

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

田口 仁*・格内 俊一*・平 春*・酒井 直樹*

Sharing of Remote Sensing Data and Related Information Products in the 2019 Boso Peninsula Typhoon (TY1915)

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, the authors reported that the SIP-NR2 team centralized remote sensing data such as satellite images and provided information products and shared to the NIED Crisis Response Site (NIED-CRS) and the Information Support Team (ISUT) in disaster response of the 2019 Boso Peninsula Typhoon (TY1915). Initially, an overview of this disaster and the response of SIP-NR2 were introduced. Then we reported in detail on the acquisition and sharing of remote sensing data. In light of these disaster response considerations, we pointed out the importance of generating trigger information from observational and predictive information, the strong need for optical satellite data and aerial photographs, and the need to generate information products that integrate and analyze multiple data.

Key words: The 2019 Boso Peninsula Typhoon (TY1915), 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

* 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

た⁴⁾。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の一元化を行い、情報プロダクトを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 に対して情報共有を実践した。

本稿では、令和元年台風第15号(房総半島台風)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トの共有状況について報告する。

2. 対応の概要

2.1 令和元年台風第15号の概要⁵⁾

令和元年台風第15号(以後、台風15号)は、9月7日から8日にかけて小笠原近海から伊豆諸島付近を北上し、9日3時前に三浦半島付近を通過して東京湾を進み、5時前に強い勢力で千葉市付近に上陸した。その後、9日朝には茨城県沖に抜け、日本の東海上を北東に進んだ。台風の接近・通過に伴い、伊豆諸島や関東地方南部を中心に猛烈な風、猛烈な雨となった。とくに、千葉市で最大風速 35.9 m、最大瞬間風速 57.5 m を観測するなど、多くの地点で観測史上1位の最大風速や最大瞬間風速を観測する記録的な暴風となった。電力の被害としては、倒木や土砂崩れにより最大で93万戸の停電が発生し、復旧まで時間を要した地域が生じた。さらにその影響により、水道や通信の停止が広域に発生した。人的被害は死者3名、住家被害は全壊391棟、半壊4,204棟、一部損壊が72,279棟となった。

政府の対応としては、内閣府情報先遣チームが9月10日の午後に千葉県庁へ派遣され、災害時情報集約支援チーム(ISUT)も派遣された。災害救助法は41市町村に適用された。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)が行われた。

この台風は2020年2月19日に気象庁により「令和元年房総半島台風」と名称が付与された⁶⁾。

2.2 SIP-NR2 チームの活動

SIP-NR2 の研究代表である防災科研は、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、リモートセンシングデータの入手および解

析結果を集約し、情報プロダクトとして NIED-CRS および ISUT-SITE へ掲載することにより情報共有を行った。この災害における活動期間は9月11日から10月4日であった。

3. 情報プロダクトの共有状況

3.1 SIP-NR2 チームの対応状況

台風15号における SIP-NR2 チームの活動状況を表1に示した。この災害では、府省庁や自治体による緊急観測の要請が JAXA に対して行われなかった。そのため、国際災害チャータやセンチネルアジアの発動は行われなかった。加えて、国土地理院による空中写真の撮影についても実施されなかった。

そのため、定常的に観測される衛星(No.1, 4)を使用したのをはじめ、民間の商用衛星(No.3, 6, 8)や、小型光学衛星(No.5)を一元的に表示した。さらに、民間企業により自主的に行われた航空機撮影による写真(No.9, 10, 11)も表示した。

他には、自衛隊によるドローンにより撮影した動画(No.7)、ドローンによる写真をオルソ補正した画像データ(No.2)を一元的に掲載した。次節から各情報プロダクトの共有状況を詳細に説明する。

3.2 衛星夜間光画像による停電状況把握

千葉県を中心に広範囲の停電が発生したことから、その面的把握のために、夜間の地表面における可視光を観測する衛星データを取得した⁷⁾。このデータは、米国 NOAA と NASA の衛星 Suomi NPP の VIIRS センサーによる DNB Nighttime Imagery である。このデータは、Application Programming Interface (API) の方式により Web 経由で動的に地図レイヤーとして取得する方式で共有されていたため、この方式に基づき ISUT-SITE および NIED-CRS に地図レイヤーとして登録することにより、データを直接入手することなく共有することができた(図1)。その結果、台風上陸前と直後では停電による電力使用の有無による明るさの差を視認することができた(No.1)。

3.3 商用光学衛星、小型衛星の画像等による被災状況把握

房総半島の被災状況および倒木の状況を面的に把握したいというニーズが ISUT から寄せられた。そのため、高解像度の光学衛星画像のニーズが高まった。ヨーロッパ宇宙機関の光学衛星 Sentinel-2 は観

測データが無償で公開している⁸⁾。空間解像度は10 m程度だが、5日ごとに定期的に観測していることが特徴である。9月10日と15日の画像をダウンロードしてISUT-SITEおよびNIED-CRSへ掲載することで広く共有した(No.10)(図2)。その結果、房総半島南端における樹木が枯れた様子や、倒木が発生している様子を確認することができた。

より詳細な空間解像度の衛星画像として、商用高分解能光学衛星として、衛星Pleiades(9/17午前観測)と衛星WorldView-2(9/10午前観測)のカラー画像を入手し、ISUT-SITEへ掲載することで共有した(No.3, 8)。特に、Pleiadesは、屋根に雨漏り防止のためのブルーシートが覆っている家屋が多数あることが把握できた。そのデータを使って、狭域防災情報サービス協議会⁹⁾と連携し、建物形状(NTT空間情報のGeospace)の輪郭線と重ね合わせ、さらに地理院地図で公開されている災害前の空中写真をスワイプにより比較できるウェブアプリケーションを作成し、ISUT-SITEへ掲載することで共有した(No.6)(図3)。

新しい取り組みとして、近年充実が著しい小型衛星のデータ入手を試みた。米国Planet社の光学センサーを有する衛星Doveについて、9/10午前および9/17午前に観測されたデータを入手し、ISUT-SITEへ掲載することで共有した(No.5)。

3.4 民間企業の空中写真および斜め撮影写真による被害状況把握

3.3章において倒木の状況を面的に把握したいというニーズが寄せられたことについて述べたが、衛星データと同時に空中写真に対するニーズが高まった。国際航業は、オルソ(正射)補正が可能な垂直写真をISUTに対して提供した(9/19, 9/20撮影)。そのため、筆者らがStructure from Motion(SfM)ソフトウェアを使用して、オルソ補正処理を実施し、その画像データをISUT-SITEへ掲載することで共有を行った(図4)。

房総半島南端部のブルーシートで覆われた家屋が多いエリアについて、国際航業とパスコから、共同でヘリから斜めの角度で撮影した写真の提供を受けた。写真には撮影場所の地理座標が含まれていたため、撮影位置を地図にプロットし、撮影写真が参照できるWebアプリを作成し、ISUT-SITEに掲載することで共有した(No.10)(図5)。

朝日航洋は、自主的に撮影した空中写真をオルソ

化して、タイル画像形式¹⁰⁾でデータにアクセスするためのURLを公開¹¹⁾したため、ISUT-SITEおよびNIED-CRSに地図レイヤーとして登録することにより、データを直接入手することなく共有することができた(No.11)(図6)。

これらの光学衛星画像や空中写真については、初期の段階から非常にニーズが高かったため、停電復旧のための倒木等の処理に関する調整が千葉県庁で実施されたが、倒木等の処理を行う場所がISUTによって地図上にプロットされ、その下敷きに光学衛星データや空中写真が利用された。その地図(Webアプリ)は調整会議においてスクリーンに投影して利用された。

3.5 ドローン撮影映像による被災状況把握

ドローンを活用した撮影については、自衛隊がドローンで撮影した動画の提供を受け、撮影地点を地図上にプロットし、動画が再生できるWebアプリケーションを作成してISUT-SITEに掲載することで共有した。

ドローンにより撮影した写真をオルソ化して公開する活動を行っている団体(Dronebird)は、9/10に君津市市街地周辺の撮影を行い、オルソ化処理したデータをタイル画像形式により参照するためのURLを公開したため¹⁰⁾、ISUT-SITEおよびNIED-CRSに地図レイヤーとして掲載することによりデータを入手することなく共有した(No.12)(図7)。

4. 考察

4.1 一元化した衛星画像および空中写真の撮影範囲整理

令和元年8月下旬の前線に伴う大雨の対応を経て、リモートセンシングデータの時系列的な整理を行うとともに、適切なエリアが観測されたかを把握するための観測範囲の空間的整理の必要性について指摘した⁴⁾。今回の災害では前述の通り緊急観測は実施されず、主に復旧フェーズにおけるニーズに応えるよう光学衛星データを入手して共有した。そのため、今回の災害では、SIP-NR2チームが入手した衛星データや空中写真の撮影範囲を整理した。その地図を図8に示した。この図からわかるように、被害が大きい南部を中心に光学衛星データを入手した(No.3, 5, 8)。これは、衛星データの入手にあたって予算面の制約があり、南部を優先したためである。

4.2 観測・予測情報によるトリガー情報生成の重要性

台風 15 号は、2.1 章において住家被害の一部損壊の戸数が多いことを指摘したように、暴風による家屋への被害が特徴的だった。また、暴風で倒木が電線に引っかかることで停電した箇所が多く、停電期間が長引いたことも特徴的だった。

今回の災害では、内閣府情報先遣チームが千葉県庁に向かったのは、台風が通過した翌日の午後(9/10)だった⁵⁾。政府による初動対応についての検証レポート¹²⁾では、「大規模災害発生時には、被災地方公共団体から迅速に正確な被害状況が報告されない事態があり得ることも想定し、(以下略)」と記載されている。一般に、大規模災害として政府や自治体が認識しているのは河川氾濫による浸水、土砂災害、地震災害等であり、今回は暴風が主であったことから甚大な人的被害や家屋被害が多数発生する状況とは異なっている。そのため、当初から緊急観測が検討されず、その結果、状況が判明するまで時間を要し、結果として政府の派遣に時間を要した可能性がある。

図 9 に台風 15 号で観測した風速を地図に示した。千葉県を中心に、最大風速および最大瞬間風速が観測史上 1 位を更新していることがわかる¹³⁾。このように、広範な影響が想定される状況は観測から明らかとなっている。このようなデータについても、上記の検証レポートにある「正確な被害状況」を把握するためのトリガー情報となるべきであり、衛星観測においては、その時点で何が見えるのかは正確に想定することは困難な状況であっても、衛星観測のためのトリガーとなるべきである。したがって、洪水や土砂災害、地震災害だけでなく、暴風という観点もリモートセンシングによる観測のためのトリガー情報として取り入れることが望ましい。加えて、地域に影響が大きいライフラインの停止状況についても、トリガー情報として活用することも検討することが望ましい。

4.3 光学衛星データおよび空中写真の可能性

今回の災害では、光学衛星画像や空中写真を中心に一元化して共有しており、特に小型衛星 Dove をはじめて利用した。Dove からは家屋の屋根のブルーシートが把握できており、このような状況把握に活用できる可能性が示唆された。広域な災害において

は、空中写真や従来の商用高分解能光学衛星画像に比べて、取得コストが低く抑えられる可能性があることから、国内外の小型衛星データを一元化できる仕組みを構築することは有効であると考えられる。

3.2 章や 3.3 章で述べたように、倒木の被害を把握するニーズや、人間の見た目と同様に被災状況を俯瞰して把握するニーズから、空中写真と光学衛星データを活用したい、というニーズが多数寄せられた。今回の災害では、停電の復旧のため倒木除去や土砂除去を複数機関が分担し効率よく作業を進めるために、ISUT は地図上に倒木箇所や土砂災害の発生箇所を一元化して共有し、倒木除去や土砂除去を複数の機関で調整して実施する支援を行った。その際の調整会議において、空中写真や光学衛星データは背景となる基本的な地図として活用された。なお、上記の地図と空中写真や光学衛星を重ね合わせたところ、大規模な土砂災害については確認することができた一方で、倒木は規模が小さいことから、明確に倒木を判読することは困難だった。上から俯瞰することの限界も考慮する必要があるといえる。

4.4 複数のデータを統合解析した情報プロダクツの必要性

3.3 章で示したように、光学衛星 Pleiades は家屋のブルーシートを多数確認できたことから、家屋形状の輪郭線を重ね合わせ、災害前の空中写真をスワイプによりブルーシートを使っている家屋の把握を支援する Web アプリケーションを作成して共有した。今後、この事例のように他の情報を統合し、効果的に可視化した情報プロダクツを自動的に生成することが重要である。さらに、空間処理等を行って情報を抽出することができれば、例えばブルーシートを抽出し、建物情報と統合することで、ブルーシートの利用家屋数が推定でき、一部損壊の家屋数を推定できる可能性がある。さらに自治体単位で集計することができれば、従来は住家被害の全容は被害とりまとめ報による集計を待つ必要があったが、推定値ではあるが、それよりも早く全容把握が行える可能性がある。このように、衛星データと他のデータを統合処理し、災害対応に資する情報プロダクツを生成する手法を確立し、標準手順を確立していくことは今後の課題といえる。

5. おわりに

本稿では、令和元年台風15号(房総半島台風)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の一元化と、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援チーム(ISUT)への情報プロダクツの共有状況について報告した。具体的には、はじめに災害の概況とSIP-NR2チームとしての対応の概要を報告した。つぎに、リモートセンシングデータの入手および共有方法について詳細に報告した。そして一元化した衛星データ等の空間分布を整理した。今回の活動を踏まえた考察として、観測・予測情報によるトリガー情報を生成することが重要であること、光学衛星データおよび空中写真に対する強いニーズがあること、複数のデータを統合解析した情報プロダクツを生成する必要があることを指摘した。

今後リモートセンシングデータを用いた被災状況の災害対応機関の状況認識の統一に向けて、地理空間情報としての共有と利活用が実現できるよう、課題の発見および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、現地の自治体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.
- 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**, 1-12.
- 5) 内閣府(防災担当)(2019): 令和元年台風第15号に係る被害状況等について(令和2年12月5日17:00現在), http://www.bousai.go.jp/updates/r1typhoon15/pdf/r1typhoon15_30.pdf (2020年4月13日参照).
- 6) 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4月15日参照).
- 7) NOAA: VIIRS DNB Nighttime Imagery, https://maps.ngdc.noaa.gov/viewers/VIIRS_DNB_nighttime_imagery/index.html (2020年4月15日参照).
- 8) ESA Copernicus: Copernicus Open Access Hub, <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home> (2020年4月16日閲覧).
- 9) 狭域防災情報サービス協議会: <http://www.mmdin.org> (2020年4月16日閲覧).
- 10) 国土地理院: 地理院タイル使用, <https://maps.gsi.go.jp/development/siyou.html> (2020年4月4日閲覧).
- 11) 朝日航洋(2019): 令和元年9月の台風15号による被災地の航空写真公開(千葉県), <https://www.aeroasahi.co.jp/news/detail.php?id=259> (2020年4月15日閲覧).
- 12) 令和元年台風第15号・第19号をはじめとした一連の災害に係る検証チーム(2020): 令和元年台風第15号・第19号をはじめとした一連の災害に係る検証レポート(最終とりまとめ), http://www.bousai.go.jp/pdf/r1t_15_19.pdf (2020年4月15日参照).
- 13) 気象庁(2019): 特定期間の風の状況(2019年9月7日~2019年9月9日), https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/mdrr/periodstat/20190909a/20190909/24/index_wind.html (2020年4月15日参照).

(2020年8月17日原稿受付,
2020年9月11日改稿受付,
2020年9月14日原稿受理)

要 旨

令和元年台風 15 号(房総半島台風)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の一元化と、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援チーム(ISUT)への情報プロダクツの共有状況について報告した。具体的には、はじめに災害の概況とSIP-NR2 チームとして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の入手および共有方法について詳細に報告した。また、一元化した衛星データ等の空間分布を整理した。今回の活動を踏まえた考察として、観測・予測情報によるトリガー情報を生成することが重要であること、光学衛星画像および空中写真に対する強いニーズがあること、複数のデータを統合解析した情報プロダクツを生成する必要があることを指摘した。

キーワード： 令和元年房総半島台風，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

表1 令和元年台風第15号(房総半島台風)におけるSIP-NR2チームの活動状況の時系列整理
Table 1 Time-series activities of SIP-NR2 in the 2019 Boso Peninsula Typhoon (TY1915).

No.	日時	対応状況
1	9/13 0:20	NOAA と NASA による衛星 Suomi NPP の VIIRS による DNB Nighttime Imagery (衛星夜間光画像) を NIED-CRS および ISUT-SITE へ掲載。以後、毎日更新
2	9/14 10:00	Dronebird によるドローンにより撮影した写真(9/10撮影)によるオルソ補正済み写真を NIED-CRS および ISUT-SITE へ掲載
3	9/18 14:00	光学衛星 Pleiades の観測画像(9/17午前観測)を NIED-CRS および ISUT-SITE へ掲載
4	9/19 1:46	光学衛星 Sentinel-2 の観測画像(9/10午前, 9/15午前観測)を NIED-CRS および ISUT-SITE へ掲載
5	9/21 13:59	光学小型衛星 Dove の観測画像(9/10午前, 9/17午前観測)を ISUT-SITE へ掲載
6	9/21 19:50	光学衛星 Pleiades の観測画像(No.3)と建物形状を重ねて、災害前後が比較できるウェブアプリケーションを ISUT-SITE へ掲載
7	9/23 18:32	自衛隊によるドローン撮影動画(9/21撮影)を ISUT-SITE へ掲載
8	9/30 17:11	光学衛星 WorldView-2 の観測画像(9/10午前観測)を ISUT-SITE へ掲載
9	9/30 19:00	国際航業およびパスコによる斜め撮影写真(9/25撮影)を ISUT-SITE へ掲載
10	9/30 22:40	国際航業が撮影した空中写真(9/19, 20撮影)によるオルソ補正画像を ISUT-SITE へ掲載
11	10/4 23:10	朝日航洋が撮影した空中写真(9/27, 28撮影)によるオルソ補正画像を NIED-CRS および ISUT-SITE へ掲載



図 1 Suomi NPP の VIIRS センサーによる DNB Nighttime Imagery を使ったウェブアプリケーション。ISUT-SITE および NIED-CRS へ掲載。

Fig. 1 Web application of Nighttime Imagery using Suomi NPP / VIIRS on NIED-CRS.

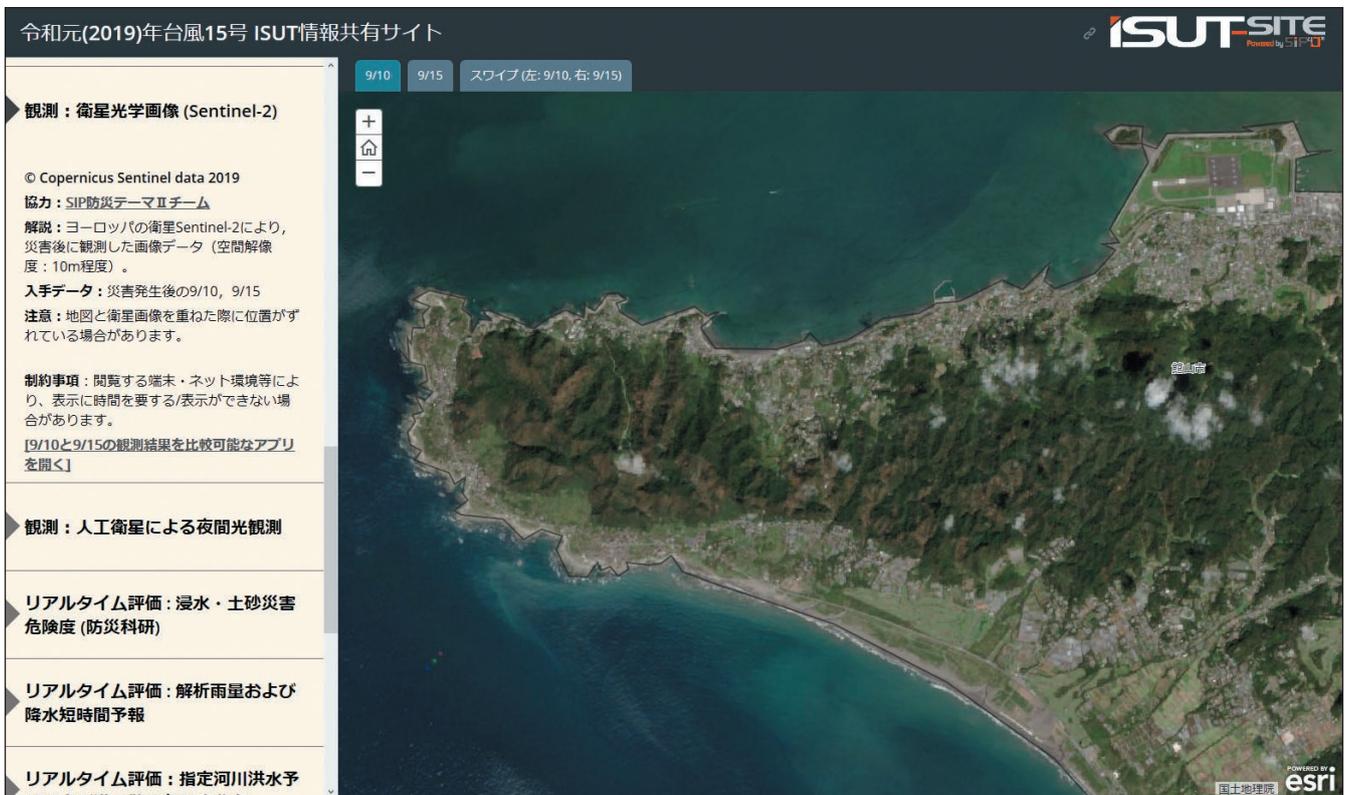


図 2 ISUT-SITE および NIED-CRS へ掲載した光学衛星 Sentinel-2 の観測画像(9/10 午前観測)

Fig. 2 Observed image of Sentinel-2 optical sensor image (10 Sep. 2019) on ISUT-SITE.

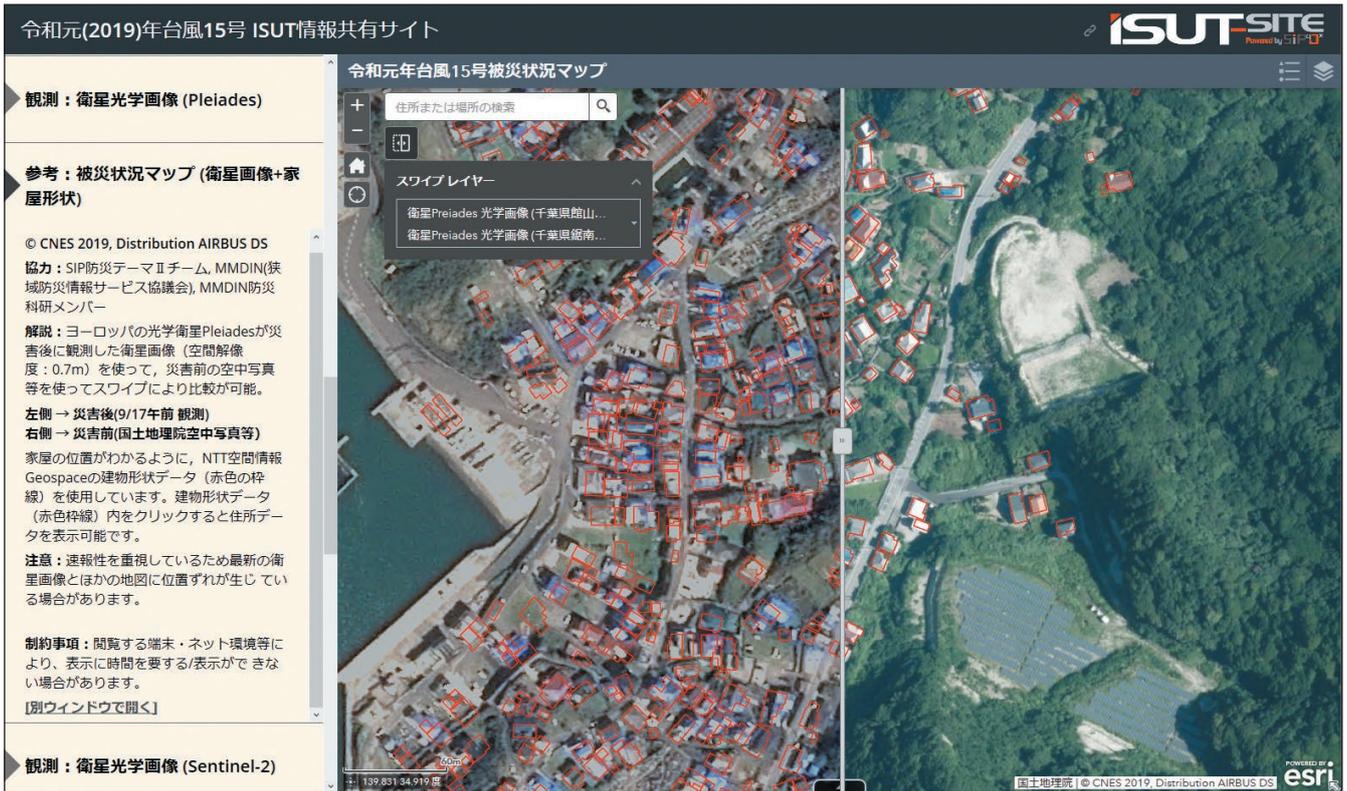


図3 光学衛星 Pleiades (9/17 午前観測) と NTT インフラネットの Geospace 建物形状データを重ねて、災害前の国土地理院空中写真と比較可能な Web アプリケーション. ISUT-SITE に掲載.

Fig. 3 Web application on ISUT-SITE. A user can compare observed image of Pleiades optical sensor image (17 Sep. 2019) overlaid by building shape (NTT Geospace) with pre-disaster orthophoto by GSI Japan.

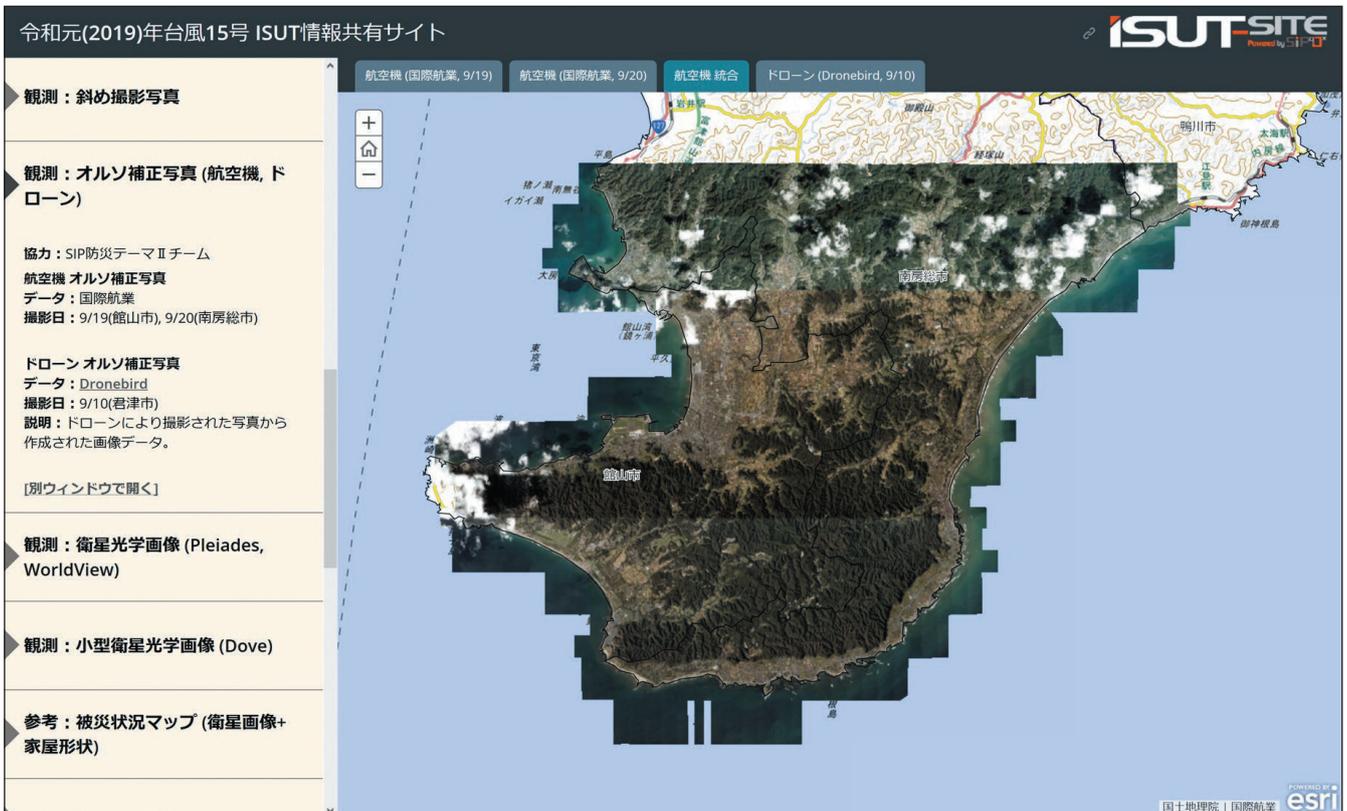


図4 ISUT-SITE に掲載した国際航業が 9/19, 20 に撮影した垂直写真から作成したオルソ補正済み空中写真の Web アプリケーション

Fig. 4 Orthorectified aerial photos (19, 20 Sep.) taken by KKC on ISUT-SITE.



図 5 ISUT-SITE に掲載した国際航業とパスコが共同撮影した斜め撮影写真(9/25 撮影)の Web アプリケーション
 Fig. 5 Web application of oblique photos (25 Sep.) taken by KKC and Pasco on ISUT-SITE.

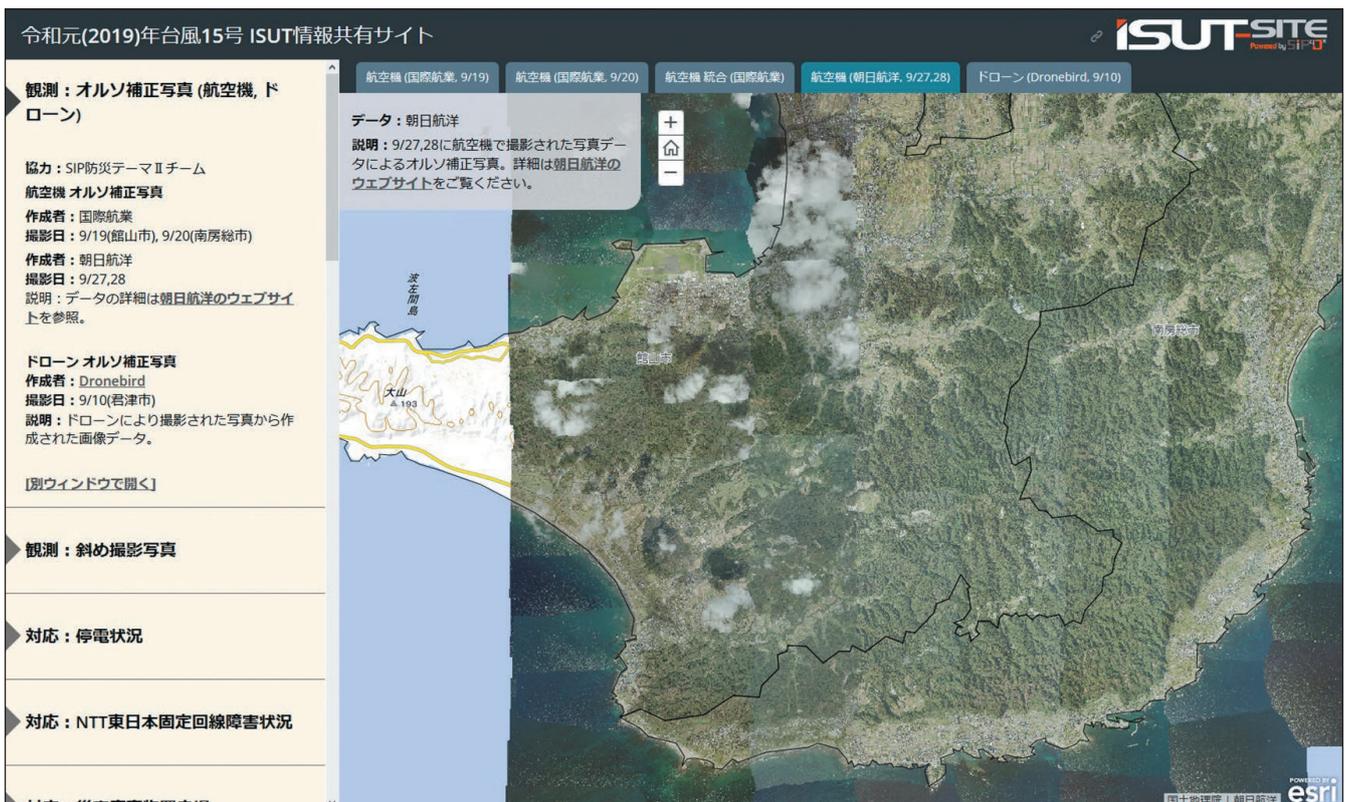


図 6 朝日航洋が9/27, 28に撮影して地図タイル形式で公開したオルソ補正済み空中写真の Web アプリケーション。
 ISUT-SITE および NIED-CRS に掲載。
 Fig. 6 Orthorectified aerial photos (27, 28 Sep.) taken by Aero Asahi Corporation on ISUT-SITE. This layer was shared via web tile format.

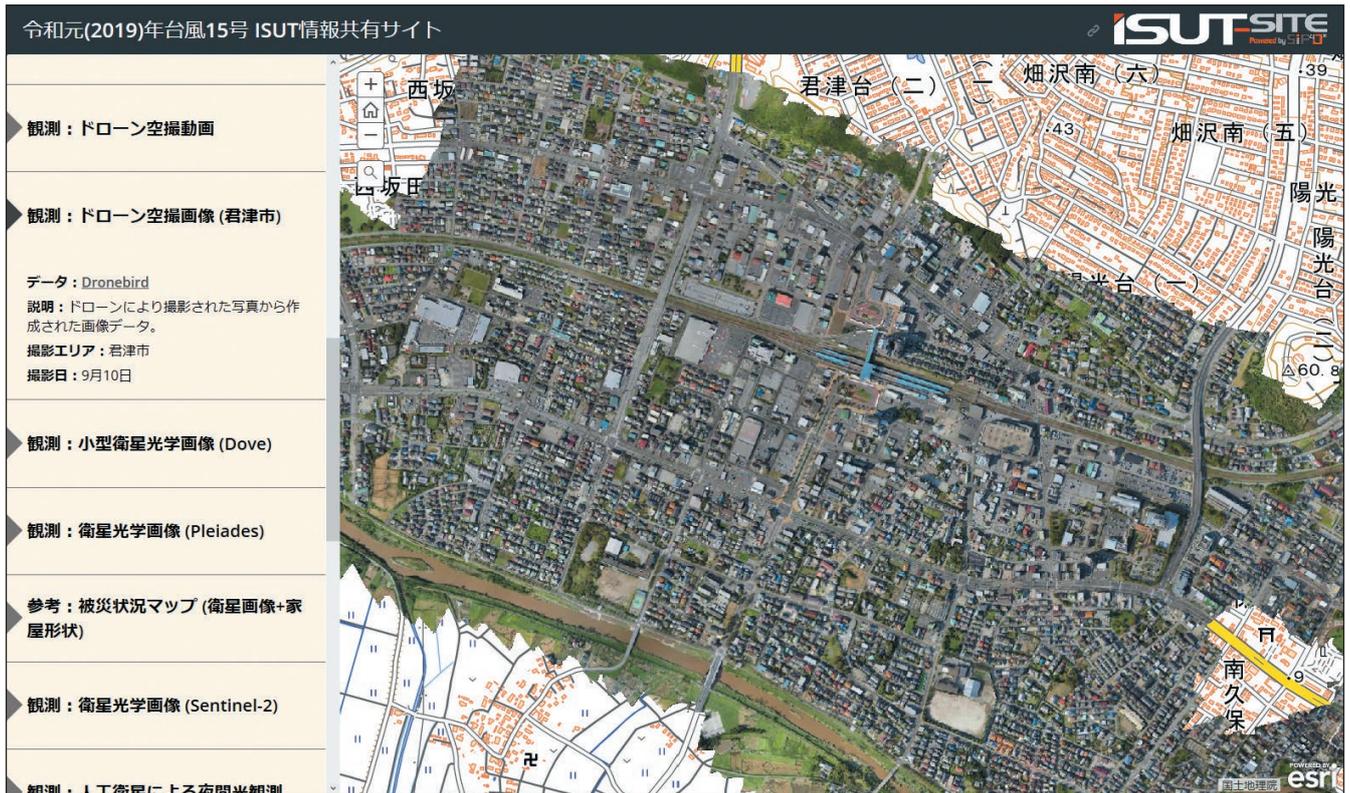


図7 ISUT-SITE と NIED-CRS に掲載した Dronebird の撮影によるドローン空撮画像(9/10 撮影)
Fig. 7 Orthorectified drone photo by Dronebird (10 Sep.) on ISUT-SITE.

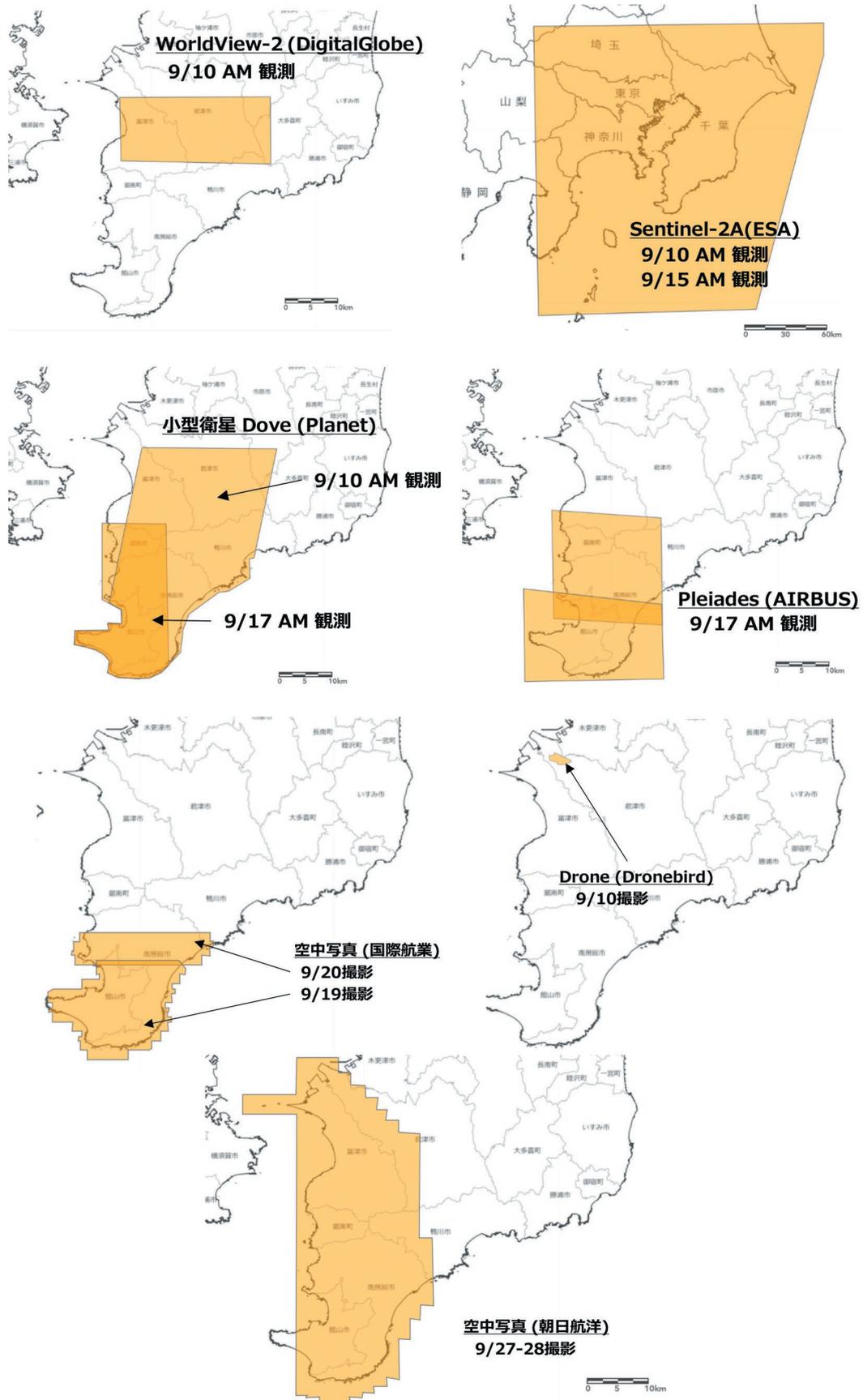


図8 令和元年台風第15号(房総半島台風)においてSIP-NR2チームが入手した衛星データおよび空中写真の撮影範囲を統合した地図
 Fig. 8 Observed area of optical satellite data and ortho photographs in the 2019 Boso Peninsula Typhoon (TY1915).

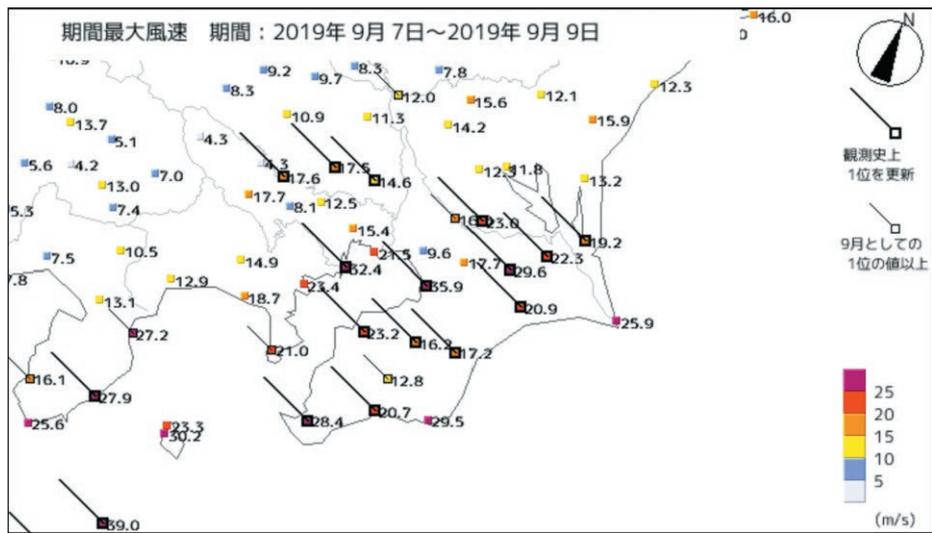


図9 令和元年台風第15号(房総半島台風)の接近期間における最大風速と観測史上1位を更新した観測地点(気象庁)

Fig. 9 Maximum wind speed during the approach period of the 2019 Boso Peninsula Typhoon (TY1915) and the highest ever recorded wind speed (Japan Meteorological Agency).