

令和元年台風第19号(東日本台風)におけるリモートセンシングデータと それに関連した情報プロダクツの一元化および共有状況

田口 仁*・格内 俊一*・平 春*・酒井 直樹*

Centralization and Sharing of Remote Sensing Data and Related Information Products in the 2019 East Japan Typhoon (TY1919)

Hitoshi TAGUCHI, Shun-ichi KAKUNAI, Chun PING, and Naoki SAKAI

**Research Center for National Disaster Resilience,
National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, Japan
tagchan@bosai.go.jp, kakunai.shunichi@bosai.go.jp, pingchun@bosai.go.jp, sakai@bosai.go.jp*

Abstract

In this paper, authors reported that the SIP-NR2 team centralized remote sensing data such as satellite data and provided information products and shared to the NIED Crisis Response Site (NIED-CRS) and the Information Support Team (ISUT) in disaster response in the 2019 East Japan Typhoon (TY1919). Initially, an overview of the research project, damage of the typhoon, and the response of SIP-NR2 were introduced. Then, we reported in detail on the timing of observation and acquisition of remote sensing data and the timing of release as information products. Also, we reported the spatial distribution of the observation area of remote sensing data and analysis results such as flooded areas. In light of these disaster response considerations, the issues for centralizing the remote sensing data and utilizing them for disaster response were discussed.

Key words: The 2019 East Japan Typhoon (TY1919), Information Support Team (ISUT), Remote Sensing Data, Information Products

1. はじめに

大規模な自然災害が発生した際は、災害が起きている場所の被災状況をいち早く定量的に把握することが求められる。これを実現するためには、リモートセンシング技術に基づき、地球を周回する地球観測衛星や、航空機およびドローン等により面的に観測・撮影されたデータ(以下、リモートセンシングデータ)の活用が有効である。

発災直後の政府や自治体等の公的機関における災害対策本部に対して、衛星データと解析結果での一元化を行って情報プロダクツとして提供し、初動対応に活用できるようにするための即時一元化・共有

システムの研究開発プロジェクトを、防災科学技術研究所(防災科研)や宇宙航空研究開発機構(JAXA)等の研究機関、大学、民間企業が参画して実施している^{1),2)}。この研究プロジェクトは、内閣府総合科学技術・イノベーション会議が司令塔となって進めている「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」の第2期(2018年度~2022年度)に位置付けられており、課題「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」における2番目のテーマとなっている³⁾。以後、この研究プロジェクト名を「SIP-NR2」と呼ぶこととする。

筆者らは、令和元年8月の前線に伴う大雨におい

* 国立研究開発法人 防災科学技術研究所 国家レジリエンス研究推進センター / 総合防災情報センター

て、主に浸水被害を対象にリモートセンシングデータとそれに関連した情報プロダクツの共有を実践した⁴⁾。さらに、令和元年台風第15号(房総半島台風)においても実践した⁵⁾。

引き続き、他の自然災害を対象に、目指している研究開発の方向性について有効性を確認すると共に、新たな課題等を得るため、当該災害に関するリモートセンシングデータと被災状況を示す解析結果を集約を行い、一般公開可能な災害情報を発信するWebサイトである防災科研クライシスレスポンスサイト(NIED-CRS)と、ISUTの内部共有用のWeb-GISであるISUT-SITEに対して、情報プロダクツの共有を実践した。

本稿では、令和元年台風第19号(東日本台風)において実施したリモートセンシングデータとそれに関連した情報プロダクツの共有状況について報告する。

2. 衛星データ等即時一元化・共有システムの開発

衛星データを災害対応へ活用するためには、3つの要素が必要と考えている。それは、①適切なタイミングとエリアで衛星観測をオーダーできること、②衛星データを集約して災害対応者が活用できる情報プロダクツを作成すること、③災害対応機関に提供され活用されることである⁶⁾。

①については、発災直後の情報空白の時間帯を補完するために衛星観測を実施するにあたり、「いつ」「どこ」を観測すべきか、という情報が無ければ、適切な観測につながらないと考えられる。そのために、既存の様々な観測・予測・災害情報を活用し、観測すべき場所とタイミングを提案し、そのとき適切な衛星に対してオーダーできるシステムの研究開発を行っている。②については、様々な種類の衛星等による観測データを一元化するとともに、即座に被災状況を表す情報を抽出し、災害対応に資する情報として統合処理を行い、情報プロダクツを生成できるシステムの研究開発を行っている。

①と②により、適切なタイミングで「使える」情報プロダクツが生成され、③については前述のSIP4D等を活用して共有・流通することで、災害対応に衛星データが本当の意味で活用されると考えている。そのため、これらの要素をユーザ側からは1つの端末で完結する「ワンストップシステム」の研究開発を

実施しているところである。①については府省庁が連携して様々な衛星データを集約することができる必要がある。②については衛星データの解析部分であり、最新の情報技術を活用しつつ、民間企業等によりリモートセンシングデータを活用したい機関に対して、サービスとして提供できるための社会実装の仕組みについても平行して検討を進めている。

3. 令和元年台風第19号における活動状況

3.1 台風第19号の概要⁷⁾

台風第19号は2019年10月4日に発生し、同12日19時前に「大型で強い勢力」で伊豆半島に上陸した後、関東地方を通過し、13日未明に東北地方の東海上に抜け、20日に温帯低気圧となった。台風本体の発達した雨雲や台風周辺の湿った空気の影響で、静岡県や新潟県、関東甲信地方、東北地方を中心に広い範囲で記録的な大雨となった。10月10日からの総雨量は神奈川県箱根町で1,000ミリに達し、東日本を中心に17地点で500ミリを超えた。この記録的な大雨により、12日15時30分に静岡県、神奈川県、東京都、埼玉県、群馬県、山梨県、長野県の7都県に、12日19時50分に茨城県、栃木県、新潟県、福島県、宮城県の5県に、13日0時40分に岩手県に特別警報が発表された。各地で河川の堤防越水や決壊、氾濫等による洪水被害等が発生した。2020年2月12日時点では、人的被害は死者99名、行方不明者3名、住家被害は全壊3,280棟、半壊29,638棟である。国管理河川の堤防決壊12箇所。県管理河川の堤防決壊は128箇所である。

政府の対応としては、10月13日に災害対策基本法に基づく非常災害対策本部が設置された。また、内閣府調査チームは福島県庁、長野県庁、埼玉県庁、宮城県庁、栃木県庁、茨城県庁へ派遣され、災害時情報集約支援チーム(ISUT)も派遣された。災害救助法については、14都県390市区町村に適用された。そのほか、被災者生活再建支援法の適用、特定非常災害の指定(特定非常災害の被害者の権利利益の保全等を図るための特別措置に関する法律)、激甚災害の指定(激甚災害に対処するための特別の財政援助等に関する法律)、非常災害への指定(大規模災害からの復興に関する法)が行われた。

この台風は2020年2月19日に気象庁により「令和元年東日本台風」と名称が付与された⁸⁾。

3.2 SIP-NR2 の活動について

当研究プロジェクト(SIP-NR2)は、2018年下半期に開始され、2章で示した「衛星データ等即時一元化・共有システム」については開発途上である。しかし、一部技術等を実災害に適用し、目指している研究開発の方向性について有効性を確認するとともに、課題等を得るために、令和元年8月下旬の前線に伴う大雨⁴⁾、令和元年台風第15号⁵⁾に引き続き、本災害においても衛星データ等の一元化を行い、情報プロダクツを生成の上で、一般公開可能な災害情報を発信する防災科研クライシスレスポンスサイト(NIED-CRS)とISUTの内部共有用のWeb-GISであるISUT-SITEに対して情報共有を試みた。

取り扱ったデータは、衛星により観測されたデータだけでなく航空機やヘリ等による撮影を含めた「リモートセンシングデータ」として、レーダ衛星、光学衛星、空中写真、斜め撮影写真、ヘリ・ドローン動画である。情報プロダクツは、これらのリモートセンシングデータを活用して作成されたものを対象とした。

SIP-NR2の研究代表である防災科学技術研究所は、本プロジェクトに参画している共同研究機関と密に連絡をとりながら、データの入手および解析結果の集約を行い、NIED-CRSおよびISUT-SITEへの提供を実施した。主な活動期間は10月12日から10月末だった。

3.3 国際災害チャータの発動

台風第19号の接近にあたって、上陸前日の10月11日に国際災害チャータが発動された。国際災害チャータは「大規模な災害発生時に参加宇宙機関の地球観測衛星でボランティアに観測し、その観測データを無償提供することで、災害から生じる危機の軽減等に貢献すること」⁹⁾としており、主に公的災害対応機関の衛星データ利用を支援することが目的である。体制は、災害チャータ参加宇宙機関と、災害チャータに参加する宇宙機関が属する国の防災当局となる「認定ユーザ」で構成される。大規模災害発生時、認定ユーザの緊急観測の発動要請に基づき、参加宇宙機関の運用する地球観測衛星によって取得されたデータ(解析データを含む)が無償提供される。日本の認定ユーザは内閣府および内閣官房が登録されている。認定ユーザからチャータが発動されると、受付担当者に連絡が行き、発動が採択されると

緊急オンコール担当官が災害を考慮して適切な衛星を用いた観測計画を立案し関係する宇宙機関の承認を得る。並行してプロジェクトマネージャ(Project Manager)が決められ、観測調整やその観測データの解析調整等はPMが取り仕切ることになる。観測データはPMの監督下でValue Added Providersにより解析される。

今回、PMはSIP-NR2チームに参画している山口大学の長井正彦氏が担当し、Value Added Providerの1名として防災科研の研究員を登録した。国際災害チャータのVAPに登録された者がアクセス可能なウェブサイトがあり、ウェブサイトに登録されているサムネイル画像から、発災直後で適切なエリアを観測していて、光学衛星の場合は雲が少ないデータを目視で選定の上で、データをダウンロードした。

3.4 統合解析処理に基づく情報プロダクツの作成および共有例

ヨーロッパ宇宙機関のレーダ衛星Sentinel-1は、各地で洪水が発生している状況下の10月13日午前5時41分に、関東から東北にかけて広範囲の観測を実施した。さらにその5日前の10月6日に同一エリアを観測していた。そこでこれら観測データを入手して確認したところ、2時期の変化として浸水状況を明瞭に表現できていることが判明した。そこで、共同研究機関である国際航業と連携して、浸水エリアの抽出を実施した。

さらに、この推定した浸水エリアのデータに付加価値をつけることとした。具体的には、NTT空間情報の地図データ(商品名Geospace)に含まれる家屋形状を含む建物データを活用し、浸水エリアに含まれる建物の抽出を行った。そして抽出した建物を市町村の領域ポリゴンを用いて、市町村単位で建物数を集計し、自治体ごとの浸水建物数や自治体内の全建物数のうち浸水した建物の割合を計算し、その結果をWeb-GISおよびダウンロード可能な表形式でNIED-CRSに公開すると共に、ISUT-SITEへ共有した。作成したデータは、様々な浸水データと比べて広範囲をカバーしていることから、国や自治体の一部で活用された(図1)¹⁰⁾。

4. リモートセンシングデータおよび情報プロダクツの一元化および共有状況の整理

4.1 整理手法の考え方

リモートセンシング技術による観測の利点は、1章で述べたように、被災状況の面的な把握における有効性と、特に人工衛星の場合は周期性による観測の迅速性である。これらの利点に基づくと、災害発生後の適切なタイミングで観測が行われているか、加えて観測すべきエリアが適切にカバーされているかが重要となる。したがって、時間および空間によるリモートセンシングデータの一元化および共有状況を整理する必要があるといえる。そこで、今回の台風19号の活動においてSIP-NR2チームが取り扱ったリモートセンシングデータとそれに関連する情報プロダクツを対象に、時系列および空間的な整理を行うこととした。

時系列整理については、観測タイミングが最も重要であるが、観測データの処理や転送の時間、情報プロダクツとして可視化し共有化するために時間を要することが想定される。そこで観測や公開のタイミングも含めて、時系列で整理を行うこととした。なお、時系列整理にあたっては、データの観測および撮影タイミングについてはデータが有するメタデータ等から把握可能であるが、情報プロダクツの公開タイミングについては、災害時の情報共有に利用しているチャットツールや電子メールの情報に基づき、対応ログを時系列で整理を随時実施していたことから、補助的に利用した。

空間的整理については、各観測のデータが画素と地理座標とで結びついている、いわゆるラスター型データの場合は観測エリアをポリゴン(面)データを生成し、GISデータを作成した。一方、観測データのうち、例えば斜め撮影写真や空撮動画のように、データの各画素に位置情報は持たず、撮影位置のみが特定されたデータについては、撮影位置の地理座標から点データのGISデータを作成した。これらのデータを種類別に整理した。

リモートセンシングデータと情報プロダクツの種類を表1に整理した。No.1からNo.6まではリモートセンシングデータの種類を示しており、記号として便宜的にAからFのPrefixを付与し、Suffixとして連番を付与した。No.7はリモートセンシングデータを使って作成された情報プロダクツであり、同様

のルールでIDを付与した。その結果、48のリモートセンシングデータを一元的に処理・表示した。そしてリモートセンシングデータに関連する情報プロダクツとして61のデータをISUT-SITEまたはNIED-CRSへ共有した。

4.2 リモートセンシングデータの観測・公開タイミング

時系列整理として観測タイミングを整理した。レーダ衛星の観測タイミングの時系列チャートを図2に示した。この時系列チャートには、主要河川の堤防越水や決壊、氾濫のタイミングを合わせて示しており、以後の時系列チャートにも同様に示してある。なお、TerraSAR-XとRADARSAT-2は国際災害チャータから入手したデータである。

光学衛星の観測および国土地理院空中写真の撮影タイミングの時系列チャートを図3に示した。なお、空中写真は撮影時間が明確に示されていないため、光学衛星と同一のタイミングとなるよう時系列チャートにマーキングしている。情報収集衛星は、内閣情報調査室のウェブサイトにおいてGeotiff形式によるラスターデータが公開されたため、ダウンロードして使用した¹¹⁾。CBERS-4とKANOPUS-Vは国際災害チャータから入手した。

斜め撮影写真、ヘリ・UAV・ドローン空撮動画の撮影タイミングを図4に示した。ヘリ・UAV・ドローン空撮動画についても撮影時間が明確に示されていないことから、光学衛星と同一のタイミングとなるよう時系列チャートにマーキングしている。

近年、国土地理院では洪水が発生した際に、事前に整備されている標高データや、災害後に撮影された空中写真等を組み合わせ、浸水状況を推定する図として「浸水推定段彩図」を作成し公開することが多い。台風19号についても国土地理院ウェブサイトおよび地理院地図で公開された¹²⁾。その公開タイミングを図5のように時系列で整理を行った。なお、公開時刻は国土地理院の公式Twitterアカウント¹³⁾による新規データの公開について投稿した時刻を使用した。

4.3 リモートセンシングデータの観測範囲

空間的な整理として、リモートセンシングデータの観測範囲を整理した。レーダ衛星による観測範囲を図6に示した。図には観測時間を併せて記載した。光学衛星による観測範囲を図7に示し、国土地理院による空中写真の撮影範囲を図8に示した。図9に

は、図6から図8までの観測範囲および撮影範囲をすべて統合した地図を示した。また、斜め撮影写真の撮影地点を図10のように表示し、さらにヘリ・UAV・ドローン空撮動画等の撮影地点を図11のようにプロットした。

4.4 浸水エリア抽出結果の空間分布

浸水エリアの抽出を行ったデータを集約・表示した。これは、今回入手した衛星データから解析を行い抽出したケース、衛星データから解析(抽出)した結果を入手したケース、リモートセンシングデータとは異なり現地でISUTが県庁等で災害対応者から入手した情報からGISデータを作成したケース、既に紹介した国土地理院の浸水推定段彩図など、複数種類が存在する。それらの入手状況を1つの地図に統合して空間分布を表現した結果を図12に示した。レーダ衛星Sentinel-1およびASARと光学衛星Pleiadesについては、解析した範囲が明確であり、枠(面)として表現できた。そのほかのデータは特定の河川の浸水エリアを示した情報となるため、楕円の破線によってエリアを表現した。

4.5 情報プロダクツの公開タイミング

時系列および空間的に整理したリモートセンシングデータと解析結果について、ISUT-SITEやNIED-CRSに情報プロダクツとして公開するタイミングを整理した。表2には今回の災害対応で公開した情報プロダクツの一覧を示した。このリストは時系列で並べてある。なお、ISUT-SITEの掲載したコンテンツのうち、許諾等の事情により一般公開が不可と判断したコンテンツを除いたものがNIED-CRSに掲載されることとなる。

3.4章で紹介した浸水エリアおよび浸水した建物数を推定したプロダクツについては、最初に浸水エリアを抽出しておりIDはG43である。その後、このG43を使って浸水建物数を推定したプロダクツはG52となって公開されたことがわかる。

さらに、表3に情報プロダクツの公開時刻を時系列チャートで可視化した結果として、ISUT-SITEについては図13、NIED-CRSについては図14にそれぞれ示した。

5. 考察

5.1 発災直後の広域被災状況把握の観点から

図2のレーダ衛星の観測タイミングからは、大規

模河川の決壊や氾濫が発生した10月13日午前の観測(A06, A07)が、浸水状況把握に最適なタイミングだったことがわかる。光学衛星は台風通過後の晴天を狙って、多くの衛星が観測したことがわかる。

空間分布については、台風19号は甲信地方から関東～東北地方にかけての広域に浸水被害が発生した災害となったことから、図6によるとレーダ衛星Sentinel-1(A06)は関東～東北地方をカバーした観測が行われており、タイミングとカバー範囲としては最も有効な観測だったことがわかった。一方で、Sentinel-1(A06)は千曲川が範囲外であり、13日昼に観測されたALOS-2(A07)は千曲川をカバーしている。したがって、発災直後の浸水による被災状況把握を目的としたレーダ衛星観測については、Sentinel-1(A06)と長野県の千曲川を観測したALOS-2(A07)の組み合わせが、時間および空間の両方の観点から最も適していたことが明らかとなった。

2章で示した「①適切なタイミング・エリアで衛星観測をオーダーできること」という観点からは、今回の活動において集約・表示したデータを時系列および空間的に整理し、事後的な分析結果として上記の最適なレーダ衛星による観測を明らかにすることができたが、これを災害前から予測情報に基づき、最適な衛星に対してタスキングできるようにシステム化する必要がある。つまり、今回のような大規模広域な水害においては、①の要件を実現できる仕組みが必須といえる。

さらに、大雨に起因する災害としては、水害と同時に土砂災害が同時に発生する。レーダ衛星による観測は、観測角度によって水害の把握に適した角度、土砂災害の把握に適した角度がある。また、土砂災害の方が空間解像度は高い方が把握できる可能性が高い。初動対応として把握の優先度のニーズを考慮しつつ、水害と土砂災害の把握に適した観測計画が立案でき、オーダーが実施できることが望ましいと考えられる。その場合、検討する要素・変数が多岐にわたることから、事前の予測情報に基づき適した観測オーダーの立案が自動的に行われ、観測オーダーを出せる権限がある者に提案できる機能が「衛星データ等即時一元化・共有システム」に備わっている必要があるといえる。

衛星に対して観測をオーダーするためには、

オーダーする位置づけや枠組みを同時に考慮する必要がある。JAXAのALOS-2は、協定を締結している公的機関は緊急観測を要請することが可能である。一方、国際災害チャータは商用および政府系衛星の両方をカバーしているものの、ベストエフォートの仕組みであり、観測を保証するものではない。契約に基づき対価を支払い、緊急観測を実施する方が確実な場合もある。このような観点を「衛星データ等即時一元化・共有システム」に組み込むことで、より実務に即した「①適切なタイミング・エリアで衛星観測をオーダーできること」が実現可能になる。

光学衛星および空中写真については、一般的な写真と同様であり、誰もが直感的に被災状況を理解できる情報である。レーダ衛星による観測が災害発生した直後に先行して行われ、被災状況が広域かつ面的に解析できれば、その情報に基づき光学衛星や空中写真で観測すべきエリアを明確化することができ、その後の光学衛星による観測のオーダーや、様々な災害対応機関等が実施する空中写真撮影や斜め撮影写真など、詳細に把握すべきエリアの選定に役に立つと考えられる。また、図7に示したCBERS-4 MUX (B05)のように、高解像度ではないが広域な観測が行える光学衛星についても、発災直後の浸水エリアの把握には有効である可能性が高いことから、観測範囲が狭いが詳細な光学衛星との効果的な組み合わせ方法を検討し、「衛星データ等即時一元化・共有システム」において計画立案の提案が行えるようにすることも重要だと考えられる。

5.2 情報プロダクト作成の観点から

今回の災害においては、3.4章に示したようにレーダ衛星 Sentinel-1 (A06)を用いて浸水エリア内の建物数を抽出し、市町村別に集計を行った情報プロダクトを作成した。一般的に自治体の被災状況は、「被害とりまとめ報」において確定値として集計され公表される。時間が経過するにつれて数字が積み上がり、全容が判明する頃は初動対応のフェーズではなくなっている。3.4章で示した情報プロダクトは、初動対応に作成されて共有することができれば、確定値ではないものの、被害の全容を「被害とりまとめ報」の数値が積み上がる前の推定値として示すことができる点で災害対応者に有効な情報プロダクトだと考えられる。ただし、表2のG43に示したように浸水エリアの抽出に5日を要しており、浸水した

建物数を公表したのはG52に示したように発災から9日近く要している。これは衛星データの一元化ルートが今回の災害対応において確立していないこと、衛星データのファイルサイズは大きくデータの移動時間に時間を要したこと、手動で処理を実施したこと、各種衛星データの処理が平行したことが要因だと考えられる。これらの課題を解決するためには、衛星データを一元化するシステム上において、解析が実施できるシステムであることが重要であり、それによってはじめて「②衛星データが集約されて災害対応者が活用できる情報プロダクトを作成すること」が実現できると考えられ、「衛星データ等即時一元化・共有システム」が備えるべき機能だといえる。

情報プロダクトの種類については、今後さらに多様化していくべきである。今回の対応では浸水エリアを抽出したが、地形データを用いることで、浸水エリアの縁の標高データを浸水深0mとみなすことで、浸水深を推定できる可能性がある。それによって、床上および床下浸水の建物棟数が推定でき、さらにそれに起因する災害廃棄物の量を推定できる可能性がある。このように、情報プロダクトの作成手法を確立し、標準手順(SOP)として安定的に情報プロダクトを作成できるようにすることが必要であり、今後の課題といえる。

5.3 時系列および空間的整理方法の観点から

これまでNIED-CRSおよびISUTの活動において、様々な地理空間情報を扱ってきた^{4), 5), 14)~19)}。しかし、今回の台風19号のように、衛星から航空機まで様々なリモートセンシングデータを集約・表示を行い、情報プロダクトとして共有した災害対応事例は筆者らの知るところ見当たらない。さらに、集約・表示したデータを、時系列および空間的に整理を行い、分析や考察が可能な形で可視化した例は筆者らの知るところ存在しないと考えられる。今後、「衛星データ等即時一元化・共有システム」が開発され運用される際は、今回のようにデータが一元化され共有化されることとなるため、オーダー方法の検証や自動的にオーダー方法を提案するアルゴリズムの開発のためにも、本稿で実施した観点に基づく整理が自動的に実施できるようなアーカイブ機能を持つことは重要である。

また、このようなアーカイブ機能は、災害対応中から稼働していることが望ましい。例えば、今回の

災害対応において浸水エリアを解析したデータのすべてを集約して図12のように整理したが、レーダ衛星により網羅的に浸水エリアを把握した後に、国土地理院による推定浸水段彩図や自治体が目視で推定した詳細な浸水エリアを示すデータが登場したが、氾濫発生河川であっても詳細な浸水エリアが無い場所を可視化することが可能となる。さらに、災害対応の状況に応じて詳細な光学衛星または空中写真が必要となるケースにおいては、観測エリアが一元化されていれば、観測または撮影データの有無を検索が容易となるだけでなく、「衛星データ等即時一元化・共有システム」が有するオーダーを行う機能を活用することで、追加の観測オーダーを容易に行うことも可能になると考えられる。

6. おわりに

本稿では、令和元年台風第19号(東日本台風)において、SIP-NR2 チームが実施した衛星データ等のリモートセンシングデータを集約し、防災科研クライシスレスポンスサイト(NIED-CRS)および災害時情報集約支チーム(ISUT)に対する情報プロダクツとしての共有状況について整理した。具体的には、はじめにSIP-NR2の概要を紹介し、台風第19号の対応の概要を報告した。そして、リモートセンシングデータとそれに関連する情報プロダクツの時系列および空間的な整理を実施した。それらに基づき、「衛星データ等即時一元化・共有システム」の構築に向けた考察を行った。

今回の災害対応等に基づき、リモートセンシングデータを使った被災状況についての状況認識の統一に向けて、地理空間情報として共有と利活用が行える「衛星データ等即時一元化・共有システム」の確立に向けて、課題の発見と改善を継続していきたい。

謝辞

本活動は内閣府をはじめとした府省庁、SIP-NR2の共同研究機関の皆様など、様々な関係者の協力により実現できたものである。ご協力いただいた関係者の皆様に感謝申し上げます。本研究は、総合科学技術・イノベーション会議のSIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」(管理法人：防災科研)の一環で実施された。

参考文献

- 1) 防災科学技術研究所 国家レジリエンス研究推進センター(2019): 被災状況解析・共有システム開発, <http://www.bosai.go.jp/nr/nr2.htm> (2020年3月30日参照)
- 2) 酒井直樹(2019): 衛星データ等即時共有システムと被災状況解析・予測技術の開発. 防災科研ニュース, **205**, 8-9. https://www.bosai.go.jp/sp/information/news/pdf/k_news205.pdf (2020年9月22日参照)
- 3) 防災科学技術研究所 戦略的イノベーション推進室(2018): 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP) 国家レジリエンス(防災・減災)の強化, <http://www.nied-sip2.bosai.go.jp/> (2020年3月30日参照)
- 4) 田口仁・長井正彦・格内俊一・平春・酒井直樹(2020): 令和元年8月の前線に伴う大雨におけるリモートセンシングデータとそれに関連した情報プロダクツの共有状況. 防災科学技術研究所 主要災害調査, **56**, 25-36.
- 5) 田口仁・格内俊一・平春・酒井直樹(2020): 令和元年台風第15号(房総半島台風)におけるリモートセンシングデータとそれに関連した情報プロダクツの共有状況. 防災科学技術研究所 主要災害調査, **57**, 41-53.
- 6) 田口仁・白田裕一郎・酒井直樹(2020): 衛星リモートセンシングデータ等の災害情報共有・流通のためのプラットフォーム開発. 写真測量とリモートセンシング, **59**(1), 10-13.
- 7) 内閣府(防災担当)(2020): 令和元年台風第19号等に係る被害状況等について(令和2年2月12日9:00現在), http://www.bousai.go.jp/updates/r1typhoon19/pdf/r1typhoon19_44.pdf (2020年3月30日参照)
- 8) 気象庁(2020): 令和元年に顕著な災害をもたらした台風の名称について, https://www.jma.go.jp/jma/press/2002/19a/20200219_typhoonname.html (2020年3月30日参照)
- 9) 千葉丈久・高田裕司・田辺玲・加来一哉・高橋陪夫(2016): 国際災害チャータによる災害観測. 写真測量とリモートセンシング, **55**(4), 263-268.
- 10) 平春(2020): 宇宙から被災状況を把握して災害対応へ活かす. 防災科研ニュース, **207**, 10-11.

- https://www.bosai.go.jp/sp/information/news/pdf/k_news207.pdf (2020 年 9 月 22 日参照)
- 11) 内閣情報調査室 (2019) : 令和元年台風第 19 号に係る被災地域に関する加工処理画像について, <https://www.cas.go.jp/jp/houdou/191016csice.html> (2020 年 4 月 1 日参照)
- 12) 国土地理院 (2019) : 令和元年 (2019 年) 台風 19 号に関する情報, <https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/R1.taihuu19gou.html> (2020 年 4 月 1 日参照)
- 13) 国土地理院公式 Twitter アカウント, https://twitter.com/GSI_chiriin (2020 年 4 月 1 日参照)
- 14) 佐野浩彬・吉森和城・佐藤良太・奈倉登・半田信之・磯野猛・池田真幸・花島誠人・田口仁・白田裕一郎 (2019) : 平成 30 年 (2018 年) 大阪府北部を震源とする地震における防災科研クライシスレスポンスサイトの構築と運用. 防災科学技術研究所 主要災害調査, **54**, 23-30.
- 15) 田口 仁・花島誠人・水井良暢・佐藤良太・白田裕一郎 (2019) : 大阪府北部を震源とする地震における情報支援活動—災害時情報集約支援チーム (ISUT) として初の派遣事例—. 防災科学技術研究所 主要災害調査報告, **54**, 7-15.
- 16) 佐野浩彬・吉森和城・佐藤良太・奈倉 登・鈴木比奈子・半田信之・磯野 猛・池田真幸・花島誠人・田口 仁・取出新吾・白田裕一郎 (2019) : 平成 30 年 7 月豪雨における防災科研クライシスレスポンスサイトの構築と運用. 防災科学技術研究所 主要災害調査, **53**, 133-146.
- 17) 吉森和城・花島誠人・田口仁・李泰榮・取出新吾・半田信之・佐野浩彬・佐藤良太・池田真幸・鈴木比奈子・白田裕一郎 (2019) : 平成 30 年 7 月豪雨 広島県庁における情報支援活動. 防災科学技術研究所 主要災害調査, **53**, 97-110.
- 18) 佐野浩彬・吉森和城・佐藤良太・奈倉 登・鈴木比奈子・清原光浩・半田信之・磯野 猛・池田真幸・平 春・花島誠人・田口 仁・取出新吾・白田裕一郎 (2019) : 平成 30 年北海道胆振東部地震における防災科研クライシスレスポンスサイトの構築と運用. 防災科学技術研究所 主要災害調査, **55**, 47-58.
- 19) 佐藤良太・佐野浩彬・吉森和城・清原光浩・平 春・日高達也・水井良暢・崔 青林・取出新吾・李 泰榮・伊勢 正・花島誠人・田口 仁・白田裕一郎 (2020) : 平成 30 年北海道胆振東部地震における情報支援活動, 防災科学技術研究所 主要災害調査, **55**, 17-46. (2020 年 8 月 17 日原稿受付, 2020 年 9 月 23 日改稿受付, 2020 年 9 月 23 日原稿受理)

要 旨

令和元年台風第 19 号 (東日本台風) において, SIP-NR2 チームにより衛星画像等のリモートセンシングデータの一元化を行い, 情報プロダクツを防災科研クライシスレスポンスサイト (NIED-CRS) および災害時情報集約支チーム (ISUT) に提供した状況を整理した. はじめに, 研究プロジェクトの概要を紹介し, 台風第 19 号の SIP-NR2 の対応の概要について報告した. そして, リモートセンシングデータとそれに関連する情報プロダクツを時系列および空間的な整理を実施した. それらに基づき「衛星データ等即時一元化・共有システム」の構築に向けた考察を行い, 今後の課題を指摘した.

キーワード : 東日本台風 (令和元年台風第 19 号), 災害時情報集約支援チーム (ISUT), リモートセンシング, 情報プロダクツ

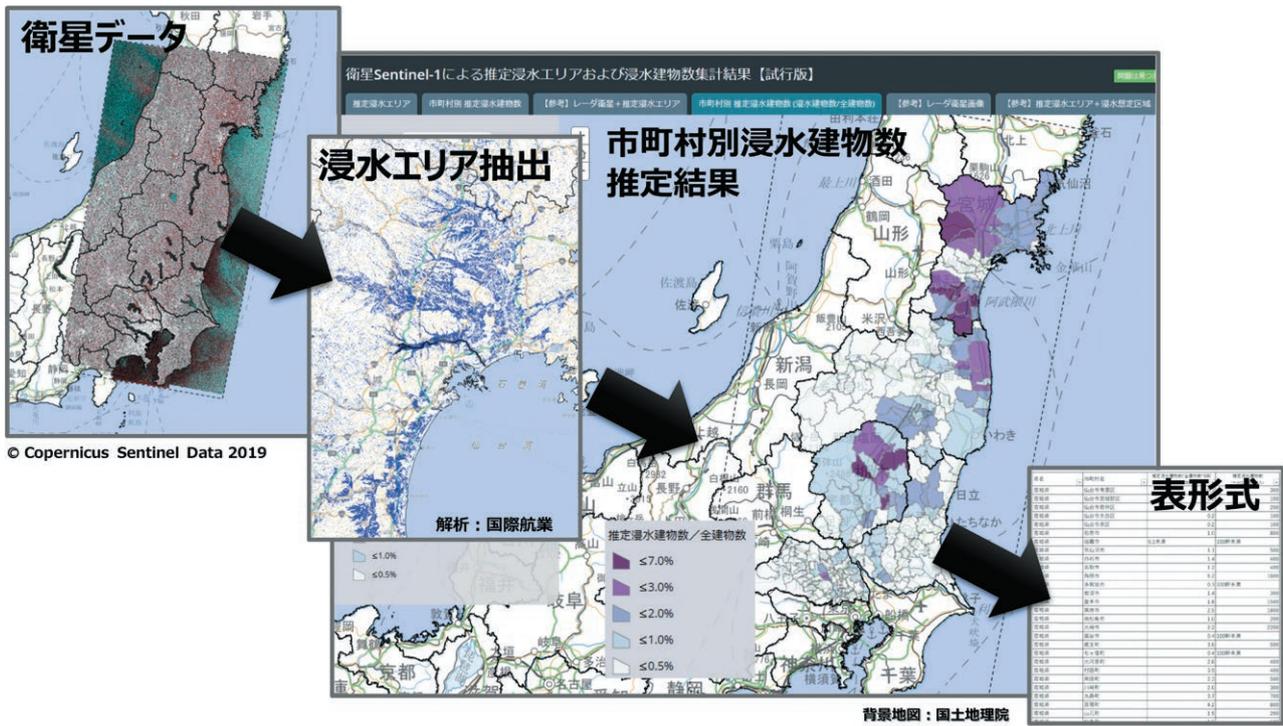


図1 令和元年台風19号における衛星 Sentinel-1(10/6 5:42 観測)の SAR 画像を用いた情報プロダクツ作成例
 Fig. 1 Example of information products using Sentinel-1 SAR data in the 2019 East Japan Typhoon.

表1 令和元年台風19号で取り扱うデータ種別一覧

Table 1 Type of handled data and information products in the 2019 East Japan Typhoon.

No.	データ種別	ID
1	レーダ衛星	A01 ~ A14
2	光学衛星	B01 ~ B09
3	国土地理院 空中写真	C01 ~ C08
4	斜め撮影写真	D01 ~ D04
5	ヘリ, UAV, ドローン動画	E01 ~ E05
6	国土地理院 浸水推定段彩図	F01 ~ F08
7	リモートセンシングデータ等に基づく情報プロダクツ	G01 ~ G61

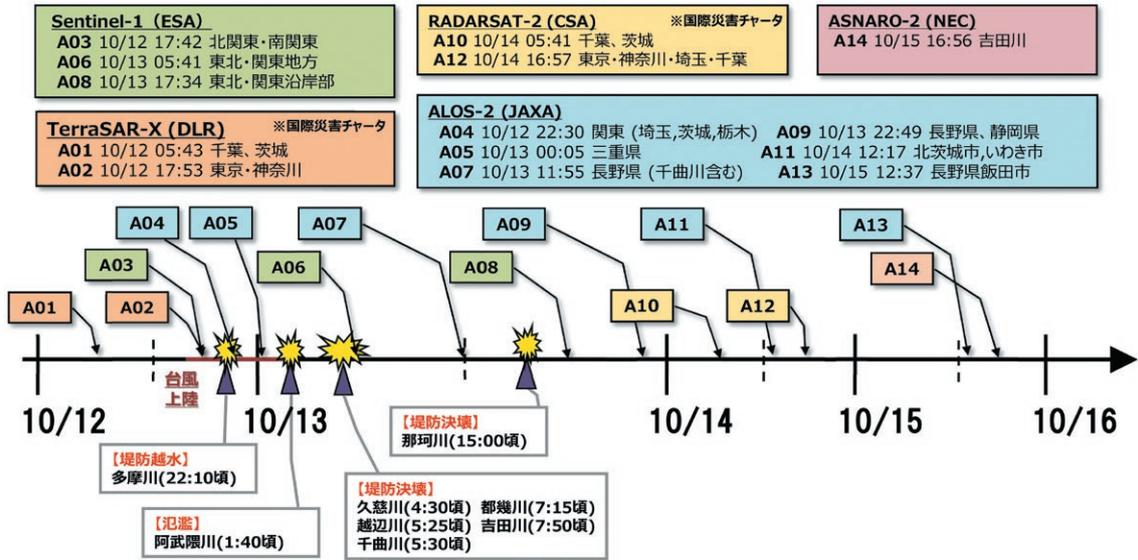


図2 レーダ衛星による観測タイミング
 Fig. 2 Observation timing of radar satellite (SAR) in the 2019 East Japan Typhoon.

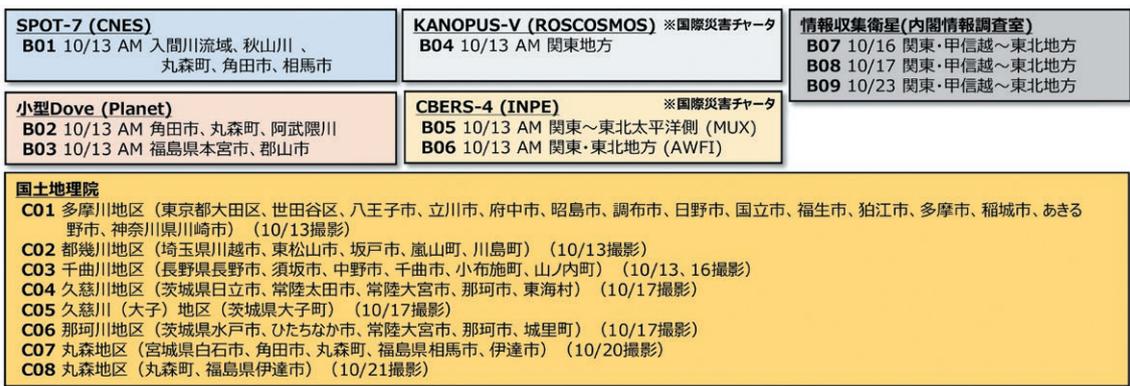


図3 光学衛星の観測タイミングおよび国土地理院空中写真の撮影タイミング
 Fig. 3 Observation timing of optical satellite and aerial photograph by GSI Japan in the 2019 East Japan Typhoon.

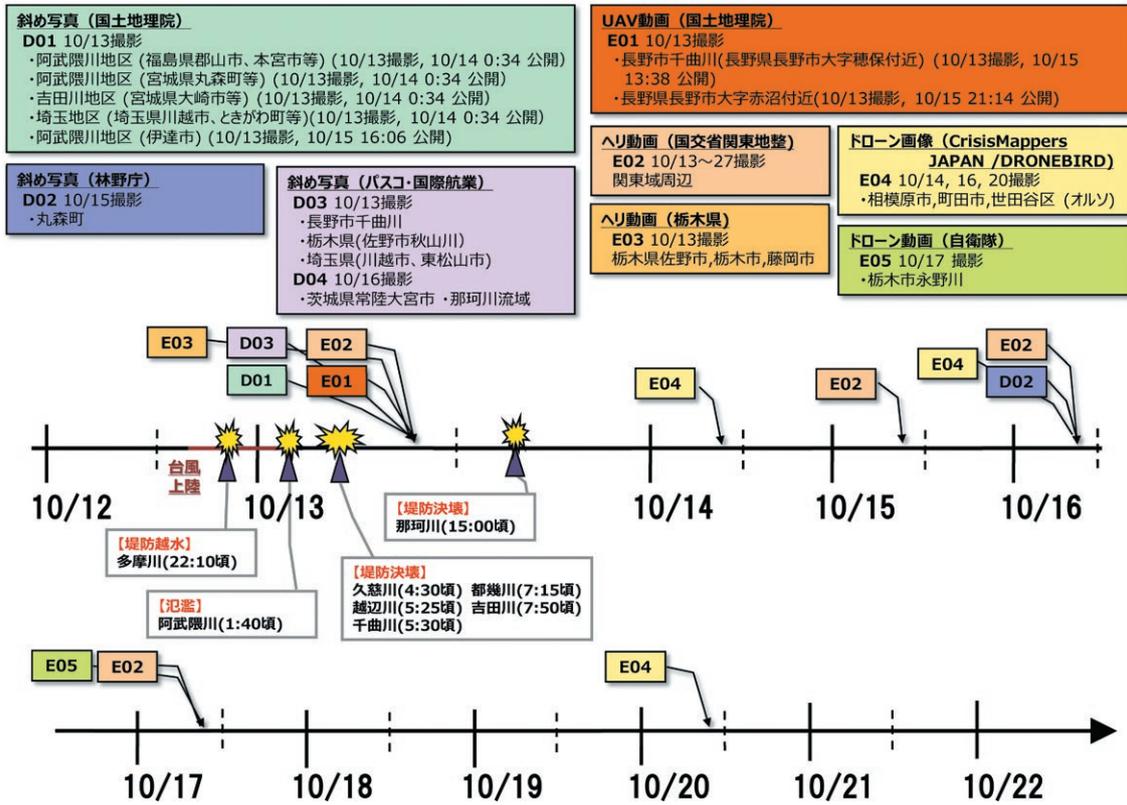


図4 斜め撮影写真, UAV・ヘリ・ドローン動画の観測タイミング
 Fig. 4 Observation timing of oblique photo, helicopter, drone movie in the 2019 East Japan Typhoon.

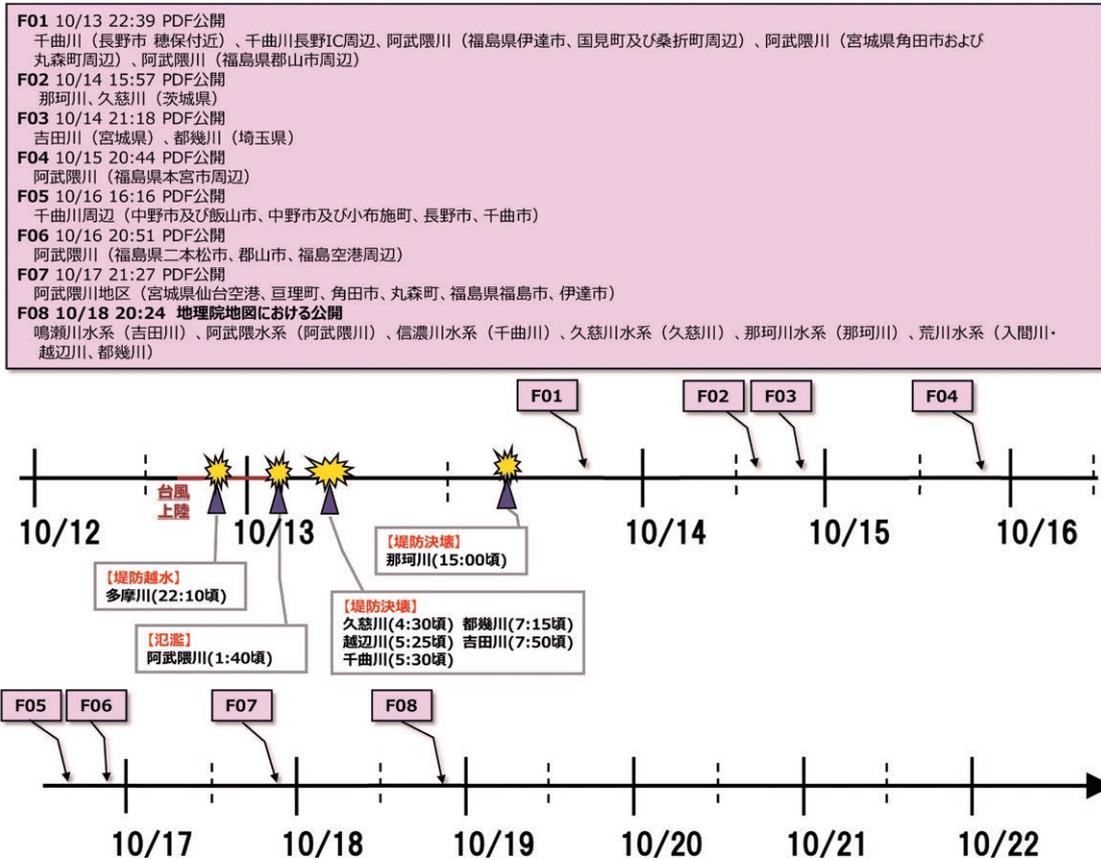


図5 国土地理院 浸水推定段彩図の公開タイミング
 Fig. 5 Release timing of provisional inundation depth map by GSI Japan in the 2019 East Japan Typhoon.

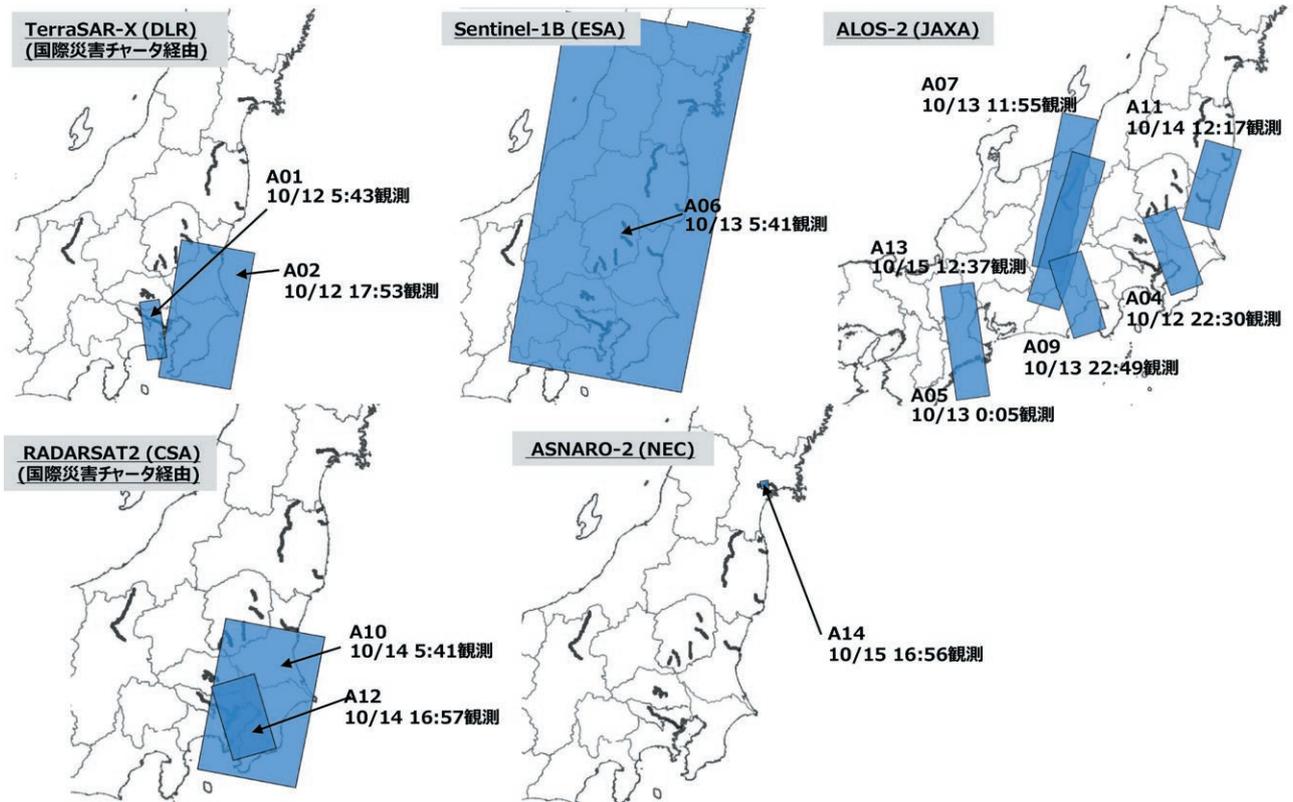


図6 レーダ衛星の観測範囲

Fig. 6 Observation area of radar satellite data the 2019 East Japan Typhoon.

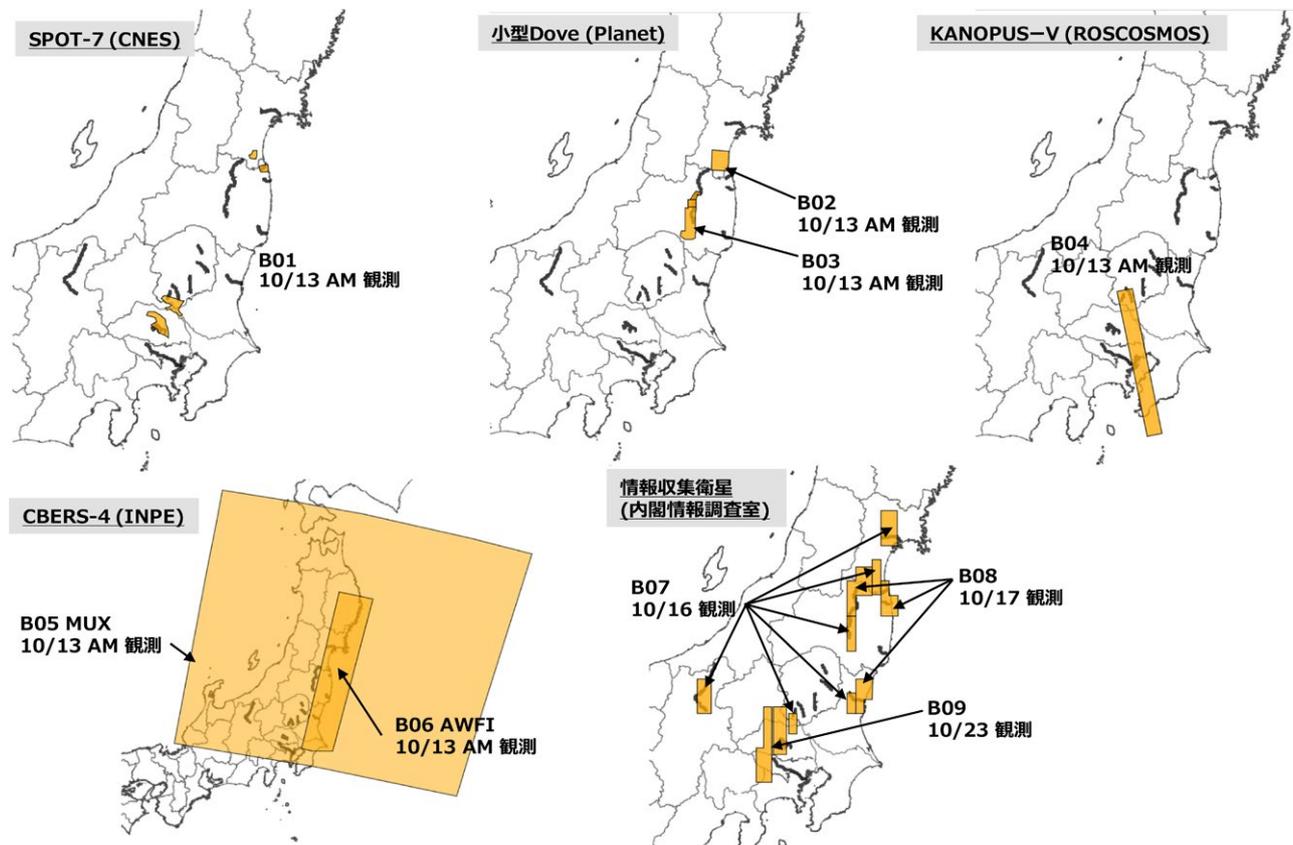


図7 光学衛星の観測範囲

Fig. 7 Observation area of optical satellite data in the 2019 East Japan Typhoon.

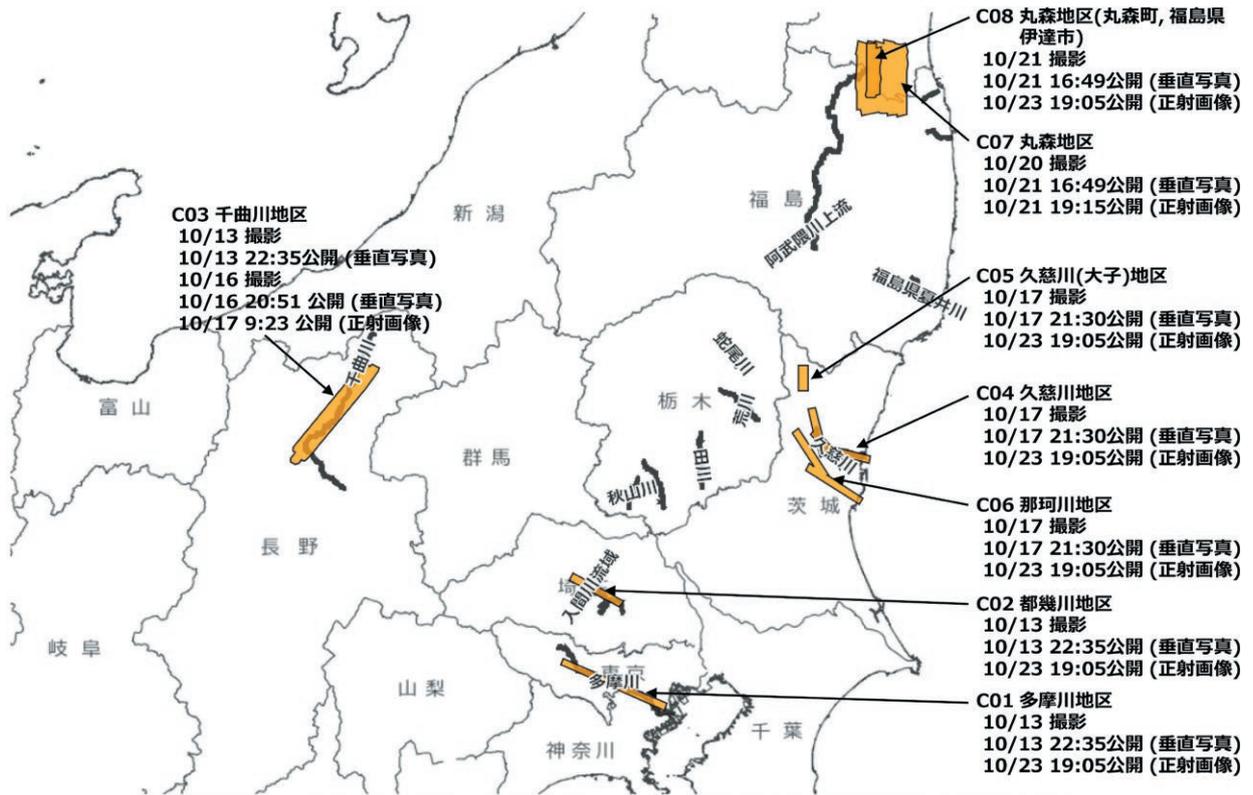


図8 国土地理院空中写真の撮影範囲と公開タイミング
 Fig. 8 Observation area and release timing of ortho-photographs by GSI Japan in the 2019 East Japan Typhoon.

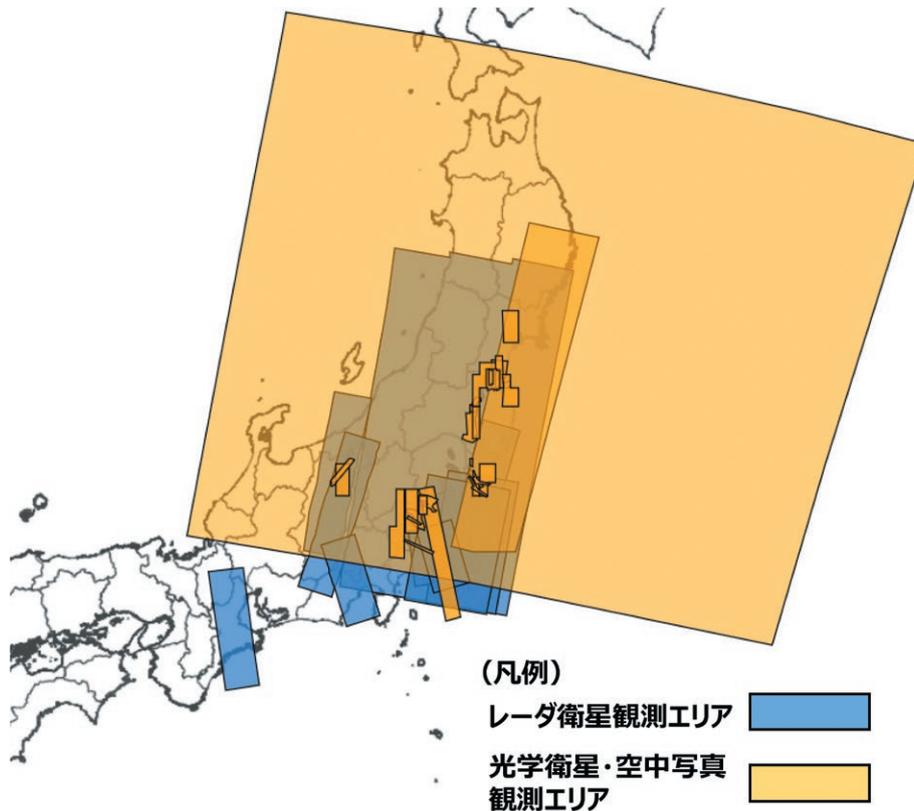


図9 レーダ衛星, 光学衛星, 空中写真の観測範囲
 Fig. 9 Observation area of radar satellite data, optical satellite data and ortho photograph by GSI Japan in the 2019 East Japan Typhoon.

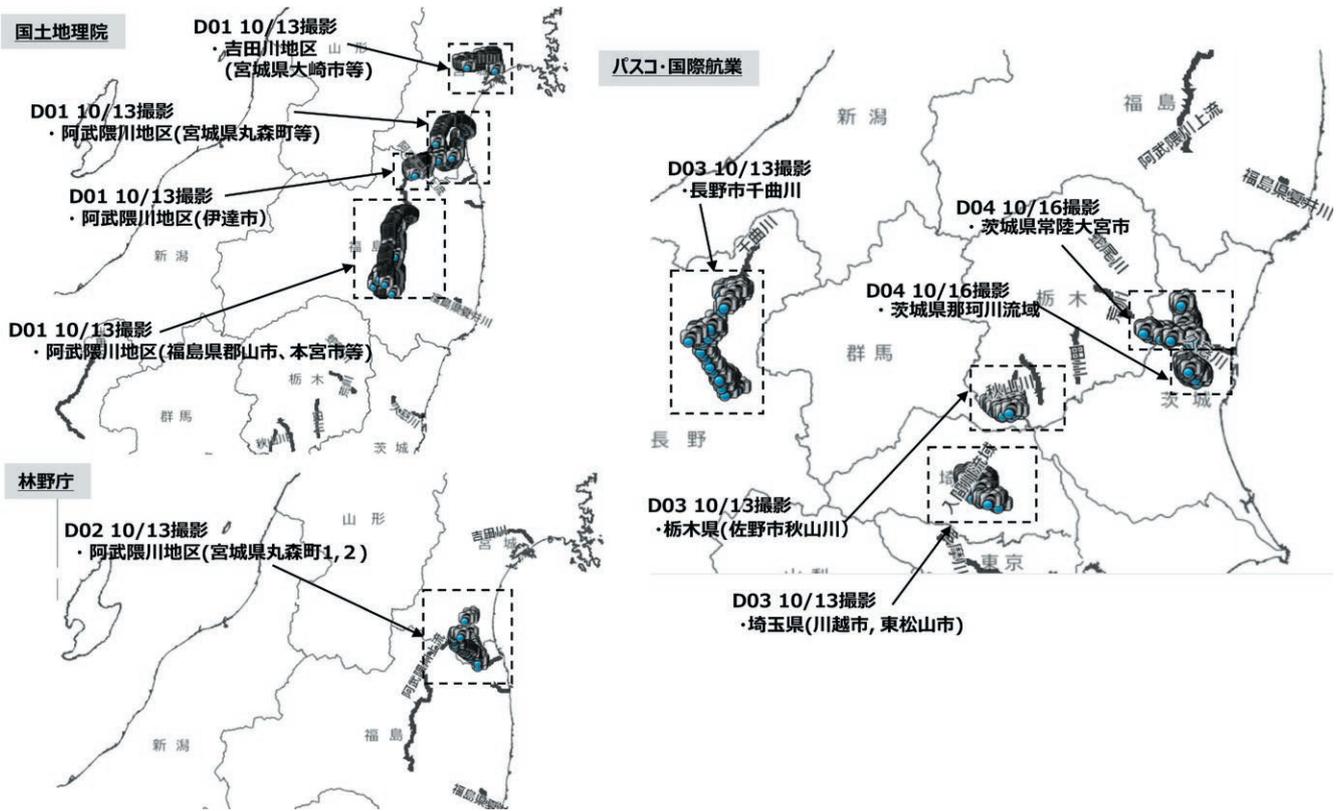


図10 斜め撮影写真の撮影地点
 Fig. 10 Observation point of oblique aerial photograph in the 2019 East Japan Typhoon.

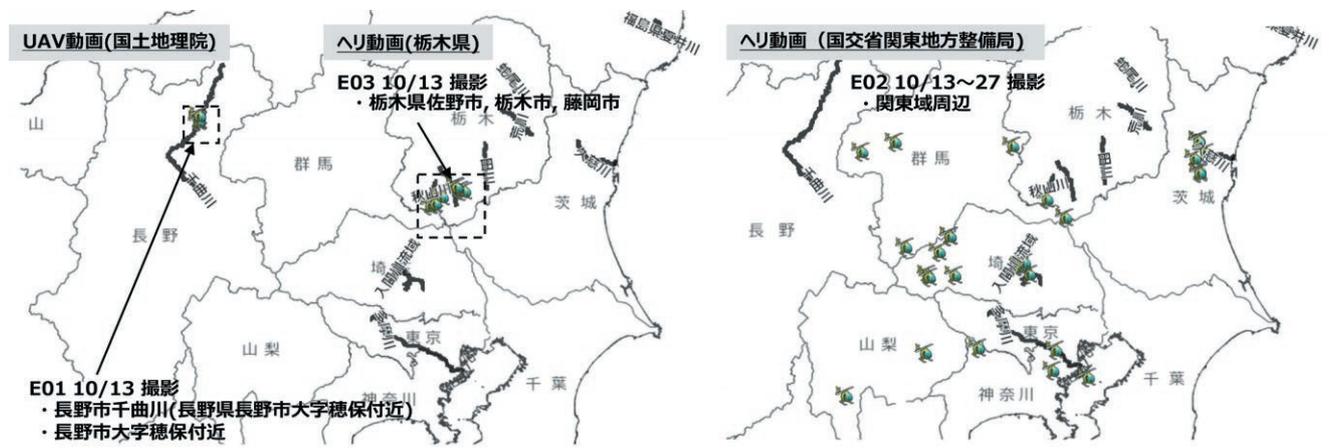


図11 ヘリ・UAV 動画の撮影地点
 Fig. 11 Observation point of helicopter and UAV movie in the 2019 East Japan Typhoon.

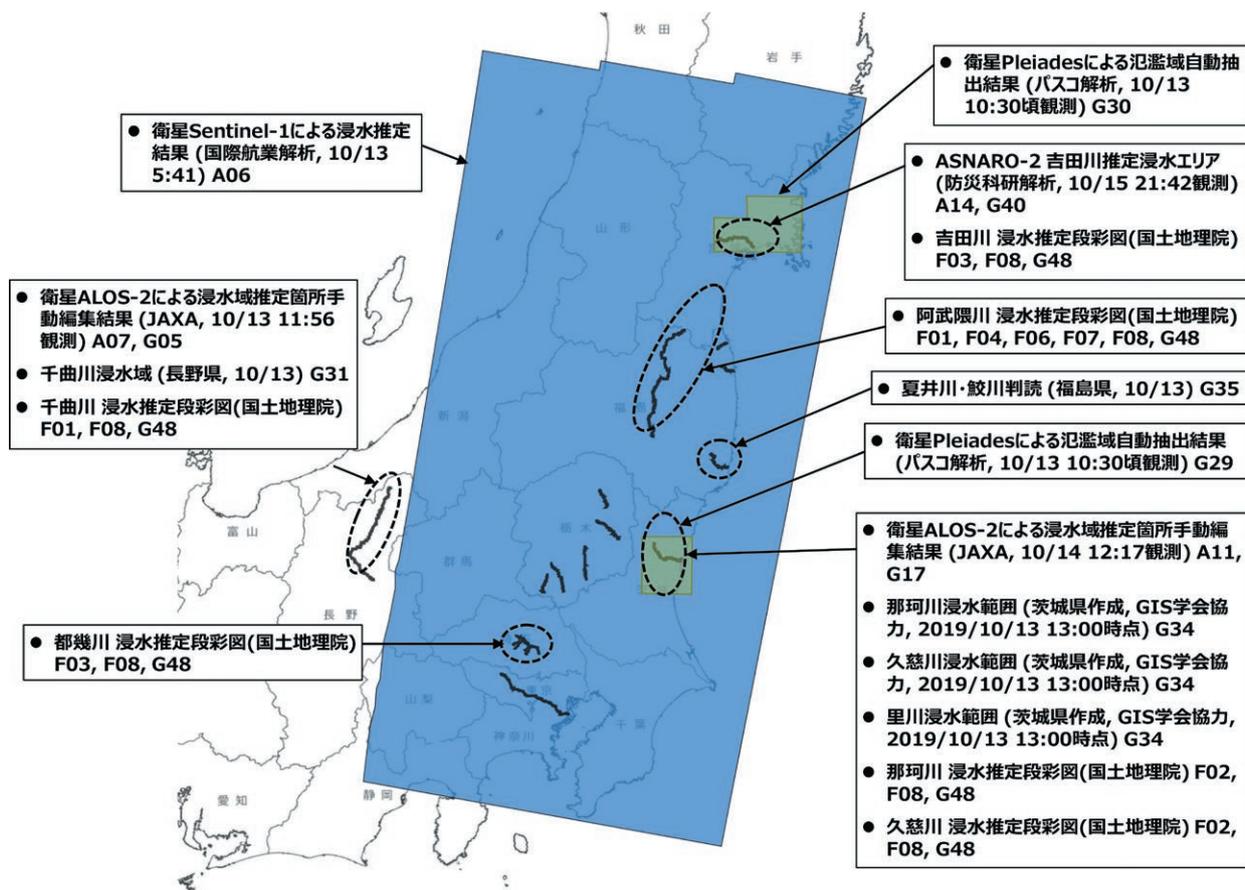


図 12 浸水エリア抽出を行ったデータの空間分布

Fig. 12 Spatial distribution of detected inundated data in the 2019 East Japan Typhoon.

表2 ISUT-SITE および NIED-CRS に公開した情報プロダクト一覧

Table 2 List of information products shared to ISUT-SITE and NIED CRS in the 2019 East Japan Typhoon.

ID	種別	情報プロダクト名称	使用 ID	ISUT-SITE 公開時刻	NIED-CRS 公開時刻
G01	SAR 観測	衛星 ALOS-2 被災前後カラー合成レーダ画像 [埼玉, 茨城, 栃木] 10/12 22:29 観測	A04	10/13 1:41	10/13 1:41
G02	SAR 観測	衛星 ALOS-2 被災前後カラー合成レーダ画像 [三重] 10/13 0:05 観測	A05	10/13 2:51	10/13 2:51
G03	SAR 観測	衛星 TerraSAR-X レーダ画像 [茨城] (DLR, 2019/10/12 5:54 観測)	A01	10/13 13:18	-
G04	SAR 観測	衛星 TerraSAR-X レーダ画像 [東京・神奈川] (DLR, 2019/10/12 17:54 観測)	A02	10/13 13:18	-
G05	SAR 観測	衛星 ALOS2 レーダ画像 [長野] 10/13 11:56 観測	A07	10/14 11:23	10/14 11:23
G06	SAR 観測	衛星 ALOS-2 被災前後レーダ画像 カラー合成 [長野, 静岡] 10/13 22:49 観測	A09	10/14 PM	10/14 PM
G07	斜め写真	長野市千曲川 (10/13, パスコ・国際航業)	D03	10/14 18:51	-
G08	斜め写真	栃木県佐野市秋山川 (10/13, パスコ・国際航業)	D03	10/14 18:51	-
G09	斜め写真	埼玉県川越市, 東松山市 (10/13, パスコ・国際航業)	D03	10/14 18:51	-
G10	ヘリ動画	栃木県佐野市, 栃木市, 藤岡市ヘリ動画 (10/13, 栃木県)	E03	10/14 21:33	-
G11	浸水推定	長野 浸水域推定結果 (レーダ衛星 ALOS-2, JAXA) (10/13 11:56 観測)	A07	10/14 23:23	10/14 23:23
G12	浸水推定	三重 浸水域推定結果 (レーダ衛星 ALOS-2, JAXA) (10/13 0:05 観測)	A05	10/14 23:23	10/14 23:23
G13	浸水推定	茨城北部 浸水域推定結果 (レーダ衛星 ALOS-2, JAXA) (10/14 12:17 観測)	A11	10/14 23:23	10/14 23:23
G14	SAR 観測	衛星 Sentinel-1B 被災前後レーダ画像 カラー合成 10/13 5:41 観測	A06	10/15 0:43	10/15 0:43
G15	光学観測	衛星 KANOPUS-V 光学画像 [関東] (ROSCOSMOS, 2019/10/13)	B04	10/15 0:43	-
G16	光学観測	小型衛星 Dove 光学画像 [角田市, 丸森町] (Planet, 2019/10/13)	B02	10/15 10:05	-
G17	SAR 観測	衛星 ALOS-2 被災前後レーダ画像 カラー合成 [北茨城市, いわき市] 10/14 12:17 観測	A11	10/15 AM	10/15 AM
G18	UAV 動画	長野市千曲川 (長野県長野市大字穂保付近) (10/13, 国土地理院)	E01	10/15 19:07	10/15 19:07
G19	斜め写真	阿武隈川地区 (福島県郡山市, 須賀川市, 本宮市, 鏡石町) (10/13, 国土 地理院)	D01	10/15 19:07	10/15 19:07
G20	斜め写真	阿武隈川地区 (丸森町) (10/13, 国土地理院)	D01	10/15 19:07	10/15 19:07
G21	斜め写真	阿武隈川地区 (伊達市) (10/13, 国土地理院)	D01	10/15 19:07	10/15 19:07
G22	斜め写真	吉田川地区 斜め写真 (10/13, 国土地理院)	D01	10/15 19:07	10/15 19:07
G23	光学観測	衛星 SPOT-7 光学画像 [佐野市・秋山川] (Airbus DS /Spot Image, 2019/10/13)	B01	10/15 20:56	-
G24	光学観測	衛星 SPOT-7 光学画像 [丸森町・角田市] (Airbus DS /Spot Image, 2019/10/13)	B01	10/15 20:56	-
G25	光学観測	衛星 SPOT-7 光学画像 [相馬市] (Airbus DS /Spot Image, 2019/10/13)	B01	10/15 20:56	-
G26	光学観測	衛星 SPOT-7 光学画像 [入間川流域] (Airbus DS /Spot Image, 2019/10/13)	B01	10/15 20:56	-
G27	光学観測	[関東～東北太平洋側] CBERS-4 MUX (10/13, INPE)	B05	10/15 PM	-
G28	光学観測	[関東・東北地方] CBERS-4 AWF (10/13, INPE)	B06	10/15 PM	-
G29	氾濫推定	氾濫域自動抽出結果 [水戸市] (衛星 Pleiades, パスコ解析, 2019/10/13 撮影)	-	10/15 PM	-
G30	氾濫推定	氾濫域自動抽出結果 [石巻市 1] (衛星 Pleiades, パスコ解析, 2019/10/13 撮影)	-	10/15 PM	-
G31	浸水推定	長野県 千曲川 目視判読 ※国交省ヘリから撮影した画像より	-	10/16 AM	-
G32	浸水推定	北関東 レーダ画像 被災前後カラー合成 (Sentinel-1, 17:44, Copernicus, 山口大学長井教授協力)	A06	10/16 AM	10/16 AM
G33	SAR 観測	衛星 ALOS-2 被災前後レーダ画像 カラー合成 [長野県飯田市] 10/15 12:37 観測	A13	10/16 9:37	10/16 9:37
G34	浸水推定	茨城県 那珂川 目視判読 (那珂川, 久慈川, 里川) 茨城県, GIS 学会協力 ※国交省ヘリより	-	10/16 11:47	10/16 11:47

ID	種別	情報プロダクツ名称	使用ID	ISUT-SITE 公開時刻	NIED-CRS 公開時刻
G35	浸水推定	福島県 夏井川・鮫川判読 (19/10/13)	-	10/16 PM	-
G36	氾濫情報	氾濫発生河川・河川被害 (気象庁, 国交省, DiMAPS)	-	10/16 PM	10/16 PM
G37	斜め写真	茨城県常陸大宮市 斜め写真 (10/16, パスコ・国際航業)	D04	10/16 18:51	-
G38	斜め写真	茨城県那珂川 斜め写真 (10/16, パスコ・国際航業)	D04	10/16 18:51	-
G39	浸水推定	衛星 Sentinel-1 レーダ画像による浸水範囲推定 [東松山市] [丸森町] (国際航業解析, Copernicus Sentinel data, 2019/10/13 5:42)	A06	10/16 PM 10/18 2:54	-
G40	SAR 観測	衛星 ASAR-2 [吉田川] (10/15, NEC)	A14	10/18 2:54	-
G41	光学観測	小型衛星 Dove 光学画像 [阿武隈川] (Planet, 2019/10/13) @[本宮市, 郡山市]	B03	10/18 2:54	-
G42	斜め写真	丸森町 1, 丸森町 2 斜め写真 (10/15, 林野庁)	D02	10/18 2:54	-
G43	浸水推定	関東～東北広域 自動抽出 (衛星 Sentinel-1, 国際航業) 2019/10/13 5:42 観測	A06	10/18 2:54	-
G44	UAV 動画	空撮動画 (長野県長野市大字赤沼付近) (10/13, 国土地理院)	E01	10/18 15:58	10/18 15:58
G45	光学観測	[宮城県, 福島県, 茨城県, 栃木県, 長野県] 情報収集衛星等による加工処理画像 (10/16, 17 内閣情報調査室)	B07 B08	10/18 16:13	10/18 16:13
G46	ドローン	[東京都, 神奈川県] 相模原市, 町田市, 世田谷区 ドローンによる正射画像 (10/14, 16, 20 CrisisMappers JAPAN / DRONEBIRD)	E04	10/18 22:30	10/18 22:30
G47	ドローン	ドローン動画: 栃木市永野川撮影: 10月17日, 撮影者: 自衛隊	E05	10/18 22:30	-
G48	浸水推定	浸水エリア (浸水推定段彩図) (吉田川, 阿武隈川, 久慈川, 那珂川, 都幾川, 千曲川)	F08	10/19 11:36	10/19 11:36
G49	ヘリ動画	[関東] ヘリ動画 (10/13 ~ 10/27, 関東地方整備局)	E02	10/20 AM	-
G50	浸水推定	長野県 佐久市浸水域 (10/16)	-	10/21 9:42	-
G51	浸水推定	[宮城] 吉田川 (大郷町) 推定浸水エリア (衛星 ASAR-2, 防災科研)	A14	10/21 9:42	-
G52	浸水エリア / 浸水建物数	衛星 Sentinel-1 による推定浸水エリアおよび浸水建物数集計結果【試行版】 - レーダ衛星の推定浸水エリアに基づく浸水建物集計結果 [浸水建物数] (防災科研) - レーダ衛星の推定浸水エリアに基づく浸水建物集計結果 [浸水建物数 / 全建物数] (防災科研)	A06 G43	10/22 13:34	10/22 13:34
G53	空中写真	千曲川地区 (長野県長野市, 須坂市, 中野市, 千曲市, 小布施町, 山ノ内町) (10/13, 16, 国土地理院)	C03	10/23 13:32	10/23 13:32
G54	空中写真	丸森地区 (宮城県白石市, 角田市, 丸森町, 福島県相馬市, 伊達市) (10/20 国土地理院)	C07	10/23 13:32	10/23 13:32
G55	空中写真	丸森地区 (丸森町, 福島県伊達市) (10/21 国土地理院)	C08	10/23 13:32	10/23 13:32
G56	空中写真	多摩川地区 (東京都大田区, 世田谷区, 八王子市, 立川市, 府中市, 昭島市, 調布市, 日野市, 国立市, 福生市, 狛江市, 多摩市, 稲城市, あきる野市, 神奈川県川崎市) (国土地理院, 10/13)	C01	10/24 10:08	10/24 10:08
G57	空中写真	都幾川地区 (埼玉県川越市, 東松山市, 坂戸市, 嵐山町, 川島町) (国土地理院, 10/13)	C02	10/24 10:08	10/24 10:08
G58	空中写真	久慈川地区 (茨城県日立市, 常陸太田市, 常陸大宮市, 那珂市, 東海村) (国土地理院, 10/17)	C04	10/24 10:08	10/24 10:08
G59	空中写真	久慈川 (大子) 地区 (茨城県大子町) (国土地理院, 10/17)	C05	10/24 10:08	10/24 10:08
G60	空中写真	那珂川地区 (茨城県水戸市, ひたちなか市, 常陸大宮市, 那珂市, 城里町) (国土地理院, 10/17)	C06	10/24 10:08	10/24 10:08
G61	光学観測	[宮城県, 福島県, 茨城県, 栃木県, 長野県] 情報収集衛星等による加工処理画像 (10/23 内閣情報調査室)	B09	10/25 12:36	10/25 12:36

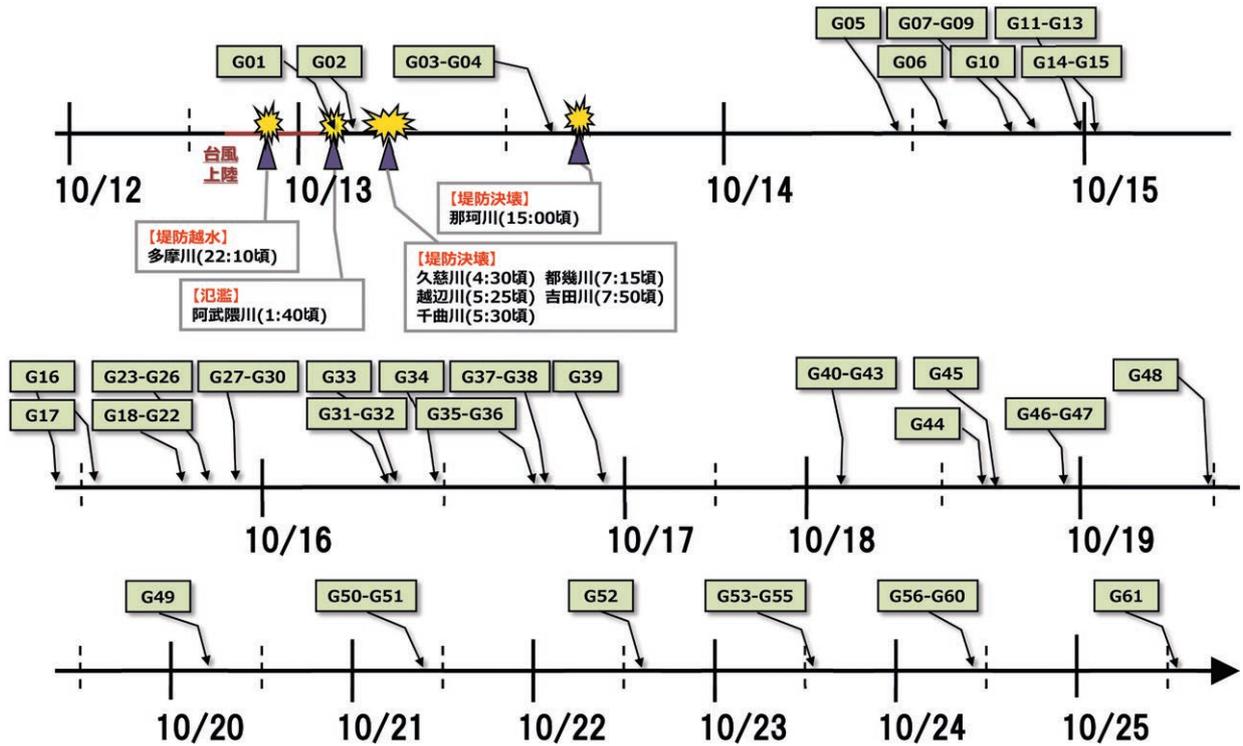


図 13 ISUT-SITE へ共有した情報プロダクツの掲載タイミング
 Fig. 13 Release timing of information products shared to ISUT-SITE in the 2019 East Japan Typhoon.

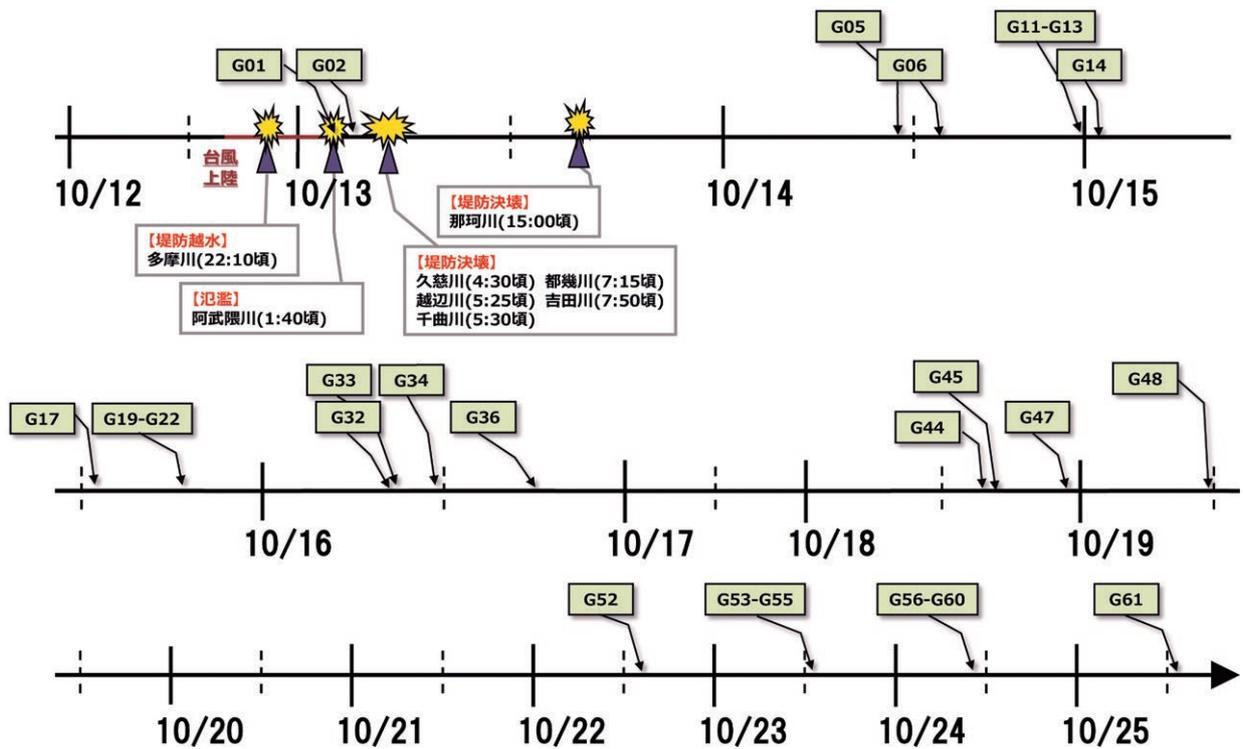


図 14 NIED-CRS へ共有した情報プロダクツの掲載タイミング
 Fig. 14 Release timing of information products shared to NIED-CRS in the 2019 East Japan Typhoon.