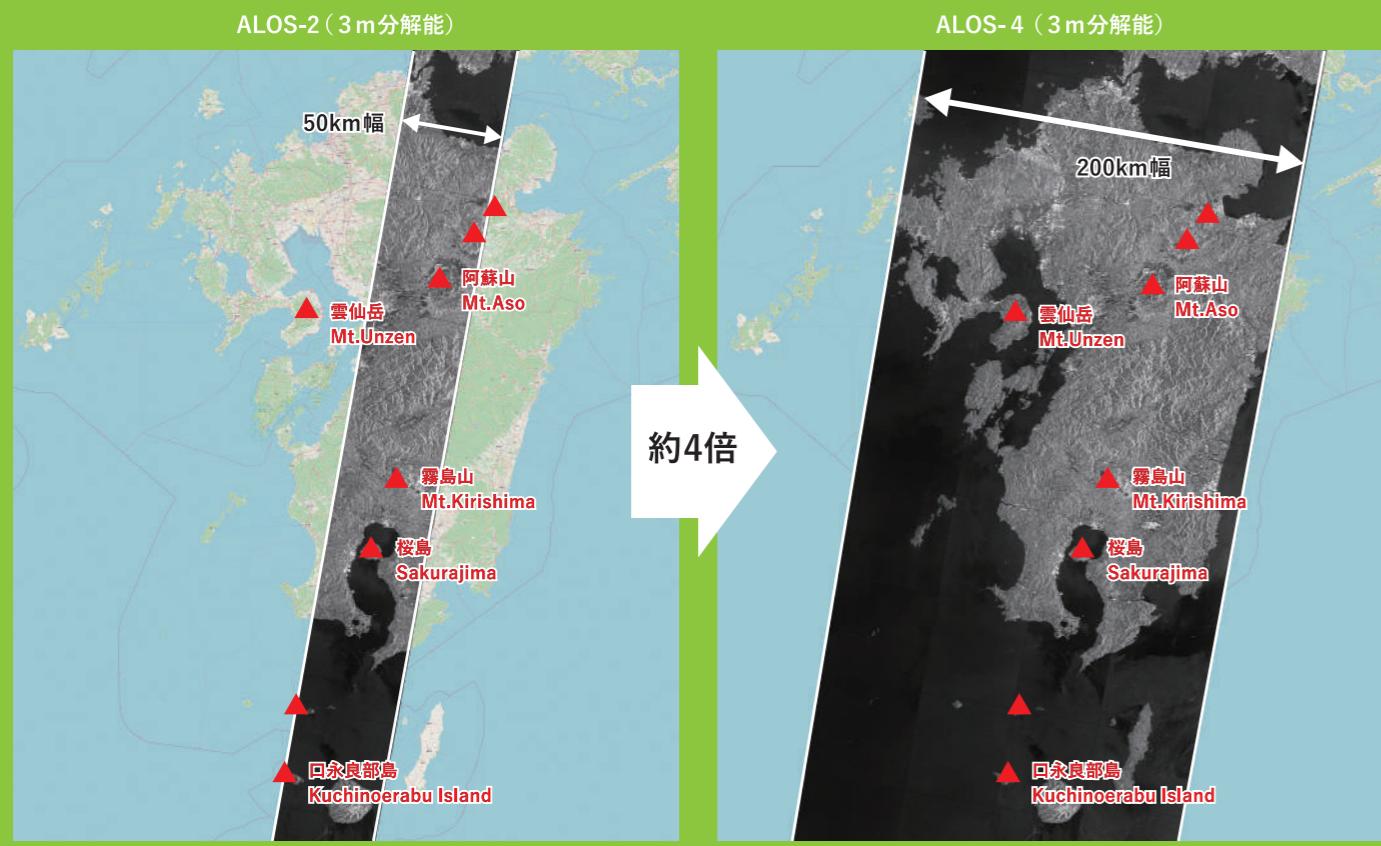
項目	仕様
ミッション機器	フェーズドアレイ方式Lバンド合成開口レーダ（PALSAR-3） ・スポットライト 分解能 1m×3m 観測幅 35km×35km ・高分解能 分解能 最高3m 観測幅 200km ・広域観測 分解能 最高25m 観測幅 700km 船舶自動識別信号受信機（SPAISE3）
サイズ	10.0m×20.0m×6.4m (太陽電池パドルおよび各種アンテナ展開時)
質量	約3トン
設計寿命	7年
運用軌道	太陽同期準回帰軌道 高度628km ・通過地方時：12時±15分および24時±15分 ・回帰日数：14日（15-3/14周回/日）



» ALOS-2とALOS-4の比較と機能向上

ALOS-4は、ALOS-2の高い空間分解能を維持しながら、観測幅を4倍（200km）に拡大します。また、連続観測時間は最大50分と、地球のおよそ半周もの距離を一度に観測することができます。

高分解能モードの1回の観測によるカバー範囲



	ALOS-2	ALOS-4
スポットライトモード (1m×3m)	25km×25km	35km×35km (面積比約2倍)
高分解能モード (3m,6m,10m)	50km 70km	最大 約4倍 200km
広域観測モード (25m)	350km 490km	700km

観測幅の変化

高分解能モードでの観測幅が50～70kmから200km（広域観測モードであれば350～490kmから700km）に飛躍的に拡大するため、線状降水帯などの豪雨被害や大規模地震、複数の火山噴火など、被災地が広範囲にわたる場合においても一度に観測できる。

	ALOS-2	ALOS-4
高分解能モード (3m)	年4回	約5倍 年20回 (約2週間に1回)

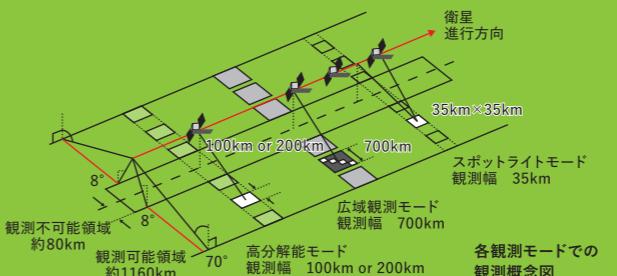
観測頻度の変化

日本域では、観測頻度（高分解能3mモード、2偏波※）約2週間に1回となり、火山活動、地盤沈下、地すべりなどの異変を、早期に発見できるようになる。

*HH,HV 2偏波。偏波に関しては30ページで詳しく解説。

» 選べる3つの観測モード

ALOS-4では、3パターンの観測モードが選べます。最も詳細な観測が可能な分解能1m×3mの「スポットライトモード」（観測幅35km）のほか、分解能最大3mの「高分解能モード」（観測幅200km）、分解能最大25mで広範囲を一度に観測できる「広域観測モード」（観測幅700km）を備えています。これらから目的に応じた観測モードを選ぶことで、最適な観測を行います。また、偏波観測（30ページ参照）ができるため、より詳細に地面や森林の変化を解析できます。



観測モード	分解能	観測幅
スポットライト (Spotlight)	1m (Az) × 3m (Rg)	35km (Az) × 35km (Rg)
高分解能 (Strip)	3m	100km or 200km
	6m	100km or 200km
	10m	100km or 200km
広域観測 (ScanSAR)	25m	700km

*Az×Rgは、衛星進行方向（アジマス方向）の分解能がAzであり、電波照射方向（レンジ方向）の分解能がRgであることを意味します。

» 高分解能モードでの観測イメージ

デジタル・ビーム・フォーミング技術により、ALOS-2の高い空間分解能（3m）を維持しつつ、観測幅をALOS-2の50～70kmから、4倍の200kmへと拡大します。

観測画像（サンプル画像 高分解能モード） *ALOS-2観測データを基に作成



» スポットライトモードでの観測イメージ

ALOS-2に続き、「スポットライトモード」で観測したデータを提供します。分解能1m×3mを維持し、観測幅を25kmから35kmに拡大します。見たい場所を長時間観測し続け、高画質の画像を得ることができます。

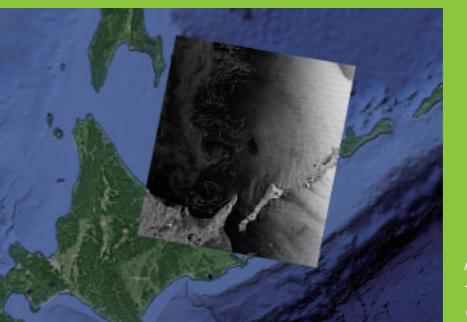


スポットライトモードでの撮影イメージ（舞浜駅周辺）

» 広域観測モードでの観測イメージ

ALOS-4の広域観測モードでは、最大700kmの観測幅で撮像が可能です。他のSAR衛星に比べても極めて広範囲の観測ができます。

観測画像（サンプル画像 広域観測モード） *ALOS-2観測データを基に作成



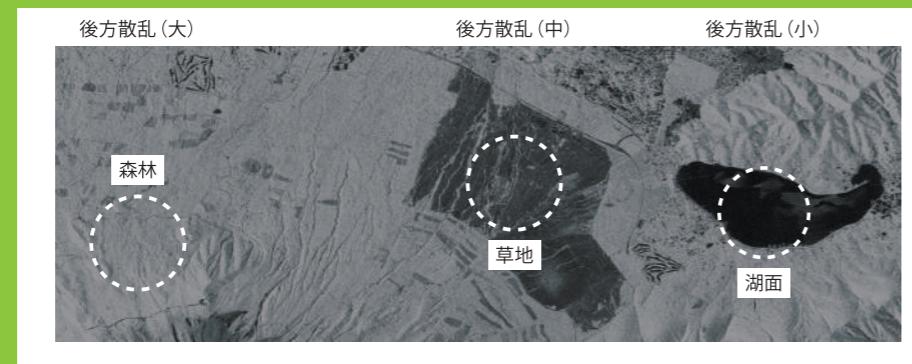
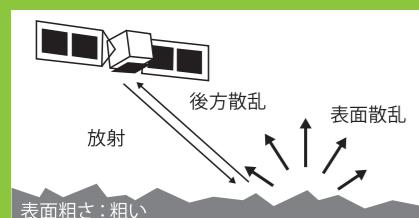
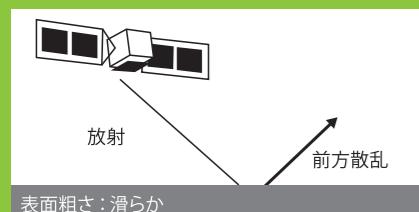
*ALOS-2観測データを基に作成

SAR画像の見方の基礎知識と、日本が誇るLバンドSARの特徴を知る

» SAR画像の見方

SARは観測対象に対して電波を放射し、その反射波のうち衛星方向に反射した反射波の強さで表面の状態を把握することができます。この反射成分を「後方散乱」と言います。後方散乱が強いほどSARの画像上では明るく見えます。

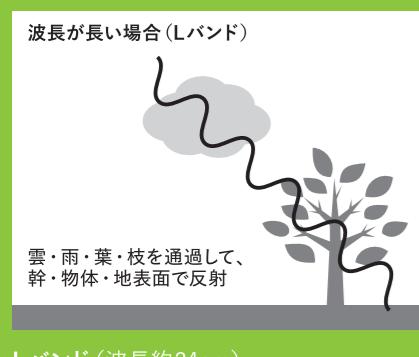
下図のように地表面が粗い場合には後方散乱が強くなり、画像上で明るく(白く)見えます。



» LバンドSARの特徴

SARとは、人工衛星などに搭載したアンテナから電波を放射し、観測対象物から反射してくる電波を受信、処理することで画像を得るレーダです。雨や雲を突き抜け、昼夜・天候を問わず観測することができます。

なかでも、LバンドはSARで用いられる電波の中でも長い波長帯(約24cm)であり、植被を透過して地面まで届くため、より地面の情報を得やすいという強みを持ちます。他の衛星で多く用いられるXバ



ALOS-3などの光学衛星との複合利用でより詳細な解析と課題解決ができる

» SAR画像と光学画像の違い

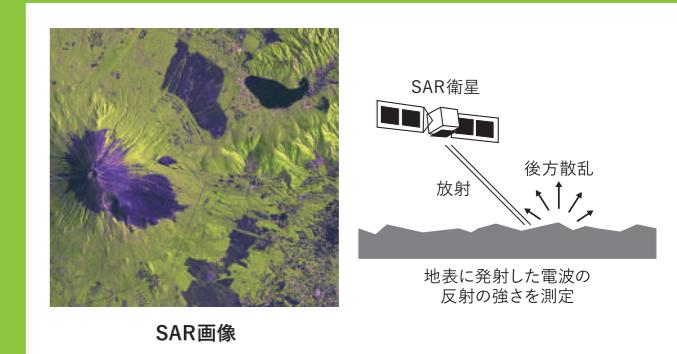
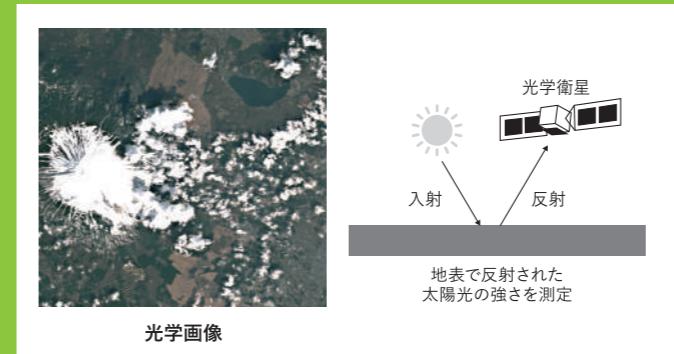
地球観測衛星に搭載されている主なセンサ(観測装置)には、光学とSARの2種類があります。下記ALOS-3などの光学衛星に搭載されているセンサは、人間の目に見える光(可視光)で観測を行うのに対し、ALOS-4に搭載しているSARはレーダから電波を送受信して観測を行います。

SARの大きな特徴は、昼夜天候の影響を受けず観測できることです。このため、光学画像では雲に覆われている場所も、SAR画像では雲を突き抜け地表面の様子を捉えることができます。光学、SARそれぞれの特徴を知り、組み合わせて活用することでより詳細な解析と課題解決につながります。

光学とSARの特徴の比較

	光学(ALOS-3)	SAR (ALOS-2, ALOS-4)
判読のしやすさ	SARに比べて容易	困難
昼夜天候の影響	影響を受ける	影響を受けない
分解能	高分解能での観測が可能(直下0.8m)	観測周波数に依存する(スポットライトモードで1m×3m)
一度に観測できる範囲(観測幅)	高分解能になると観測幅は小さくなる傾向がある(70km)	電波を放射する向きを変えることで広くすることが可能(35km~700km)

光学とSARの比較



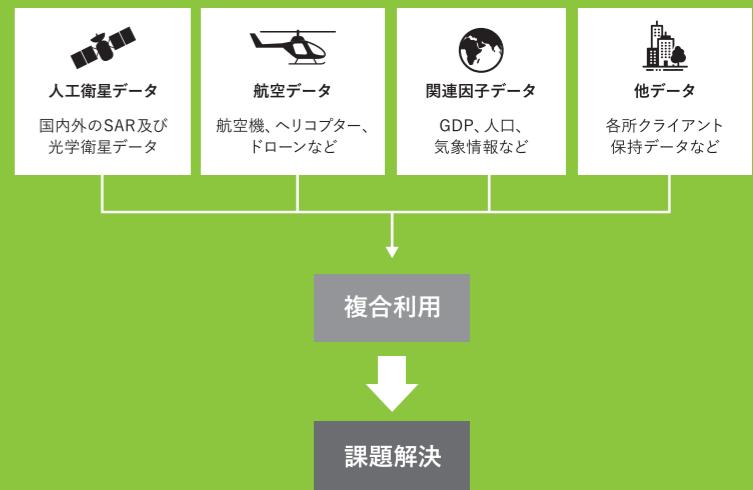
©JAXA, ALOS-2 data analyzed by JAXA

» ALOS-3など光学衛星との複合利用

先進光学衛星だいち3号(ALOS-3)は、JAXAが2006年に打ち上げた陸域観測技術衛星だいち(ALOS)の光学ミッションを引き継ぐ地球観測衛星です。ALOSと比べ大型化・高性能化したセンサを搭載し、ALOSの広い観測幅(直下70km)を維持しつつ、さらに高い地上分解能(直下0.8m)を実現します。

ALOS-3は、国内はもちろん、全地球規模の陸域を継続的に観測し、蓄積した平時の画像や災害発生時の画像を防災・災害対策等に活用します。

ALOS-4(ALOS-2から継続される観測データも含め)の衛星画像とともに、ALOS-3の光学画像や他の観測手法・データを複合利用することで、災害、土木、インフラ、農業、森林、エネルギーなど、様々な分野で課題解決を導きます。



SOLUTION 災害

広域かつ迅速な状況把握が減災・防災につながる

火山噴火、地震、豪雨、土砂災害など、近年では毎年のように

全国各地で自然災害が発生し、被害も甚大化しています。

広域の状況把握ができる観測衛星のなかでも、SAR(合成開口レーダ)衛星である

ALOS-4だからできることを、これまでの事例とともに紹介します。

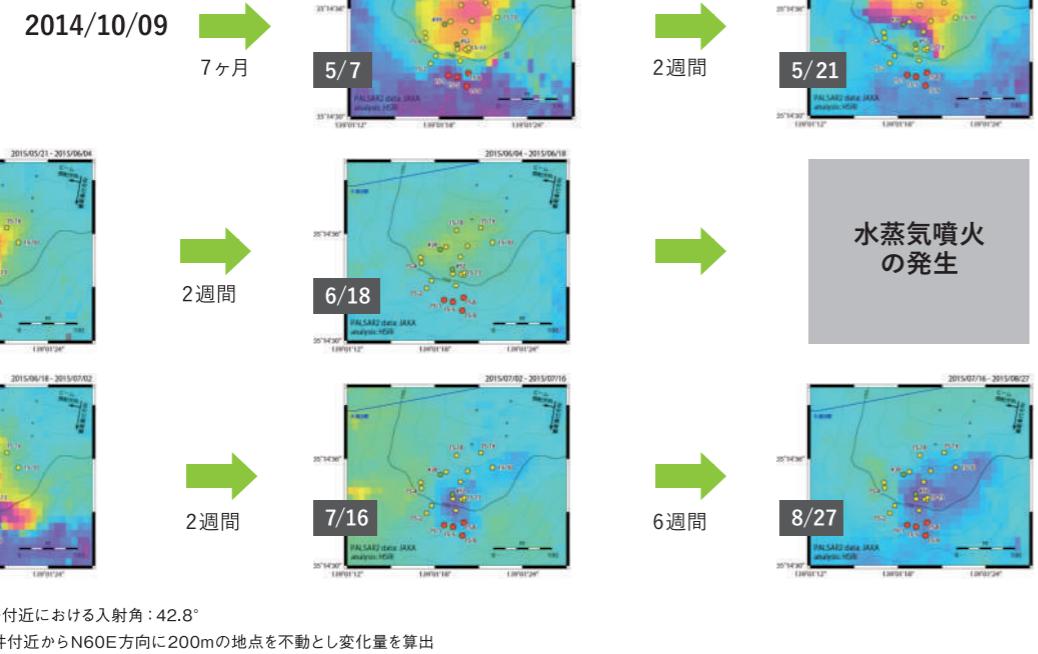
» 噴火直前の変位をつかみ、事前の安全対策に活用できる（神奈川県・箱根山）

2015年6月、神奈川県・箱根山で観測史上初の噴火が発生しました。噴火の兆候は同年4月頃、山体がわずかに膨張し始める現象があり、5月3日には大涌谷の温泉供給施設で噴気異常が起きました。さらに同月6日に気象庁が噴火警戒レベル2の発表を行ったことを受けて、翌7日にALOS-2による緊急観測を実施しました。

噴火前後のALOS-2画像を元に干渉解析を行ったところ、大涌谷

ALOS-2/PALSAR-2により
観測された大涌谷の変動
(南行軌道・右観測)

*防災科学技術研究所が開発した干渉SAR解析ツール
(RINC)を使った解析結果



当時、現場に直面した神奈川県温泉地学研究所の担当者によると、「SAR画像の干渉解析結果によって、噴気異常と地表の変位が関連していると判断できた」と言います。噴火が起きた場所の直前につながることが期待できます。災害発生“後”だけでなく、災害発生“前”に衛星画像が有用となり得た例です。

を中心とした200メートルほどの範囲で隆起が起きていることが確認され、その中心が5月3日に噴気異常を起こした温泉供給施設の場所と合致。その結果によって、噴気異常と地表の変位が関連していると判断できたため、5月8日の午後以降、大涌谷への全面立ち入り禁止が決定されました。

» 火山噴火時におけるSAR衛星の緊急観測（セントビンセント島・スフリエール山）

2021年4月9日、カリブ海のセントビンセント及びグレナディーン諸島のセントビンセント島にあるスフリエール山が、約40年ぶりに噴火しました。この噴火について、ALOS-2で緊急観測を行いました。

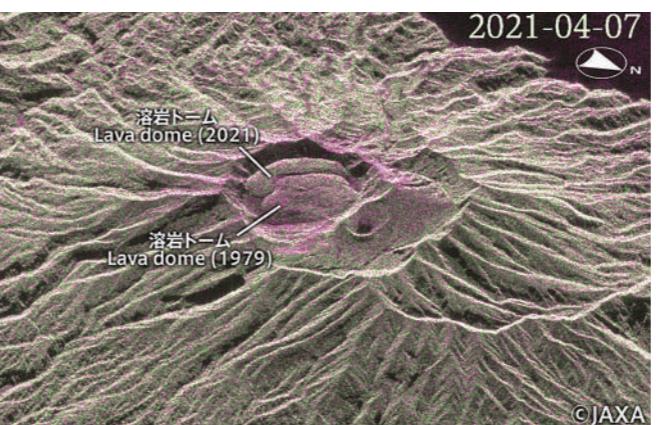


図1：スフリエール山の噴火前（左）、噴火後（右）の画像。ALOS-2高分解能10mモード（二偏波）で観測されたデータを、HH偏波を紫、HV偏波を緑色に割り当ててカラー合成した。

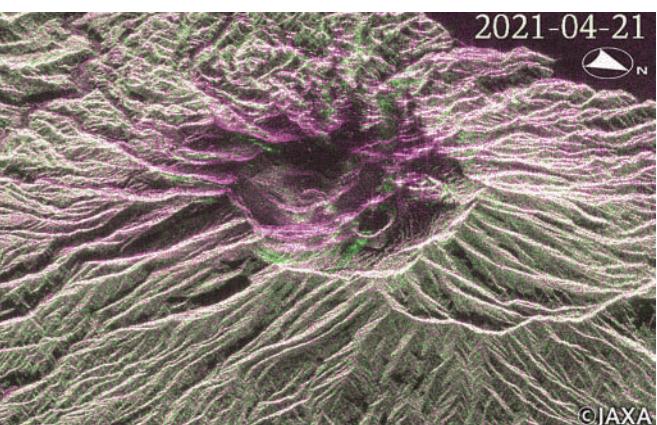


図1：スフリエール山の噴火前（左）、噴火後（右）の画像。ALOS-2高分解能10mモード（二偏波）で観測されたデータを、HH偏波を紫、HV偏波を緑色に割り当ててカラー合成した。

噴火前にはカルデラ内に新旧2つの溶岩ドームが存在していたのが、噴火によりいずれも消滅していることがわかります。噴火時に大量の噴煙が上空に広がったと想定されますが、その際、光学衛星画像では噴煙に撮影が遮られるところ、噴煙を透過するSAR衛星だからこそ把握できた事例です。

図2は、図1と同じ噴火前・後のデータから得られたコヒーレンス

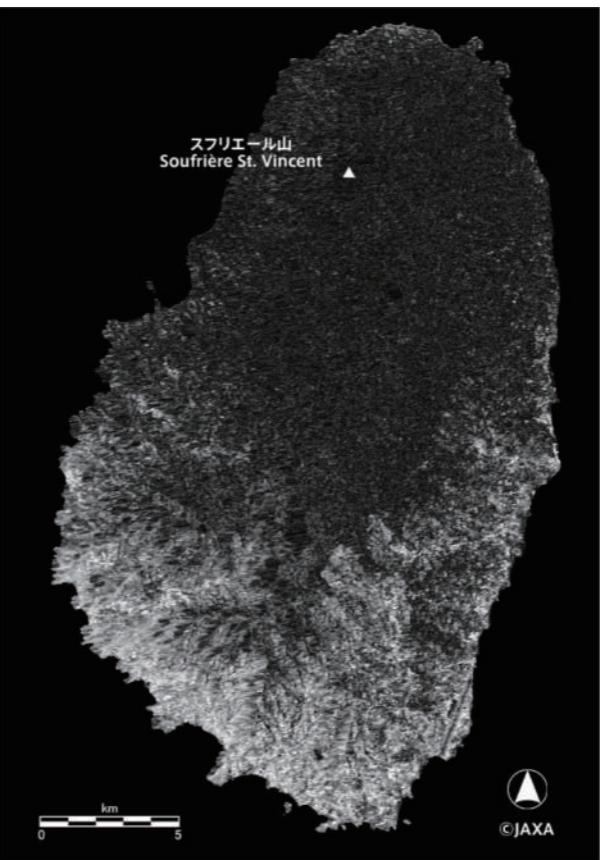


図2：2021年4月7日および21日のデータによるALOS-2のコヒーレンス画像

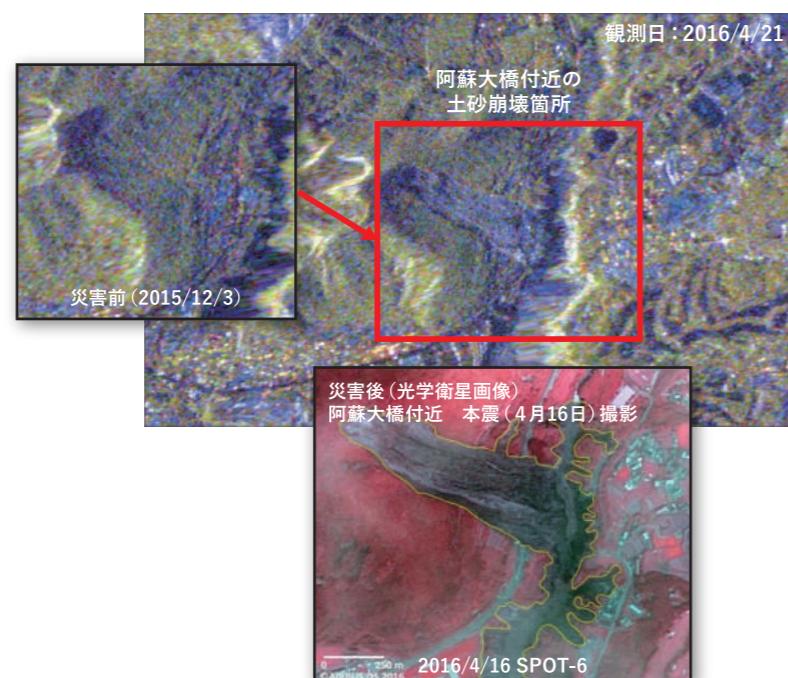
*コヒーレンス画像：2つの信号がどれくらい類似しているかを示すもので、観測場所の（土地）状態が観測の間にどのくらい変化したかを表す。変化が大きい場所はコヒーレンスの値が低く（暗く）なり、変化が小さい場所では値が高く（明るくなる）。

» 地震時の緊急観測における状況把握と復旧対策(熊本・2016年熊本地震)

2016年4月14日、熊本県にてマグニチュード6.5の地震が発生しました。国土地理院が事務局を担当する地震予知連絡会SAR解析ワーキンググループからの要請を受け、緊急観測を実施し、取得したデータを関係各所に提供しました。また、SAR画像の干渉解析も行い、地殻変動が認められた結果を地震調査委員会等に報告し、ALOS-2、商用光学衛星、国際災害チャータ等での観測データから、南阿蘇村周辺の土砂崩落箇所や益城町の建物倒壊を抽出した結果等を各関連防災機関に提供しました。

本件においては、高分解能の干渉SARにより、震源近くの大きな地殻変動だけでなく、地面に生じた亀裂や小さな断層も発見することができました。災害の影響評価や復旧対策だけでなく、人工衛星が、今後起こるかもしれない災害への事前の対策に活かせる可能性があります。

図:SAR画像等を用いて行われた、土砂崩壊域の抽出
@JAXA



» 土砂崩壊の把握(北海道・胆振東部地震)

2018年9月6日、北海道胆振東部地震が発生しました。JAXAは国土交通省などからの要請に基づきALOS-2による緊急観測を行い、データを関係省庁、防災関係機関等に随時提供しました。

図1は、2018年9月6日に時間差を置いて観測した2枚の観測画像に、いずれも災害前の同年8月23日に同じ条件で取得された画像を重ねて表示しています。図2は、図1赤枠部分の拡大図です。図3は、地表の状況をより詳しく把握できる4偏波モード(フルポラリメトリ)による観測画像で、地表の偏波散乱特性に基づいて疑似的にカラー化しています。図4(上)は図3赤枠部分の厚真町周辺の拡大図で、赤く見える部分は土砂崩壊により森林が裸地になった部分を大まかに表します。図4(下)はこの特徴をもとに画像処理により土砂崩壊部分を抽出したもの(赤色部分)です。これらの観測画像から、多数の土砂崩壊が発生している状況を把握することができました。

今後、ALOS-4が打上ることで高分解能の2偏波での観測が可能となり、より土砂崩れの検出精度が高まることが期待されます。

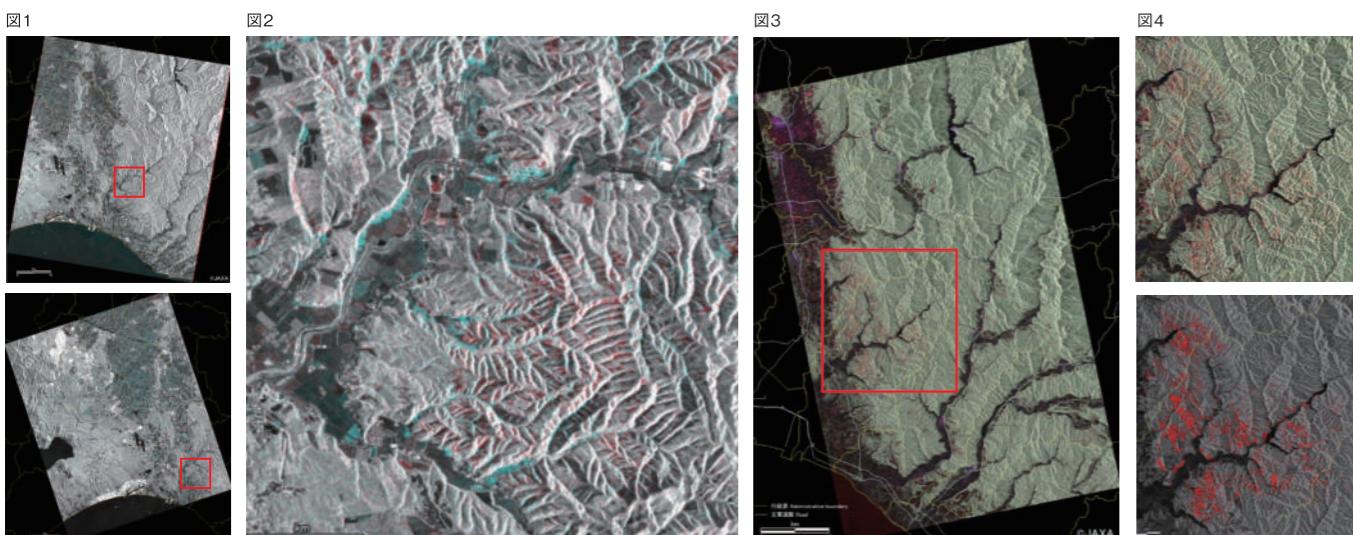


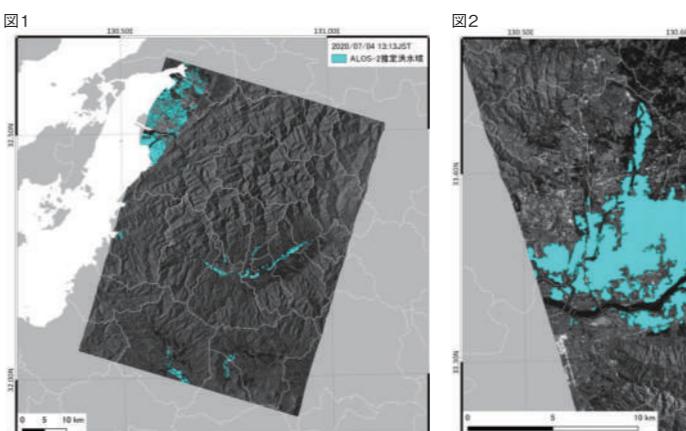
図1:(上)2018年9月6日11:41頃、(下)同22:38頃の観測画像。
図2:2018年9月6日11:41頃の厚真町吉野地区周辺の拡大図
図3:2018年9月8日23:19頃の観測データによる偏波カラー合成画像(R:G:B=HH+VV:HV:HH-VV)
図4:(上)厚真町周辺の拡大図(図3赤枠部分)、(下)上の画像から抽出した土砂崩壊箇所(赤色部分)。

» 豪雨時における緊急観測と初動対応(2020年7月豪雨・九州地方)

2020年7月、梅雨前線による影響で九州地方に甚大な被害が発生しました。

JAXAでは国土交通省からの要請に基づき、連日、ALOS-2による緊急観測を実施し、浸水域の推定を行い、各所へ衛星画像と解析結果を提供しました。

図1は、2020年7月4日に発生した豪雨の際、観測データや過去データなどを組み合わせ推定した浸水域を水色で示したものです。



同様に、福岡県付近をALOS-2が観測したデータから推定した浸水域を拡大したのが、図2です。災害時には人力で状況を把握するには限界があります。SAR衛星では天候などに関わらず、広域の状況把握が可能です。

ALOS-4ではより観測幅や頻度が向上するので、災害状況の早期把握や初動対応に一層期待ができます。

図1: 2020年7月4日13時13分頃のALOS-2データから推定した熊本県周辺の浸水域(水色)

図2: 2020年7月7日23時30分頃のALOS-2データから推定した福岡県久留米市、小郡市、大刀洗町、朝倉市周辺の浸水域(水色)

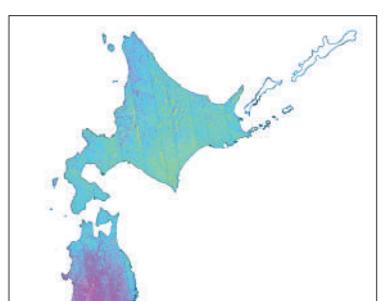
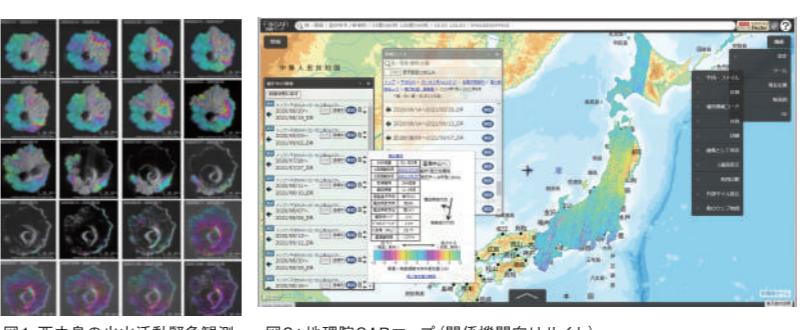
» 国土全体を面的に監視する

国土地理院では、ALOS-2のデータを用いて定期的にSAR干渉解析(全国定常解析)を行い、国土全域の監視を行っています。地殻変動・地盤変動を面的に監視するだけでなく、地震・火山活動等の緊急観測や情報提供、災害対応、発生メカニズムの解明にも役立っています。これまでの観測実績では、新潟県小千谷の季節変動、津軽平野の地盤沈下、雲仙岳・硫黄島・焼岳、そして2019年12月から現在まで西之島の火山活動の緊急観測・解析などが挙げられます。

また、国土地理院は、ALOS-2のSAR干渉画像を国土に関する地理空間情報とあわせて閲覧できるウェブ地図「地理院SARマップ」を、国・自治体等に向けたサービスとして運用しています。これによ

り、監視箇所の絞り込み、現地調査の実施、地上観測の見直しの精度が高まり、活動効率も上がります。

ALOS-2同様、ALOS-4にも搭載されるPALSAR-3(フェーズドアレイ方式Lバンド合成開口レーダ)による国土全域の面的・定期的な観測と、干渉SARによる解析があれば、ミリオーダーの精度での変動が把握できます。また、山間部においても局所的な変動を検出できます。顕著な例としては、10ページでも触れた、2015年の箱根山大涌谷噴火において、ALOS-2による干渉SAR解析によって噴火直前の変位を捉え、立入禁止区域の判断材料にも活用されました。



SOLUTION PROPOSAL ソリューション提案

□ 減災への活用

災害発生時、現状を素早く宇宙からの目で俯瞰し、災害の影響を低減させる活動に利用する。

□ 災害ハザードマップの作成・配布

平時には自治体等の防災計画立案に活用する。

激甚化・広域化する自然災害に対して、ALOS-4ができるることは?

豪雨、台風、地震、火山……。

災害リスク日本列島において、SARがいかに役に立てるか。近年の災害時におけるALOS-2の活用事例と、これからのALOS-4への期待について、少数精銳で日本を災害から守っている、国土交通省水管理・国土保全局の企画専門官お二人に、お話を伺いました。



国土交通省 水管理・国土保全局
河川計画課 河川情報企画室
企画専門官

大坪祐紀氏

国土交通省 水管理・国土保全局
砂防部 砂防計画課 地震・火山砂防室
企画専門官

松本直樹氏

—お二人のそれぞれのお仕事について教えてください。

大坪 総勢7名の河川情報企画室に所属し、河川の水位や降雨に関する情報など洪水の危険度を一般に提供する業務を、主に行ってています。国土交通省では「川の防災情報」というwebサイト(<https://www.river.go.jp/index>)を運営しており、映像などの情報を随時更新し、国民の皆さんに避難や災害対応に活用していただくことが一番の仕事です。こうした情報提供のために、観測現場に水位計やカメラを整備するほか、観測という大きなくくりの中でALOS-2などを使った衛星観測も行っています。

松本 私は、地震・火山砂防室で住民の方等に、土砂災害の危険な場所をお知らせしたり、土砂災害から安全に避難するために必要な情報の発信等に取り組んでいます。豪雨や大きな地震が発生した際、特に夜間の場合に、災害発生前のSAR画像と豪雨や地震後のSAR画像を比較するなどして、迅速に土砂災害の発生箇所を特定するために、SARを活用しています。ちなみに、地震・火山砂防室の室員は現在6名です。

—近年、豪雨など災害が多発しています。災害時にALOS-2が有効に活用できた例はござりますか?

大坪 千葉県で記録的な暴風となった令和元年の台風第15号と、関東・東北に被害をもたらした第19号、令和2年7月豪雨による九州の球磨川の溢水、堤防決壊のときが顕著でした。いずれもALOS-2による画像の解析結果を行い、浸水範囲の情報は役に立ちます。衛星データのほかにも、SNSの投稿画像やヘリコプターでの画像も併用し、浸水範囲の特定などを行いました。

松本 北海道全域が停電した平成30年の胆振東部地震の際、土砂崩れも広範囲にわたっており、崩れた箇所の特定はヘリコプターから確認するだけでは困難で、SAR画像を活用し災害箇所の目星がついて状況判断ができたと思います。他の土砂災害でも、基本的にはJAXAの資料(データ)を使って発生状況を確認し、調査に活用しています。夜間時や雨が降っていたりすれば、ヘリも飛べませんし、被災地に人が入る事も当然できませんので、そういうときにSAR画像を解析した上での対応判断が有用です。

人工衛星、ヘリコプター、ドローン、各種カメラの複合利用で九州を守る。「災害は必ず起こります。住民の命が奪われたら、私たちの負けです」

災害大国・日本の中でも毎年のように、地震、火山、台風、集中豪雨等の様々な災害に見舞われている九州地方。それら多様な災害に相対し、地域住民の生命を守るために、災害対応に尽力する九州地方整備局の統括防災官に、これまでのALOS-2活用事例と課題、最前線で行っている複合利用、ALOS-4に期待することについてお話を伺いました。

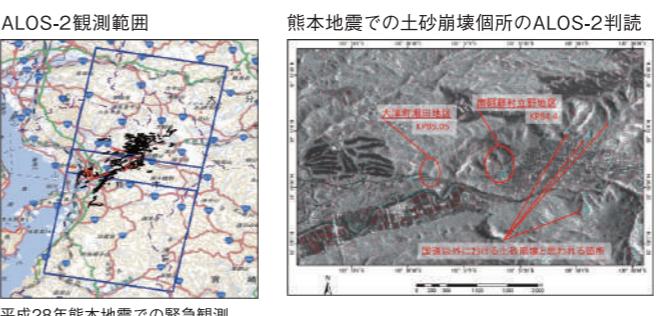
国土交通省 九州地方整備局
統括防災官

安部宏紀氏

—災害時におけるALOS-2の活用事例を教えてください。

2016年4月に熊本地震が発生し、特に阿蘇地域で甚大な被害が生じました。その後、梅雨期を迎えるにあたり、土砂流出範囲や亀裂の状況、新たな土砂崩壊箇所等を把握するため、ALOS-2による観測を要請。観測の結果、国道57号線沿いや南阿蘇村立野地区等で新たに土砂崩壊箇所が見つかり、防災ヘリによる調査対象域の計画に活用できました。

また2017年7月の九州北部豪雨では、悪天候のために防災ヘリの使用が困難となり、ALOS-2によって、地すべり推定箇所のおおよその把握ができました。ただし、ALOS-2の観測周期が2週間に1度という頻度であることや、観測可能な範囲には課題があるとも感じています。ですので、ALOS-2以外の人工衛星やヘリ・ドローン等の観測・調査手法との複合利用が、災害対策には必要だと考えています。



—具体的にどのような複合利用に取り組んでいらっしゃいますか?

例えば、2021年8月の小笠原諸島沖・福徳岡ノ場の噴火により軽石が噴出し、それが、鹿児島県の奄美群島やトカラ列島などへ漂着する事象が発生しています。当局では、軽石の漂流・漂着状況を把握するため、10月に、SARに比べ軽石を視認しやすいとされる光学衛星のSentinel-2による九州他、離島の周辺数キロの範囲にわたる観測を依頼しました。光学衛星による観測はSARと違い、雲に遮られるため雲間での観測はできましたが、軽石の漂流状況の全容を把握するに



は至りませんでした。またヘリやドローンによる調査は、島付近の観測は可能ですが、広域にわたる観測を行おうとなると相当の時間を要しますので、短期間で広域にわたる全容把握の精度を高めていくことが今後の課題です。

ちなみに、当局にはドローン部隊(正式名称:UAV航空隊「BlueHawks」)という組織があり、ドローンに360度カメラを搭載して観測するウェブカメラを使って被災現場の遠隔臨場、スマホを活用した被災箇所の3D測量の実用化検証など、あらゆる取り組みを進めています。また国民的な関心となっている南海トラフ地震対策の一環として、衛星情報を活用した被災訓練プログラムを、JAXA・九州大学と連携して4年前から始めています。

—ALOS-4へ期待する点はどんなことでしょうか?

近年発生する災害は、従来からの降雨、火山、地震などの自然災害に加え、軽石や油の漂流など多岐にわたっており、いっそう多様な対応が急務となっています。

ALOS-2は、観測機会が衛星の回帰のタイミングに依存し、常時の観測ができない、高精細での広域観測ができない、専門家でないと画像解釈が難しい、などの課題がありました。

ALOS-4は、昼夜・天候とは関係なく観測可能なALOS-2の利点を継承しながら、観測の機会も増えて、かつ観測幅が4倍になります。それによって九州全域が一度の観測で把握できるようになればありがたいですね。加えて、各現場の使用目的に応じてカスタマイズされた使い勝手の良いソフトウェア等の開発が進み、衛星データと地上で取得できるその他データとの親和性が増して、災害対応へより“迅速で実用的、経済的な運用”が可能となることを期待しています。

災害は毎年のように発生するものと想定し、あらゆる災害から住民の方々の生命を守るために、日々、緊張感を持って対応しています。そのためには、人工衛星による観測データやヘリ・ドローン等による多様な観測手法を効果的に組み合わせて活用し、早期に災害の全容を把握することが求められます。こうした取組をとおして、多くの地域住民の方の生命とその生活を守ることにつなげていきたいと考えています。

SOLUTION 土木・インフラ

宇宙から大地の変動を監視する

ALOS-4では、数センチメートルの精度で地表の動きを捉えることが可能です。

その特徴を生かし、老朽化するインフラ、災害時の道路や構造物の変位を早期発見できます。

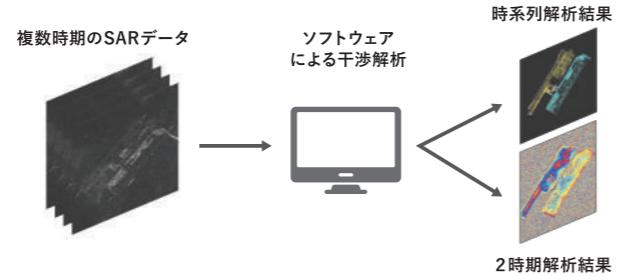
それにより、点検・管理のコスト低減、効率化が期待できます。

» 衛星SARデータによるインフラ変位監視

近年、日本国内では高度成長期以降の1970年代に整備されたインフラの老朽化が進み、重大な事故リスクの顕在化、維持管理コストの急激な高まりや点検技術者の減少が社会課題となっています。河川堤防、港湾、空港などは目視により定期的に点検されている状況の中、衛星データを利用することで、インフラを広域かつ高頻度で監視することができます。

ALOS-4が打上がることで、より広域にかつ観測頻度も増え、インフラモニタの精度が高まります。インフラを管理する国・自治体等に

おける点検作業の効率化とともにコスト縮減が図られ、インフラの点検に従事する事業者による利用が促進されることが期待できます。



» 国内ロックフィルダムで特に有用なダム等の変位モニタリング

2014年末から2020年度にかけて、国土技術政策総合研究所河川研究部及び土木研究所水工研究グループでは、ALOS-2を用いたダム変位モニタリング技術の研究開発を実施しました。

図1は、19基のロックフィルダムの時系列干渉SARによる変位解析結果です。既存の測量との比較を行い、ALOS-2データを用いたロックフィルダムの変位状況の解析は現地での測量結果と同様の変位傾向をミリオーダーで検出できました。

今後、現地で目視にて確認している調査に、SAR衛星の使用あるいは併用が期待できます。特に貯水池周辺斜面の比較的大きなゆっくりとした変動領域の変位計測には、衛星SARは他の技術よりも有効性が高く、国内においてもニーズはあると考えられます。

現在、解析を効率的に行うためのダム等変位モニタリング基盤システムを整備し、各種マニュアルも整備中となっています。

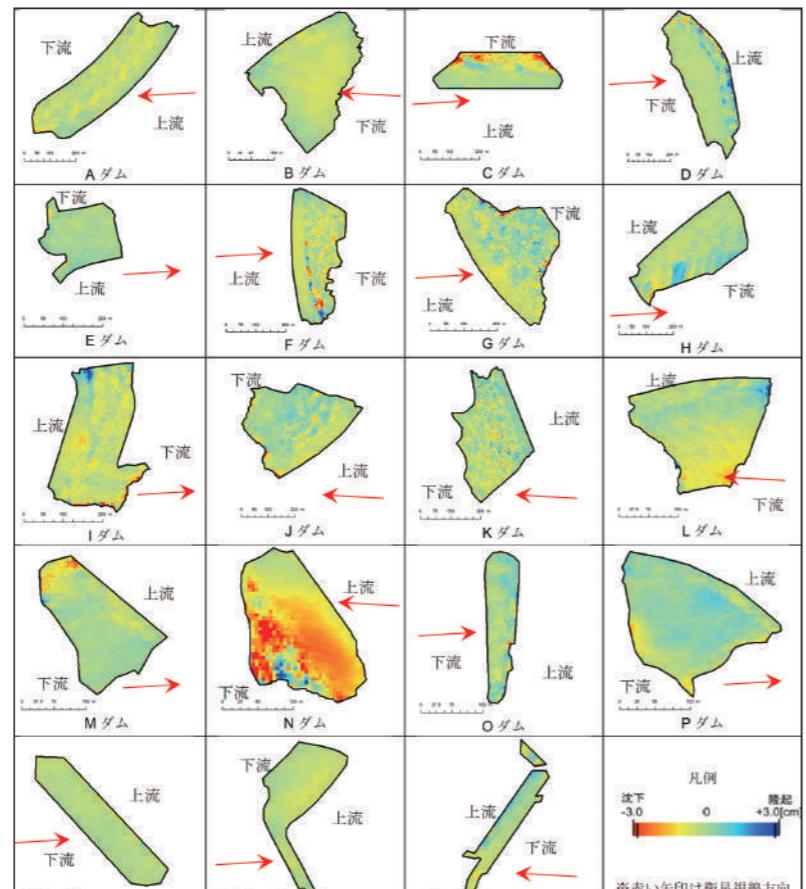


図1：19基のロックフィルダムの時系列干渉SARによる変位解析結果
初回観測日のダムの変位をゼロとして、最終観測日までの変位を計測。赤色が沈下、青色が隆起の傾向を示す。矢印は衛星の視線の方向。ダムの表面全体の変位を計測できるのが衛星SARの特徴である。

» 数センチメートル単位の地盤沈下・地殻変動を監視する

この画像は、東京～千葉周辺のSAR画像を干渉SAR処理(31ページで解説)したもので、赤色部分が、地面が衛星から遠ざかる方向に沈降している箇所です。特に九十九里平野の大部分において地盤の沈下の様子を捉えています。

地盤沈下は一度発生すると元に戻らない現象であるとともに、即座に止めることができない困難な現象です。近年は沈静化傾向にありますが、現在も地盤沈下が進行している地域もあり、その監視観測と対策は行政の重要な仕事であり続けています。

地殻変動は、長期間にわたり地殻の位置が年間数ミリから数センチメートル移動する現象で、地震や火山などとも関連し、地表に影響が現れます。日本周辺は4つのプレートで覆われております。地下深くにあるプレートや断層の運動は火山、地震と密接に関係していると考えられています。そのため、長期間にわたって地殻変動の動きを捉えることは地震や火山のメカニズム解明にも貢献すると考えられています。

なお、ALOS-2はすでに国土地理院が行う全国の干渉SAR解析にも活用されており、ALOS-4では観測頻度が上がりことでより精度良く、タイムリーに計測できるようになります。

地盤沈下や地殻変動といった地表面の動きは、人工衛星から地表面までの距離を測り、同じ場所で撮った日時の異なる2つのデータを比較すること(干渉SAR)で知ることができます。電子基準点等を利用した地上観測と併用することで、数センチメートル単位の大規模の動きを捉えることができます。今後、これら監視業務をより正確かつ低コストで行うため、衛星の活用が期待されています。



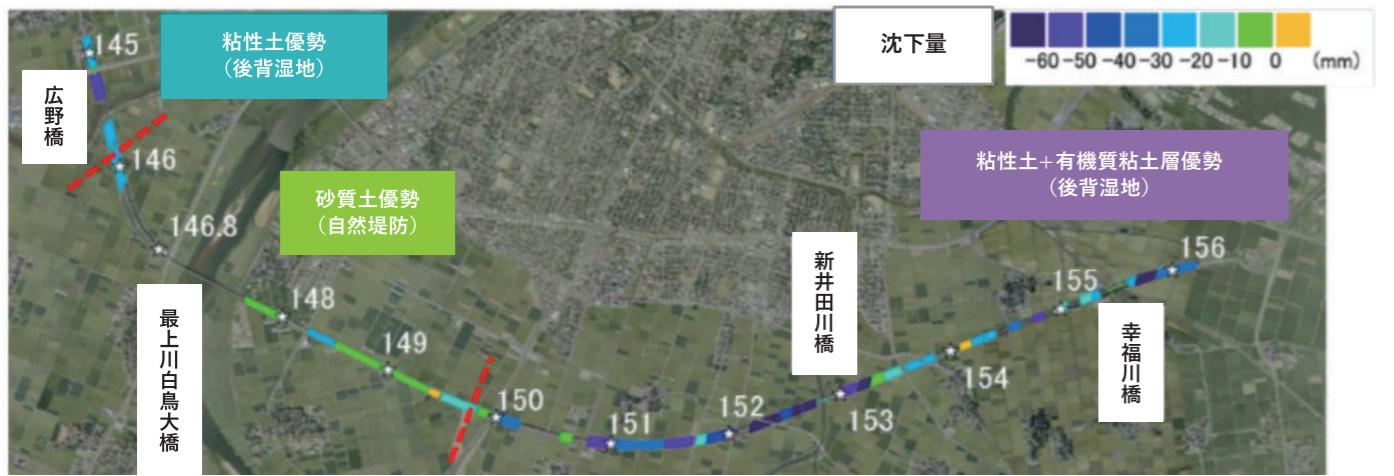
@Analysis by GSI from ALOS-2 raw data of JAXA

データソース: Landsat8画像 (GSI, TSIC, GEO Grid/AIST),
Landsat8画像 (courtesy of the U.S. Geological Survey),
海底地形 (GEBCO)

» 道路維持管理の高度化・効率化が期待できる

現在、道路の維持管理は、主に車両や徒步による巡回や構造物ごとの定期点検にて行っており、コスト（人・時間・費用）の面から、より効果的で効率的な維持管理が課題となっています。

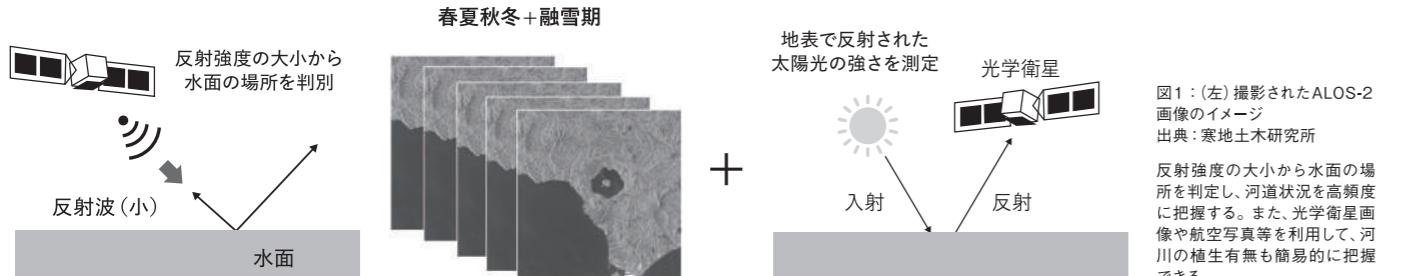
そこで、国土技術政策総合研究所道路構造物研究部及び東京大学では、ALOS-2を活用し、道路に潜在するリスクの抽出において、汎用的な計測手法によるデータと比較し、衛星SAR画像データの適用性を検証しました。



» 時系列解析による、橋の管理

ALOS-4では定期的に観測を行うことで、道路だけでなく橋などの状況を把握することができます。

国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所は、2020年4月から現在にかけて、北海道内の河川にまたがる橋梁を対象にLバンドSARデータを解析し、河道の変化や橋梁の被災状況、河川の侵食や地すべりによる地盤変状の範囲と移動量を明らかにする利用実証を行っています。



SOLUTION PROPOSAL ソリューション提案

□ 都市計画への利用

地盤沈下の傾向をいち早くつかむことで、土地の安全性向上の基礎資料として利用する。

□ インフラの変位の早期発見

老朽化または災害時のインフラの変位を把握する。

国内外の企業・研究機関とさらに連携し、老朽化するインフラ、大規模災害から日本を守る

宇宙実業社・スカパーJSAT株式会社の中長期的ビジョンが「スペースインテリジェンス」市場の創出です。

その一環としてパートナー企業とともに開発に取り組んでいる「衛星防災情報サービス」の概要や、今後の事業ビジョン達成のためにALOS-4に期待する点を、ご担当者の方々に伺いました。

スカパーJSAT株式会社 宇宙事業部門新領域事業本部
スペースインテリジェンス事業部
第2チーム長兼デブリ除去プロジェクト

平田大輔氏

スカパーJSAT株式会社 宇宙事業部門新領域事業本部
スペースインテリジェンス事業部 第2チーム主任研究員

穴原琢摩氏



害、地震、火山活動などで発生する災害リスクの予測や減災、災害発生時には被災後の早期復旧に最も有効な手段となるはずです。

—SARデータだけではない、さまざまな手法の複合利用についてどんなことをお考えですか？

平時も災害時も、すべてをALOS-2のSARデータだけで解決しようと/orするのではなく、ALOS-2の観測周期を光学衛星や小型衛星コンステレーション、さらにはSNSなどによる情報で補完する、それぞれの特徴を掛け合わせた複合利用がポイントとなります。そのため複数の異なるタイプの衛星データであってもシームレスに解析できるようになるデータフュージョン（統合）技術の開発に力を入れています。

—今後、ALOS-4に期待することはございますか？

観測頻度が向上するALOS-4の運用が始まれば、商用コンステレーション事業者のデータも加えることで、これまで課題とされてきた「時間分解能」の大幅な改善が期待できます。これにより時系列解析がより容易になります。当社でできることも限られますので、多方面のパートナー企業と連携し、取得データの利用拡張を促すとともに、防災・減災対策やインフラ施設管理の効率化を図るDX等の国家的な課題解決の礎となることを目指します。

● 平時（インフラモニタリング）

インフラモニタリングを行うことで、減災・防災につなげる。

● 災害発生時（被害状況把握）

被害状況を把握。救難・復旧活動の支援や2次災害の防止につなげる。



SOLUTION 農業

世界の食料安全保障問題に対して、ALOS-4ができること

2021年の世界人口は78億7500万人。

2050年には97億人、2100年頃には110億人に増加すると予想されています(国連報告書より)。

世界の人口増や経済発展にともない課題となるのが食料安全保障問題です。

複雑化する国際情勢や気候変動などのリスク下で食料を

安定的に確保するために、ALOS-4ができることをお伝えします。

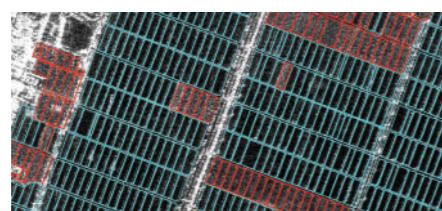
» 水稲などの作物の作付面積や生育状況を高精度に把握できる

食料安全保障問題に対応していくためには、まずは作物がどこでどれくらい作付されているかを正確に把握することが重要となります。特に、多くのアジア各国の主食であるコメの作付面積については、各国が正確な統計を必要としていますが、少数の調査員によるアンケート調査によるもので、統計の信頼性の向上が課題となっています。東南アジア等では雲量が多く、天候に左右される光学センサでは観測できない時期があります。一方、LバンドSARは雲の多い雨季でも観測が可能であり、客観的かつ正確な作付面積の把握が期待されています。

水稻は作付する際に水を張るため最初は暗く映ります。稻が育ち水面が隠れるにつれて徐々に明るく見えるようになります。



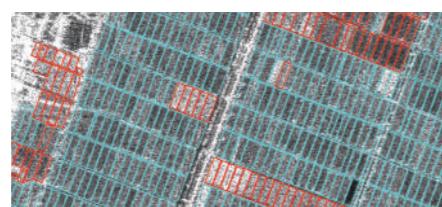
田植期の水田を撮影
(航空機搭載SARより撮影、2013年6月10日)



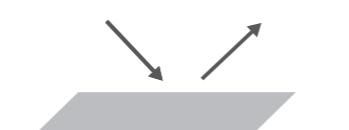
左の画像から、水面を抽出する。
青ポリゴン内が水面、赤ポリゴン内は水面以外。



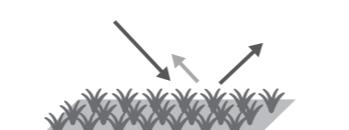
生育期の水田を撮影
(航空機搭載SARより撮影、2013年8月8日)



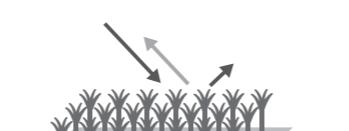
左の画像から、水田を抽出。田植期に抽出した水田(青ポリゴン内)の生育状況を把握して水稻が作付されたことを判断する。



作付前の水田は水面が鏡のように働き、電波は入射方向とは逆に反射する。そのため人工衛星は電波が戻ってこないので、画面上では暗くなる。



同様に、田植え後、しばらくは電波の戻りが弱く、画面上では薄暗くなる。



やがて稻の生育とともに電波の戻りが強くなり、画面上では明るくなる。

» 中山間地域の現地調査を効率化できる

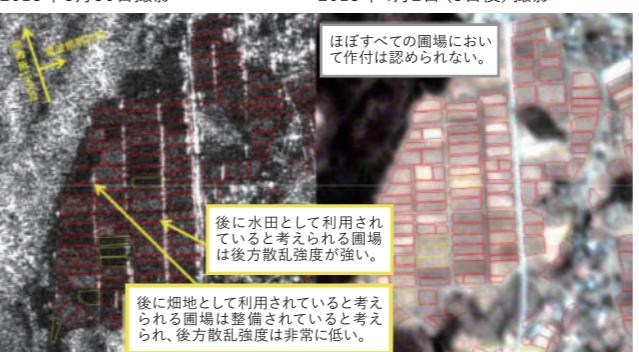
農業の生産条件が不利な地域における農業生産活動を継続するため、国及び地方自治体が支援を行う制度として「中山間地域等直接支払制度」があります。制度を運用している各市町村職員による現地確認作業を、ALOS-2などの衛星データを活用し効率化することが期待されています。

農林水産省大臣官房政策課食料安全保障室及び農村振興局農村政策部地域振興課は、2019年度に、中山間地域における農用地の利用状況把握の検証実験を、ALOS-2及び超小型衛星群Planet Scopeを用いて、北海道別海町(土地利用:牧草)、山梨県北杜(土地

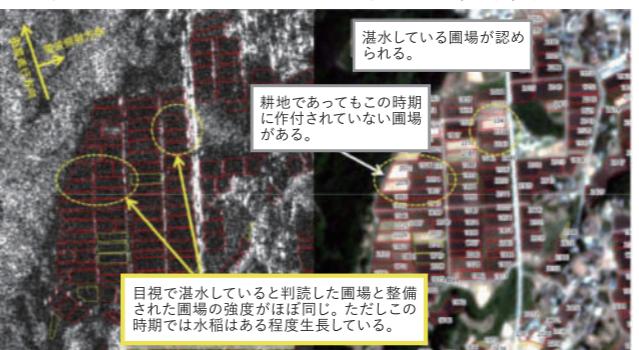
2018年3月30日撮影



2018年4月2日(3日後)撮影



2018年5月30日撮影



2018年5月28日(3日後)撮影



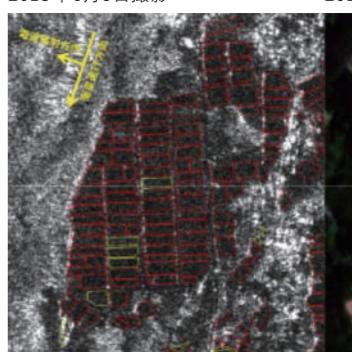
赤枠: 耕作 青枠: 維持管理

耕作している圃場と整備された圃場の強度がほぼ同じ。ただしこの時期では水稻はある程度生長している。

利用:水稻)で行いました。

さらに、2020年度に、ALOS-2及びSentinel-1を用いて、山梨県北杜市及び熊本県天草市(土地利用:畑)においても検証実験を行い、現地確認作業の効率化手法を確立し、「中山間地域等直接支払制度における衛星画像を用いた現地調査実施マニュアル」として取りまとめ・公表しました。このマニュアルを参考にして、地域のニーズに合ったさらなる実証を行う自治体も出ており、多くの市町村で活用が期待されています。

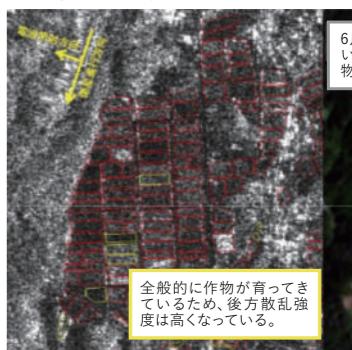
2018年6月5日撮影



2018年6月4日(1日前)撮影



2018年8月14日撮影



提供:農林水産省

北杜市の農用地における、衛星データを利用した水稻作の抽出の検討。ALOS-2のデータは、2018年3月30日、5月30日、6月5日及び8月14日のオルソ補正されたレベル2.1(GeoTIFF形式)を利用した。ALOS-2画像との比較のため、ほぼ同時期に撮影されたPlanetScopeの光学衛星画像を各図右側に併記。

マイクロ波の後方散乱強度から耕作または維持管理されている農用地を抽出し、航空写真も活用した目視確認と比較した結果、圃場が小さい場合や田畠が複雑に混在する場合などの誤差要因は想定できるものの、一定の確度で維持管理されている農用地を推定することができました。

現地調査対象を確度が曖昧な農用地のみとすることで、調査の効率化が期待されます。

また、その精度は今後打上げられるALOS-3(空間解像度3.2mマルチスペクトルセンサ搭載)や、観測頻度が20日に一度となるALOS-4によってさらに高まります。

SOLUTION PROPOSAL ソリューション提案	<ul style="list-style-type: none"> □ 農業統計の精度向上に貢献 □ 事業展開の基礎資料として使用 □ 行政の現地確認の効率化
--------------------------------	---

SOLUTION 森林

LバンドSARの利点を活かし、国内外の森林を監視する

持続可能な社会の実現のため、衛星を活用した国内・海外の森林管理が進んでいます。

広大な土地の管理や人力では確認しづらい山岳部の管理にも、

SAR衛星なら天候や昼夜を問わず、監視ができます。

ブラジルを始めとした世界的な森林監視をJAXAとともに担うJICA、SARを用いた

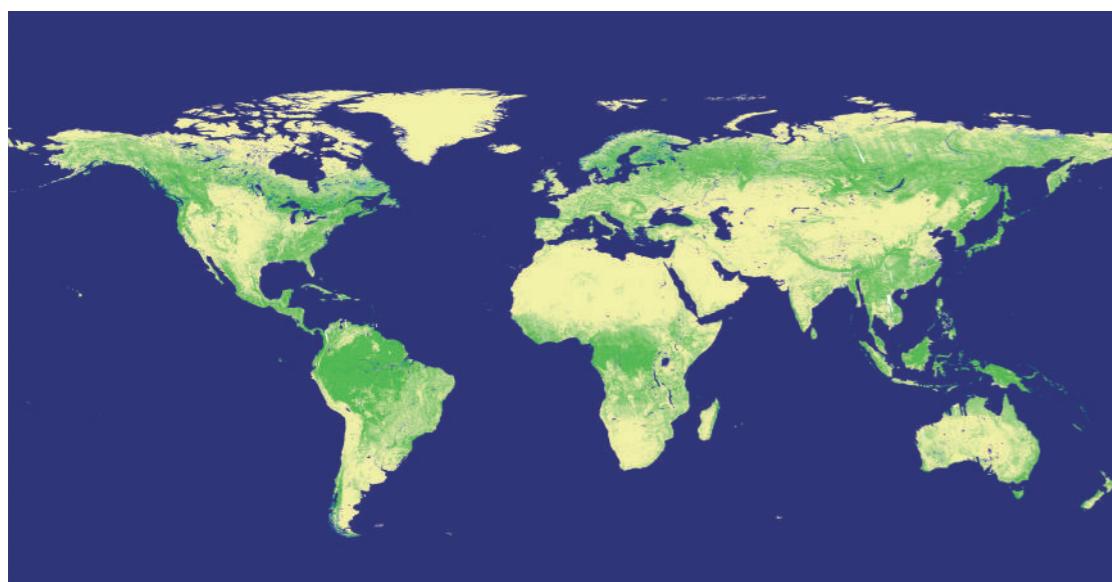
国内の森林管理をリードする茨城県の取り組みと合わせてご紹介します。

» 伐採、炭素蓄積量を衛星から把握できる

ALOS-4にも搭載されるLバンドSARは、雲の影響を受けにくい上、植生を透過する特性があります。そのため、雲に覆われることの多い熱帯雨林の観測に有効です。日本はこれまで、LバンドSARによる継続的な森林観測を行ってきました。1992年に打上げられたJERS-1(ふよう1号)から2011年に運用を終了したALOS、2014年に打上げられたALOS-2、そしてこれから打上げられるALOS-4により、30年以上にわたる観測データを基に時系列での解析が可

能です。

LバンドSARのHV偏波(30ページ)を用いれば、樹木の有無が判別できるため、森林分布やその変化の情報まで把握できます。さらに、HV偏波は森林の量的な情報を含むため、森林に蓄積された炭素量を推定できます。そのため、世界中の森林伐採の監視や地球温暖化を防ぐための国や国際機関などによる政策決定にALOS-4が活用されることも期待されます。



森林
非森林
水



©JAXA,ALOS-2 data analyzed by JAXA

(上) 全世界森林マップ
(ALOS-2/PALSAR-2により2020年観測)
(下) アマゾンの森林伐採
(左: オルソモザイク画像、右: 森林・非森林画像)
(ALOS-2/PALSAR-2により2020年観測)

» 世界中が注目する、森林監視システム「JJ-FAST」の未来

日本はこれまで30年にも及ぶ期間、LバンドSAR衛星を用いて継続的に森林観測を実施してきました。

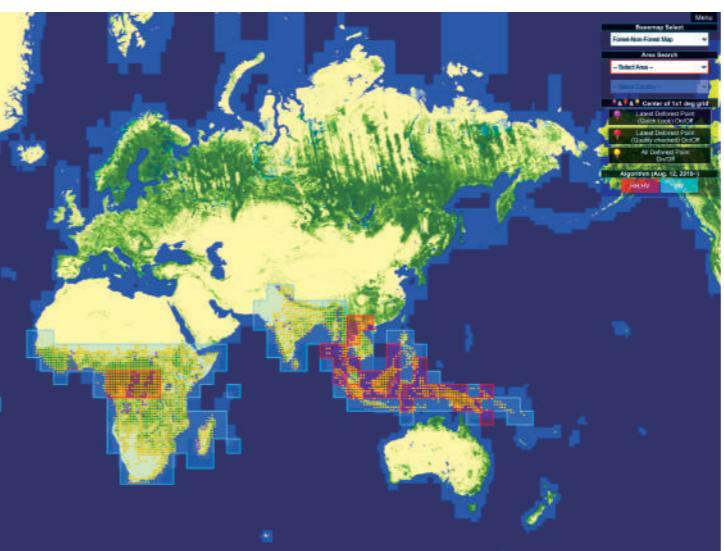
これまでの長期間に得てきたデータは、各国や国際機関の政策にも活かされており、顕著な例ではブラジルの森林伐採を監視するプロジェクトにおいては2010年から2011年の1年で1000カ所の森林減少と150カ所の違法伐採を発見することになりました。

そのような実績から2016年、ALOS-2データを用いた新しい森林監視システムが、国際協力機構(JICA)とJAXAによって立ち上げされました。それが、森林監視システム「JJ-FAST」(JICA-JAXA Forest Early Warning System in the Tropics / JICA-JAXA 热帶林早期警戒システム)です。世界の熱帯林のほぼ全域にあたる78か国・地域の森林を1.5ヶ月ごとに観測し、世界のどこからでも自由にアクセスできるようにしたシステムです。

JJ-FASTのサイトでは、世界の熱帯林における2016年4月から現在に至る森林減少の様子を世界地図上で確認できます。森林減少地をクリックして拡大すると、その場所の地域名や面積、位置など知ることができ、さらには現地からの詳しいフィードバックも書き込めるようになっています。伐採検出域を示すGISデータもダウンロードできます。

SARでは、樹木が多いところは明るく、少ないところは暗く映し出されます。その性質を利用し、明るかったところが暗くなれば森林伐採が行われたと推測することを基本的な原理にしています。

ALOS-4では、現在と同等の頻度で分解能10mの観測ができるようになるため、これまでの5倍の解像度で観測することができ、より小面積の伐採地も判別できるようになります。森林監視が喫緊の問題である各国や地域にとって大きな力になることが期待されています。



JJ-FASTは2016年11月に行われた気候変動枠組条約第22回締約国会議(COP22)の際、世界に公開された。

SOLUTION PROPOSAL ソリューション提案

□ 森林管理への活用

生育状況を定期的にモニタリングし、植林、間伐と伐採の計画を作成する。

□ 気候変動対策への活用

地球温暖化を防ぐための国や国際機関などによる政策決定に活かす。

JJ-FAST

home map system initiative topics support

Watching on Deforestation

Map
See the Forest Cover Change Map and download the deforested area data.

System
See the JJ-FAST features and system details.

Initiative
The Forest Governance Initiative calls for a global partnership to use satellite technology to fight against tropical deforestation and climate change.

Topics
See event reports and related information on JJ-FAST and Forest Governance Initiative.

Map Updates

- Feb.04 Cycle 198 observation plan.
- Jan.21 Cycle 197 observation plan.
- Dec.24 Cycle 199 observation plan.
- Dec.10 Cycle 194 observation plan.

see more "Map updates".

What's new

- Jan.24 Timor-Leste added as a new target country.
- Sep. 24 JJ-FAST has started to provide API services.
- Aug. 17 Algorithm research paper was published.

see more "What's new".

jica Japan International Cooperation Agency

JAXA Japan Aerospace Exploration Agency

Forest Governance Initiative

GLOBAL FOREST WATCH Global Forest Watch, World Resource Institute

International Tropical Timber Organization

SEPAL

JJ-FASTの使用画面。発展途上国などで通信速度が十分に確保できていない地域でも閲覧できるように、できるだけデータ量を軽くする工夫を行っている。

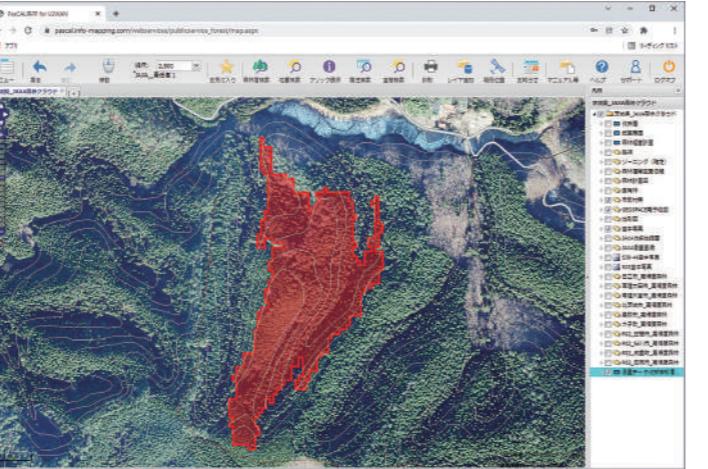
森林管理の最前線・ 茨城県が行っている 「森林クラウド」での SAR活用検討の状況

国土面積の67%が森林である世界有数の森林国・日本。国土の保全、水源のかん養、地球温暖化の防止など様々な機能を有しており、それらの機能を持続的に発揮させていくために、適切な整備・保全が望まれています。なかでも近年、各都道府県で導入されている「森林クラウド」において、いち早くALOS-2のSAR画像を活用した、最新の森林管理の検討を行っている

茨城県のご担当者にお話を伺いました。

茨城県農林水産部林政課
計画グループ係長

松浦 和司氏



森林クラウド画面のイメージ



現地調査の現場と、伐採地空撮写真
©森林総合研究所

—茨城県農林水産部林政課の中で、松浦さんの日々の業務やお取り組みについて教えてください。

森林法に基づく地域森林計画の作成や、森林法に規定されている森林伐採に関する市町村への届出の指導や、開発をする場合の林地開発許可への対応、指導などを行っています。平成30年度からは、「森林クラウド」システムの運用を始め、地域森林計画などのデータを登録し、県と市町村、林業事業体等と同じデータを共有することなどにより、業務の効率化を図っています。JAXAから提供してもらっているSAR画像による伐採検知情報も「森林クラウド」に掲載し、市町村で試行的に活用していただきご意見をいただきたい状況です。

—茨城県の森林管理の現在の状況は、いかがですか？

県内の市町村で年間1500件ほどの伐採届がありますが、多くの市町村では農林部局所属の1人か2人が農業と林業を兼任し、届出の対応を行っている状況のため、現地の確認や指導までは行き届かない状況があります。また、届出以上に伐採してしまった、あるいは、制度を知らないで伐採してしまうという場合もあります。こうした現状への打開策の一つとして、JAXAに協力をいただいて、伐採検知の検討を進めながら、ユーザーのアンケートも集めて、「森林クラウド」をより良いものにしていきたいと考えているところです。

また、林野庁が昨年度から始めた伐採状況の随時把握プログラム「FAMOST」の活用も検討しています。

本県では稀ですが、全国的には違法な伐採や盗伐的なものもあると耳にしますし、衛星による定期的な観測で監視機能が実用されれば抑止力も働き、森林法に沿った適正な伐採につながると思います。

*林野庁が推進する、都道府県、市町村、森林組合等で管理していた森林情報を、クラウド上で一元的に管理するシステム。

—今後、ALOS-4に対して期待することはございますか？

ALOS-2のSARによる天候に左右されない衛星画像はいまは3、4か月に一度の観測となっていたが、今後、ALOS-4により観測幅も4倍になることで年20回程度の観測が可能になるともお聞きしています。

観測の間隔が短くなり、定期的に伐採検知の情報が得られれば、実用性も上がると思います。伐採検知の情報がタイムリーに入れば、届出の確認もしやすくなりますし、無届であれば指導にも当たれる、あるいは危険な箇所が見つかれば防災面にも役立ちます。

さらに、画像もいまは6mの分解能ですが、3mのものを利用できるようになり伐採地の形状がより精度よく把握出来ます。実際の伐採エリアと検知した場所との形状の差異が小さくなることを期待しています。

市町村	検知数	提供数	調査数	合致数	合致率	ユーザー精度
大子町	46	37	20	20	100%	80%
常陸太田市	18	14	11	10	91%	71%
水戸市	29	29	22	19	86%	86%
笠間市	22	22	22	21	95%	95%
計	115	102	75	70	93%	83%

茨城県では2019年度に、ALOS-2の検知データを現地調査する実証試験を、茨城県内4市町（大子町、常陸太田市、水戸市、笠間市）で行った。現地調査を実施した75か所のうち93%で伐採を確認。目視判読で除外した誤検知を考慮するとユーザー精度は83%、無届の伐採地も21か所（30%）見つかった。各自治体からは、「奥地の森林調査に有効であった」「伐採者への指導のために四半期に一度は情報が必要」「伐採検知結果の面積も知りたい」とのコメントが寄せられた。

LバンドSARの歴史と、 ALOS-4の進化で、 世界中の森林違法 伐採の課題を さらに解決できる

2016年に独立行政法人国際協力機構(JICA)とJAXAによって立ち上げられた森林監視システム「JJ-FAST(JICA-JAXA Forest Early Warning System in the Tropics/JICA-JAXA 热帯林早期警戒システム)」。ALOS-4によって森林監視がどう進化するか、最前線で活躍するご担当者にお話を伺いました。



独立行政法人 国際協力機構
地球環境部 森林・自然環境グループ
自然環境第二チーム 課長

池上 宇啓氏

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部 森林・自然環境グループ
自然環境第二チーム 特別嘱託

小此木 宏明氏

できれば、次にどこが伐採される可能性があるとの予測が可能です。また、現地調査において、ヘリコプター、ドローンなどでも状況を把握しています。さらに貧困や企業の開発計画等も森林伐採に影響を与えますので、社会経済の状況の統計データをも掛け合わせた複合利用を今後のプロジェクトで進めていきたいと考えています。



ドローンにて撮影した森林伐採の状況

提供: JICA

—ALOS-4に期待する点を伺いたいです。

私たちが担当する森林自然環境分野で言えばやはり森林減少の早期警戒・把握ですが、農業分野における灌漑地や泥炭地のモニタリング、地盤沈下による道路の崩壊などインフラの監視を含め、他の分野でも様々な目的での利活用が期待できると思います。

また、広い観測幅で撮影しても高い解像度の画像が手に入る点に期待しています。JJ-FASTが現在使っている広域観測(ScanSAR)モードは、分解能50mです。それがALOS-4になると、ほぼ同じ観測幅を分解能10mの高分解能(Stripmap)モードで撮影できます。分解能が10mになればより小さな変化もとらえられますので、伐採規模が比較的小さな東南アジアやアフリカでの活用も可能となります。

SOLUTION 海洋

ALOS-4であれば、天候に左右されず、広大な海洋を観測できる

海洋国家である日本にとって、海上の安全を確保することは極めて重要な課題です。船舶の安全航行、違法操業や不審船の発見、海洋事故への対策だけでなく、海上風の観測から台風の風速を測る取り組みも始まっています。海洋におけるSARデータの活用法や可能性を、インタビューを交えてご紹介します。

» 海氷を監視し、船舶の安全運航を支援

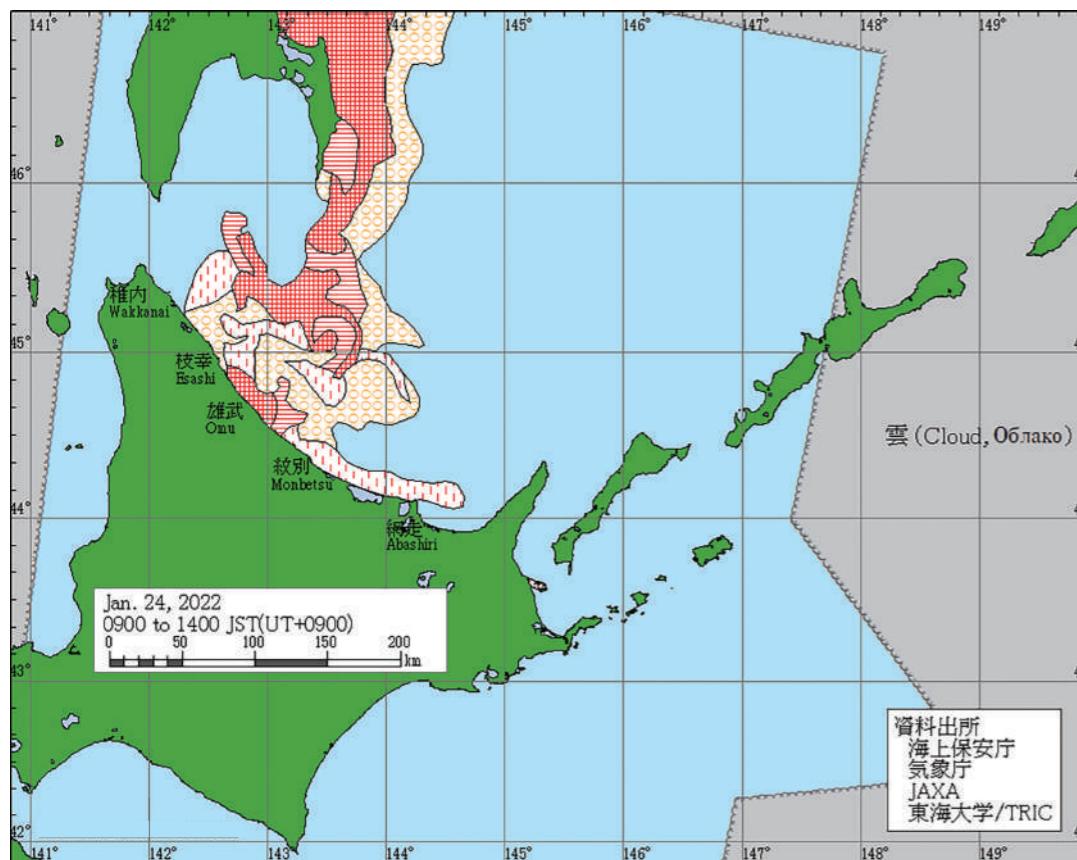
オホーツク海は漁業資源の宝庫であるとともに、日本海域で唯一海氷が存在し、北極海航路の通り道として知られています。海上保安庁第一管区海上保安本部海水情報センターは、複数の機関からの情報をもとに冬期の海氷情報を毎日配信しています。

JAXAもALOS-2データの提供を行っています。特に冬期のオホーツク海は荒天の日が多く毎日のように雲に覆われているため、雲の影響を受けないSAR画像は貴重な情報源となります。

ALOS-4では観測幅が広がることで、観測頻度がさらに向上します。そのため、現状以上に船舶の安全航行に役立つことができます。



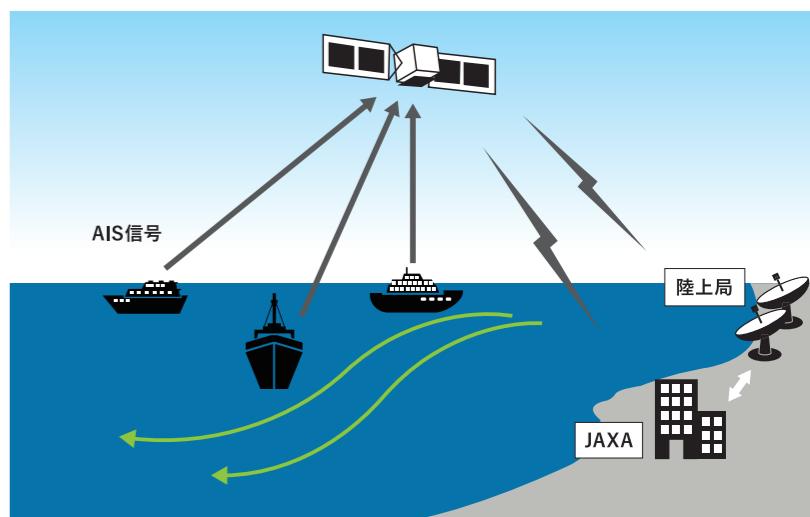
ALOS-2/PALSAR-2により
2022年1月24日に撮影された
オホーツク海の海氷画像



» 安全な船舶の航行を導くAIS(船舶自動識別装置)

AIS(船舶自動識別装置)とは、300t以上の大型船舶に搭載が義務付けられている船舶自動識別装置のことです。船舶の番号、種類、位置、針路、速力、航行状態及びその他の安全に関する情報を自動的にVHF帯電波で送受信するシステムです。

ALOS-4ではAIS信号を受信するSPAISE3を搭載し、軌道上からのAIS受信性能評価や解析技術の研究を進めています。



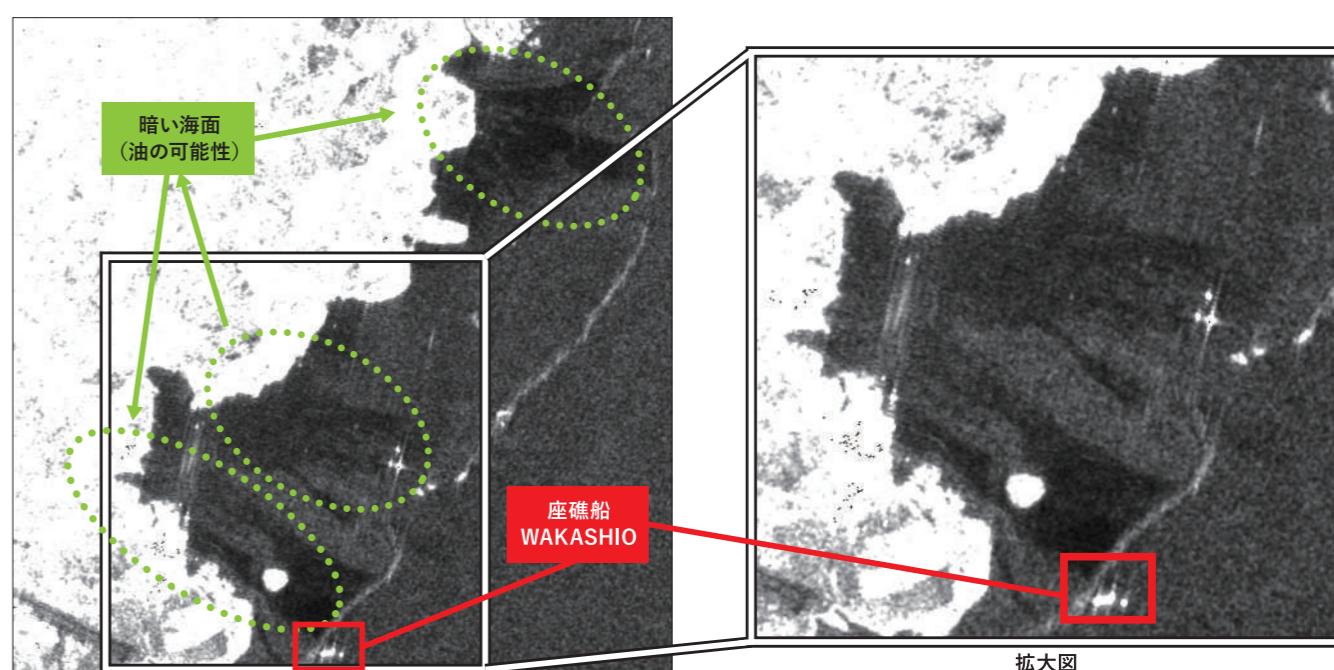
衛星で取得したAISのデータが、船舶事業者や海上安全の関係機関を支援するデータとなることが期待される。

» 2020年モーリシャス沿岸における油流出事故(海洋汚染)への観測協力

2020年、モーリシャス共和国沿岸で座礁した貨物船「WAKASHIO」による油流出事故が発生しました(日本時間7月26日に座礁、8月6日に燃料油が流出)。それに対して、日本の国際緊急援助隊・専門家チームが派遣され、油防除作業、環境分野の支援活動等が行われました。JAXAはALOS-2で緊急観測を実施し、国際緊急援助隊・専門家チームに参加している海上保安庁へ観測画像提供及び技術支援を行いました。

また、「国際災害チャータ」に対しても、要請に基づいてALOS-2の観

測画像を提供しました。「国際災害チャータ」とは、1999年に発足した、大規模災害が発生した際に宇宙関係機関の衛星画像をユーザに提供する国際協力の枠組みです。JAXAを含む17の宇宙関係機関が参加しており、参加機関の間でボランタリーな国際協力が行われています。本災害で国際災害チャータに提供したALOS-2の画像は、国連訓練調査研究所(UNITAR: United Nations Institute for Training and Research)をはじめとする複数の機関による解析により、油流出の推定地図情報が提供されました。



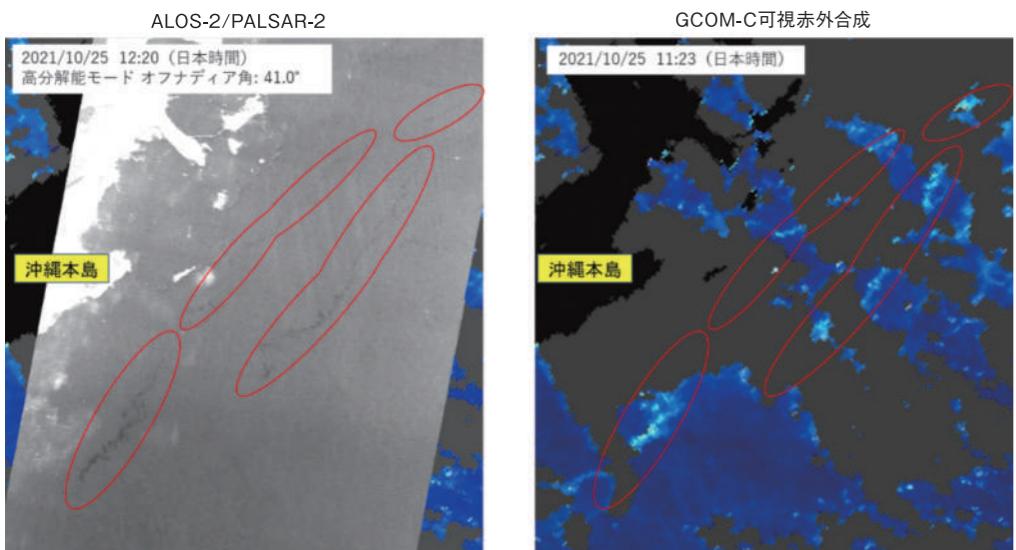
2020年8月10日 11:35(現地時間) 広域観測モード(分解能100m)で観測。油のあるところは周りに比べて波が立ちにくく、SAR衛星で観測すると電波の反射が弱く見える(暗い海面となる)。上記のような事故ではオイルスリックが一時的に発生するが、海底油田から油が滲み出てくる場合は常時見られ、資源探査に活かされることが期待される。

» 沖縄本島に接近・漂着した軽石の衛星観測

2021年8月13日に小笠原沖にある海底火山、福德岡ノ場が噴火し大量の軽石が発生。10月23日頃から軽石が沖縄県に漂着し、船舶の航行や漁業、観光等に被害が出ました。JAXAは、光学衛星の気候変動観測衛星「しきさい」(GCOM-C)とALOS-2の二つの衛星を活用して海上の軽石の分布を把握し、関係機関に情報提供しました。



2021年10月15日10:34 (日本時間) のGCOM-C/SGLIによる観測画像



2021年10月25日の沖縄本島付近のALOS-2/PALSAR-2(左)とGCOM-C可視赤外合成画像(右)。GCOM-C画像で、灰色の部分は雲がかかっている場所を示す。赤い枠が漂流している軽石の位置を示す。可視赤外画像で明るく帯状に見えている場所が、SARでは暗く見えていることが分かる。SARで海面を観測すると、軽石が海面に浮かんでいる場所は、軽石がない海面よりも波が小さくなるため、周辺よりも暗く見える。

SOLUTION PROPOSAL ソリューション提案

□ 船舶の安全の確保

漁業関係者や海運会社などが、航海中の船の安全を確認する。



日本が誇るLバンド SARが可能にする 台風の風観測の未来

近年相次ぐ台風による暴風被害。
それに対応するべく、2019年から台風の
風観測をSARによって行う取り組みをJAXAと
気象研究所(気象研)が行っています。
LバンドSARを搭載するALOS-2だからできる
風観測と、ALOS-4への期待について、
気象研の主任研究官・嶋田さんにお話を伺いました。

気象庁気象研究所
台風・災害気象研究部
第一研究室 主任研究官
嶋田宇大氏

—嶋田さんが研究している内容や、お取り組みについて教えてください。

世界には風観測をする衛星プロダクトがいくつかありますが、高風速域では観測不可だったり、低解像度だったりして、リモートセンシングで台風の風を観測する手段に限界がありました。しかし、2018年の台風第21号、2019年の台風第15号などによる甚大な風被害もあり、風をきちんと観測・監視して予測することの問題意識を強くしていた折に、台風状況下でも海面の後方散乱が観測でき、高水平分解能で海上風速のリトリーバル(推定)が可能なALOS-2の存在を聞きつけて、JAXAと連絡をとりました。そして、2019年9月中旬には、「JAXA/EORCのALOS系利用研究チーム」と気象研の共同研究が立ち上がり、今に至ります。

—JAXAとはどのような共同研究を行っているのですか?

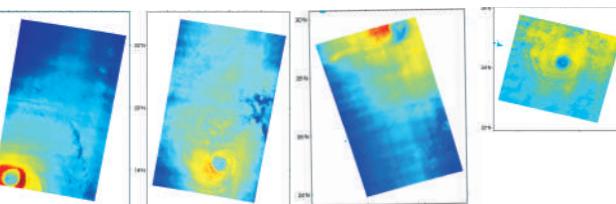
共同研究では台風の高精度で面的な風観測の実現に向けて、JAXAが風の強さと海面散乱との一対一対応させるモデルの試作とプロダクト開発を行い、気象研では米国の航空機観測に関する情報収集、プロダクトの精度検証、既存プロダクトとの比較、将来的な現業利用へつなげる下準備を行っています。

—ALOS-2の特徴、もしくは従来の衛星プロダクトとの比較について教えてください。

原理的な話になりますが、ALOS-2では水平偏波で出した電波で垂直偏波が受信・観測できる「クロス偏波観測」が可能です。これは他の衛星にはない強みです。

クロス偏波は風速50~60mでも観測ができますし、さらにALOS-2の画像は高解像度ですから台風の風観測には最適です。また

ヨーロッパのSentinel-1やカナダのRADARSATはCバンドですが、ALOSはLバンドです(8ページ)。Cバンドは雨が降ると電波が弱まってしまうという降雨減衰があるため、豪雨を伴う台風の観測では精度が落ちる、ALOS-2だとその影響も少ないと考えられます。



ALOS-2による海上風観測。開発したモデル関数を適用し、海上風を算出。風速だけではなく風向のリトリーバルも開発中。

提供: JAXA/気象研究所共同研究成果

—今後、ALOS-4に期待することはございますか?

私たちは、ALOS-4がもつ観測幅700kmの広域観測モードを使う予定でいます。現在、観測実施の時刻と位置は、台風の進路予報を3日ほど前に決めていますが、実施時には進路がずれる場合もあります。しかし、700kmの広域観測ができるれば進路が多少ずれたとしても確実に台風が観測域内に入りますので観測が可能です。ALOS-4の700kmの観測幅の拡大と維持するLバンドの特徴は、とても魅力的ですね。

そして、ALOS-4による台風観測が、将来12時間ごとに行われるようになれば、衛星の雲画像から最大風速を推定していた時代から、衛星海上風観測から台風の勢力を計測するだけでなく、詳細な暴風分布も得られる時代へと大きく変わるはずです。そんな未来を目指してがんばっていきたいと思います。

まずはこれだけ知つておきたい。 画像解析手法

SARの原理と代表的な解析手法について、基本となる知識を簡単に解説いたします。

各解析手法の利用例にも触れるので、皆様の衛星活用の参考にしてみてください。

» 偏波

ALOS-4のSARが送信する電波には、地面に水平に振動するか(H)、垂直に振動するか(V)の2種類があります。これを偏波と言います。また、対象物に反射して返ってくる受信波も同様に2種類あるため、送信・受信の組み合わせで考えると、HH、HV、VH、VVの4種類(4偏波)があることになります。

各偏波は異なる特性や情報を持っています。例えば、

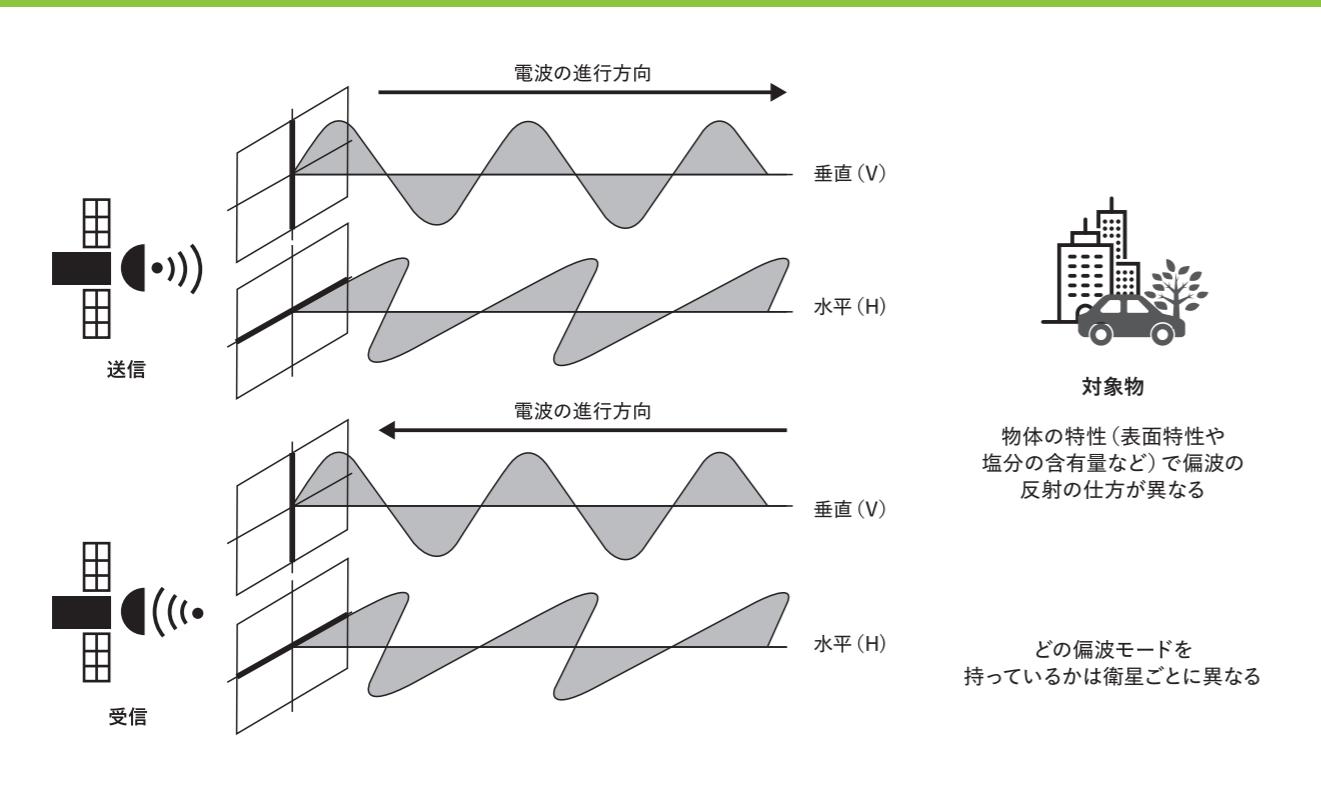
①HHは森林に覆われているような場所でも電波が地面まで届きやすくなります。

森林を突き抜け、地面の反射を見たいときに有用です。その性質を利用すると、地震や地盤沈下などに伴う地面の動きも捉えることができます。

②HVは木々からの散乱が大きく、森林を観測したときにその場所が木々に覆われているのか、裸地なのかを判別しやすくなります。

SARの強みは、各偏波から得られた特性の異なる画像をさまざまな手法で合成させることによって、多様な解析ができるのです。ただし、常に4偏波すべての画像が得られるわけではありません。取得できる偏波の数は観測モードによって異なります。ALOS-2では、スポットライトモードは1偏波のみしか選択できませんでしたが、ALOS-4では、すべての観測モードで2偏波の観測ができます。4偏波は、高分解能モードの観測幅100kmのみ選択できます。

このように、ALOS-4は、複数の偏波を観測できるようになるため、解析の幅が広がっています。では、具体的にどのような解析ができるのか、代表的な解析手法をご紹介します。



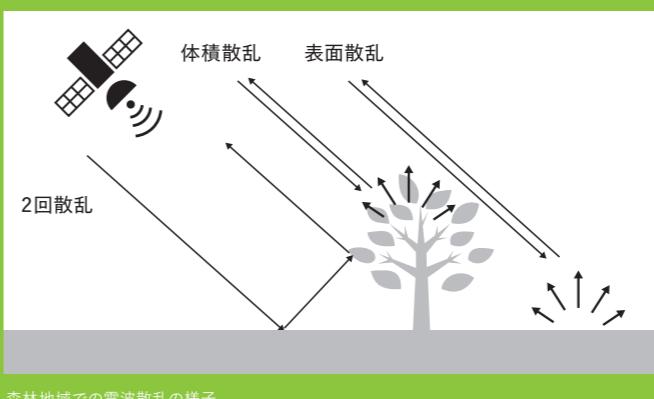
SARセンサの偏波イメージ

» PoSAR(ポラリメトリ成分分解)

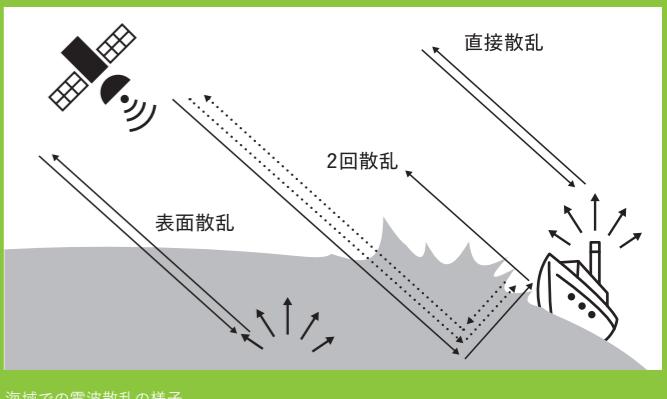
「HH、HV、VH、VV」の4つすべての偏波から得たデータを合成してさまざまな方法で再分解することで、単偏波では分からず情報を引き出す解析手法です。4つの偏波を解析すると、電波が対象物に1回だけ散乱したのか(1回散乱)、2回散乱したのか(2回散乱)、

それとももっと複数回散乱したのか(体積散乱)などの成分に分けることができます。戻ってきた電波の中に、どのような反射をしたもののがどのくらいの割合を占めているかを調べることで、観測対象の状態を探ることができます。

利用例：森林の密度、海上風や海氷の情報を得る



森林地域での電波散乱の様子



海域での電波散乱の様子

» 干渉SAR

SARは、対象物の散乱強度だけでなく、位相も計測できます。2回の観測の間で位相を比べることで、地面の高さや変位を計測することができます。

利用例：地殻変動、火山噴火予知、地盤沈下を見る

D-InSAR(差分干渉 SAR)

干渉SARによって得られる位相差から、2回の観測間に生じた地面の変位を求める手法です。ALOSやALOS-2の観測でも多く使われています。一般に、同じ衛星位置・方向・観測モードで取得された2回の観測画像が必要となります。

» 時系列干渉SAR

時系列の多数のSAR観測データを用いてD-InSARを行い、誤差を低減して微小な変動トレンドを計測する手法です。一般に、時系列のデータ数が多いほど、変位の検出精度は高まります。ALOS-4により観測頻度が向上するため、活用が期待されます。

利用例：地盤沈下、火山活動、地すべり、建物の老朽化など、年間数ミリレベルの動きを見る

PS-InSAR(永久散乱体を用いた干渉SAR)

衛星画像の中には変動せずに常に明るいままの点(PS点)というものがあります。大きな人工構造物などがPS点になりやすく、そうした点だけを選んで干渉させる手法です。安定して明るい点だけを選ぶのは、暗い点に比べて信頼性が高いからです。これらの点だけを軸に見ていくと、広い範囲における微細な地殻の変動などを捉えやすくなります。

SBAS-InSAR(短基線長解析による干渉SAR)

InSAR時系列解析と呼ばれる手法の一つで、InSARの拡張版ともいえます。InSARでは、同じ場所で取った日時の異なる2回のデータを比べますが、SBAS-InSARでは、同じ場所で多数回取ったデータを、一度に処理して比べます。地盤がゆっくりと沈下している場合は、2時期のデータだけでは正確な動きは分かりません。しかし時系列を追って多数のデータを比べると微小な動きも捉えることができます。

画像解析ソフトと解析手順

衛星画像を表示・解析するためのソフトウェアには様々ありますが、本誌では誰でも無償でダウンロードできる「地理情報システム(QGIS)」(以下、QGIS)を利用したSAR画像の変化抽出方法をご紹介します。

» QGIS活用の手順

ALOS-4は、フェーズドアレイ方式Lバンド合成開口レーダ「PARSAR-3」を搭載しています。レーダによる観測は、光学センサとは異なり太陽光を必要としないため、昼夜・天候を問わず地上を撮像することができます。

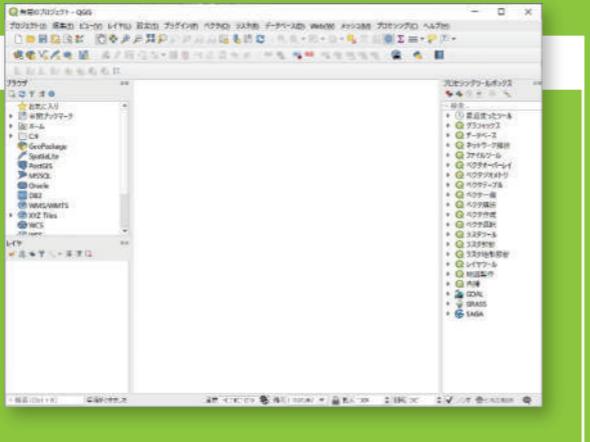
一方、モノクロのSAR画像は、光学画像のように人の目で見た地表の様子と異なるため、直感的には分かりづらいと感じる方もいると思います。ですが、2枚のSAR画像に、それぞれ色付けし重ね合わせることで、地表面の変化を読み取ることができます。

0 ソフトのダウンロード

以下URLから、ソフトをダウンロードしてください。ソフトウェアのバージョンは、3.10.8 LTR (2020.7.20版※) をご利用ください。
<http://www.qgis.org/ja/site/>
 ※複数のOS (Windows、macOS、Linux、Android) で対応可。
 また、同じ場所の撮影時期が異なるSAR画像を2枚準備してください。

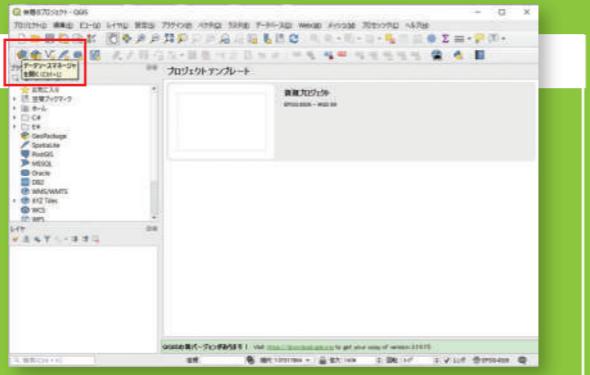
1 ソフトを起動する

ダウンロードが完了したら、デスクトップのアイコンをクリックします。QGISを起動すると、このようなウィンドウが表示されます。



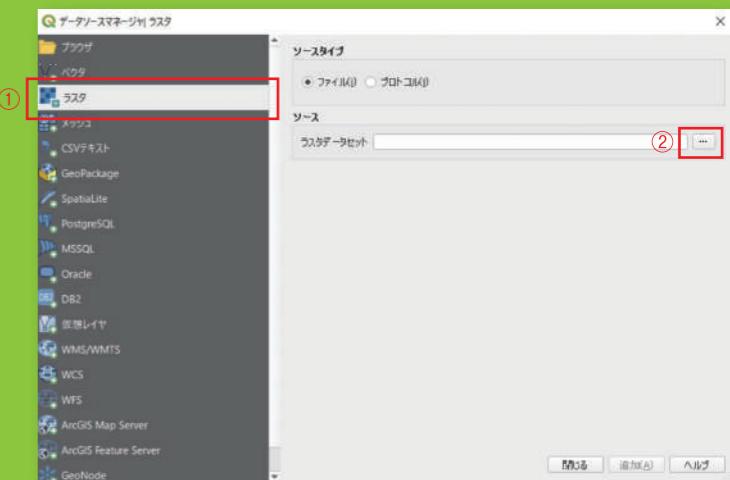
2 データソースマネージャを開く

赤枠内のアイコンをクリックし、データソースマネージャを開きます。



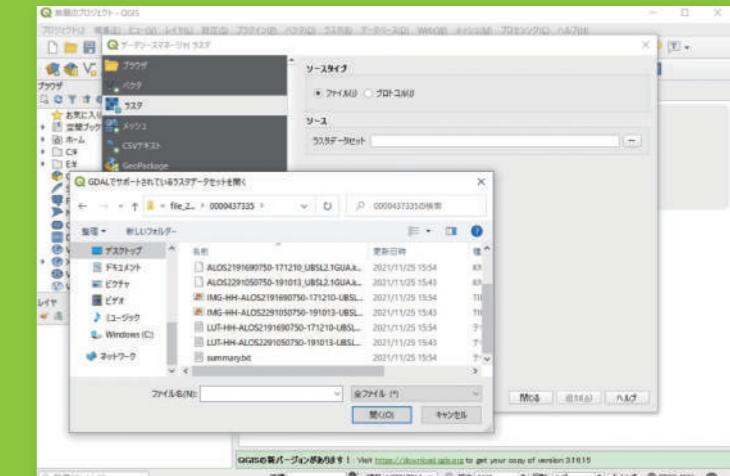
3 プロジェクトにラスタデータセットを追加する

「ラスター」を選択し、「ラスタデータセット」右側の「…」をクリックします。



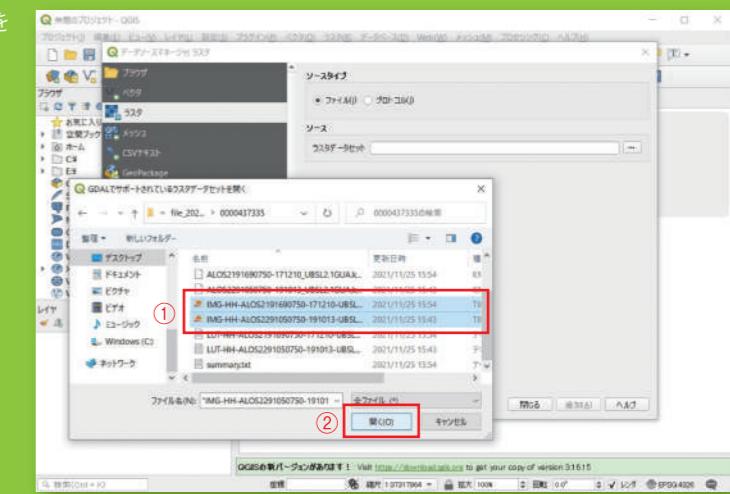
4 フォルダを指定する

2枚の画像ファイルが入っているフォルダを指定します。



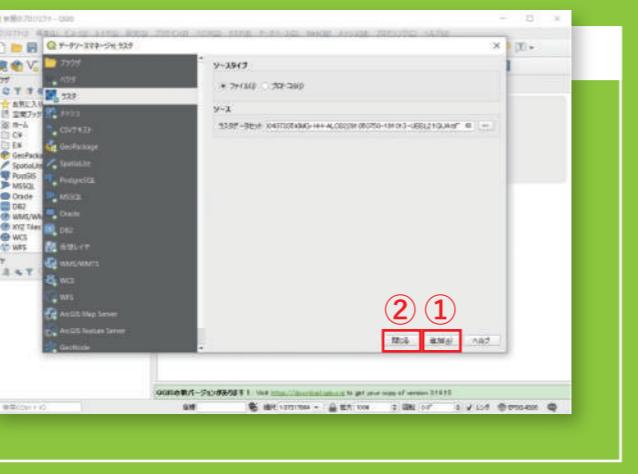
5 解析対象ファイルを選択する

2つの画像ファイル「ファイル名.tif」を選択し、「開く」をクリックします。

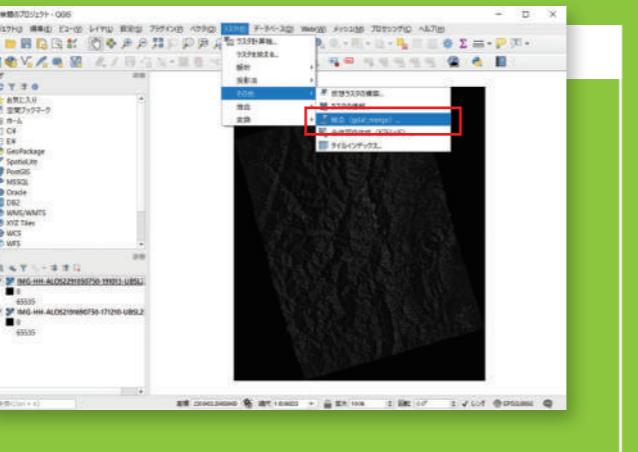


6 ①→②をクリックする

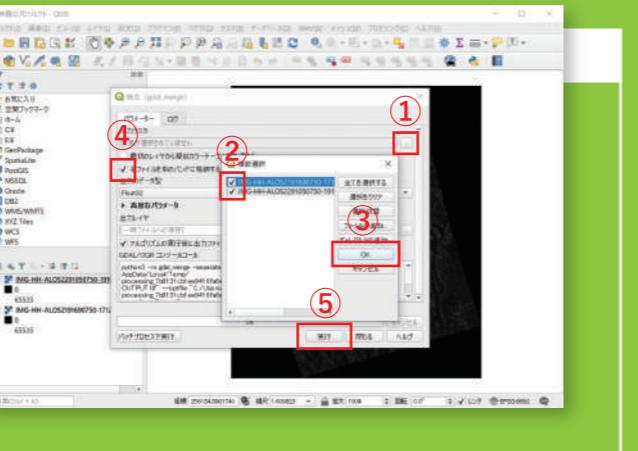
①追加、②閉じる、の順にクリックします。

**7 画像の結合を開始する**

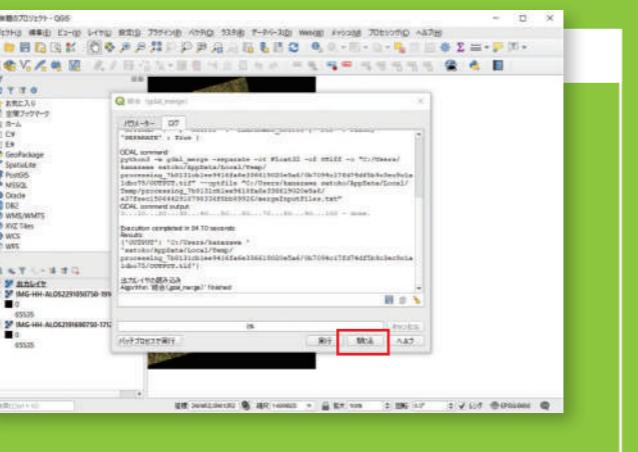
ラスタメニューから「その他」の「結合」を指定します。

**8 2枚の画像の結合の設定を行う**

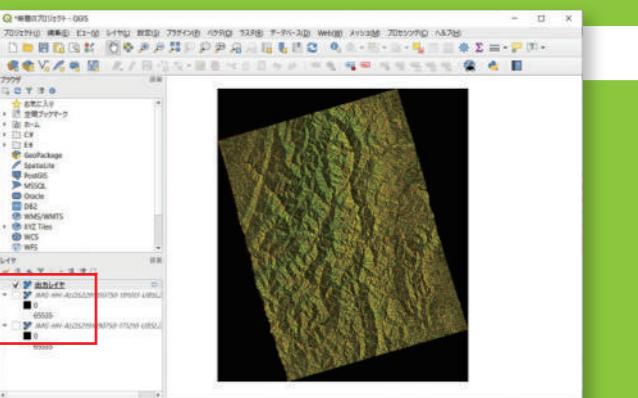
パラメーターを、①～⑤の順に選択し、実行をクリックします。

**9 結合が完了したことを確認する**

ログが表示されたら、「閉じる」をクリックします。

**10 結合した画像の出力を開始する**

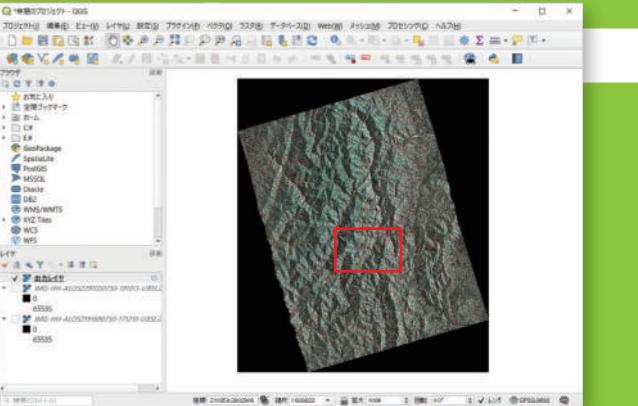
出力レイヤのチェックを外し、「出力レイヤ」をダブルクリックします。

**11 2枚の画像の色合成の設定を行う**

レイヤプロパティのシンボロジに、①バンド1、バンド2、バンド3と選択し、②適用、③OKをクリックします。

**12 変化抽出結果が表示される**

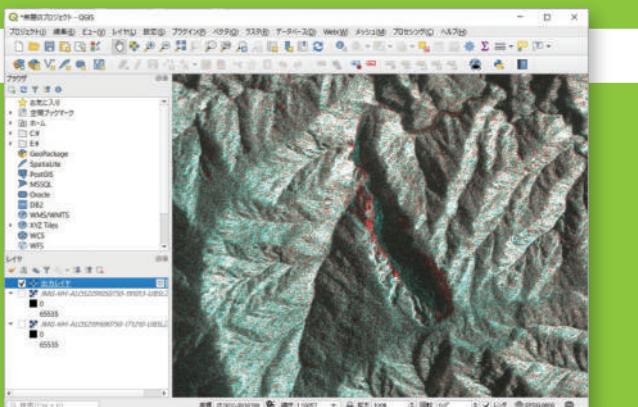
2つの異なる時期の画像が統合され、画像が表示されます。
ズームして結果を見る事ができます。

**13 変化抽出結果を確認する**

12の赤線部分をズームすると、災害前後の変化が見て取れます。
画像の赤色・水色箇所は以下を示しています。

- 赤色箇所：浸水や土砂崩落による地肌露出など、後方散乱強度が災害後に低下した箇所。
- 水色箇所：土砂崩落によって木や土砂が堆積し後方散乱強度が災害後に増加した箇所。

画像の詳しい解説は、
ALOS-4 SOLUTION BOOKの37ページをご覧ください。



SAR衛星と光学衛星の画像を複合利用した事例

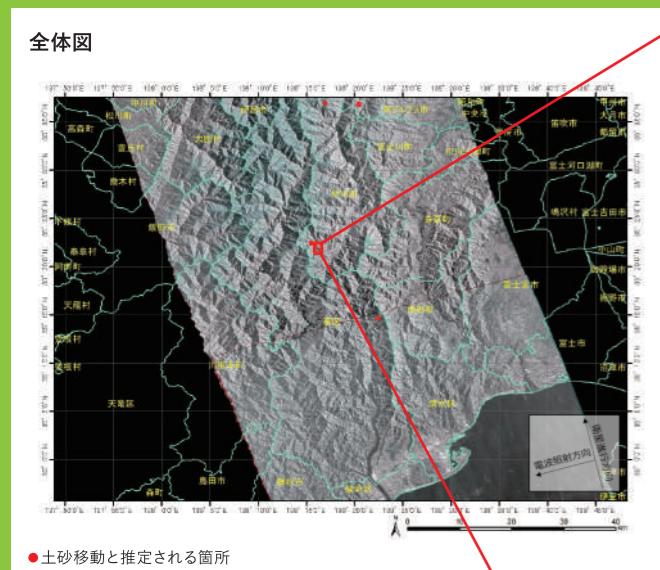
光学とSARそれぞれの衛星の特徴を活かし、組み合わせた複合利用の事例をご紹介します。
また、合わせてSAR画像をカラー合成する差分表示の仕組みについてもご説明します。

これらの手法によって、画像解析の選択肢が広がります。

» 複合利用の事例 (2019年台風19号・山梨県早川町)

2019年10月、台風19号により北陸から東北地域に大量の雨をもたらすことが予測されました。国土交通省からの要請で、JAXAは崩壊発生箇所把握及び、浸水域把握を目的としてALOS-2による計6回の緊急観測を実施し、土砂移動推定域を判読した後、国土交通省へ画像提供を行いました。

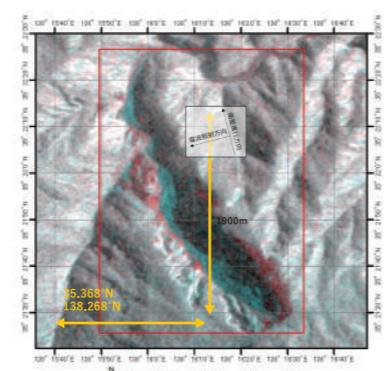
その際、災害直前の光学画像 (Sentinel-2) とALOS-2の解析結果を照らし合わせることで、今回の災害による変化であるかを確認し、SAR画像判読結果の確実性の向上を図りました。



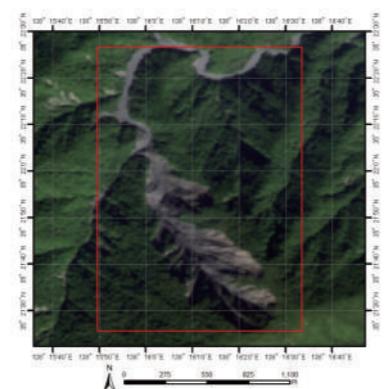
SARによる災害前後の変化箇所の抽出結果と最新の光学画像を合わせることで、災害による変化箇所のより確実な特定ができる。

山梨県早川町雨畠

ALOS-2観測画像より、2017/12/10から2019/10/13の間に色の変化が確認できました。光学画像 (2019/10/10)との比較により、既存の崩壊箇所の拡大による土砂移動の可能性があります。



ALOS-2
2017/12/10時点
→2019/10/13時点の
変化を表現した画像



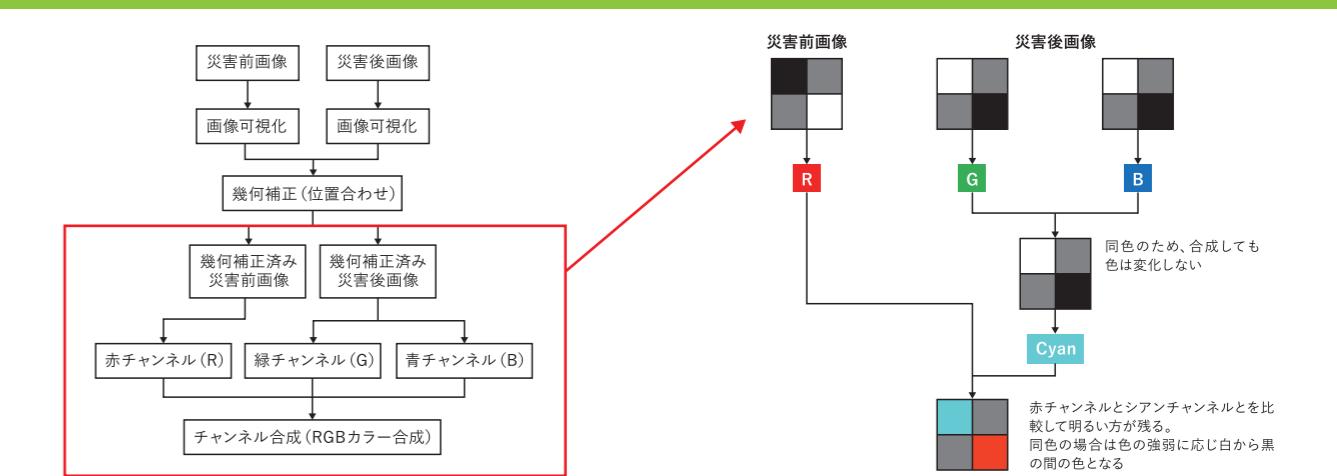
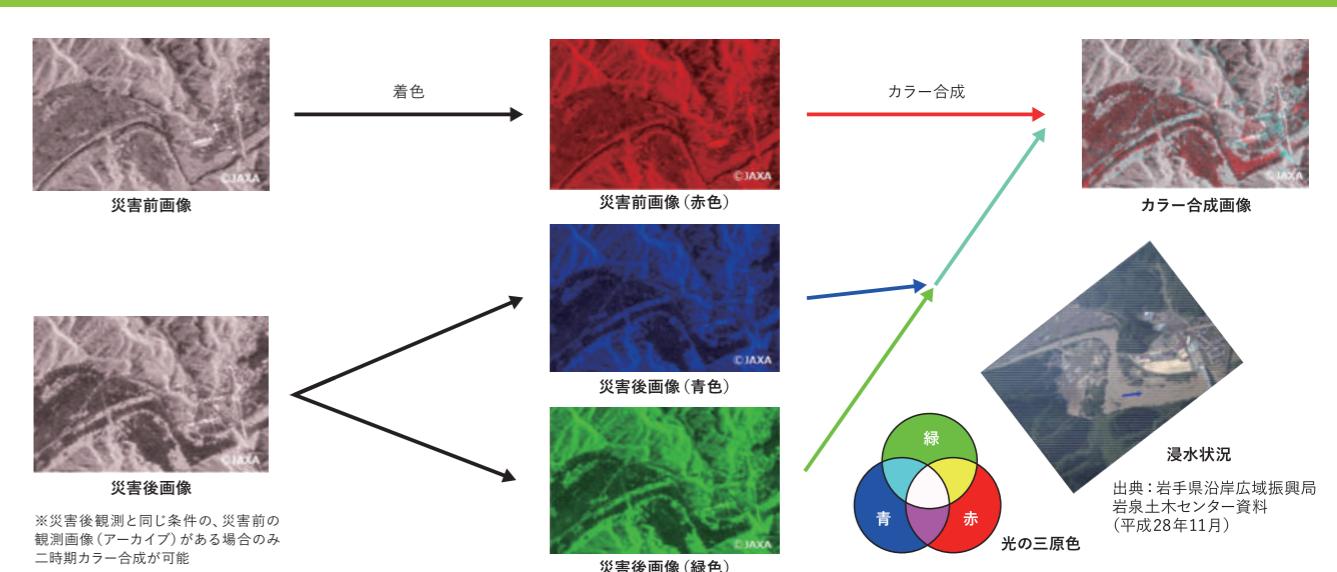
Sentinel-2
2019/10/10

©ESA

» 差分表示 (RGBカラー合成画像) の仕組み

SAR画像は、光学画像のように人の目で見た地表の様子と異なるため、直感的には分かりづらいデメリットがあります。しかし、R(赤)、G(緑)、B(青)の三原色を用いてカラー合成することで、より判読しやすい画像を作ることができます。

例えば、災害前画像をR(赤)に、災害後画像をG(緑)、B(青)に割り振って重ね合わせるとカラー合成画像が作成できます。例えばG(緑)とB(青)を掛け合わせると、光の三原色の図からも分かる通り水色(シアン)となります。図の災害前後の画像でエリア①と④は変化があり、②と③は変化がなかったとします。赤色チャンネルと水色チャンネルを比較して明るい色が残り、同系色の場合は灰色となるため、災害前後画像を重ね合わせると①は水色で、④は赤色で表示されます。つまり、後方散乱強度が災害後に低下した箇所は赤色、増加した箇所は水色で表示されることが分かります。



SAR画像による夜推定浸水域図 (2016年8月22日 12時頃観測)
赤: 浸水の可能性がある箇所



北海道開発局による夜浸水域図
福山地区
日吉地区
KP24.0左岸
KP21.4左岸
KP18.5左岸
浸水約50ha
浸水約45ha
浸水約170ha
(東面川)道管理)約120ha含む
浸水約60ha
越水箇所
支川の堤防決壊箇所
浸水範囲(最大)
※北海道開発局資料を基に作成

2016年8月北海道豪雨災害(水害)の例。変化のある箇所のみ赤や水色で表現することから、赤色箇所は災害時に浸水した可能性が高い箇所、水色箇所は撮影時にまだ水が溜まっている箇所と推測できる。なお、SAR画像による推定浸水域と、北海道開発局で把握した浸水範囲の比較では、大きな差がなかった。

FAQ

Q1. 地球観測衛星にはどんなセンサーがあるの？

地球観測衛星のセンサー（観測装置）には主に以下のものがあります。

① 光学センサー……太陽の光の反射や放射を測ります。デジタルカメラのように地表面をカラー画像で捉えることができます。

② 能動型マイクロ波センサー……センサーから発射するマイクロ波を使って、対象物が反射するマイクロ波を測ります。いわゆるレーダーです。ALOS-4はこのタイプになります。天候や昼夜を問わず地表面を捉えることができます。

③ 受動型マイクロ波センサー……対象物が放射するマイクロ波を測ります。

Q2. 衛星画像はどこから検索・入手できるの？

JAXAの衛星画像は、以下のサイトで検索・入手することができます。ALOS-4データの提供サイトについては打上げ半年後を目途にオープン予定です。

●G-Portal（地球観測衛星データ提供システム）：JAXAの衛星およびセンサーで取得された画像や情報を配布しています。

<https://gportal.jaxa.jp/>

●Earth-graphy

地球観測衛星の観測データを利用した活動について紹介しています。

<https://earth.jaxa.jp/>

●JAXAデジタルアーカイブス：JAXAが取り組んでいる様々なプロジェクトの画像、映像を検索できます。

<http://jda.jaxa.jp/>

●JAXA 防災インタフェース

主に防災関係機関向けに災害観測や解析結果を提供しています。

https://daichi-bousai.dpif.jaxa.jp/static/html/pre_top.html

※JAXAのホームページに掲載されている画像を使いたい場合は、JAXAデジタルアーカイブス窓口へ申請ください。申請は上記URLで行えます。詳しくはサイト内の「ご使用条件」をお読みください。

Q3. 衛星画像はどんな形で提供されるの？

衛星毎に決められている「シーン（観測幅に相当）」と呼ばれる画像の大きさの単位で、電子データとして提供されます。大きくわけて2種類の製品があり、シーンで提供するデジタル製品と、複数枚の画像をつなぎ合わせたり（モザイク処理）、カラー合成などを行った付加価値製品があります。

Q4. ALOS-4データはいつから使えるの？

ALOS-4の打上げ約半年後からデータを入手することができるようになります。

Q5. ALOS-4データを利用したい場合、どこに問い合わせればいいの？

まずはJAXA衛星利用運用センターにお問い合わせください。

Q6. ALOS-4の画像の処理レベルとは？

衛星で観測したデータを、それぞれの用途に適した標準的な処理を行って提供しています。この処理の違いを、「処理レベル」と定義しています。データを注文する際には、利用目的に応じて処理レベルを選択する必要があります。

レベル1.1：観測対象から散乱された電波の強度と位相の値を含み、干渉SAR解析に使用できる（レベル1.5以降では不可）。

レベル1.5：観測対象から散乱された電波の強度の値を、地表面に投影した画像。ただし地形による倒れ込みの補正是行っていない。

レベル2.1：レベル1.5画像にオルソ補正を行い、地形による倒れ込みを補正した画像。地図や他のGISデータと重ねて解析できる。

Q7. ALOS-4の画像の仕様は？

観測モード	スポットライト (ライディング方式)	高分解能					広域観測				
中心周波数[MHz]	1257.5	1257.5					1236.5 or 1257.5 or 1278.5				
帯域幅[MHz]	84	84		42	28	28	28				
分解能[m]	3x1 (Rg×Az)	3		6	10	10	25 (1 look)				
観測幅[km]	35	200	100	200	100	200	700 (4scan)				
偏波 ^{*1}	1,2	1,2	1,2,4	1,2	1,2,4	1,2	1,2,4				
選択可能な入射角範囲	8-70	30-56	8-70	30-56	8-70	29-56	8-70				
NESZ ^{*2}	< -20dB	< -20dB		< -24dB		< -28dB					
レンジS/A ^{*3}	> 15dB	> 15dB		> 15dB		> 20dB					
アジャスS/A ^{*3}	> 15dB	> 15dB		> 15dB		> 20dB					
交差偏波識別度	> 30dB										
帯域分割オプション (電離層補正モード)	N/A			28MHz + 10MHz	N/A						

*1 : 偏波基底は水平 (H) であり、1=HH or VV or HV or VH、2=HH & HV or VV & VH、4=HH & VV & HV & VH。

*2 : NESZ : Noise Equivalent Sigma Zero; 雑音等価後方散乱係数。

*3 : S/A : Signal to Ambiguity ratio ; 信号対アンビギュイティ比。

Q8. 物理量への変換はどのようにするの？

レベル1.1/1.5/2.1のプロダクトの格納値は、後方散乱係数 (SAR) が送信して地表面に入射する電波の強度に対し、地表面から後方に散乱されてSARが受信する電波の強度の割合) に変換できます。変換方法は、打上げ後の校正検証が完了した後に、JAXA EORCのALOS-4ウェブサイトにて公表します。

https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/jp/alos-4/a4_about_j.htm

Q9. オルソ補正とは何ですか？

衛星や航空機による画像は、斜め観測により高さのある地形や建物などにより歪みが生じ、そのままの画像では地図に重ねられません。そこで、地図上に重ね合わせるために正射投影で歪みを補正することを、オルソ補正といいます。

Q10. 「ジオリファレンス (Geo-reference)」と「ジオコーディッド (Geo-coded)」の違いは？

■ ジオリファレンス (Geo-reference)

処理パラメータで設定した地図投影法に、画像を投影したデータ。衛星の軌道方向が、画像の上下となる。

■ ジオコーディッド (Geo-coded)

ジオリファレンス画像を回転させ、画像の北方向を画像の上に配置したもの。

Q11. ALOS-4データの、各モードにおけるピクセルスペーシングは？

レベル1.5とレベル2.1に対する値です。

・スポットライトモード : 0.625 m ・高分解能3 mモード : 2.5 m

・高分解能6 mモード : 3.125 m ・高分解能10 mモード : 6.25 m

・広域観測モード : 25 m

本書に使用されている、ALOS、ALOS-2画像は、宇宙航空研究開発機構が著作権を有しています。ただし、画像提供／〇、出典などの但し書きがある場合はその限りにありません。

編集協力：一般財団法人リモート・センシング技術センター／株式会社クロスマディアマーケティング

発行 2022年3月 第1版

