

深層学習による光学衛星画像からの浸水域・浸水深自動抽出技術開発

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」

キーワード：衛星リモートセンシング, AI, 防災

先端技術研究所 **かねた 真一**
 国土保全技術部 **山口 和也・戸村 健太郎**

はじめに

2020年6月に閣議決定された第4次宇宙基本計画では宇宙政策の今後の目標として「災害対策・国土強靱化や地球環境課題の解決への貢献」が新たに明記され、2022年度までに、衛星データを活用した災害状況の迅速な把握等のためのシステム開発、社会実装が求められています。アジア航測は、内閣府が推進する戦略的イノベーション創造プログラム第2期（以下、SIP2）の課題の1つである「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」に2018年末から5年計画で参画しており、多くの研究機関や企業等とともに、衛星データ等即時共有システムと被災状況解析・予測技術の開発を進めており（図1）、衛星観測後2時間以内に、1/50,000地形図等への重ね合わせを意図した災害情報の提供を目指しています。本稿では、開発の成果と社会実装へ向けた動きをご紹介します。

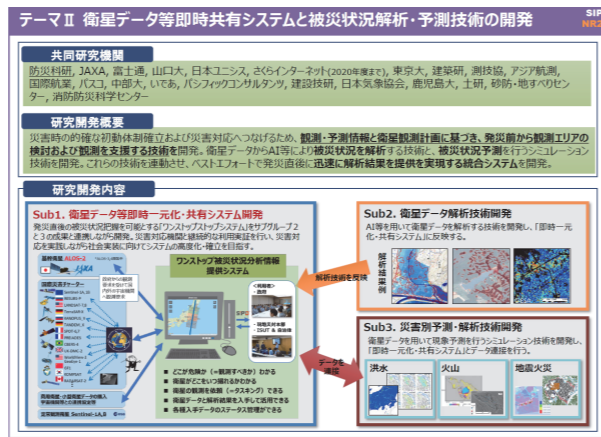


図1 SIP2国家レジリエンス（防災・減災）の強化 衛星データ等即時共有システムと被災状況解析・予測技術の開発の概要

解析システムの概要

SIP2では災害時の的確な初動体制の確立のため、気象・水文情報等をもとにした災害予測（図1、Sub3）や、世界各国で運用されている多くの衛星の観測計画を、ワンストップシステムに集約、最適化することで衛星観測の迅速化を狙っています（図1、Sub1）。アジア航測は、こうして得られた光学衛星画像から浸水域や浸水深の分布を自動的に求め（図1、Sub2）、再度ワンストップシステムを通じて、国や自治体といった関係機関に配信する構想を持っています。

衛星画像は数十km四方を一度に撮影することから、広域災害の状況把握に有用ですが、技術者による目視判読には時間を要するため、自動解析による省力化が必要となります。従来のルールベース型の解析では、当日の気象・日照条件・季節の違いなどに応じて細かい解析条件の調整が必要でした。SIP2では過去の衛星画像に対して深層学習を用いることで、様々な撮影条件に対応可能な自動解析システムを目指しています（図2、図3）。

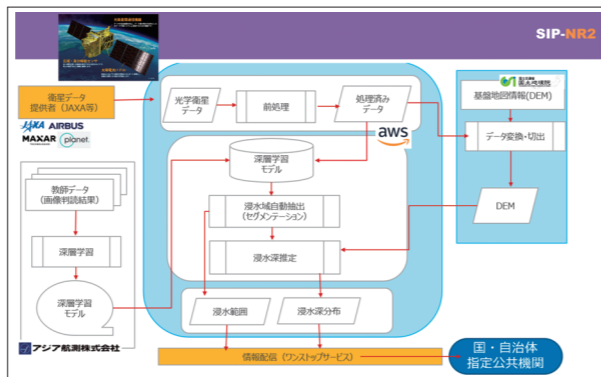


図2 浸水域と浸水深分布の自動解析の概略図

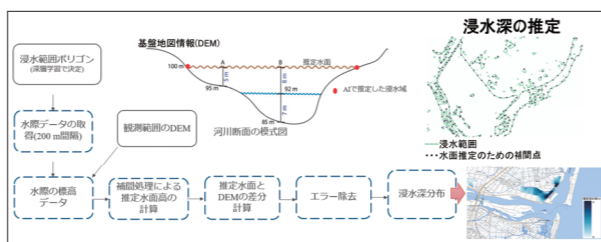


図3 浸水深分布の推定フロー

浸水域の抽出結果

浸水域の解析に用いた光学衛星画像は表1の通りです。現行運用されている衛星のうち、WorldView-2,3やPleiadesは地上解像度1m未満で詳細な画像が得られる反面、観測幅が20km程度と狭くなっています。一方、SPOT-6,7は地上解像度1.5mとやや粗いかわりに観測幅が60kmと広く、広域観測に適しています。2021年度以降打ち上げが予定されている先進光学衛星（ALOS-3）は高い解像度と広い観測幅の両方を満たしており、防災分野での活用にも期待が持たれています。

浸水域の抽出には、深層学習の畳み込みニューラルネットワーク（CNN）を利用しました。学習用データとしては、過去の浸水事例（H30年7月豪雨高梁川、令和元年台風19号阿武隈川・宇多川・荒川、H27年9月関東・東北豪雨鬼怒川等）の衛星画像（図4）を目視判読したものを用いました。

図5中央は深層学習による浸水域の抽出事例を示しています。また、抽出した浸水域とDEM（基礎地図情報数値標高モデル）から浸水深分布を推定したものが図5右であり、このような推定結果の可視化も可能です。

表2は目視判読結果と比較した抽出精度を示しています。衛星はSPOT-7、H30年7月豪雨（倉敷）とH27年9月関東・東北豪雨（常総）での画像を用いました。一般的な精度評価の指標であるF値は、マルチスペクトル画像で6割後半、パンシャープン画像で7割後半程度であり、緊急時の速報用に縮尺5万分の1地図に重ね合わせる用途としては、おおむね満足のいく結果と言えます。

このような深層学習による浸水域・浸水深の解析は、現状ではGPU搭載PCを用いてSPOT衛星の画像1シーン（3,600km²）を約20分で解析できます。今後、衛星観測から画像データ提供までを1時間以内に抑えられれば、SIP2が目指す「観測後2時間での災害情報提供」は十分達成可能です。大規模災害に対しても、AWSのようなクラウドシステムの活用により対応可能だと考えています。

おわりに

SIP2では出口戦略としての社会実装化も求められています。アジア航測は、三菱電機、パスコ、スカパーJSAT、日本工営、リモート・センシング技術センターとともに、2021年6月、衛星データサービス企画株式会社（略称SDS）を設立しました。

表1 主な光学衛星

衛星	地上解像度	観測幅	機数
先進光学衛星 (ALOS-3)	0.8m	70km	1
Sentinel-2	10~60m	290km	2
WorldView-2,3,4 GeoEye-1	< 0.5m	13-16km	2
Pleiades	< 0.5m	20km	2
SPOT-6,7	1.5m	60km	2

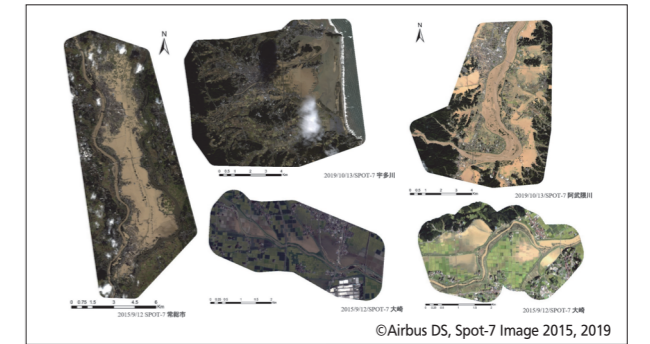


図4 深層学習に用いた衛星画像

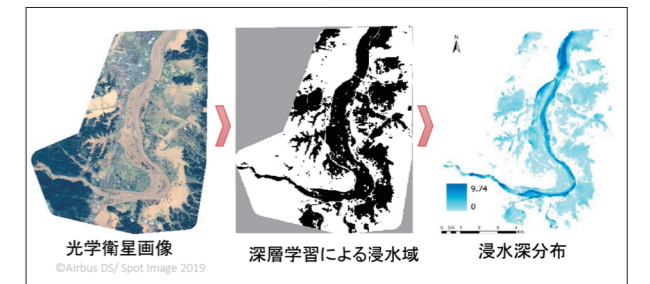


図5 深層学習モデルによる浸水域・浸水深分布の解析例（2019年宮城県丸森町での事例。SPOT-7を利用）

表2 浸水域の分類精度

精度(%)	H30年7月豪雨(倉敷)		H27年9月関東・東北豪雨(常総)	
	MS(6.0m)	PAN(1.5m)	MS(6.0m)	PAN(1.5m)
精度(%)	84.6	93.2	82.2	90.4
適合率(%)	60.9	74.1	63.9	79.7
再現率(%)	85.0	88.0	70.9	75.9
F値(%)	70.9	80.4	67.2	77.7

この会社は、2023年度からの本格サービス提供開始を目指して事業検討を進めています。平時の広域かつ継続的な国土・インフラ監視および近年甚大化する自然災害に迅速、確実に対応できる体制を構築し、安心・安全な社会形成を通じたSDGsの達成に貢献していきます。