大規模災害時の初動対応の高度化に関する研究

～衛星データを用いた災害時の迅速な地形変化等把握～

国土交通省 国土地理院 地理地殻活動研究センター
地理情報解析研究室長 笹川 啓

1. はじめに

国土地理院は，災害対策基本法（昭和 36 年法律第 223 号）における指定行政機関として，「災害に関する情報の収集及び伝達に努めなければならない」とされており，また内閣府の中央防災会議によって作成された防災基本計画においても，「航空機等による目視，撮影等による情報収集を行うもの」，「画像情報の利用による被害規模の把握を行うもの」の旨が示されているため，被害規模の大きな災害については，被災地域に対する空中写真の撮影を行っている。

一方で，空中写真の撮影については，①曇天時や夜間時の撮影は困難である上に，②被災地域が離島や航空機から距離の離れた箇所の場合には撮影地域到着までに時間がかかる等の課題があった。

本研究については，このような①②の課題解決のため，近年目覚ましく発展しているコンステレーション型（1 機ではなく，多数の衛星を一体的に運用する）の民間小型衛星を用いて，大規模災害発生後に迅速な地形変化等を把握可能にすることを目指し，令和 8 年度から 11 年度までの 4 年間，行うものであり，第 6 期国土交通省技術基本計画に位置付けられる施策となっている。

2. 本研究で使用する 2 種類の衛星

本研究自体，著者が執筆時点ではまだ本格的に開始されていないため，以降は今後の研究開発の想定としてその内容をお伝えする。

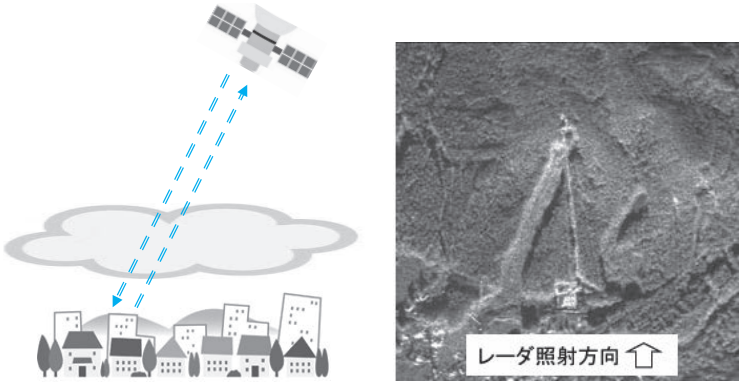
まず，本研究では迅速な地形変化等の把握のために，2 種類の民間小型衛星（衛星 SAR 及び光学衛星）の活用を想定している。

図－**1**，**2** に示すとおり，衛星 SAR（Synthetic Aperture Radar：合成開口レーダ）は衛星から地上に電波を照射し，地上から反射された衛星に戻ってきた電波を用いて，曇天時や夜間時にも地上観測を可能にするものであり，光学衛星は通常のカメラと同様に太陽からの反射光を観測するものである。

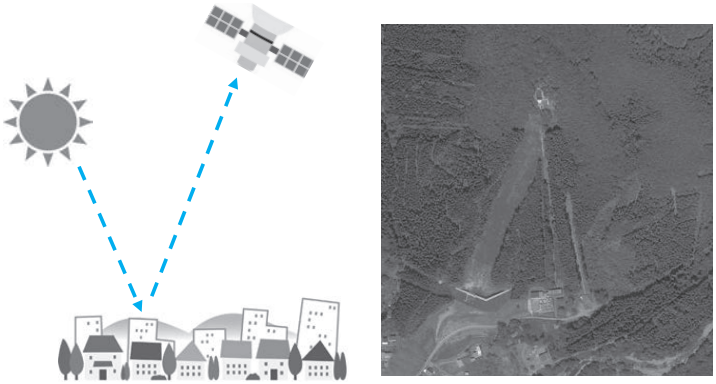
平易に書けば，衛星 SAR は時間帯や天候に関係なくレーダ画像を観測，光学衛星は昼間の晴天時にカメラ画像を撮影するものである。

衛星 SAR 画像はレーダ画像であることからその判読性は光学衛星画像には及ばないが，曇天時や夜間時にも観測できる。一方，光学衛星画像については，解像度は空中写真より劣るものの人間の視認と同様のものが観測できる。

これらより，災害発生後にまずは衛星 SAR 画像から，「どの辺りで大きな地形変化があったの



図－1　衛星 SAR 画像の観測原理と画像例（イメージ）



図－2　光学衛星画像の観測原理と画像例（イメージ）

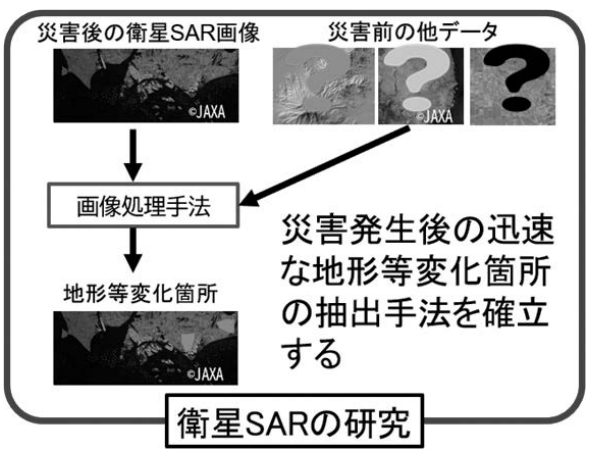
か」を迅速に把握した上で，その後空中写真撮影が困難な離島等については，光学衛星画像で「3次元情報を含めた詳細観測を行いどのような変化が生じたか」を迅速に把握することが期待される。

本研究では，これらを実現するための研究開発を実施する予定であり，次節以降で衛星 SAR 画像と光学衛星画像に対する研究項目を述べる。

3.　衛星 SAR 画像の研究事項

衛星 SAR 画像は前節で述べたとおり，曇天時や夜間時にも観測できる一方で画像の判読性は光学衛星画像よりも劣ることから，実際にどの程度の大規模地形変化であれば抽出できるか否かを，今後検証する予定である。

さらに迅速な地形変化箇所の把握という観点では，人間による目視判読だけでなく，機械処理による自動抽出が行えるかが重要になる。衛星 SAR 画像からの自動抽出に関する先行研究としては，同じ条件（照射する電波の周波数帯域や照射角度が同じ）で観測された災害前と災害後の2時期画像を用いる手法がよく使用されるが，民間小型 SAR 衛星については災害前の1時期目の画像が全国的に整備されていないことから，図－3のとおり，災害後の画像と何らかの地理空間情報



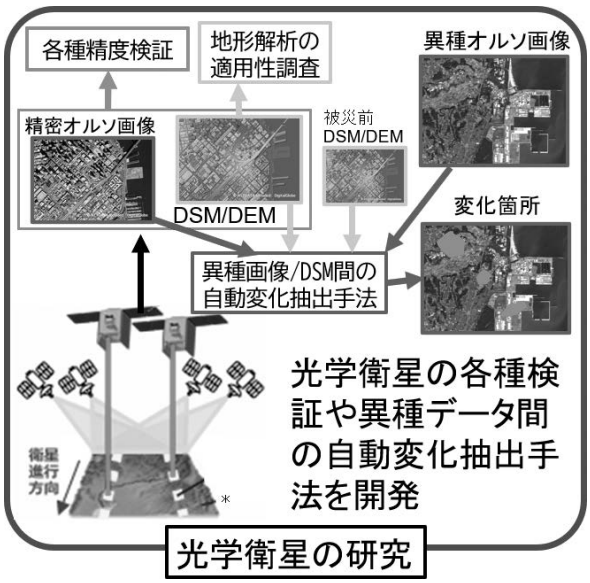
図－3　衛星 SAR に対する研究事項

を用いて，地形変化した箇所を特定する手法について開発を進める予定である。

このため，特に研究期間の前半については，実際に被災後に観測された衛星 SAR 画像を対象に人間による目視判読検証を行うとともに，地形変化箇所を自動抽出する手法の検討を進める。また，研究期間の後半については，自動抽出を行うためのツール開発や，実際の災害対応業務での試行を含めて，国土地理院で実際の災害対応業務に活用するための準備作業を行う予定である。

4. 光学衛星画像の研究事項

光学衛星画像については，曇天時や夜間時に観測できない一方で衛星 SAR 画像よりも解像度が良い上に，画像としての判読性も高いことから，より詳細な地形変化の情報を得られることが見込まれる。また，特にコンステレーション型の光学衛星については，短時間でさまざまな角度による観測が見込まれるため，迅速に観測画像の 3 次元情報（見えている部分の表層高（DSM：Digital Surface Model））を得られることが期待される（図－4）。



＊出典：文部科学省研究開発局 官民連携による光学観測事業構想について令和 6 年 3 月 25 日（一部編集）

図－4 光学衛星に対する研究事項

本研究では，宇宙戦略基金に基づき現在開発が進められている高分解能・高頻度な光学衛星観測システムを念頭に，災害後に取得される光学衛星画像を使った自動処理を想定して，次の 3 つの観点を主な研究事項として想定している。

(1) 光学衛星画像から生成される 3 次元情報等の精度検証

(2) 光学衛星画像から生成される DSM 等を活用した地形解析の適用性調査

(3) 災害前の画像と災害後の光学衛星画像との異種画像間の自動変化抽出手法の開発

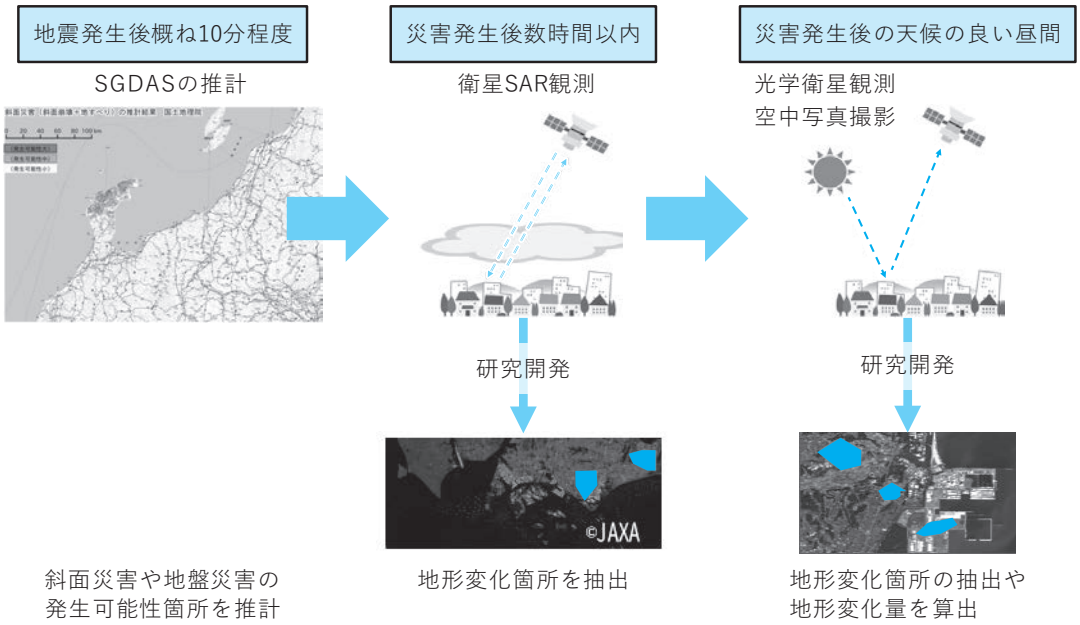
(1)については，さまざまな角度から観測された複数の画像を用いることで，見えている部分の表層高を抽出でき，複数画像と DSM を用いて，地図と重ね合わせが行える正射画像を生成できる。このため，どの程度 DSM の高さや正射画像の平面位置等の精度があるかについて，高分解能・高頻度な光学衛星観測システムの実験機によるデータを用いて検証を行う。

(2)については，既存の地形解析では，主にステレオ空中写真の実体視や，航空レーザのデータから地形判読が行われているが，光学衛星から得られた DSM や正射画像から，どの程度の細かい地形の解析が行えるかについて検証を行う。

(3)については，災害後に光学衛星から取得される正射画像や DSM と，災害前の何らかの正射画像（例えば，空中写真や他の光学衛星画像）や DSM の異種画像間に対する自動変化抽出手法の開発を行う。

通常，同じ特定の光学衛星が観測した 2 時期画像は，画質や解像度がほぼ同じであることから，自動変化抽出の性能が著しく低下しないものの，それぞれ観測プラットフォームの異なる 2 時期画像の場合は画質や解像度が異なるため，良好な自動変化抽出を行うための技術的なハードルが高く，この課題を解決するための開発である。

また，DSM 同士の差分を解析することで，3 次元的な地形変化量についても計測が可能になると思われるが，このことについても精度検証を行いその有効性を確認したい。



図－5　本研究が目指す災害対応の高度化例

5.　災害対応の高度化に向けて

本研究での研究開発項目については，3. と 4. で述べたとおりであるが，別途，国土地理院では大規模地震発生時に概ね 10 分程度で，斜面災害や地盤災害の発生可能性箇所を推計する地震時地盤災害推計装置（SGDAS：Seismic Ground Disaster Assessment System）を運用している。

図－5 に示すとおり，この SGDAS で推計された斜面災害や地盤災害の発生可能性の高い場所については，まずは衛星 SAR で悪天候や夜間時においても迅速に観測を行った上で，実際に規模の大きな斜面災害や地盤災害が発生していれば，天候の回復を待って空中写真の撮影を行う。あるいはすぐに航空機が現地に行けないような離島等においては，光学衛星で観測を行うことで詳細な地形変化の観測を行うといったスキームがそれぞれ考えられるが，将来的な災害対応の高度化の観点から本研究を進め，国土地理院の責務を果たしていきたい。