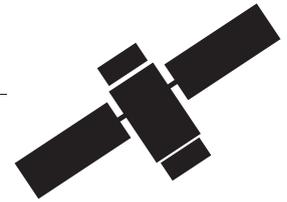




地球観測衛星「だいち」における 防災利用実証

宮崎景太・戸田謙一



地球観測衛星「だいち」では、広域・繰り返し・悪天候/夜間での地表面の観測を可能とする特徴を活かし、宇宙航空研究開発機構（JAXA）は国内外の防災関連機関との連携により、防災面での様々な利用実証を実施してきた。本年5月にはだいち後継機を打上げ、その観測能力の向上を活用し、被災状況把握のみならず、予防や復旧・復興等の全災害フェーズにおいて、さらなる防災活動への貢献を目指している。本稿では、だいち等での防災利用実証活動に関し、防災関連機関との連携による衛星利用の枠組みやこれまでの利用実証成果の事例を紹介する。さらに、だいち後継機を加えた利用実証の取り組みについて報告する。

キーワード：災害監視，減災，地球観測衛星

1. はじめに

2006年1月24日に打上げられた「だいち」は、PRISM（立体視型白黒光学センサ；2.5m分解能）・AVNIR-2（カラー光学センサ；10m分解能）・PALSAR（合成開口レーダセンサ；10m分解能）の3種類のセンサを搭載し、観測用途や災害種別等に応じ、これらのセンサが使い分け利用された。だいちを利用した防災利用実証では、防災関係省庁や自治体などの防災関連機関と連携し、観測画像の防災活動への利用を推進してきた。この活動は国内のみならず、だいちのグローバルな観測能力を活かし、国際的な協力枠組みを通して、海外の災害をも対象に行われた。2011年3月の東日本大震災では、だいちはいち早く強震地域全域を観測し、被災状況の早期把握等に貢献した。同年5月のだいち運用停止以降は、センチネルアジアや国際チャータに加え、海外宇宙機関との相互協力の枠組みを強化し、海外宇宙機関が有する衛星を用いた防災利用実証を推進してきた。本年5月にだいち2号機を打上げ、本機を加えた防災利用実証を計画しており、その観測能力向上を活用し、被災状況把握のみならず、予防や復旧・復興等の全災害フェーズにおいて、さらなる防災活動への貢献を目指している。

2. 防災分野における衛星利用の枠組み

防災関連省庁との防災利用実証活動は、内閣府（防

災）との衛星画像利用に関する取決め締結の下、政府防災関連機関に対し、災害発生時にはだいち等による緊急観測の実施と観測画像や災害情報の提供、平時には防災用地図情報システムや防災訓練への衛星地図情報等の提供などを推進する。防災利用の拡大のため、特定の自治体とも同様な協定を締結し、地域による地域防災のための衛星利用と地域の防災の知見を取り込んだ利用実証を推進する（図—1）。



図—1 だいちによる利用実証の枠組み

災害発生時は、緊急観測窓口にてユーザからの観測要求を受け、災害種別や衛星の通過タイミング等を考慮して、緊急観測を実施する。観測画像は、ユーザに応じた解析を行い災害情報に変換し、WEBサイト「だいち防災WEB」を経由しユーザに提供される。WEBサイトには、日本全国を2次メッシュ単位でカ

バーする「だいち防災マップ」も掲載し、災害初動時の現地情報の把握などに利用される。

比較的規模の大きな災害発生時には、災害規模・種別・衛星の通過タイミング等に応じて、海外宇宙機関の有する観測衛星にて緊急観測が可能な国際協力の枠組みを有する。

センチネルアジアは、アジア太平洋地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である。アジア太平洋地域の宇宙機関及び防災機関等の93機関(2014年3月現在)が参加し、各国宇宙機関が観測した災害関連情報を専用WEBサイト上で共有し、台風、洪水、地震、津波、火山噴火、山火事などの自然災害による被害を軽減し、予防することを目的とする。JAXAは、だいち並びにそのアーカイブデータを利用して、アジア防災センター(ADRC)と共にその活動の中心的役割を担う。

国際チャータは、大規模な災害が発生した際に、宇宙機関の衛星画像を被災国のユーザに提供する国際協力の枠組みである。世界の観測衛星を保有する宇宙機関15機関(2014年3月現在)が参加し、JAXAは2005年の正式加盟以降、様々な災害において画像を提供し貢献した。

いずれの国際協力もボランティアな枠組みであり、災害直後の緊急観測タイミングは宇宙機関の対応や衛星の軌道等に依存し、発災数日後に画像提供される場合もある。

特定海外宇宙機関(ドイツ・イタリア・カナダ)との2国間協定は、緊急観測対応の即応性向上(観測タイミングの向上等)を目的に、だいちと軌道が異なる海外衛星を相互活用し補完する枠組みである。

3. だいち防災利用実証の実例

だいちによる防災利用実例では、地震、風水害、土砂災害、火山監視、地殻変動、洋上監視等の事例があるが、防災機関等での利用が確認された中から、国内事例とセンチネルアジア事例の、二事例を紹介する。

東日本大震災(2011年3月)¹⁾ 2011年3月11日、東北太平洋沖地震が発生した。3月12日にPRISM, AVNIR-2の同時観測、及び14日にAVNIR-2の観測を行い、強震地域(震度5強以上の地域(34,843 km²))全域を撮影し、国土技術政策総合研究所に提供した。国総研他国交省関係機関は、太平洋沿岸部等の速やかに地上点検に着手することが困難な地域を含め、土砂災害の発生状況の確認作業を行い、大きな変状が発生していないことを確認した(図-2)。

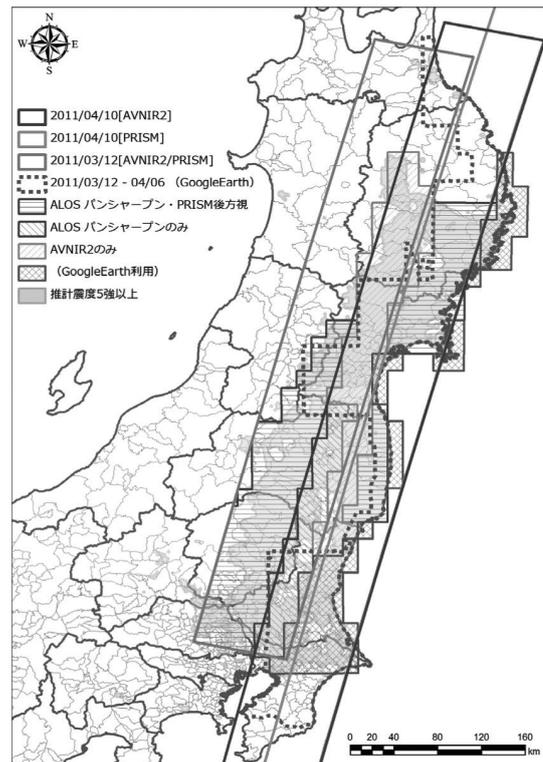


図-2 東日本大震災の緊急観測

また、津波の被害が広域に及ぶにあたり、津波被害エリアの湛水状況に関わる情報提供の要請に基づき、3月14日から4月20日のPALSAR, AVNIR-2観測データによる湛水域の判読結果を提供した。これらの結果は、排水計画の検討、農地被害の把握等に利用された。福島第一原発周辺の飛行制限期間中は、航空機による観測ができず衛星が唯一の観測手段となった。

津波被害に伴う洋上漂流物については、内閣官房総合海洋政策本部事務局取りまとめの下、関係省庁が連携して対応した。環境省は、平成23~24年度に洋上漂流物の状況を把握すべく、気象研究所、JAMSTEC, JAEAが開発したモデルやシミュレータによって漂流予測を行った。漂流予測の初期条件として、PALSARによる2011年3月13日から26日までの観測画像を解析し、震災漂流物が岩手県から福島県にかけて流出した分布も利用された(図-3)。

タイ集中豪雨(2010年10月)¹⁾ タイ中部、東北部で発生した50年に1回の大規模かつ長期間に及ぶ洪水に際して、タイ地理情報宇宙技術開発機関(GISTDA)より10月19日に緊急観測要求を受領し、23日にPALSARにて観測し、同日にGISTDAへ画像を提供した。PALSAR画像の提供に当たっては、通信インフラ被災時を考慮してセンチネルアジアにより設置された、超高速インターネット衛星「きずな」用地上局を利用し、「きずな」経由で高速伝送した。

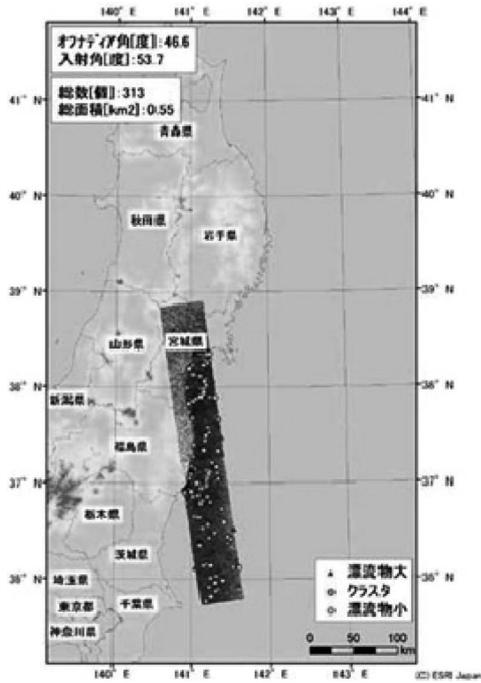


図-3 PALSAR 画像解析による洋上漂流物の分布

また災害時の緊急観測対応の即応性を高めるため、衛星本体を左右に傾ける機能を有し、従来にない左右両側からの観測や入射角範囲の拡大を実現し、観測可能域を3倍の2,320 kmとする(図-5)。衛星軌道の最適化(回帰日数を従来の46日から14日に短縮)と組み合わせ、日本列島の緊急観測を日2回程度の頻度で可能にする。

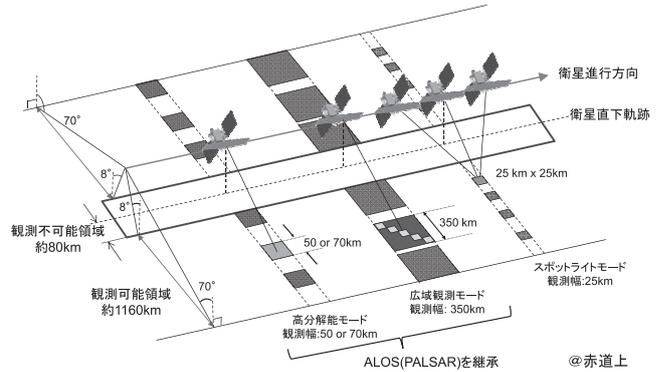


図-5 PALSAR-2 観測可能域

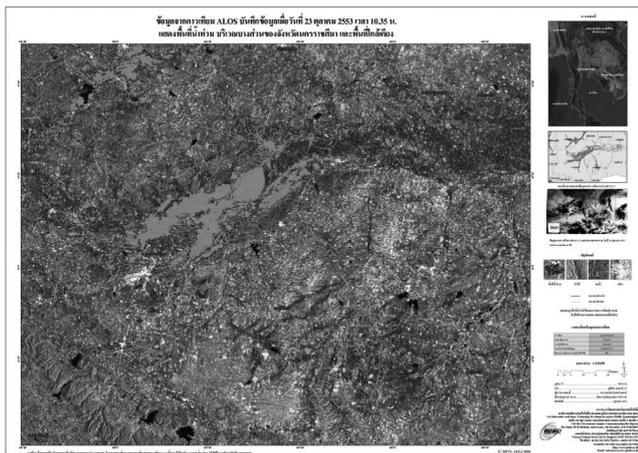


図-4 タイ集中豪雨の観測

GISTDAはこの災害情報を利用し、独自に浸水マップ等を作成し日々内閣に報告した。また、浸水域を示すPALSAR画像に、家屋分布の情報を重ね合わせ被災家屋を数え、その情報を政府へ提供し、タイ政府による補償金の支払い根拠資料とされた(図-4)。

4. だいち後継機での防災利用の取り組み

2014年5月24日に打上げられた「だいち2号機」は、PALSAR後継機PALSAR-2を搭載し、合成開口レーダによる迅速な観測に最適化された衛星である。PALSAR-2は、衛星利用ユーザーニーズを踏まえ、高分解能化・広域観測幅化・高画質/多モード化の性能向上を図ったもので、特に最大分解能は従来の10mから1~3mと高分解能となる。

PALSAR-2は、PALSAR同様、波長の長いLバンド合成開口レーダであり、天候に左右されず、夜間でも広域に地表を観測できる特徴を有する。災害発生直後の被災状況など、災害の全体像をいち早く把握することができる。夜間や悪天候下での災害や東日本大震災クラスの大規模災害の際には、航空機による被災状況の全体把握に時間を要すると想定されるが、だいち2号により早期把握が可能であり、人命救助活動など初動対応に役立つと期待される。特に、津波・洪水時の浸水域、タンカー事故時のオイル流出、土砂災害時の土砂崩れ等の抽出を得意とするが、高分解能化に伴い、これまで判別が困難だった地表面や水面の詳細な様子も観測可能となる。

PALSAR-2で観測した初画像から浦安市付近及び伊豆大島を拡大したものを図-6, 7に示す。図-6では、従来の合成開口レーダと比較し高分解能化に伴い、より詳細な情報が得られることが分かる。

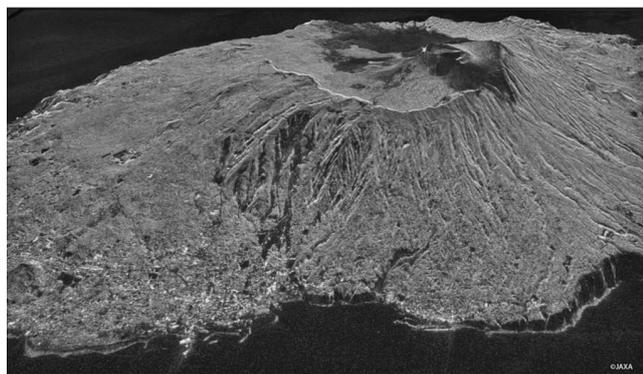
図-7は、PALSAR-2観測画像を「だいち」搭載PRISMによって得られた標高データを用いて鳥瞰図表示したもので、今年の台風26号による大規模な土砂崩れの跡が約8ヶ月经過した現在でも確認され、植生が回復していない状況と読める。

だいち2号では、その衛星軌道が半径500mチューブ内に精密に制御され、高頻度に繰り返し観測を行うことができるため、災害予防活動での定期的な監視・観測や、災害後の復旧活動における利用も期待される。

例えば、活動中の火山は噴煙などで火口内の目視確



図一六 PALSAR-2 初画像 (従来レーダとの比較)



図一七 PALSAR-2 初画像 (土砂災害痕跡)

認が難しいが、合成開口レーダでは火口内外の変化を観測可能なことから、国内外での火山活動の監視に利用される。だいちでは、霧島火山の避難警報の切り替え等に利用されたほか、フィリピン火山のハザードマップ作成に活用された。

また地すべりや地震の予知においては、2時期の観測データにおける衛星と地表間の距離変化(位相差)から地盤の変動を捉える干渉 SAR 解析(インターフェロメトリ)という技術を用いて、微小な斜面や地殻の変動を面的に検知することで、大規模な崩壊の予兆、地殻変動の定期的な監視に活用できる。だいちでは、東日本大震災の前後での干渉 SAR 解析を実施しており、震央に近い仙台市沿岸部において数 m の距離変化を観測した。

だいち2号を用いた防災利用実証では、だいちよりさらに向上した性能を最大限活用した活動を推進し、政府・自治体での衛星データの利活用を促進する。実用化に向けた課題には、第一に緊急観測画像からの被害・危険域の抽出の高速化・高精度化を進め、災害情報のオンライン提供による、政府・自治体の地図情報・災害情報システムとの連携が必要である。本課題に取り組むため、防災関連研究機関や大学と連携したワーキンググループを災害種別に構成し、実用化に向けた研究を実施する。第二に都市部での被害状況把握、海底火山活動の検出や衛星地図作成に優位な広域高分解能光学センサを搭載する衛星を追加整備し、対応可能な災害種別を拡大する必要がある。第三にたいち後継機を途切れることなく配備し、継続的な衛星データの提供を担保する必要がある。だいち2号での防災利用実証成果を重ね、第二、第三の課題に取り組む所存である。

JICMA

《参考文献》

- 1) 「だいち」の防災面における利用実証成果, 2013, 日本航空宇宙学会誌 61 (5), 172-177

【筆者紹介】

宮崎 景太 (みやざき けいた)
 宇宙航空研究開発機構
 衛星利用推進センター 防災利用システム室
 主幹開発員



戸田 謙一 (とだ けんいち)
 宇宙航空研究開発機構
 衛星利用推進センター 防災利用システム室
 室長

