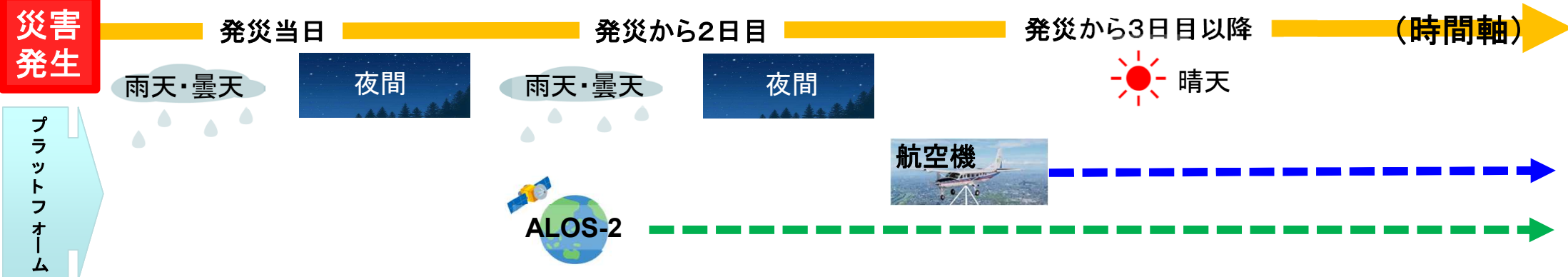


衛星データを用いた災害時の迅速な地形変化等把握 に関する研究

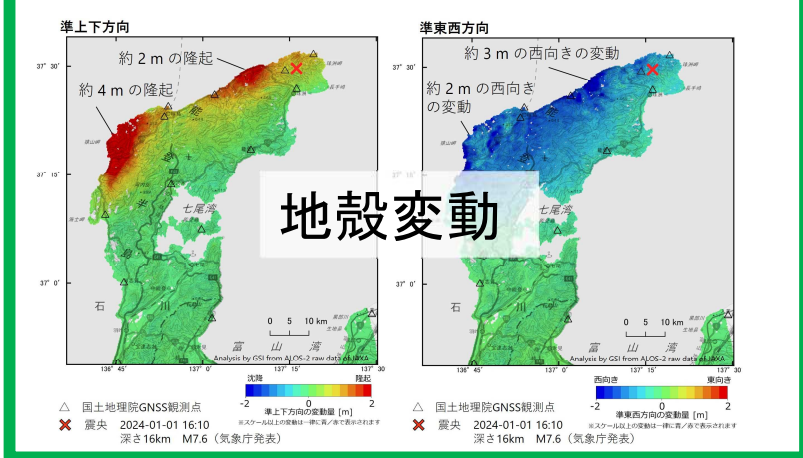
【研究期間】 令和8年(2026年) 4月～令和12年(2030年) 3月

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

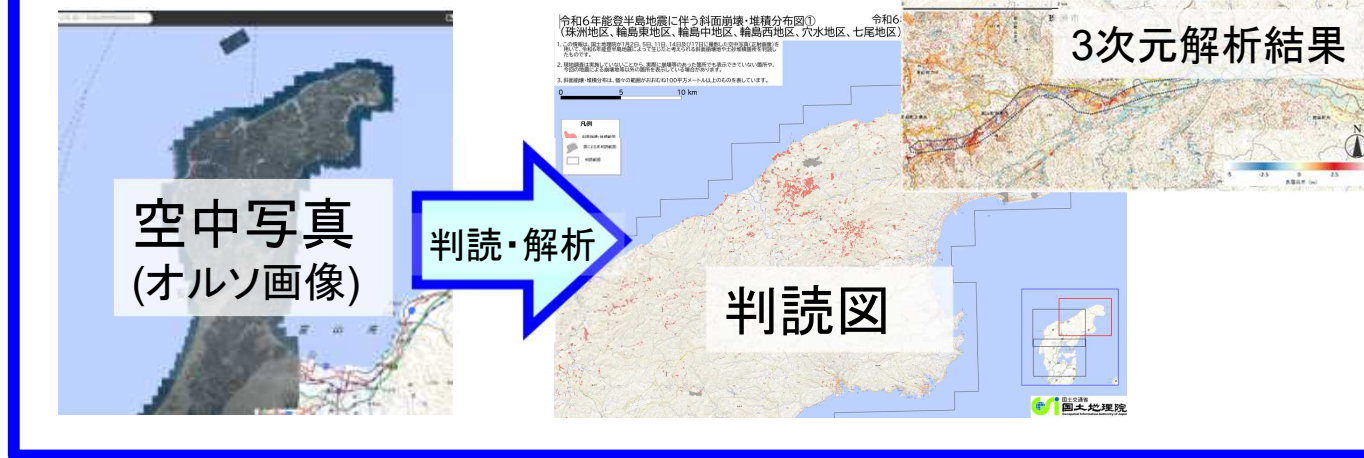
背景 ～地理院の災害対応～【災害時の観測タイムライン例】



ALOS-2観測で得られる結果



航空機で得られる画像や判読・解析結果



様々な手法により被災状況把握と地理空間情報の提供を実施。

課題① ～ALOS-2, 4の課題～

夜間・悪天候時の広域観測が可能。一方で、①迅速性と②判読性に課題有。

①迅速性

災害発生後：観測の最長待ち時間

ALOS-4の場合

(※災害前の観測と同一条件の場合)

観測モード	高分解能 3 m
日本全国*の平均	53 時間 [ALOS-2: 53 時間]
日本全国*の最大	62 時間 [ALOS-2: 62 時間]

先進レーダ衛星 PALSAR-3基本観測シナリオより

- ・災害発生後に観測を数日待つ可能性がある。

②判読性



- ・SAR強度画像での詳細な判読が困難。

災害発生後に、「確実にすぐ」「より良好な判読性を持つ」手段で観測できれば、効果的な被害状況把握が可能になる。

課題② ～航空機による空中写真撮影の課題～

国土地理院の災害対応における空中写真撮影の体制

基本:くにかぜⅢによる被災地撮影



災害の被災範囲に応じて、協定に基づく撮影も実施する。

※被災場所やタイミングによって、被災直後の天候良好時に十分な航空機数の確保ができない可能性

災害時における緊急撮影に関する協定(*)に基づく撮影



令和元年東日本台風災害における撮影地区

航空機撮影が困難な箇所(離島等)又は、航空機リソースが足りない場合の他の観測手段があれば、より迅速な被害状況把握が可能。

課題③ ～地形変化箇所抽出の課題～

オルソ画像

目視判読により、
地形変化箇所を図化

迅速化・省力化のための
自動/半自動処理の必要性

各種判読図

	空中写真 撮影開始 (離陸時刻)	空中写 真公開	オルソ 公開	斜面崩壊・ 堆積分布 データ公開
最速地区	01/02 08:10	01/03 06:15	01/03 22:00	01/04 02:00
最遅地区	01/04 10:45	01/06 13:00	01/12 15:00	01/12 20:00

地震発生時
2024/01/01 16:10

小型衛星による地球観測の発展

近年、小型衛星(SAR・光学)による観測環境が急速に発展



最近の動向



＜稼働機数の見通し（QPS研究所は2025年4月、Synspectiveは2025年3月時点の想定）＞



注：上記グラフは、QPS研究所からは5月～4月の期間、Synspectiveからは11月～12月の期間にて公表されている機数を公表する年度（4月～3月）の期間へ目安としてあてはめたものであり、各社の設定期間とは異なる
・想定稼働頻度は稼働機数の増減、衛星軌道（極軌道、傾斜軌道等）の割合等により変わる

＜想定撮像頻度、デリバリー時間（撮像後にユーザーに届くまでの時間）の実績と見通し（2024年12月時点の想定）＞

事業者	想定頻度・デリバリー時間	能登半島地震発生時(2024.1)(実績)	2023年度末(実績)	2024年度末(実績)	2025年度末(見込み)	2026年度末(見込み)	2027年度末(見込み)
株QPS研究所	想定撮像頻度(日本国内)	1回程度/日	3回程度/日	9回程度/日	約10回以上/日	約20回以上/日	約40回以上/日
	想定デリバリー時間(最速)※		数時間以内		1時間以内		
株Synspective	想定撮像頻度(日本国内)	1回程度/数日	1回程度/数日	8回程度/日	約10回以上/日	約20回以上/日	約40回以上/日
	想定デリバリー時間(最速)※		数時間以内		1時間以内		

※生データの場合

内閣府 宇宙開発戦略推進事務局 作成資料

①迅速観測が可能

コンステレーションによる観測頻度の大幅な向上

②高空間解像度化が進展

光学・SAR: サブメーター級

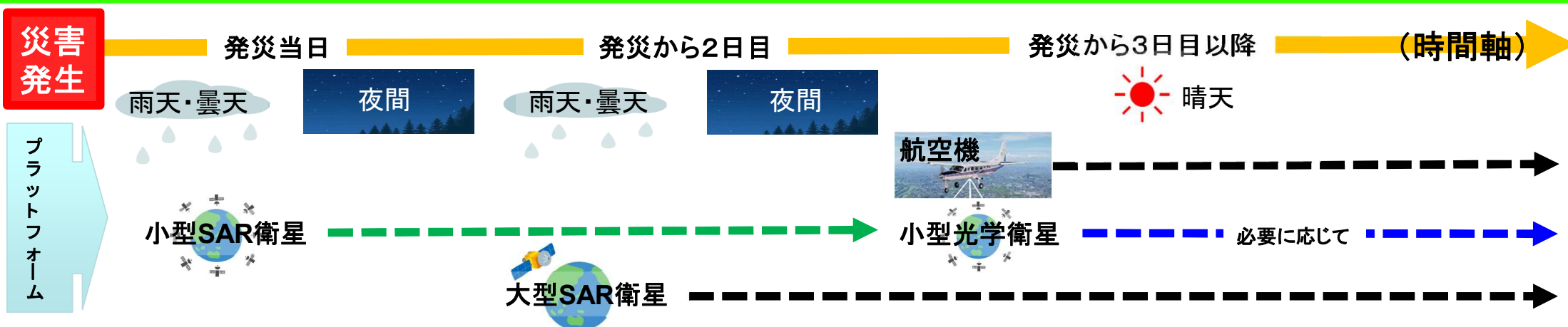
③小型衛星の市場拡大

国内外において、衛星活用環境の整備が進む

④小型衛星の打上・運用基盤整備

宇宙基本計画／宇宙戦略基金

小型衛星の災害対応における利用可能性



	大型SAR衛星(従来)	小型SAR衛星
観測面積	◎ ALOS-2: 数千km ² 以上 ALOS-4: 数万km ² 以上	○ 1機: 数十km ² ~ 数百km ² (スポットライトモード)
空間分解能	× ALOS-2, 4: 3m	△ 数十cm~1m程度
観測頻度	△ 最大2回/日(1機体制)	◎ 数十分から数時間毎 (コンステレーション体制)
地域性	○ 全国一律可	○ 全国一律可

	航空機撮影(従来)	小型光学衛星
観測面積	○ 1機: 数百km ² (1フライト)	△ 1機: 数十km ² 程度
地上解像度	◎ 20cm程度	○ 数十cm程度
観測頻度	原則1回	○ 数時間毎 (コンステレーション体制)
地域性	△ 離島等困難	○ 全国一律可

小型のSAR衛星と光学衛星で補完することで、現状の災害対応よりも迅速な広域性や判読性の向上が期待される。

研究センターの先行研究

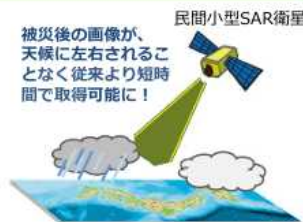
○令和6年3月に衛星リモートセンシングデータ利用タスクフォース大臣会合で、「衛星データ利用に関する今後の取組方針について」が決定された。

- 1) 令和6年度からの3年間を「民間衛星の活用拡大期間」に位置付け。
(特に技術力を持った国内スタートアップ等が提供する衛星データを関係府省で積極調達・利用する)
- 2) 衛星データ調達・利用に有効な衛星データ提供プラットフォーム・解析技術・技術指針の検討・策定など
国による先行的な技術研究開発の促進が謳われている。

民間小型SAR衛星情報を活用した地形等変化把握に関する研究【20百万円】

(令和6年度補正予算額 20百万円)

令和6年能登半島地震は日没近くに発生したこともあり、航空機による映像は即日取得できなかった。また、現行のSAR衛星による観測は飛来タイミングの制約を受けるため、被災状況の速やかな把握には限界がある。
そのため、機動性に優れた民間小型SAR衛星を活用し、被災箇所において早期に地形等の変化の把握が行える環境整備に向けた調査研究を行う。



上記を受けて地理情報解析研究室では、**R6年度補正予算として左記の調査研究を現在実施中。**

【効果】

- ・ 民間小型衛星データの活用により、日時天候を問わず、迅速かつ安全に被災状況等の把握が可能となり、早期の復旧・復興に貢献
- ・ SAR衛星に対する関連ソフトウェア/Webサービスの調査
- ・ 既存手法の調査及び地形変化抽出の試行作業
- ・ 民間小型SAR衛星データの調達

R7年度末までの作業として、
基礎的調査研究の位置付け
で左記項目を実施予定

R8年度以降も引き続き後続研究を行い、災害対応を想定した迅速な地形変化把握の技術開発を完遂する必要がある。

研究開発の目的・課題解決方針

目的

小型のSAR・光学衛星データを用いた地理情報解析の高度化に関する研究開発を行い、ALOS-2, 4や空中写真撮影の被災後観測を補完することで、全国一律的に迅速な広域性・判読性を確保した効果的な災害対応を実現する。

研究開発事項

小型のSAR・光学衛星を用いた大規模災害発生後の迅速かつ詳細な地形変化箇所等の抽出のための手法開発及び高度化

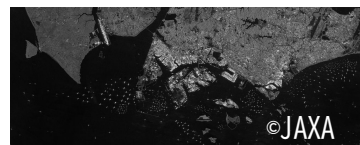
基本的な研究方針

- ・ 本特別研究は「迅速性」を重視する。
- ・ 使用するメインの小型SAR衛星や小型光学衛星は、宇宙戦略基金に基づく官民連携衛星を使用する。
- ・ 効率的な研究開発体制を確保するため、一部研究は共同研究として実施。

研究開発の全体像

小型SAR衛星強度画像

他のデータ



画像処理手法

地形等変化箇所



災害発生後の迅速な地形変化箇所の抽出手法を確立する

小型SAR衛星

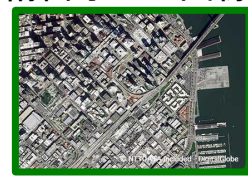
数年後の「SAR衛星」や「光学衛星」の状況を見越した先行的な技術開発を集中的に実施することを想定

各種精度検証

地形解析の適用性調査

異種オルソ画像

精密オルソ画像



DSM/DEM

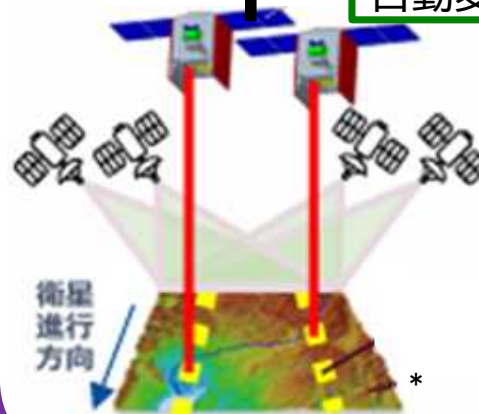
被災前
DSM/DEM



変化箇所



異種画像/DSM間の自動変化抽出手法



小型光学衛星の各種検証や異種データ間の自動変化抽出手法を開発

小型光学衛星

研究開発の全体スケジュール

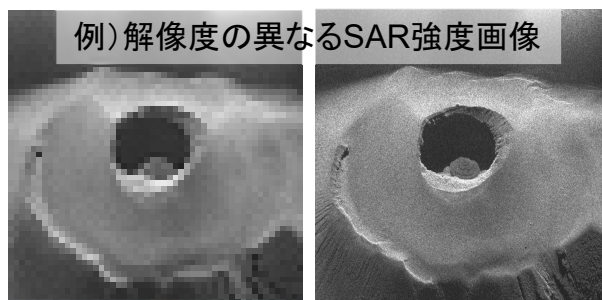
		R8年度	R9年度	R10年度	R11年度
小型SAR衛星	判読・計測検証	←→			
	地形変化抽出手法の開発	←→			
	処理ツールの開発		←→		
小型光学衛星	各種データの精度検証	←→			
	地形解析の適用可能性調査		←→		
	自動変化抽出手法の開発	←→			

小型SAR衛星と小型光学衛星の各種データに関連した基礎的な検証や、迅速な地形変化箇所等の把握のための開発を実施する。

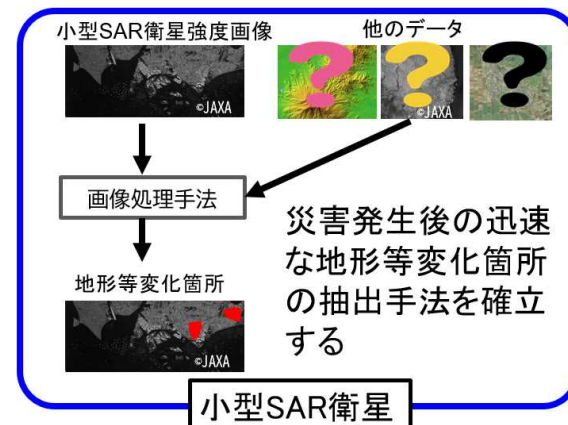
研究開発事項①～小型SAR衛星～

■ SAR強度画像を用いた地形変化抽出手法の開発・高度化

1) 高解像度SAR強度画像に対する判読性/計測精度の検証

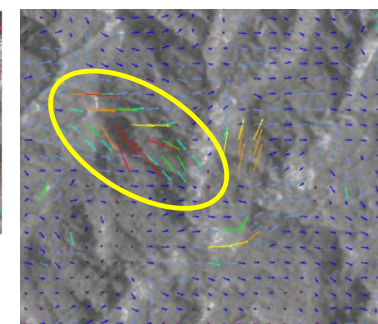
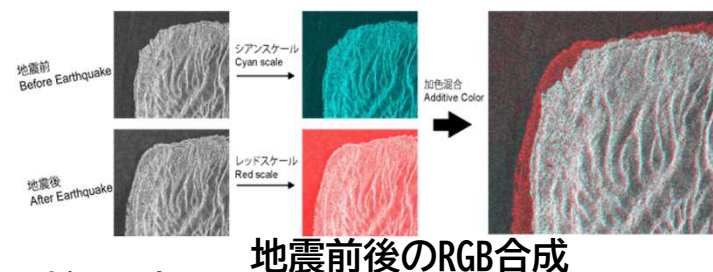


小型SAR衛星における数十cm/pix～1m/pix程度の強度画像から、どのくらいの規模の地形変化がどの程度判読/計測でき得るのかを検証する。



2) 上記判読性に基づく最も適した地形変化抽出に対する手法の調査・改良

- ・RGB合成等による地表変化抽出
- ・画像マッチングによる変化量抽出
- ・既存DEMを活用したシミュレーション画像比較
- ・その他



画像マッチングによる変化量の抽出結果

どのような手法が迅速に/精度良く抽出できるか調査・検討する。

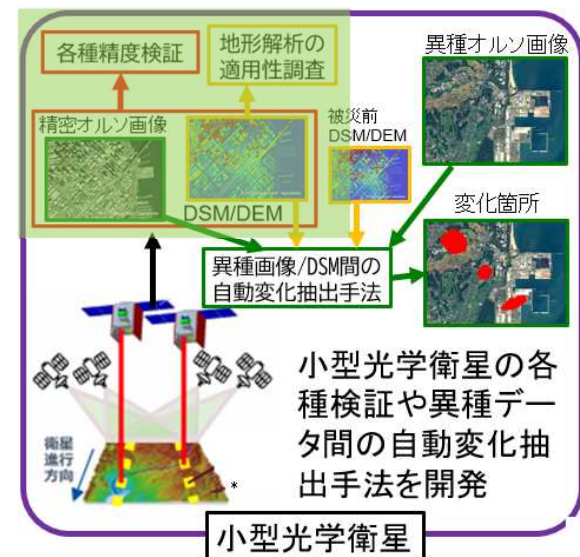
※R6年度補正予算で、SAR衛星の強度画像における既存の抽出手法を調査中。

3) 地形変化抽出を効率的に行うツール開発

上記の手法を可能な限り自動的に処理できるようなツール開発を行う。

研究開発事項②～小型光学衛星 その1～

■光学画像で取得される3次元情報の精度検証



1) 小型光学衛星から取得される3次元情報(DSM/DEM)や精密オルソ画像に対する精度検証を実施。

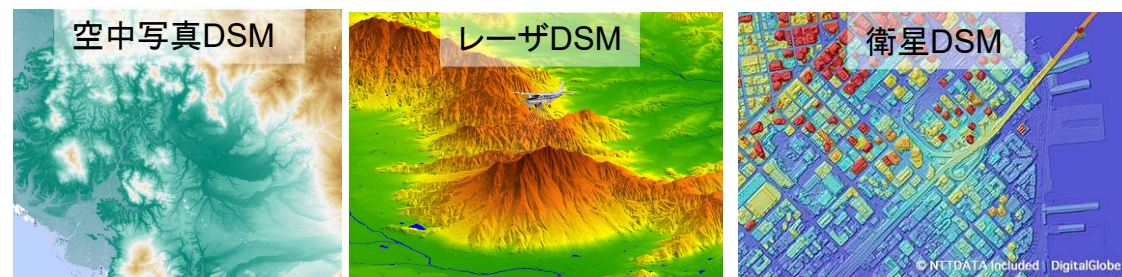
- ・位置精度
- ・高さ精度
- ・判読精度

被災前のデータとの比較・解析を行う上で、その抽出精度等の限界を把握する上で、重要な検証項目。

※一部の精度検証は共同研究を通して、効率的に実施する。

2) 地形解析適用性調査を実施。

小型光学衛星から生成される3次元データに対して、空中写真や航空レーザ測量に由来する3次元データとの比較検証を実施。



研究開発事項②～小型光学衛星 その2～

■地形変化等抽出のための自動変化抽出手法の開発

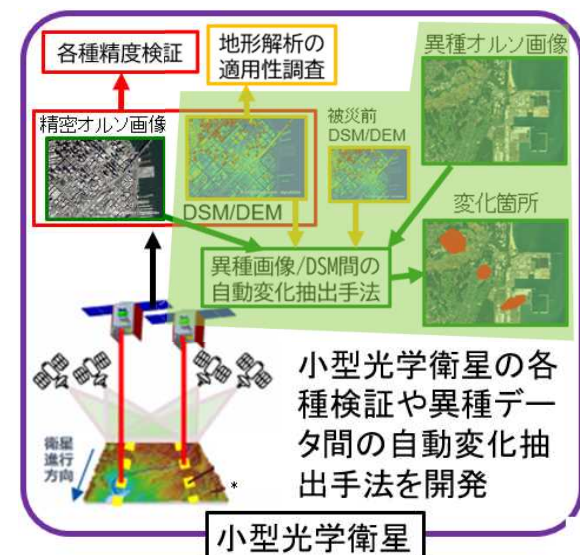
○小型光学衛星から取得される3次元情報(DSM/DEM)や精密オルソ画像及び、空中写真と既存DEM等の異種データ間に対する自動変化抽出手法を確立させる。

(後続の判読作業のためのスクリーニングを想定)

高さ変化 : 被災後DSMと被災前DSM/DEMとの差分

見た目変化 : 被災後オルソ画像(小型光学衛星)と被災前オルソ画像(空中写真)

→エッジ抽出やウェーブレットに基づく手法、画像マッチング法



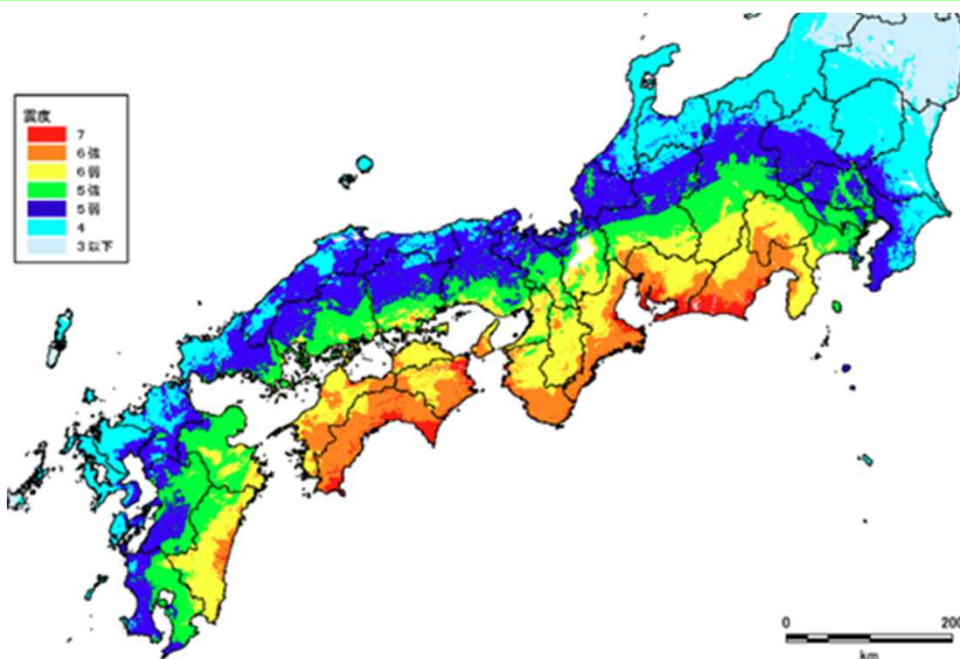
小型光学衛星

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5年3月25日(一部編集)

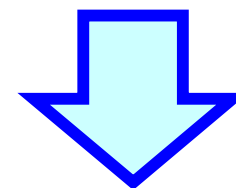
※異種画像間における自動変化抽出は、地形変化箇所のみでなく、2画像間での見え方が異なる変化箇所(建物倒壊等)の抽出も想定。



想定する災害規模

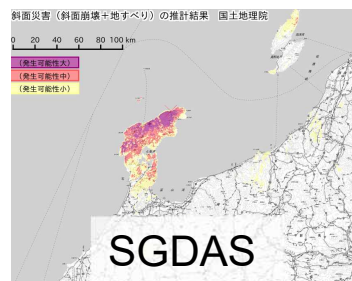


南海トラフのような超広域災害では、コンステレーション型の小型SAR衛星で、被災地域の全域を迅速に観測仕切るのは困難。



一番のターゲット(ベストパフォーマンス)となる災害規模は、R6年能登半島地震よりも一回り小さい災害であろう。

南海トラフ巨大地震における被害推定 (中央防災会議)



左記のような発災後の事前/直後の情報を考慮して、どの程度の災害でどのように小型SAR衛星/小型光学衛星を活用するのが、ベストパフォーマンスを得れるかは研究の中で明らかにしていきたい。

想定される成果と効果

- 小型SAR衛星のデータを用いて、全国どこでも災害発生後数時間以内に夜間や悪天候時にも迅速に地形等変化箇所を把握が可能になる。
 - 小型光学衛星のデータを用いて、全国どこでも天候良好時から数時間以内に变化箇所候補の把握が可能になり、流出土砂量解析等が可能になる。
- 災害発生時の初期段階における、よりの確な初動対応方針の策定に寄与



想定されるアウトプットとアウトカム

アウトプット

【科学的知見】

- ・高解像度SAR強度画像に対する判読性・計測精度
- ・3次元データや精密オルソ画像に対する精度
- ・地形解析の適用可能性

} 技術的な限界を把握

【技術の確立】

- ・迅速な地形変化箇所の抽出技術の確立
- ・異種画像間の自動変化抽出手法の確立

アウトカム

- ・災害発生地に依存せず、全国一律的に迅速に地形変化箇所及び地形変化量を把握する。
→全国どこでも、迅速かつ的確に、災害の初動対応を可能に。

赤字： 小型SAR衛星に関する事項

青字： 小型光学衛星に関する事項

実施体制・協力体制

【人員体制】

- 地理情報解析研究室の4名体制で研究を実施。

【効率的な実施体制・協力体制】

- ツール開発や精度検証作業の一部で必要があれば外注を予定。
- 小型光学衛星の精度検証は、共同研究を行うことで効率的に実施することを想定。
- 特に小型のSAR/光学衛星に対する関連事項や変化抽出アルゴリズム検討等においては、今後調査や調整をした上で、JAXA・防災科学技術研究所・京都大学等と情報交換等を検討する。