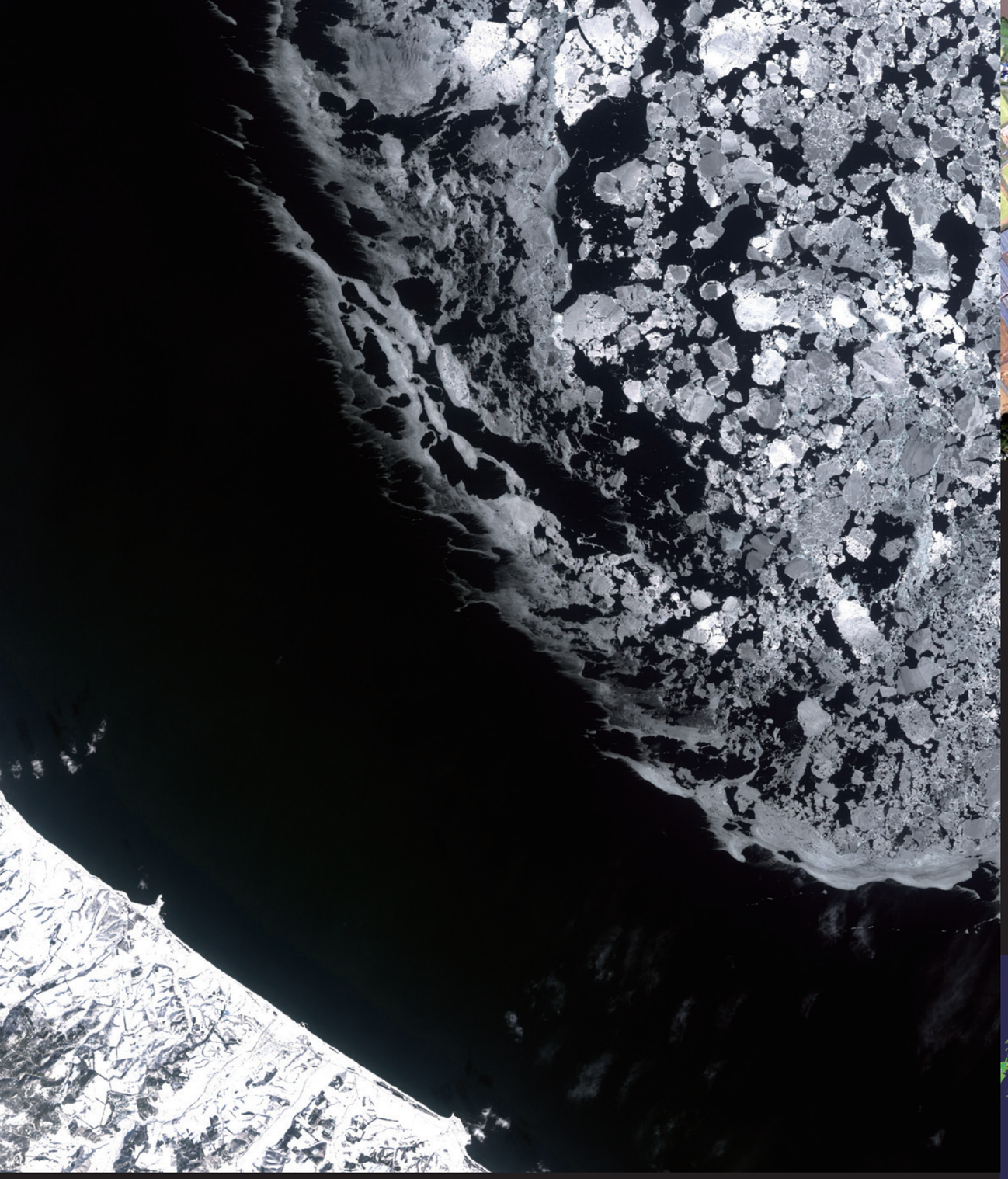
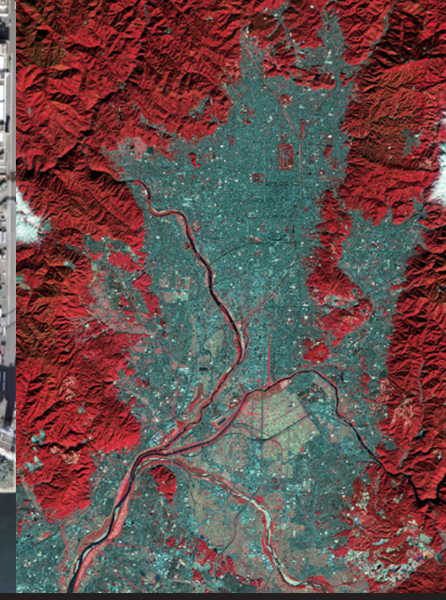
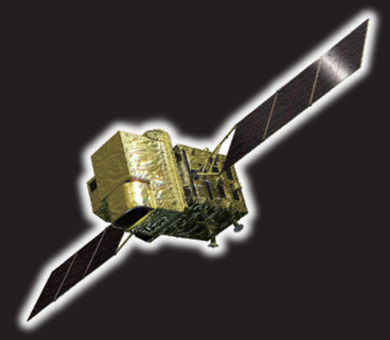




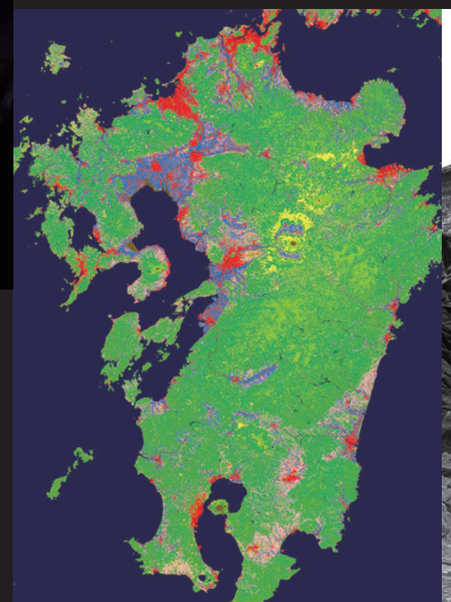
先進光学衛星 だいち3号

Solution Book

1st edition

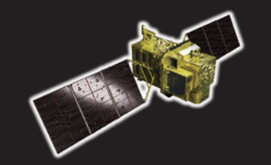


Japan Aerospace Exploration Agency JAXA 宇宙航空研究開発機構



■発行
国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）

■「だいち3号」に関する問い合わせ
JAXA　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筑波宇宙センター
Mail: sapc-info@ml.jaxa.jp



ALOS-3

地球を見守る「だいち」の目

はじめに

先進光学衛星「だいち3号」は、陸域観測技術衛星「だいち」の後継機となる光学衛星です。「だいち」から大型・高性能化した光学センサにより、近年激甚化の傾向にある自然災害の状況把握や防災活動、国内外の地理・空間情報の整備・更新へ貢献することを主要なミッションとしています。また光学センサには植生や沿岸域の観測に適した新たな観測バンドが追加されており、農業、林業、水産業をはじめとしたさまざまな分野へのデータ利用にも大きな期待が寄せられております。

本書は、「だいち3号」の観測データの利用に関心をお持ちの皆様に、「だいち3号」について幅広く知って頂くことを目的として制作しました。本書で紹介する「だいち3号」の仕様・特徴、利用ユーザへのインタビューや、幅広い分野でのソリューション事例などが、皆様の課題解決に向けた検討の一助になれば幸いです。

目次

はじめに …… P1
「だいち3号」の概要 …… P3-6
ユーザインタビュー1：国土技術政策総合研究所 …… P7-8
ユーザインタビュー2：国土地理院 …… P9-10
防災インタフェースシステム …… P11
ソリューション　防災・国土管理 …… P12
森林 …… P13
環境 …… P13
海洋 …… P14
農業 …… P14
運用・配布事業者インタビュー：株式会社パスコ …… P15-16
プロダクトと入手方法 …… P17-18

表紙画像　左上：つくばみらい市（「だいち 3 号」シミュレーションデータ）
中央上：東京湾芝浦周辺（「だいち 3 号」シミュレーションデータ）
右上：京都市周辺「だいち」観測データのフォルスカラー表示 *1）
左下：九州地方の高解像度土地利用土地被覆図 *2Ver.16.09
中央下：富士山周辺の鳥観図（「だいち」観測データより作成）
右下：三陸海岸周辺（「だいち」観測データ）
P1-2 背景画像：広島市周辺（「だいち」観測データ）
裏表紙画像：オホーツク海の海氷（「だいち」観測データ）

*1 森林や草地といった植物が多く生えているところを赤色で表示
*2 「だいち」などのデータを利用して作成した土地被覆分類図
https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/lulc/lulc_jindex.htm

「だいち3号」のミッション

防災・災害対策などを含む
安全・安心な社会への貢献

地図・地理空間情報の
整備・更新

民間活力を取り込み
様々なユーザニーズに対応

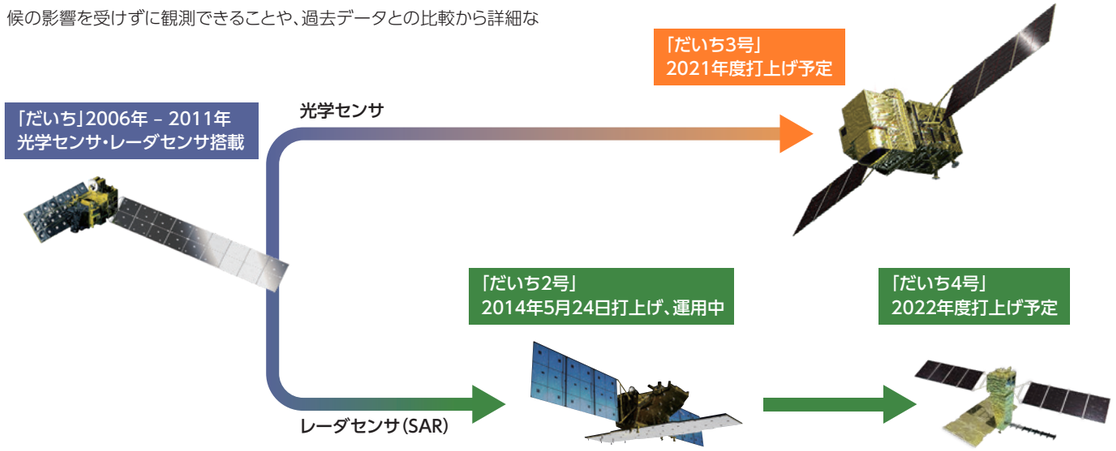
「だいち」シリーズ衛星

「だいち」シリーズ衛星は、地震、豪雨による水害・土砂災害、森林火災、火山噴火などのさまざまな災害の監視や状況把握、地理空間情報の整備・更新などへの貢献を目的とした地球観測衛星です。その初号機である「だいち」は、光学センサとレーダセンサ（SAR）を搭載し2006年に打ち上げられました。「だいち」は、2011年に運用を終了するまでの5年間に約650万シーン（1シーンは70km×70km）を撮像し、東日本大震災発生時の緊急観測や全球規模の立体地図の作成など、私たちの暮らしにさまざまな形で貢献しました。

2014年に打ち上げられ現在も運用中である「だいち2号」は、「だいち」のレーダミッションを引き継いだ衛星です。レーダセンサは、昼夜・天候の影響を受けずに観測できることや、過去データとの比較から詳細な地形変化を抽出できることが特徴であり、その観測データは、雲に覆われることの多い熱帯雨林の監視や大地震に伴う地殻変動の検出などに活用されています。

そして本書で紹介する「だいち3号」は、初号機の「だいち」以後JAXAとしては約10年ぶりとなる光学衛星です。光学センサの観測データは人の目による直観的な認知・分析が可能であることもあり、「だいち3号」には各方面のユーザから大きな期待が寄せられています。

さらに現在、「だいち2号」の後継機である「だいち4号」も開発中であり、近い将来には光学とレーダそれぞれの“目”で私たちの暮らし、そして地球を見守る体制が整う予定です。



「だいち3号」の諸元

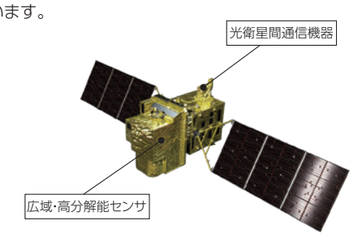
項目	仕様
ミッション機器	**広域・高分解能センサ** ○**パンクロマチック**（白黒） 観測波長帯: 0.52～0.76μm 地上分解能: 0.8m（衛星直下） ○**マルチスペクトル**（カラー） 観測波長帯: バンド1　0.40～0.45μm（コースタル） バンド2　0.45～0.50μm（青） バンド3　0.52～0.60μm（緑） バンド4　0.61～0.69μm（赤） バンド5　0.69～0.74μm（レッドエッジ） バンド6　0.76～0.89μm（近赤外） 地上分解能: 3.2m（衛星直下） **衛星搭載型2波長赤外線センサ**（防衛省ミッション）
観測幅	70km（衛星直下）
データ転送	直接伝送（Ka帯: 1.8Gbps X帯:0.8Gbps） 光データ中継: 1.8Gbps
衛星サイズ	5.0m×16.5m×3.6m
質量	約3トン
運用軌道	太陽同期準回帰軌道　高度669km
回帰日数	35日（サブサイクル約3日）サブサイクルはP6参照
降交点通過地方太陽時	10時30分±15分
設計寿命	7年
打上げロケット	H3ロケット（予定）
打上げ日	2021年度（予定）

「だいち3号」はさまざまな点で「だいち」からの性能向上・改善が図られています。

搭載される「広域・高分解能センサ」は「だいち3号」のために新規開発されたもので、「だいち」で2つに分かれていたパンクロ用センサとマルチ用センサを統合しました。さらに、大型化された光学系および高精細・高感度検出器の採用により高い地上分解能を実現するとともに、データの利用拡大を目指して新たな観測バンドを追加しています（センサの特徴はP4参照）。

センサの高分解能化に伴い増大したデータ発生量への対応として、レーザ光による光衛星間通信システムを採用しています。「だいち3号」の観測データは光衛星通信機器から静止軌道上の光データ中継衛星（2020年11月打上げ）に送られ、電波で地上へと中継されます。「だいち」当時のデータ中継衛星に比べ、約7倍の高速化を達成しています。

また、衛星の回帰日数（衛星がある地点の上空に再び戻るまでの日数）を「だいち」の46日から35日に短縮し、観測頻度を向上させています。



広い観測幅（70km）と高分解能（0.8m）の両立

「だいち3号」に搭載される広域・高分解能センサは、「だいち」の広い視野を維持（直下70km）しつつ、地上分解能を約3倍（直下2.5mから0.8m）向上させています。このように広い視野と高い分解能を両立させたセンサは世界に類をみず、「だいち3号」の大きな特徴の1つとなっています。センサ性能の実現にあたり、これまでに日本が培ってきた大型光学系や高性能検出器の製造技術が最大限活用されています。

「だいち3号」の観測幅70km

「だいち3号」分解能0.8m*
（シミュレーション画像）

「だいち」分解能2.5m*

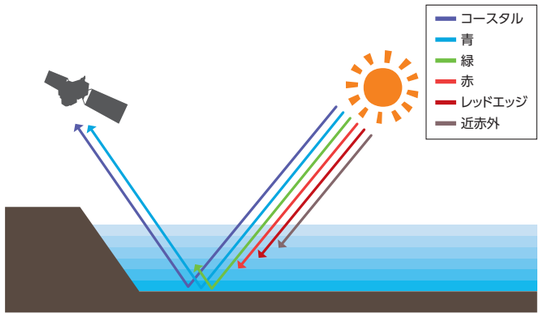
＊ パンクロとマルチから生成したパンシャープン画像（高解像度の白黒画像と低解像度のカラー画像から作成する高分解能化カラー画像）

2つの観測波長帯の追加

「だいち」の観測波長帯は、青、緑、赤、近赤外の4つでしたが、「だいち3号」では、新たにコースタルとレッドエッジの2つが追加され、更に幅広い分野での活用が期待されています。

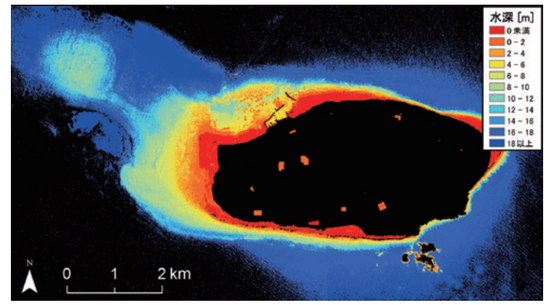
コースタルの波長帯の特徴

水中で減衰しにくいため、沿岸域の観測に有効です。



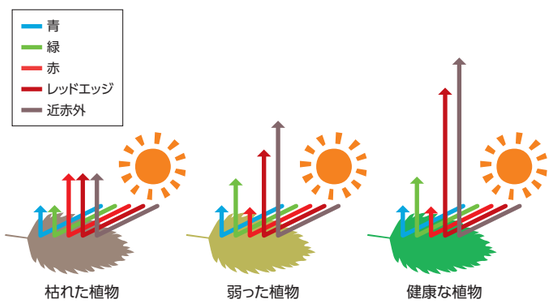
コースタルの活用事例

「だいち3号」シミュレーションデータによる波照間島の水深推定マップ
（P14参照）



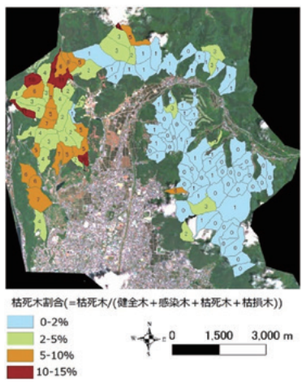
レッドエッジの波長帯の特徴

レッドエッジから近赤外の波長帯は、健康な植物からの反射が強く、植物の分布やその健康状態などの把握に有効です。



レッドエッジの活用事例

マツ枯れ被害地域における被害木の割合（P13参照）

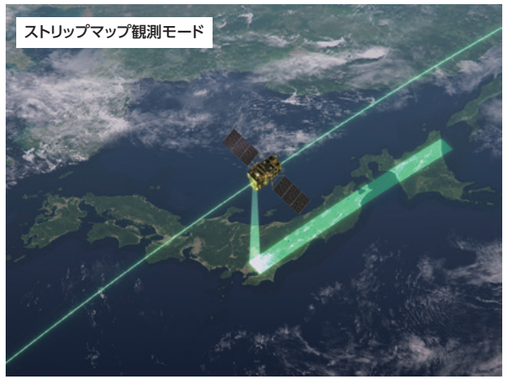


多様な観測モード

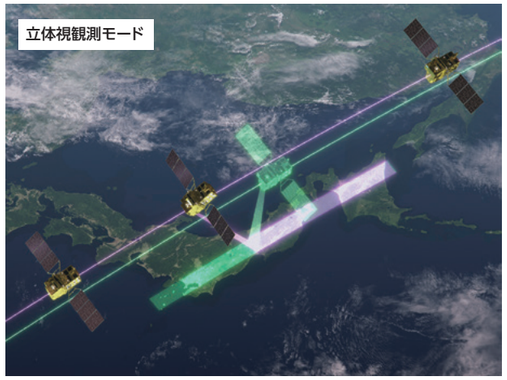
「だいち3号」には、平時及び災害対応の計5種類の観測モードを有しています。目的に応じて適切な観測モードを選択して観測を行います。

平時の観測モード

・ストリップマップ観測モード
「だいち3号」は、通常このモードで衛星直下の地表面を観測します。1周回(約98分)最大10分間、面積にして70km×4,000kmを観測することができます。

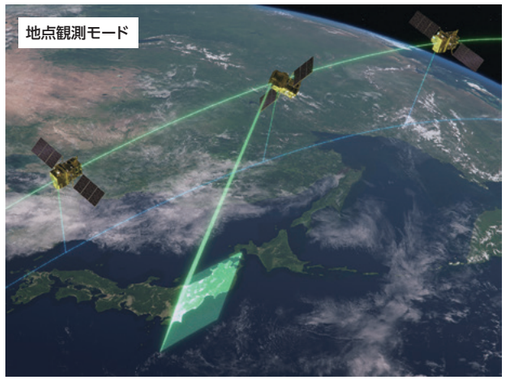


・立体視観測モード
同じ地点を異なる方向から2回観測します。それぞれの観測の視差から高さ情報を得ることができ、数値地表モデル(Digital SurfaceModel：DSM)の作成に用いられます。

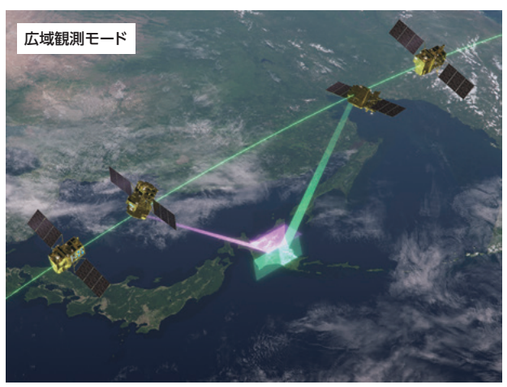


災害対応の観測モード

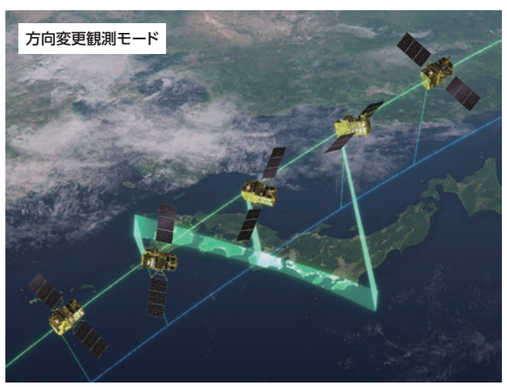
・地点観測モード
衛星の直下方向から全方位に60°までの範囲で衛星の姿勢変更を行い、直下以外の離れた地点の観測が可能です。このモードにより、被災地を発災後およそ24時間以内に観測することができます。



・広域観測モード
指定エリアを複数回観測することにより、一度に200km(衛星進行方向)×100km(直交方向)を観測することができます。



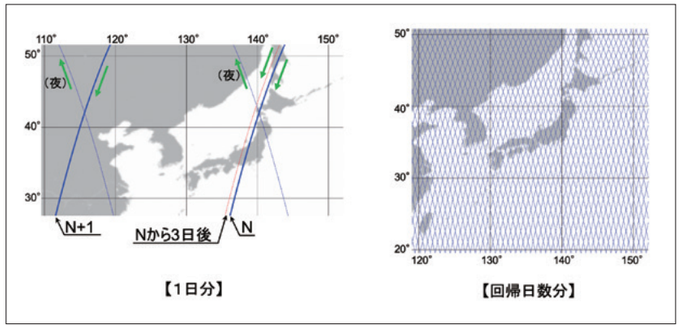
・方向変更観測モード
衛星の進行方向とは異なる方向へ衛星の姿勢を連続的に変更し、広範囲の沿岸域など、対象の地形に応じた観測を可能にします。



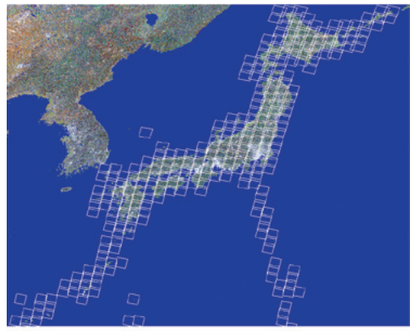
「だいち3号」の軌道とシーン定義

左下の図はある1日の衛星直下軌跡の例です。衛星は軌道パスNで日本上空を通過し、約98分かけて地球を一周。次のパスはN+1の位置になります。「だいち3号」は地球を1日あたり14～15周し、回帰日数35日後に同一パス上に戻ります。この間の全直下軌跡を地図上に描いたものが右側になります(全513パス)。また「だいち3号」の軌道は、あるパスを通過後、約3日後に1つ西側のパスを通過する設計になっており、これをサブサイクルと呼びます。

「だいち3号」の観測シーンは衛星直下軌跡に沿って全球上に一意的に定義されています(1シーン70km×70km)。右下の図は日本域のシーン定義を示したものです。



1日及び回帰日数(35日)分の衛星直下軌跡



日本域のシーン定義

全球の高分解能画像をアーカイブ

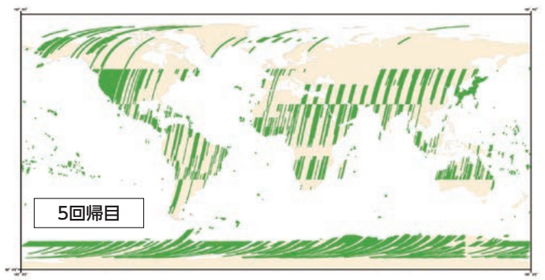
「だいち3号」は、平時は衛星直下指向の姿勢を維持し、ストリップマップ観測モード(P5参照)により、日本のみならず全球の高分解能ベースマップ画像の整備を行います。「だいち3号」のベースマップ画像は地上分解能1m以下、被雲率20%以下と定義されており、日本全域のベースマップを打上げ後3年以内、国外を5年以内に整備する計画です。

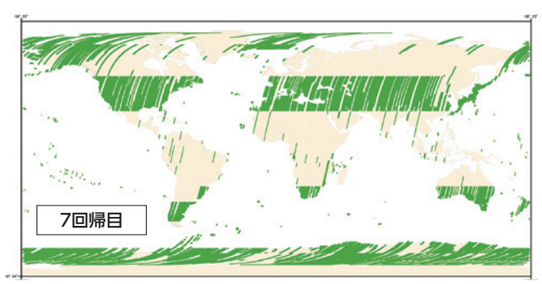
効率的なベースマップ取得のために、定常観測運用開始後の20回帰(約2年)分の観測計画を事前に定め、軌道上ではこの計画に従って観測を進めます。

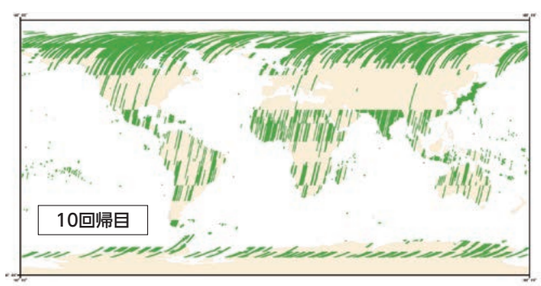
日本域は優先的に観測を行うこととしており、20回帰のうち初期の校正検証期間(約3回帰分)を除き13～14回の観測機会があります。この観測計画はベースマップ整備の進捗を確認しつつ定期的に見直していく予定です。同一の姿勢で地表面の観測を継続的に行い、全球の高分解能ベースマップ画像をアーカイブしていく運用方針は海外商用衛星などとは一線を画しており、「だいち3号」の大きな特徴の一つです。

回帰(35日)毎の観測計画シミュレーション結果

各図中に緑色で示した部分が各回帰中の観測領域になります。観測計画の立案にあたっては衛星の観測能力(最大連続観測時間など)や観測時期を十分に考慮する必要があり、全球の観測対象領域を緯度帯で分割することで、効率的なベースマップ画像の整備を行います。







国土技術政策
総合研究所

土砂災害対応に「だいち3号」を活用

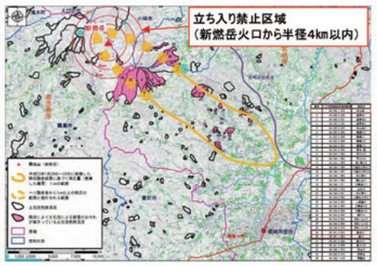
国土技術政策総合研究所（以下、国総研）は、土砂災害被害の防止・軽減の研究をミッションとしています。土砂災害研究部では、災害発生後の被災状況の把握に衛星データを活用しています。深層崩壊対策研究官の水野正樹さんと土砂災害研究室長の中谷洋明さんに、衛星データの活用事例や「だいち3号」への期待をお話しいただきました。

光学衛星データの利用事例

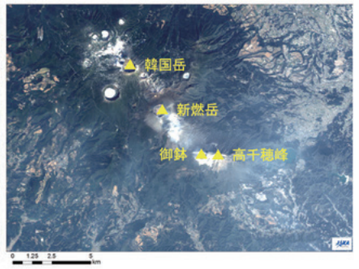
CASE 1　火山噴火時の降灰状況を把握

火山噴火時の降灰によって土石流による大規模な土砂災害の危険性が高まった場合、土石流による被害を防ぐために、国土交通省（以下、国交省）が緊急調査を行い、被害の想定される区域・時期の情報を関係自治体へ通知するとともに一般に周知することが、土砂災害防止法で定められています。この国交省の緊急調査は、地方整備局が、国交省の研究機関である国総研と国交省の所管する国立研究開発法人 土木研究所の技術的支援を受けながら実施しており、まず始めに噴火による降灰範囲を調査します。

2011年の霧島山新燃岳噴火の際、国交省 九州地方整備局は、ヘリコプターと地上調査により降灰範囲の調査を行い（左図）、その後の降灰範囲の変化を土木研究所が「だいち」の光学衛星データ（右図）を用いて確認しました。



霧島山 新燃岳噴火時の緊急調査結果
（2011年2月4日 出典:九州地方整備局）

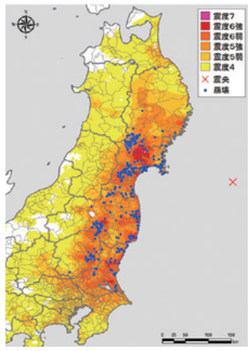


降灰範囲の変化を判読した「だいち」
観測データ（2011年2月7日）

CASE 2　地震時の崩壊地分布を把握

大規模な土砂災害後に、国総研は崩壊地の発生状況を調査します。

2011年の東日本大震災では、震度5強以上の地域を中心に光学衛星データの判読を行い、崩壊地を抽出しました。その判読面積は、約40,000km²（東京都の約20倍）に及びます。



光学衛星データを用いた東日本大震災における崩壊地判読結果（推計震度分布図:気象庁）

◎国土技術政策総合研究所

国総研は国交省の研究機関で、「防災・減災」「土砂災害」「河川」「道路構造物」「建築」など、国土交通政策の企画、立案、普及を支える研究開発を行っている。災害発生の際は、国交省の所管する国立研究開発法人である土木研究所などと連携し、被害状況調査や技術的支援を行う。

◎土砂災害研究部

土砂災害の発生状況や砂防に関する施策の動向などを踏まえ、豪雨、地震、火山活動などに起因した土砂災害による被害を防止・軽減するため、土砂災害の発生メカニズムの解明、効果的な砂防施設整備のあり方、また警戒避難や監視体制などソフト対策に関する研究などを推進している。

広範囲の災害把握には高分解能な衛星データが最適

（取材日: 2020年12月）

土砂災害研究部
深層崩壊対策研究官
水野 正樹 さん

土砂災害研究部
土砂災害研究室長
中谷 洋明 さん

――衛星データの特徴はどのような点にありますか。

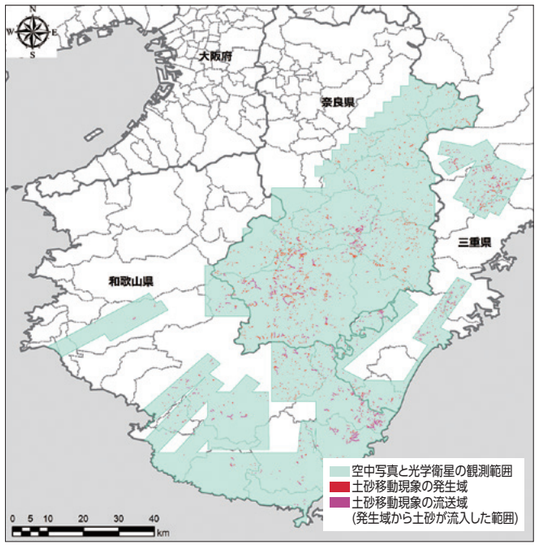
水野　特徴は、航空機やドローンと比べて広域に隙間の無いデータを取得できる点と、アーカイブデータで災害前の状況も把握できる点にあるでしょう。災害発生後には、いち早く土砂災害の発生箇所を把握する必要があります。航空機やドローンは、「だいち3号」以上に高分解能な画像が撮れますが、観測幅が広くありません。大規模災害発生時に広範囲にどこで何が起きているかをスクリーニングする際には、やはり衛星データが適しています。また、単画像だけでは伐採跡地や既存裸地と災害で発生した崩壊地の区別がつきにくいものです。衛星が撮り溜めている災害前のアーカイブデータと災害後を重ねれば、伐採跡地などと新たに発生した崩壊地を正確に判別できます。

中谷　用途によって使い分ける必要があり、例えば災害予防や発生直後の場所の特定・速報性については衛星を活用する。一方で、場所を特定できている被災地の状況を詳細に把握する場合は航空機やドローンを活用する、というような使い分けによって、有効な災害対策ができると考えています。

――これまで、どのように衛星データを活用されてきましたか。

水野　2011年 霧島山新燃岳の噴火では降灰範囲の経時変化を「だいち」の光学衛星データを併用して把握しました（P7 CASE1参照）。

また、2011年の紀伊半島大水害では、土砂崩れなどによってできた崩壊地の広域的な分布状況の把握が課題となりました。これは、土砂移動現象や土砂災害の発生状況、災害復旧が必要な箇所の把握が目的です。そのため、広域的かつ隙間の無い調査が必要になりますが、航空機による空中写真だけでは網羅できなかったため、光学衛星データも活用して崩壊地判読を実施しました。広範囲におよぶ調査には、衛星データが有効だと考えています。



2011年の紀伊半島大水害における崩壊地分布の判読結果

中谷　災害後、陸路が遮断されて海路から救助に入る場合は、海に流れ出た土砂や流木の把握も重要です。広島の豪雨災害では、呉港が流木で埋め尽くされて船は動きがとれなくなりました。川の中や海面に木があると反射特性が変わるので、漂流物の解析にはSAR衛星が活用できます。光学衛星とSAR衛星を併用して、こういった点の警戒も可能です。

水野　また、2018年の北海道胆振東部地震では、商用の光学衛星データを用いた土砂移動痕跡の自動判読により、土砂崩れの発生状況の全体像がわかりました。衛星データの広域性が活かされた事例だと考えています。

中谷　災害は大体予測不可能で、最初は何を見るか決まっていません。胆振東部地震もあんなに崩れるとは思いませんでしたね。つまり、光学衛星データを使い想定できない被害も含めた全体像を迅速に把握することが重要です。

――「だいち3号」は災害分野でどのような活用が考えられますか。

水野　土砂災害の崩壊地判読時には、森林の伐採跡地と崩壊地を区別する必要がありますが、崩壊で生じた粒状の巨礫（きょれき）があれば崩壊地だと判読できます。分解能0.8mがあれば巨礫が判別でき、大規模地震などで斜面崩壊した箇所を、迅速に特定できるようになるので、住民への迅速な周知につなげられます。

中谷　広域災害における初期の被害状況の把握に用いることで、予測できない被害もいち早く把握することが可能になります。また、光学衛星データで重要なのは、陽の当たり方や陰影の変化といった「影を見ること」です。「だいち3号」の分解能0.8mなら影が見える可能性が高く、また35日（回帰日数）ごとの観測であれば被災直前のデータも入手できると期待しています。

東日本大震災の斜面崩壊で発生した「巨礫」

地震時の斜面崩壊により発生したと思われる巨礫や土砂

資料提供：国土技術政策総合研究所

国土地理院

「だいち3号」を用いた様々な地図の作成・更新

地図を作成・更新するさまざまな技術の開発を担う国土地理院基本図情報部地図情報技術開発室（以下、国土地理院）では、衛星データを活用して効率的に地図の作成や更新を行う技術開発や検証を進めています。同室の笹川啓さんと石塚麻奈さんに、衛星データを用いた地図情報の更新手法や、「だいち3号」への期待についてお話しいただきました。

光学衛星データの利用事例

CASE　**離島の地図更新**

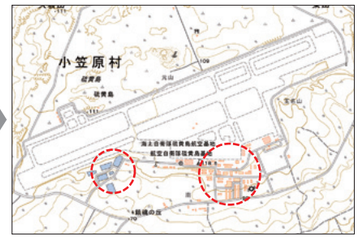
国土地理院は、1/25,000地形図*1（以下、地図）を整備更新しています。地図の更新は、国や地方公共団体から国土に関する最新の地理情報を収集し、それに基づき、国土地理院は現地調査や各種測量を行い、地図の更新を実施しています。

東京から約1,250km離れた硫黄島のような離島では、効率的な空中写真撮影が困難なため、広域を一度に観測できる衛星データを地図更新に活用する検討を行いました。

国土地理院は、JAXAと共同で「だいち」観測データの位置精度の向上やその検証に取り組んだ結果、1/25,000地図の更新に必要な標定精度があることがわかりました。そこで「だいち」の観測データで空港設備などの変化情報を把握したうえで、現地測量、海岸線・空港・道路・建物などの図化作業を行い、1982年（昭和57年）以来の地図更新を行うことができました。

硫黄島の「だいち」観測データ
（観測日:2006年7月16日）

従来の地図（1982年3月30日刊行）の一部



電子国土基本図*2の一部
（地図は2007年9月1日刊行）

：変化箇所

*1 国土地理院刊行の地形図。統一した内容と精度で国土全体をカバーしている最も縮尺の大きい基本的な地図。土地の高低や起伏、水系、土地利用、集落、道路、鉄道、その他各種の建造物などが正確に表示されています。本地図1枚の平均的面積は100km²で、全国をカバーしています。「だいち」運用時においては、電子国土基本図*2（地図情報）（以下、電子国土基本図）がまだ整備完了していなかったので、1/25,000地形図が国の基本図でした。

*2 道路、建物などの電子地図上の位置の基準である項目と、植生、崖、岩、構造物などの土地の状況を表す項目とを一つにまとめたデータです。電子国土基本図（地図情報）は、縮尺レベル1/25,000の精度に限定することなく、より精度の高いものを含んだ我が国全域を覆うベクトル形式の基盤データで、これまでの1/25,000地図に替わる新たな基本図と位置づけられるものです。

◎国土地理院
我が国唯一の国家地図作成機関であり、国土交通省の特別の機関である。土地の測量および地図の調整に関する施策を通じて地理空間情報の活用を進めている。測量によって日本の正確な位置を定め、全ての地図の基礎となる地図を作成するとともに、最新技術の研究・開発を行う。

◎地図情報技術開発室
地図の作成・更新に必要な技術開発を担う部署で、主に、①地図の作成技術の開発（地図情報レベル1/25,000から1/50,000地図データの自動作成など）や、3次元地図のデータフォーマットの検討、②ドローンや衛星データを利用して地図を効率的に更新するための技術開発、③さまざまな新しい技術を用いた応用技術の開発（2次元から3次元への地図作成など）に関する業務を行っている。

高分解能衛星画像により地図の迅速な更新が可能に

（取材日: 2020年12月）

基本図情報部
地図情報技術開発室長
笹川 啓 さん

基本図情報部
地図情報技術開発室
技術開発第二係長
石塚 麻奈 さん

――電子国土基本図の整備のプロセスを教えてください。

笹川　大きく4つのステップがあります。

1.国土地理院の測量用航空機「くにかぜⅢ」などによる空中写真の撮影
2.現地測量を行い、空中写真だけではわからない正確な位置と高さの把握や、資料だけでは読み取れない道路の立体交差の状況などの確認
3.地物の位置を隣接する写真が60%程度重なり合うように撮影された2枚の空中写真から取得し、建物や等高線の高さなどを立体像を得る装置により取得し、それらの情報をもとに図化（地図を描く）
4.図化したデータに道路や鉄道の種別、地図記号や自治体名などの情報を加える編集作業

これで地図が完成します。

石塚　空中写真は衛星に比べて1枚で撮れる範囲が狭く、何枚もの写真を使用して図化していきます。各写真の位置精度を満たすために、基準点を設定してGPSで緯度・経度・高さを取得していきますが、道路の白線など写真上で明瞭に見えるものや、大きな排水溝や敷石のように位置が動きにくく、かつ失われにくいものを基準点*として選んでいます。基準点は地図の更新にも活用されます。

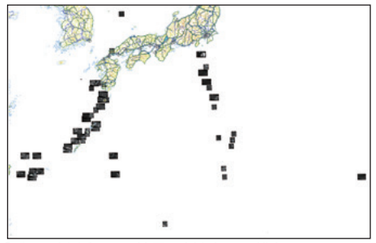
＊地球上の位置や海面からの高さが正確に測定された三角点、水準点、電子基準点など、地図作成や各種測量の基準となるもの。

電子国土基本図を作成・更新する4ステップ

――これまでどのように「だいち」のデータを活用されてきましたか。

笹川　「だいち」の分解能では、戸建ての家や道路が明瞭に見えない場合があったため、地図として描く対象が少ない郊外や離島の海岸線の更新などに活用しました。郊外や離島は現地調査が容易ではなく、場所よっては長い間地図が更新されていませんでした。地図に「だいち」のデータを重ね合わせたところ、島の角度や位置が異なっていることがわかったため、「だいち」のデータを活用して全国で数十の離島の位置について、調査・地図更新を行いました。

また、それまで1/50,000の地図しかなかった北方4島についても、2014年に、「だいち」のデータを活用して1/25,000の地図を作成できました。これにより日本全域について1/25,000の地図の整備が完了しました。



「だいち」を活用して地図更新を行った離島

――「だいち3号」への期待と、検討状況をお聞かせください。

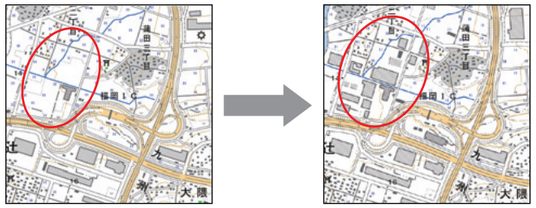
笹川　空中写真を撮影する前に、撮影エリアの優先順位をつけるために活用することが期待できます。国内でも新しい大規模施設などの建設が盛んな場所があり、限られたマンパワーと予算の中で、いかに迅速に変化の大きい地点を把握し、地図を更新していくかが課題となっています。現在、2時期の衛星データから変化を自動抽出する新たな技術を検討しているのですが、直下を周期的に観測する「だいち3号」のデータから変化の大きい地点を自動抽出することで、4つのステップの前にステップ0として更新地点を効率的に選定できるようになると期待しています。

また、図化での活用も期待しています。「だいち3号」のシミュレーションデータから検証したところ、分解能0.8mであれば道路や一定規模の建物は判読でき、そのまま図化することができそうです。外周が把握できる建物の数も「だいち」のときより増えるでしょう。加えて、現地調査が困難な地域については、ステップ0から3まで「だいち3号」が活用できる可能性があります。

石塚　分解能が向上して判読できる地物が増えることは、地図の精度向上に直結します。白線などの基準点も照合できるので、新たに基準点を取りに行く必要がなくなり、リソースの節約にもなりますね。

現在、「だいち3号」のシミュレーションデータを利用して、どこまで判読可能か、位置精度はどの程度か、建物や道路などのデータは作成できるかなど、空中写真とも比較しながら検証を行っています。「だいち3号」の位置精度向上により、電子国土基本図もそのまま図化できる可能性を感じています。

「だいち」のデータ（右上）を利用して、大規模建築物の建設前（左下）から建設後（右下）に地図更新した事例



笹川　衛星データを用いた地図更新という我々の業務の面からは、光学衛星による観測がずっと途切れることなく行われることを期待しています。

石塚　今回開発した衛星データから地図変更を行う技術は、一度途絶えると復活させるのが難しいものです。ぜひ継続的な観測をお願いします。

資料提供：国土地理院

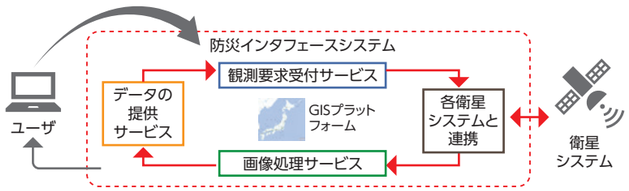
防災インタフェースシステム

防災インタフェースシステム(以下、防災IF)は、防災・災害対応を実際に行う国内外の機関(防災ユーザ)から緊急観測やプロダクト提供に係る要求を受け付け、複数の衛星の観測機会の検索を行い、防災IF運用者が取りまとめて各衛星地上システムに緊急観測要求および災害対応プロダクト生産要求を送付するシステムです。

災害発生時に衛星データを有効活用いただくために

災害時の被害把握において、広域を観測できる衛星データは有効である一方、観測要求や解析の煩雑さに壁があります。衛星データを有効活用いただくため、JAXAでは、観測要求の受付けから解析結果の提供まで、ワンストップで行う、防災IFを運用しています。防災IFでは、「だいち2号」、「だいち3号」などの「だいち」シリーズの他、国際協力の枠組み(センチネルアジア*1、国際災害チャータ*2)を通じて、防災ユーザからの観測要求を元に観測を行い、観測データを含む防災対応用プロダクトなどを提供します。

【利用可能なJAXAの衛星データおよび国際協力枠組み】
・「だいち2号」　・センチネルアジア
・「だいち3号」　・国際災害チャータ

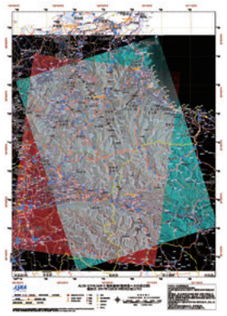


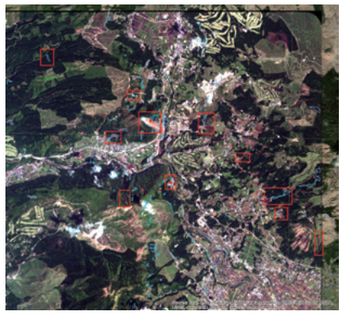
防災IFの概念図

プロダクトの一覧

防災IFでは、衛星から提供された標準プロダクトや、防災IFで解析した防災対応用プロダクトの入手が可能です。また、緊急観測したデータから、被害が発生したと考えられる箇所を抽出した、災害速報図や被害区域図を提供しています。これまでの「だいち2号」のSAR衛星に加え、「だいち3号」の光学衛星が加わることで、更なる災害対応への貢献が期待されています。

【提供プロダクトの一覧】
・災害前/緊急観測プロダクト(防災対応用プロダクト)
・災害速報図*3
・被害区域図*4
・光学/SAR複合プロダクト
・前後比較プロダクト




防災IFが提供するプロダクトのサンプル
(左:2017年九州北部豪雨の災害速報図、右:2016年熊本地震の光学／SAR複合プロダクト)

防災IFトップ画面
https://daichi-bousai.dpif.jaxa.jp/static/html/pre_top.html

防災IFで提供しているデータは、JAXAが内閣府と締結した防災協定に基づき提供する衛星データです。

緊急観測の要求は、防災協定第4条に定める指定行政機関、その他内閣府及びJAXAが協議の上必要と認める機関のユーザのみが行うことができます。

一般のユーザ(未登録ユーザ)は、【災害情報一覧】に掲載されている緊急観測を実施した災害の一覧から各プロダクトの閲覧が可能です。また、災害速報図と被害区域図は、WMSサービス*5などのURLが取得可能で、災害速報図はJPEG形式でのダウンロードも可能です。

【プロダクト検索】画面からは、これまで観測・解析した各災害のプロダクトを検索することが可能です。

【一般のユーザ(未登録ユーザ)が閲覧可能な機能】
①災害情報一覧　②プロダクト検索　③火山活動・林野火災速報

*1 アジア太平洋域の自然災害の監視を目的とした国際協力プロジェクト。地球観測衛星データなどの災害関連情報をインターネット上で共有し、自然災害による被害を軽減することを目指している。2006年に発足し、宇宙機関や防災機関を中心に111機関が加盟している(2021年2月現在)
*2 宇宙機関を中心とする国際協力枠組み。大規模災害発生時に、地球観測衛星データの提供などを通じて、災害の把握、復興および事後処理などに貢献することを目的としている。2000年に発足し、JAXAを含む17宇宙機関により構成されている(2021年2月現在)
*3 「だいち2号」、「だいち3号」データから被害区域を自動抽出したプロダクト
*4 災害速報図からさらに被害区域の抽出精度を高めたプロダクト
*5 Web経由で地図画像を提供するための国際規格の一つ

「だいち3号」は以下の分野での活用が想定されています。

防災・国土管理

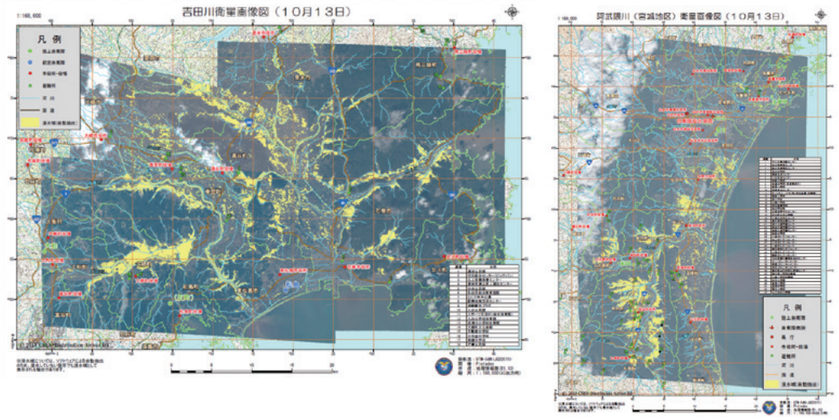
事例
災害対応
被災地の状況を広範囲に把握【陸上自衛隊】

陸上自衛隊は、地震、豪雨などの大規模災害発生時に要請に基づいて現地に赴き、人命救助や復旧支援などの災害派遣活動を行います。派遣要請時にまず行うのが、現地の被害状況をはじめとした情報の収集です。陸上自衛隊では、バイクやトラックによる地上偵察、ヘリや連絡偵察機、ドローンによる空中偵察を行いますが、広域な大規模災害発生時ではその偵察範囲にも限界があります。そこで非常に有用なのがJAXAの衛星データ活用です。

これまで、発災時にJAXAの「だいち防災WEBポータル*」から該当地域の画像データをダウンロード、各部隊などで随時共有・活用してきました。

さらに、この画像データに浸水状況や避難所の位置といった各部隊のニーズを踏まえた独自プロダクトを作成・活用することも行っています。

＊「だいち2号」での防災利用実証活動に関し、各防災関連機関に対して、衛星画像や災害域抽出情報等を提供するためのWEBサイト



2019年東日本台風(台風19号)による吉田川(左)と阿武隈川(右)の氾濫時に作成したプロダクト　資料提供：陸上自衛隊

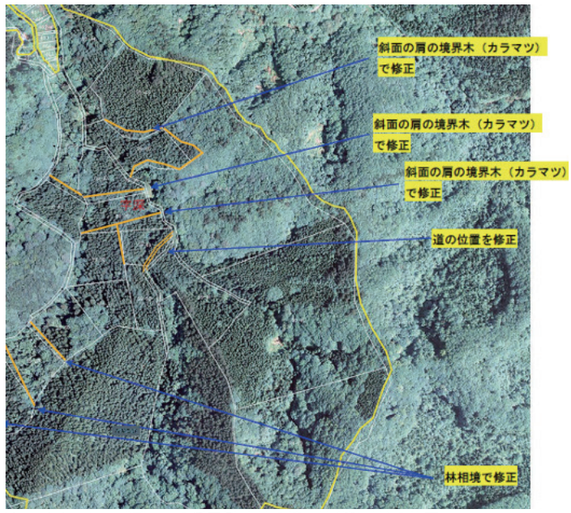
事例
地籍調査マニュアル
地籍調査を迅速化・効率化【国土交通省】

国土交通省では、「だいち3号」データの活用も念頭に置いた地籍調査のマニュアル*を整備しています。地籍調査は一筆ごとの土地の境界、面積などを調査するもので、土地の基礎的な情報を明確にする重要な調査です。2020年5月に策定された「第7次国土調査事業十箇年計画」では、山村部におけるさまざまなリモートセンシングデータを活用した効率的な調査手法の導入の促進などにより、地籍調査の迅速化・効率化を図ることとされています。

その地籍調査のマニュアルにおいては、「だいち3号」の分解能に相当する0.8m以内のデータの使用を規定しています。リモートセンシングデータとして衛星データを活用することで、現地に行かずに土地所有者などに対する境界の確認や測量作業を行えることから、調査の迅速化・効率化が期待されています。

＊リモートセンシング技術を用いた山村部の地籍調査マニュアル

白線　元の筆界
黄色線　修正した筆界



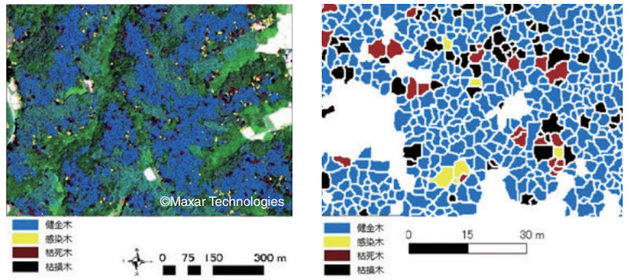
リモートセンシングデータの活用例:土地の境界線(筆界線)の修正
資料提供：国土交通省

森林

事例 マツ枯れの状況把握
被害木の早期伐倒・燻蒸を促進【信州大学】

松は乾いた養分の少ない海岸の土壌でも大きく育つ、海岸防災林として貴重な樹木です。その松林に甚大な被害をもたらすのが「マツ枯れ(松材線虫病)」であり、近年は減少傾向にありますが、地域によっては新たな被害が見られるなど、依然として我が国最大の森林病害虫です。

信州大学の「だいち3号」シミュレーションデータを用いた研究では、マツ枯れ被害の区分を「レッドエッジ」を含む6つの波長帯により高精度に識別できる可能性が示唆されました。さらに、成果に基づき感染拡大防止の施策(早期伐倒・燻蒸など)を試みたところ、当該エリアにおいて翌年以降、感染木の減少などの効果が確認されました。



被害木の分類結果

事例 森林の整備保全
山地災害の把握と海岸防災林の保全【林野庁】

日本は国土のおよそ7割が森林であり、林野庁はその整備保全に関するさまざまな施策を実施しています。近年、集中豪雨や地震などによる土砂崩壊や流木といった山地災害が同時多発化しており、調査箇所数が多く、道路などのアクセスが被災するケースも多々あることなどから、効率的な現状把握が課題となっています。

林野庁はJAXAと連携強化することで、発災時の迅速な初動対応や、被災した防災林のモニタリング、広域にわたる風倒被害の効率的な概況把握などを期待しています。

また、東日本大震災では青森県から千葉県にかけて被災した約160kmの海岸防災林について、2020年度までに概ね全ての植栽が完了したところですが、今後、海岸防災林として主要な樹木である松の「マツ枯れ」による機能低下を生じさせないよう「だいち3号」によるモニタリングの実施などでの連携が検討されています。

2018年7月 広島県内における山地災害の状況

2019年3月 仙台湾の海岸防災林

資料提供：林野庁

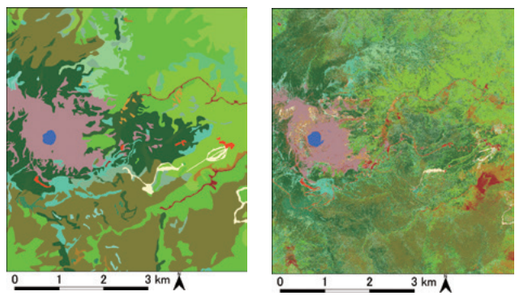
環境

事例 植生図
高精度な植生図を実現【東京情報大学】

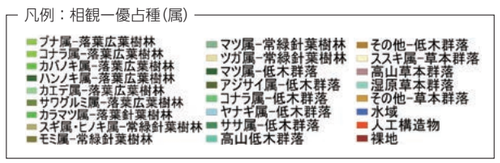
環境省が「自然環境保全基礎調査」の一環として整備している1/25,000スケールの現存植生図(以下、植生図)は、日本の自然環境の最も基礎的な基盤情報である植生の全国的な現況を示す唯一の地図です。2000年から開始された当該事業も、残り3年程度での全国整備完了が視野に入ってきたことから、2018年度からは、より高頻度での整備が可能となるような次期植生図の更新手法や、衛星リモートセンシングを用いた植生区分の検討が進められています。

そのプロジェクトに関わっている東京情報大学では、次期植生図の更新に「だいち3号」の利用可能性を検討しました。その結果、「だいち3号」のシミュレーションデータを用いることで、相観一優占種(属)(レベル3)*の分類クラスでは現在の植生図と同等の高精度の分類が可能となることが確認され、「だいち3号」データを用いることによる、全国規模の植生図更新の効率化が期待されています。

* 植生図更新プロジェクトで検討されているレベル標記



左:環境省の植生図(レベル3)
右:「だいち3号」シミュレーションデータを用いた植生図

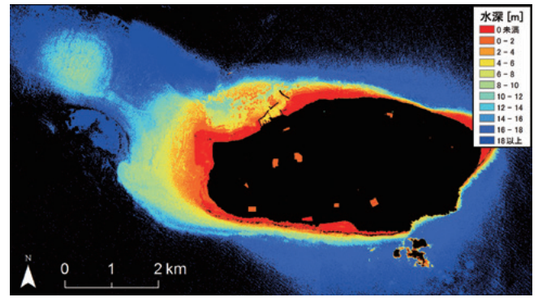


海洋

事例 浅海域での活用
浅海域の水深推定の精度検証【山口大学】

浅海域における水深分布(水底の起伏)は、防災・漁業・環境管理などの重要な基盤情報です。従来の水深測量は多額の費用がかかり、広域を測量することができません。そのため、山口大学は広域を高分解能で定期的に観測できる「だいち3号」に着目し、水中透過性の高い「コースタル」を含む6つの波長帯を組み合わせた水深推定を行い、精度を検証しました。

その結果、比較的透明度が高く白波が少ない清澄な海域では、最大水深20m程度の浅瀬を、1.5-2m程度の誤差で水深推定ができることがわかりました。今後、国内外において実測(航空レーザ、音響など)に依らない水深分布マップの作成や浅海域の植生把握調査をはじめとした、研究から実利用まで幅広い分野でのデータ活用が期待されます。

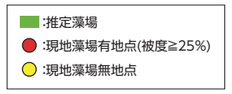


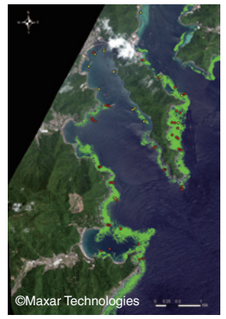
「だいち3号」シミュレーションデータによる波照間島の水深推定マップ

事例 藻場把握
海洋資源の観測頻度を向上【水産研究・教育機構 水産技術研究所】

沿岸の浅瀬に形成され、水産生物の生息地となる海草・海藻の群落である「藻場」は近年減少傾向にあります。水産研究・教育機構 水産技術研究所は、藻場の分布の変化や、「磯焼け対策*」の効果のモニタリングを、潜水やドローンなどの調査手法と比べ、広範囲を観測できる衛星で行っています。35日ごとに同一地点を観測できる「だいち3号」データを活用することにより、海洋資源の観測頻度の向上が期待されています。

* 藻場の減少や消失といった磯焼けに対し、母藻や着底ブロックの設置、ウニや植食魚の除去といった対策が行われています。





衛星データ解析による海藻藻場推定図
(大分県佐伯市名護屋湾　左:2014年11月、右:2016年5月)

本結果は水産基盤整備調査委託事業「藻場回復・保全技術の高度化検討調査」の成果の一部です。

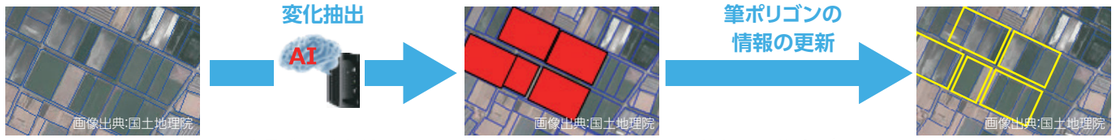
資料提供：水産研究・教育機構　水産技術研究所

農業

事例 筆ポリゴン
農地の区画情報の更新などに活用【農林水産省】

農林水産省では、作物の統計調査などを実施する上で、農地の統計上の母集団情報として、全国の耕作地を約290万区画に分け、衛星データなどを基にほ場の形状を多角形として表した農地の区画情報「筆ポリゴン」を整備、公開しています。

ほ場の形状は変化することがあり、現在、変化の有無を衛星データなどからAI(人工知能)で自動判別し、筆ポリゴンの更新を行っています(下図参照)。この作業に「だいち3号」の高分解能・高精度観測データを用いることにより、判別精度の向上が期待されています。さらに将来的には、「だいち3号」の多様な観測バンドを活用し、各筆ポリゴン内にどのような農作物が植わっているかを把握する手法の確立にも期待が寄せられています。



青線で囲まれた区画が筆ポリゴン

衛星データを解析し、筆ポリゴンの形状などの変化を自動判別

：形状変化のあるほ場

抽出された筆ポリゴンの形状などを更新

黄線で囲まれた区画が、新たに引き直した筆ポリゴン

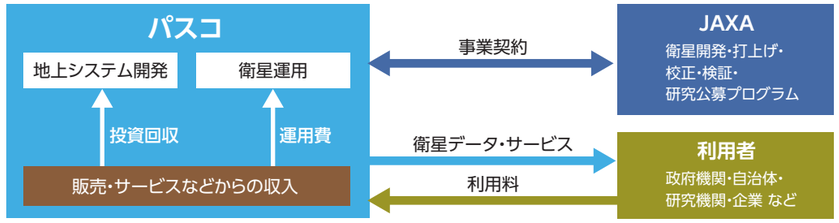
AI(人工知能)を活用した筆ポリゴンの更新イメージ

資料提供：農林水産省

「だいち3号」の価値を最大化させるためにパスコだからできること

1953年に航空測量会社として創業して以来、リモートセンシング事業や空間情報を活用した各種のソリューション事業を展開している株式会社パスコ。衛星事業には2005年に本格参入し、国内外の衛星データを活用したサービスを手がけてきました。「だいち」に関しては2011年度からデータ配布を、「だいち2号」ではミッション運用とデータ配布を担い、自然災害や地盤沈下などの状況把握、資源探査、環境保全、農地・森林管理などへの衛星データ活用を進めています。

「だいち3号」の打上げにあたっては、JAXAが衛星の開発・打上げ、校正検証やプロダクト品質維持・改善などを担当し、パスコは衛星管制や運用に関する地上システムの開発、定常運用時における衛星管制と運用、そしてデータ配布事業を実施します。これまでパスコが蓄積してきた衛星運用や海外商用衛星データ配布事業の経験が、「だいち3号」の利用拡大にどのように活かされるのか、島村社長にお話しいただきました。



「だいち3号」の事業スキーム

ソリューションやコンサルティングをお客様目線で提供

――パスコは長年にわたり、リモートセンシングをさまざまな用途に活用されてきましたが、島村さんご自身も衛星に深い関わりがあると伺いました。

島村　大学時代に「リモートセンシングは人が生きるための学問だ」という教授の言葉に強く心を揺さぶられ、リモートセンシングの研究の道に入りました。当時は、高度経済成長によって都市化や工業化が進み、大気汚染だけでなく水質汚濁や自然破壊が深刻化していたという背景がありました。また環境問題をはじめ世界のさまざまな問題を解決できる可能性があり、人類の未来に関わるやりがいのある分野であると感じたからです。そして、1981年に入社してからは、衛星データを用いた環境調査、海外では石油探査や農業の適地選定などの画像解析業務に取り組んできましたので、私が社長になってから、「だいち3号」が打ち上がることに巡り合わせを感じています。これを機に、社会のさまざまな問題の解決に、衛星データの利用が進むことを願っています。

――衛星リモートセンシングの活用分野の現状と課題を、どのようにご覧になっていますか。

島村　現在、宇宙産業の育成や拡大を目指して、さまざまな政府の施策が進められています。その結果として、新たな企業の参入が増えていると実感しています。しかしながら、研究やトライアルでの衛星データの利用が増えている一方、定期的に衛星データを使う継続型のビジネスには、まだ至っていないように思います。今後、より実用化を促進するために、ポイントとなるのが、「超小型衛星・小型衛星」、「衛星データのオープン化」、「AI（人工知能）技術」の3つであると考えています。

国内の超小型衛星・小型衛星の分野では、国際宇宙ステーションから超小型衛星の放出が可能になりましたし、ベンチャー企業が小型衛星を打ち上げています。また、世界に目を向けると、多くの小型衛星のコンステレーションにより捉えた膨大なデータを利用して、さまざまなビジネスが急拡大しています。これは、従来では、時間分解能が低いために利用が拡大できなかった分野での活用が、開花したのではないかと思います。例えば、高い時間分解能を要する日々の経済活動の実態を捉えることが必要なビジネスです。言い換えると、データ取得の機会が多くなることにより、社会の多様なニーズに応えることができるようになると思います。

衛星データのオープン化では、衛星データを活用したビジネスの創出を促進するために、経済産業省を中心に衛星オープンデータプラットフォームを構築していますので、誰でも気軽に衛星データを扱えるようになりました。このように、衛星データを利用できるビジネス環境が整ったことで、思いもよらなかった分野にまで進展していくのではないかと思います。

AI技術は、機械学習やディープラーニングの発展により、画像や音声などのビッグデータの解析に有効であると言われています。従来、衛星データの画像解析では、リモートセンシングの専門家の知見が必要でしたが、近い将来、AIに任せることができるようになるのではないかと思います。

これらの相乗効果で、衛星ビジネスのイノベーションが起こることを期待しています。

――「だいち3号」への期待をお聞かせください。

島村　近年、AIやビッグデータ解析、センサなどのIoT技術の向上により、地理空間情報を利用した高度な分析やシミュレーションが可能となってきています。都市の建物や地物などの状況をまるごとサイバー空間上に精密に再現し、そこにリアルタイムで捉えた気象、人流、空間などの動的データや都市に関する静的データを組合せ、サイバー空間上でさまざまなシミュレーションを行い、現実の世界にフィードバックする、「デジタルツイン」の実現が注目されています。当社では、デジタルツインの実現は、国土強靱化、インフラ老朽化対策、スマートシティ・スーパーシティの実現などの社会の課題解決に資すると考えています。「だいち3号」は、まさに、デジタルツインの中心のデータであると言えます。サイバー空間では、地理空間情報の基盤が必要であり、人工衛星や航空機などによって取得した空間データをシームレスに統合することで、これを実現できます。そのために、「だいち3号」の一度に広範囲の国土観測が可能であるという特徴が生かせます。また、「だいち3号」と小型衛星のデータを組み合わせたさまざまな空間分解能や時間分解能で、現実世界の多種多様な事象や状態を、面的に、かつ、タイムリーに監視することができるようになります。さらに、過去の「だいち」のアーカイブデータやオープン化している各種の統計情報から過去のトレンドや、最新の「だいち3号」の衛星データや動的な情報をもとに、将来の事象を予測することができる環境が整います。このように、デジタルツインの実現において、「だいち3号」の役割は、大変重要であると考えています。

また現在、さまざまな業界で人材不足が大きな問題となっていますが、この分野でも同じです。「だいち3号」の打上げが成功して、それがきっかけで、大学での研究が進めば、宇宙産業ビジネスに携わりたいと思う学生が増え、その結果、衛星ビジネスの拡大につながると期待しています。

フィジカル空間とサイバー空間のデジタルツインのイメージ図

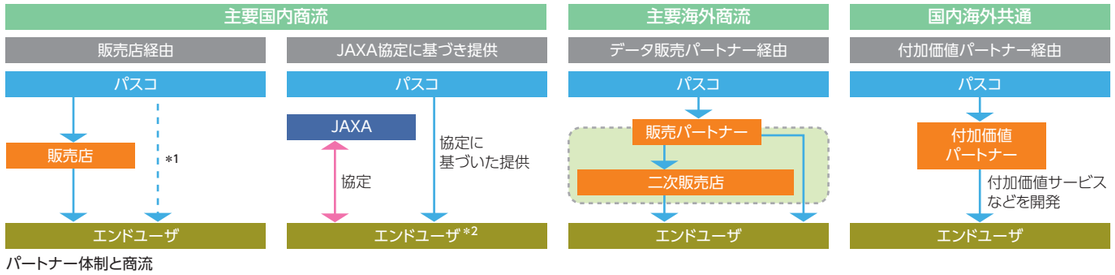
――パスコがデータ提供を担うことで、利用者にはどのようなメリットがあるのでしょうか。

島村　当社は、衛星データやソリューションを提供している企業であるとともに、多岐にわたる調査の中で、衛星データを利用するユーザでもあります。そこで、単にデータ販売を行うだけではなく、これまで蓄積してきた経験から、衛星の利用に関するコンサルティングサービスや、データ解析が困難なお客様には解析サービスを提供することができます。いわば、お客様にとって何が課題であるか、衛星データでどう課題を解決できるのか、また、解決できない場合は他にどのような方法があるかなどを、お客様目線でアドバイスやサービスを提供できる点、この“総合力”が、お客様にとってのメリットであると考えています。

――衛星データの販売体制と、今後の展望についてお聞かせください。

島村　国内、海外ともに新たな販売チャネルとしてのパートナー体制の構築を進めています。パートナーに向けては、衛星データだけのプロダクトではなく、APIやストリーミング配信によるシステム内での活用など、お客様のニーズに応じた多様な形態で提供していく予定です。

コロナ禍において、政府開発援助のプロジェクトでは、渡航の制約があり、現地調査が難しくなっていますが、衛星データは、現地の状況を知るためには非常に貴重な情報です。このように、ニューノーマルの時代では、衛星データの利活用はより活発になっていくでしょう。



パートナー体制と商流

*1「だいち3号」単体案件とは異なる複合案件の場合はパスコが直接販売を行う場合があります。
*2 JAXAと協定を結んだ政府機関。提供対象となるデータは、「標準データ」です。

資料提供：株式会社パスコ

標準データ

「だいち3号」が観測したデータは、複数の処理を経て、ユーザへ提供されます。

L1B1データ　ラジオメトリック補正処理

●衛星から取得されたデータから、センサの感度のばらつきを補正したデータです。

L1B2データ　幾何補正処理

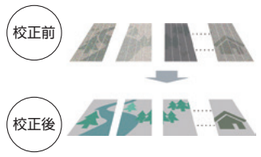
●L1B1データに、地図投影などの処理を行い、幾何的な歪みを補正したデータです。
●ジオリファレンスまたは、ジオコーデッド2つの補正オプションから選択が可能です。
●データは任意の指定範囲(最小購入面積あり)により提供します。

L1Cデータ　オルソ補正処理

●数値標高モデル(DEM)などを用いて簡易オルソ補正処理したデータです。
●ジオリファレンスまたは、ジオコーデッド2つの補正オプションから選択が可能です。
●データは任意の指定範囲(最小購入面積あり)により提供します。

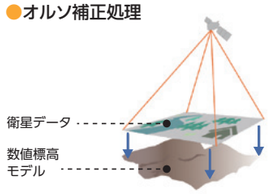
サクッと用語解説

●ラジオメトリック補正処理



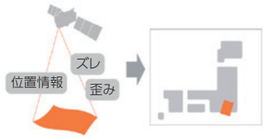
(補正前)衛星センサ素子の感度によって測定結果にばらつきが生じ、ムラや線が入る場合があります。
(補正後)センサ素子の性質のばらつきを補正する事できれいな画像を生成します。

●オルソ補正処理



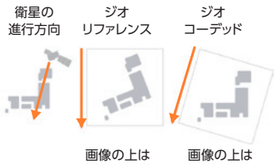
幾何補正処理後の衛星データは、地形の凹凸による影響があります。数値標高モデル(DEM)などを利用して、衛星データをより正確な位置情報を持つ空間情報に処理します。

●幾何補正処理



観測したデータから歪みやズレを修正し、位置情報を持たせることで、空間情報として活用できるようになります。

●ジオリファレンス&ジオコーデッド



空間情報として活用するために、衛星データを地図に重ねる補正オプションは2種類用意されています。

衛星データ提供のためのプラットフォーム(PF)

衛星データ提供のためのプラットフォーム(PF)は、衛星データの検索・注文・ダウンロードを行う基盤です。利用者は関心エリア・観測期間などを設定する事で、アーカイブ画像を簡単に検索・閲覧できます。その後、処理オプションを選択し、注文手続きをする事でデータを入手できます。

利用の流れ

1 PFにアクセス・ログイン

2 関心エリア・観測期間を選択

3 アーカイブ画像を検索・選択

4 処理オプションの選択

5 注文手続きへ進む

(2021年3月時点、PFは開発中のため実際の環境と異なる可能性があります)

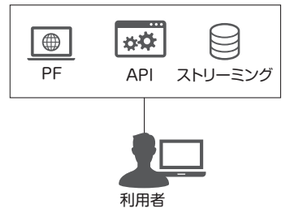
上記で説明したPFに加えてAPIやストリーミングサービスも提供されます。「だいち3号」のデータを活用シーンに最適な手法で利用できます。

・API

Application Programming Interfaceの略です。アプリケーションの一部を公開して、他のアプリケーションと直接的に連携することを可能にする仕組みです。APIを利用することで、例えば、衛星データ解析サービスを提供する企業が、だいち3号の処理済のデータを自動的に入手して自社システムに読み込み、解析することができます。

・ストリーミング

データそのものをダウンロードすることなく、「だいち3号」の画像を閲覧できる仕組みを提供します。例えば、利用者が保有するGISシステムの背景図として、「だいち3号」の画像を読み込んで利用することができます。



(パスコが運営する衛星データ情報サイト(http://jp.alos-pasco.com/)にて、PFなど「だいち3号」に関する情報を発信しています)

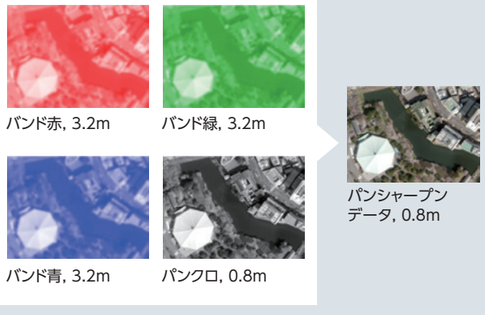
標準データを活用したプロダクト

多様なニーズに応えるために、「だいち3号」を活用したさまざまなパスコのオリジナルプロダクトを整備提供していきます。

(プロダクトやサービスの名称については、変更となる可能性があります)

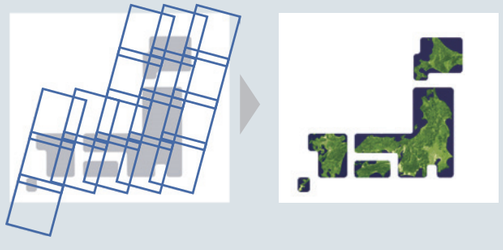
パンシャープンオルソデータ

マルチスペクトル(カラー画像:分解能3.2m)とパンクロマチック(白黒画像:分解能0.8m)を組み合わせることで疑似的に高分解能(0.8m)のカラー画像を作成。



パンシャープンオルソモザイク

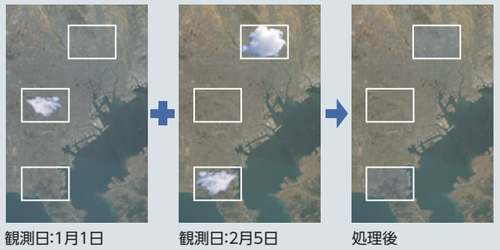
日本全国を対象に、1年間に観測された画像から雲の影響の少ないものを厳選し、モザイク処理*します。都道府県及び地域レベルの広範囲がシームレスに色調補正されており、既存システムやサービスの背景図としての利用に最適です。



＊モザイク処理は、画像間の重複部分について位置と色調を合わせ接合する処理です。

フレッシュ／シーズン

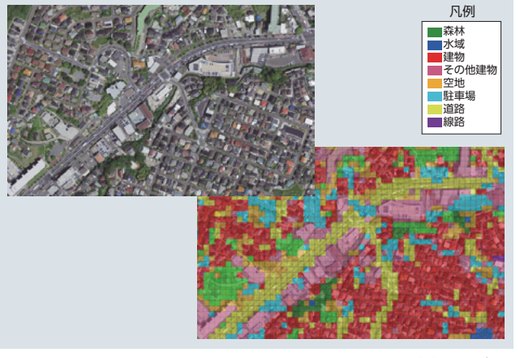
日本全国を対象に、観測された1シーンの画像を14km四方のグリッドに分割し、雲の影響の少ない画像を自動モザイク処理します。観測後最短5日で更新する「フレッシュ」、季節ごとに更新する「シーズン」があります。



フレッシュデータの例です。1月1日と2月5日に観測した画像から雲の影響の少ない画像を作成します。

主題データ

主題データとは、画像解析により分類・整理しまとめたデータです。下図は、土地利用データの活用例です。土地の利用状況を分析し、メッシュ単位で利用状況を色分けして表示します。



資料提供:パスコ