

東日本大震災における衛星リモートセンシングの活用と課題及び今後の展望

誌名	日本リモートセンシング学会誌 = Journal of the Remote Sensing Society of Japan
ISSN	02897911
著者名	古田, 竜一
発行元	日本リモートセンシング学会
巻/号	41巻2号
掲載ページ	p. 228-233
発行年月	2021年5月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



解説

各分野の動向

東日本大震災における衛星リモートセンシングの 活用と課題及び今後の展望

古田竜一*

Lessons Learnt of Utilization of the Satellite Remote Sensing
from the 2011 Tohoku-oki Earthquake

Ryoichi FURUTA*

Keywords : The 2011 Tohoku-oki Earthquake, Earth observation satellite, ALOS, Value added product

1. はじめに

2011年(平成23年)3月11日14時46分に発生した東日本大震災では、北海道から関東までの広い範囲で津波・浸水、建物被害、土砂災害、液状化被害など様々な被害が発生した。特に太平洋沿岸を襲った津波により、多くの尊い人命と財産が奪われる甚大な被害が発生した。津波被害により土地の様子は大きく変わり、地表面の被覆変化に留まらず、大きな地形変化や大規模な湛水被害も生じ、地上での情報収集が困難を極めた。また、福島第一原子力発電所では電源喪失後に建屋の爆発事故が発生し、被害情報の収集がより一層困難となる条件の災害となった。

このような状況の中、宇宙航空研究開発機構(JAXA)及び関係機関、民間企業が協力し、地球観測衛星による被災状況の把握が実施された。陸域観測技術衛星だいち(ALOS)による繰り返しの観測に加えて、国際災害チャータやセンチネルアジアを通じて各国の宇宙機関や民間企業が運用する地球観測衛星による観測が繰り返し実施された。なお、東日本大震災は、我が国が初めて国際災害チャータを発動した災害である。観測により得られたデータや画像を利用して様々な処理や解析が実施され、地図化されて利用者に提供された。

本稿では、東日本大震災における地球観測衛星データの取得・利用状況や利用事例を振り返るとともに、当時の対応で得られた課題とそれに対する現状や今後の展望について述べる。

2. 地球観測衛星データの取得・利用状況

2.1 「だいち」による観測実績と利用状況

「だいち」による緊急観測実績は、JAXAが公開している「東日本大震災対応報告書～地球観測衛星及び通信衛星による対応の記録～」¹⁾に詳細がある。同報告書によると、2011年3月12日から同年4月20日まで観測を継続し、総計643シーンの観測を行ったと報告されている。Fig. 1は、「だいち」搭載の各センサの2011年3月12日から4月21日までの観測実績で、東日本大震災の被災範囲を網羅的に観測された様子がわかる。発災当日には観測機会がなく、最初の観測は発災翌日の3月12日に東北内陸部、及び、仙台市付近を光学センサであるAVNIR-2とPRISMにより観測された。発災当日には既に北海道から関東の太平洋沿岸で甚大な津波被害が生じていることが報道されていたが、救援・救助活動や被害調査のための内陸部から沿岸部へのアクセス経路が確保できるかの調査のために、内陸部の観測が優先され、JAXAから関係機関に提供された。人工衛星の特徴の一つである広域性を災害状況把握に活かした例として、今後の災害時の衛星利用に参考となる利用方法が示されたと考える。一方、発災当日は、AVNIR-2のアーカイブ画像を利用した関東・東北域の雲なしモザイク画像に国土地理院発行の数値地図や基盤地図情報を重畳した地図化プロダクトを作成し、JAXAを通じて関係機関に提供を行った。以降、同図郭を用いて、光学センサで観測が実施された度に「だいち」取得画像を更新した地図化プロダクトをJAXAから関係機関に提供された。提供されたプロダクトの一例をFig. 2に示す。

(2021. 2. 1 受付, 2021. 2. 4 改訂受理)

* 一般財団法人リモート・センシング技術センター 研究開発部
〒501-0001 東京都港区虎ノ門 3-17-1 TOKYU REIT 虎ノ門ビル 3F

* Research and Development Department, Remote Sensing Technology Center of Japan (RESTEC)

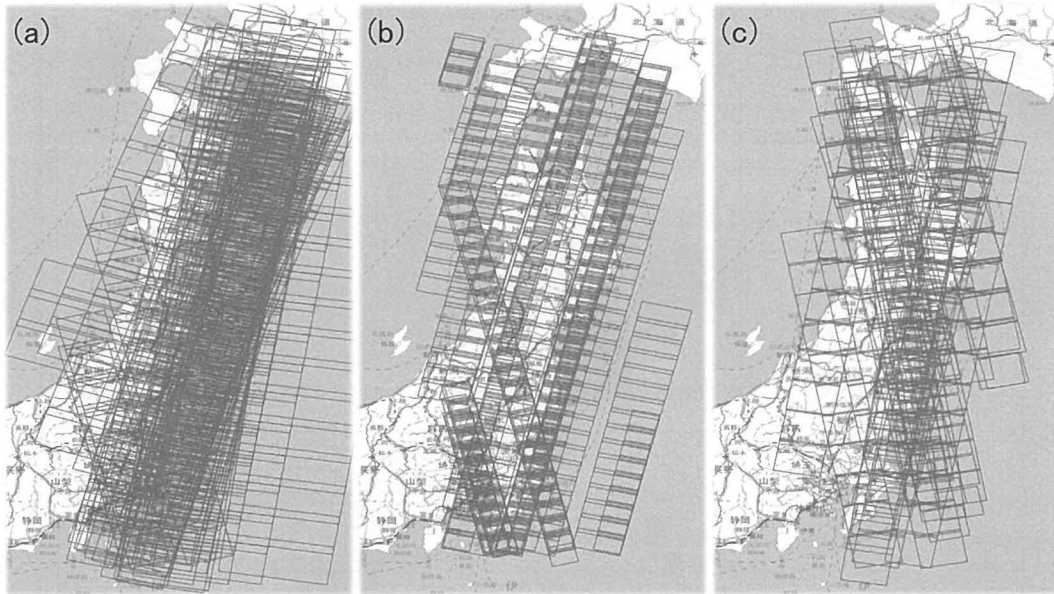


Fig. 1 Coverage of ALOS imagery from 12 March 2011 to 21 April 2011. (a) AVNIR-2, (b) PRISM, and (c) PALSAR without ScanSAR mode.

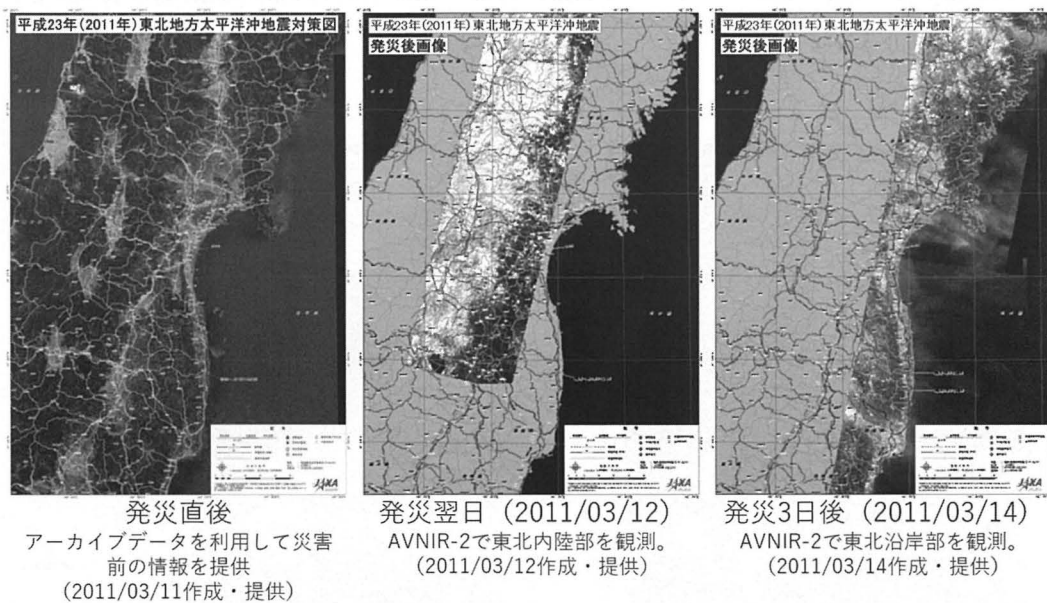


Fig. 2 Example of value-added product using ALOS/AVNIR-2 images.

なお、RESTECはJAXAの許可を受け、「だいち」データの一般向け無償配布を実施した。配布当初にアクセス集中によりFTPサーバがダウンしたため、株式会社インターネットイニシアティブの協力を得てクラウドサービスを利用して画像提供を行った。

2.2 海外衛星による観測実績と利用状況

海外衛星による観測実績についても、前出の東日本大震災対応報告書に詳細が記録されている。同報告書によると、「JAXAは、3月11日14時46分の地震発生を受け直ちに、センチネルアジア及び内閣府の代理として国際災害

チャータへの緊急観測を要請した(同15時24分)。」¹⁾とあり、地震発生から40分程度で要請を行ったことが記録されている。素早い要請により、翌日から海外衛星による観測が実施されている。

国際災害チャータからはSAR、光学を含む、5000シーン以上の観測データが提供された。Fig. 3はアジア工科大学(AIT)により作成された3月16日時点の観測実績図である。この時点で様々な衛星により非常に多くの観測が実施され、被災域がほぼ網羅されていることがわかる。提供されたデータはJAXA、及び、チャータに参加している各国

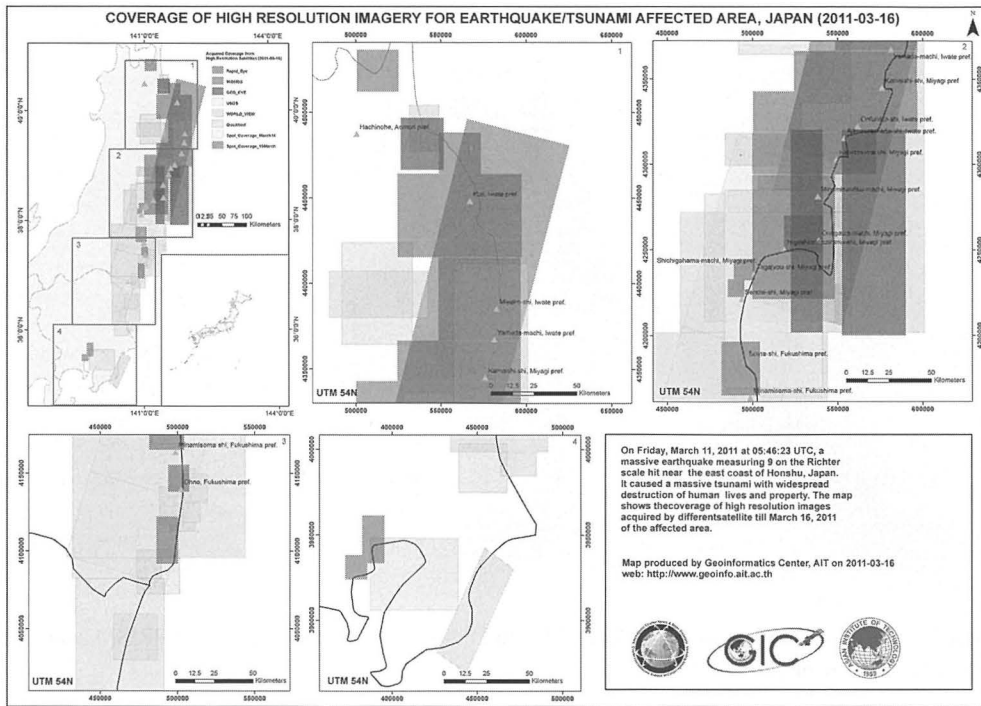


Fig. 3 Coverage of high resolution imagery distributed from the international disaster charter as of 16 March 2011. This map produced by AIT.

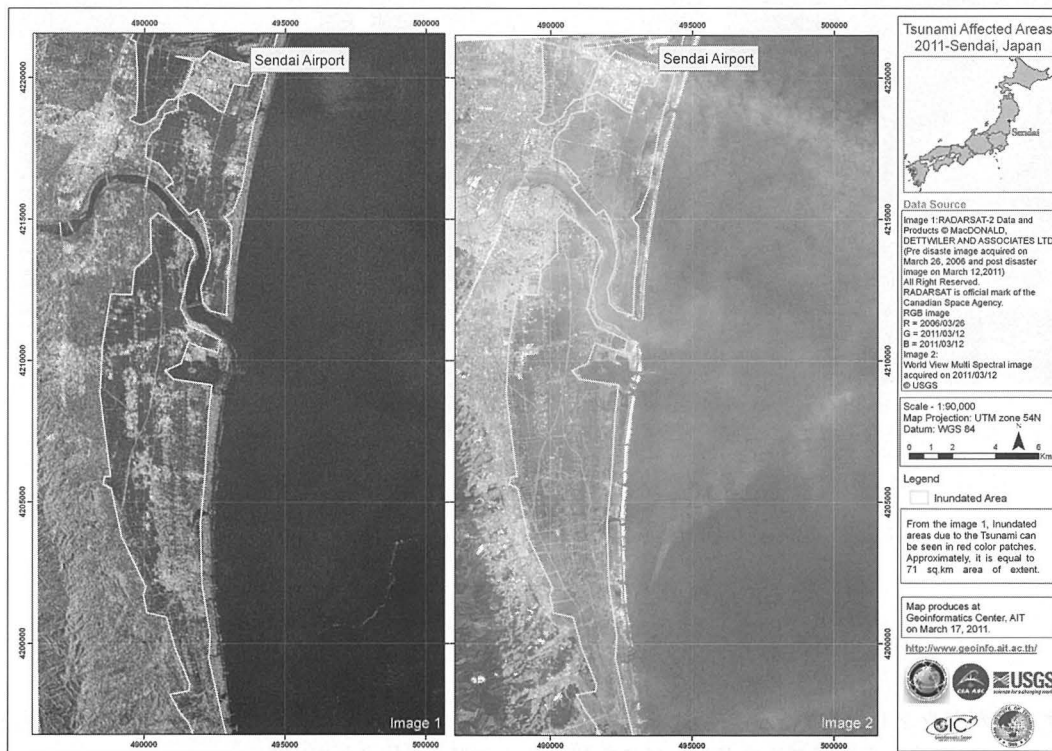


Fig. 4 Example of value-added product using high resolution imagery. This map produced by AIT.

の解析機関で解析され、国際災害チャートのWEBサイト²⁾で公開された。なお、同WEBサイトでは現在でも多くのプロダクトが公開されている。その一例をFig. 4に示

す。

センテネルアジアでは、台湾国家実験研究院・国家宇宙センター (NARL・NSPO) が FORMOSAT-2、タイ地理情報

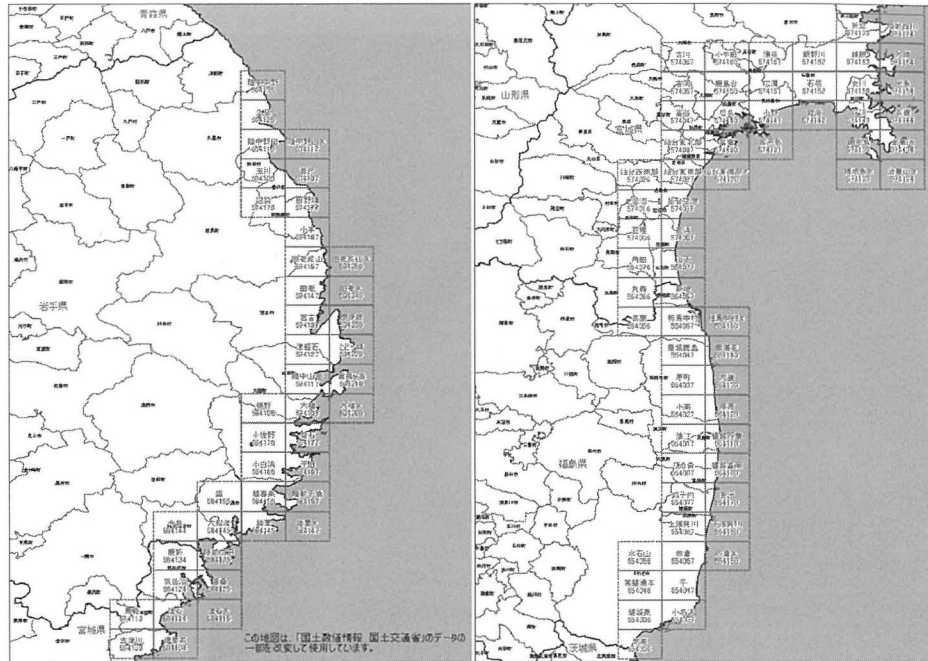


Fig. 5 Tile index of value-added product produced by NTT data and RESTEC

宇宙開発期間 (GISTDA) が THEOS、及びインド宇宙研究機関 (ISRO) が CARTOSAT-2 で観測を実施した。前出の報告書によれば、「だいち」による観測エリアを補完する目的で東北沿岸部の観測を要請したとあり、地震翌日の3月12日には内陸部を含めて被災地全域の画像が取得され、3月14日までは概ね沿岸部全域の雲のない画像を取得したとの記録がある。各々の衛星のスペックは異なるが、相互補完することで、迅速に被害状況把握のための画像を取得できたことは、現在の複数衛星での災害監視体制構築の良い参考事例と考える。

その他、RESTEC では GISTDA の協力により THEOS 画像を入手し、株式会社エヌ・ティ・ティ・データ (NTT データ) と協力して一般向けに地図化プロダクトを作成・提供した。

3. 利用事例

前述の通り、JAXA で作成されたプロダクトは、JAXA から関係機関に提供されている。また、地球観測研究センター (EORC) の WEB サイト³⁾ で解析結果が公開された。前出の報告書では提供先として、内閣官房 (安全保障・危機管理担当)、内閣府 (防災)、警察庁、国土交通省 (河川局、都市地域整備局、住宅局、関東地方整備局、近畿地方整備局、国土技術政策総合研究所)、農林水産省、水産庁、海上保安庁、環境省、文部科学省、防災科学技術研究所、国土地理院・地震ワーキンググループ、岩手県及び福島県災害対策本部、現地災害派遣部隊、省庁地方部局・事務所等、和歌山県、宮城県、京都大学防災研究所、その他機関に提供したとの記録がある。主には地図化されたプロダク

トを被害状況把握のための情報の一つとして利用されており、津波による湛水域の状況、福島第一原子力発電所の状況変化、液状化エリアの把握、土砂移動箇所の把握、海上漂流物の把握 (広域、局所)、地図作成プロジェクトに活用された。防災科学技術研究所では、「ALL311: 東日本大震災協働情報プラットフォーム」で画像配信が実施された例も報告されており、この頃から災害情報共有のためのプラットフォームの構築に着目していた様子がうかがえる。

RESTEC では、前述の通り、NTT データと協力して THEOS 画像を利用した一般向けの地図化プロダクトを作成・提供した。作成した範囲を Fig. 5 に、作成したプロダクトの例を Fig. 6 に示す。JAXA 業務で整備した「だいち防災マップ」のノウハウを応用し、2万5千分の1及び5万分の1縮尺の地図化プロダクトを作成した。岩手県、宮城県、福島県沿岸域を対象として105図葉 (災害前後では210図葉) の地図を作成し、RESTEC 及び NTT データの WEB で公開するとともに、郵送や手渡しにより配布を行った。なお、sinsai.info (東日本大震災、みんなでつくる復興支援プラットフォーム) を通じ、SNS で印刷サポーターを募集し、帝塚山学院大学 (大阪) から印刷作業の協力を得たほか、日本ヒューレット・パッカード株式会社から印刷のための機器・資材の提供があった。このような体制の下に提供されたプロダクトは、説明資料として防災関係機関だけでなく、民間企業による住民説明等に活用された。

4. 課題と展望

東日本大震災以前にも大規模災害時に衛星リモートセンシングの利活用が進む切欠が存在したが、東日本大震災は

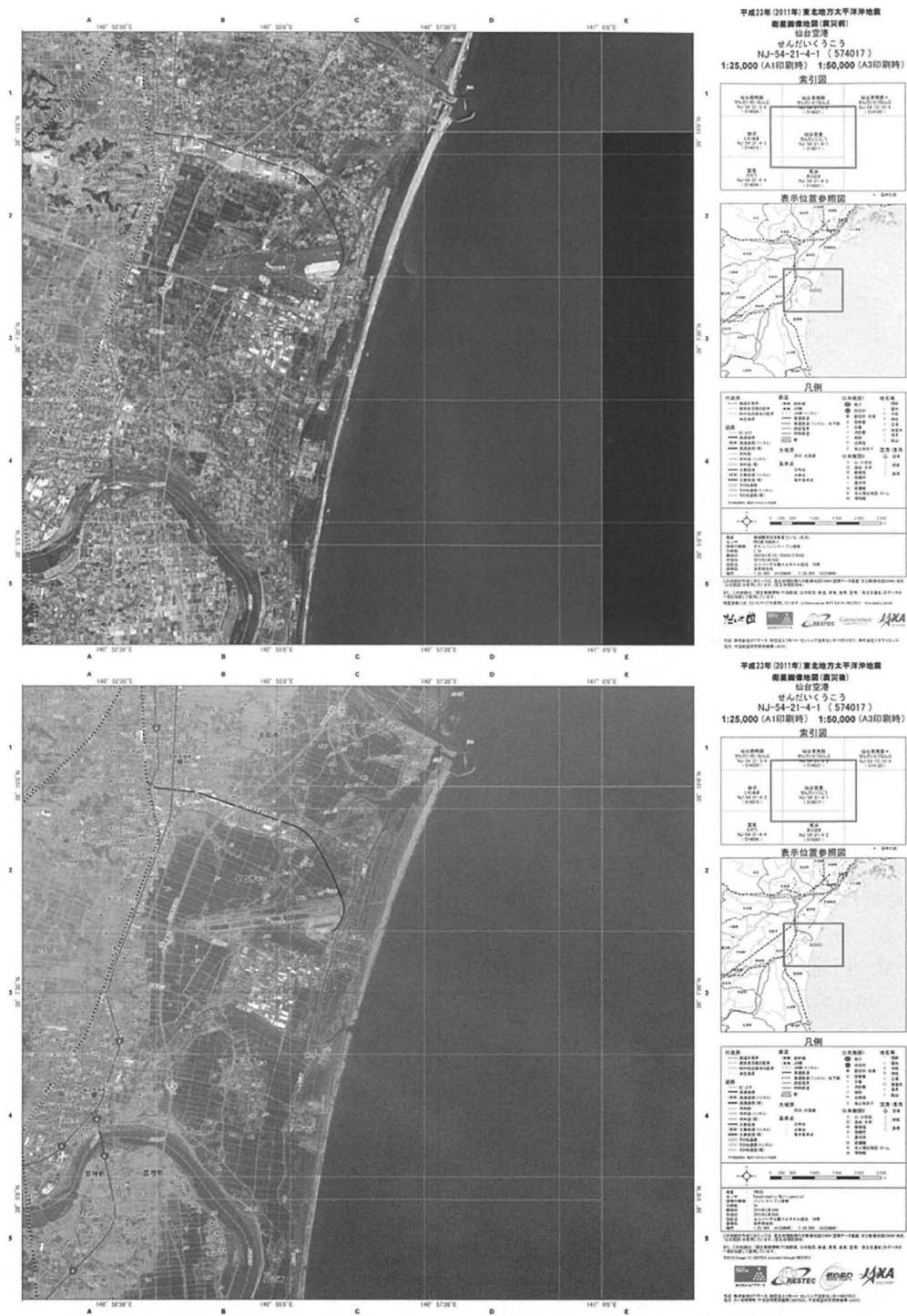


Fig. 6 Example of value-added product using THEOS satellite imagery produced by NTT data and RESTEC. Upper image is before disaster and lower image is after image.

衛星リモートセンシングをはじめ、宇宙技術が災害時に有用であることが本当の意味で理解された災害だと考える。地球観測衛星の利用に関しては、被災領域が南北に長い領域であったこともあり、その情報収集能力が最も発揮できた条件であったことは間違いない。その中でも震災直後に「だいち」により内陸部を観測する判断がなされたことは、災害時における衛星の役割を示したと考えられ、今後

の広域災害時の衛星利用においても同様の利用方法が期待できる。また、光学センサと SAR センサを複合利用し、繰り返し観測を継続することで、広域且つ連続的な情報収集が可能であることを示した。さらに、国際災害チャータを活用し、複数の地球観測衛星で被害状況を把握することで、広域での被害概況調査から局所の詳細調査を対象とする可能性が示唆された。なお、国際災害チャータやセンチネル

アジアを素早く発動することで、JAXA 衛星同等の観測タイミングが実現できる可能性も示された。これらの経験は、今後の大規模且つ広域災害時の衛星の利用方法に大いに参考になると考える。

一方、衛星データの取得や提供方法、人的リソースに関わる課題が明らかになった。衛星データの取得や提供方法については、当時はダウンロード提供に対する理解が進んでおらず、メディアや紙媒体を手渡しで提供することも実施していた。また、クラウドの利用も進んでおらず、アクセス集中により提供が滞る自体も発生した。現在では、JAXA のだいち防災 WEB (2020 年 9 月に閉鎖) や、その後継システムである防災インターフェースシステムにより衛星データ及び解析結果の共有が進められ、関係省府庁や協定自治体との情報共有が可能となり概ね課題が解決できている。また、戦略的イノベーションプログラム (SIP) で省府庁連携防災情報共有システム (SIP4D) やそれを活用した衛星データ即時共有システムが開発されており、衛星データ及び解析結果の共有環境が整いつつあり、今後発生しうる災害においては、円滑に情報の取得と提供ができるようになることが期待できる。人的リソースに関しては、産学官連携による体制づくりが重要と考えられる。センチネルアジアや国際災害チャータでは大学や研究機関等の参加機関が増えており、解析体制が強化されつつあるが、東日本大震災時は体制がまださほど大きくなかったために、全ての取得データを処理・解析できていない。当時のよう

に、1ヶ月で数千枚の画像が提供された場合に、誰が、どのようにリソース配分するかの体制づくりと定期的な訓練が今後は必要と考えられる。また、情報提供までの時間短縮も重要であり、解析技術の更なる高度化が望まれる。前出の SIP では防災・減災プロジェクトにおいて、AI 等を活用した被害抽出に係る研究が実施されている。また、個別の企業や研究機関においても同様の研究開発が進められている。これらの技術が災害時において、災害後に JAXA や国際災害チャータやセンチネルアジアから提供される様々な種類の衛星データと、これまでに取得された大量の衛星データアーカイブとから被害を即時且つ自動的に抽出・分析できるようになれば、東日本大震災時よりも衛星データ及び画像を国や被災地で効果的に利用できるようになると考えられる。

5. 引用文献

- 1) 宇宙航空研究開発機構：東日本大震災対応報告書～地球観測衛星及び通信衛星による対応の記録～，宇宙航空研究開発機構，東京，2011.
- 2) JAXA EORC ALOS 解析研究プロジェクト：画像ギャラリー 最新画像 2011 年，https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/gallery/jnew_arr_11.htm (Accessed 2021. 2. 1)
- 3) 国際災害チャータ：Charter activations, 2011 年 3 月 11 日日本の地震，<https://disasterscharter.org/web/guest/activations/-/article/earthquake-in-japan> (Accessed 2021. 2. 1)

[著者紹介]

●古田 竜一 (フルタ リョウイチ)

2003 年岐阜大学大学院博士後期課程修了。博士 (工学)。専門は地盤工学，リモートセンシング。宇宙航空研究開発機構を経て 2006 年より現職。現職は，一般財団法人リモート・センシング技術センター 研究開発部 社会インフラグループ リーダー。地球観測衛星による災害観測及び被害抽出解析，交通インフラ等の変位計測の研究開発に従事している。

E-mail : furuta_ryoichi@restec.or.jp