

2021年度（第19回） 建築・住宅技術アイデアコンペ

提案タイトル	リモートセンシング利用による災害レジリエンスシステム	
提案概要 (200字程度)	人工衛星より得られる光学観測・マイクロ波観測により日本国土の任意の土地および周辺の地殻変動（斜面崩壊等）、水域分布（洪水）、地盤沈下等の災害状況を早期に把握し、さらに防災科研の地震計データや気象庁の気象データ等を重ねて、対象とする建築物の被害程度を個々に推定することで、被害状況の調査工数・時間を大幅に削減するとともに、適切な復旧（対応優先順位、補修内容）の迅速な計画を可能とする技術である。	
提案ポイント	① 新規性	従来は大地震等の災害発生後に、居住者、利用者からの情報や、人海戦術による応急危険度判定等の調査結果をもとに建築物の被災状況を把握しており、多くの時間と工数を要し、またその内容に客観性が欠けるケースも見られた。 本技術は、人工衛星からの巨視的な観測データを効果的に活用することにより、地震、洪水、暴風等の様々な災害における個々の建築物の被害状況を、比較的短時間で正確な推定を可能とするものである。
	② 実用性	災害時に、建築物の被害程度を個々に推定することで、被害状況の調査工数・時間を大幅に削減するとともに、適切な復旧（対応優先順位、補修内容）の迅速な計画が可能となる。
	③ 異業種関連度合	リモート・センシング技術、画像解析技術の建設業界への活用、連携は、災害状況調査にとどまらず、多くのシーンでの効果も期待できる。
	④ 建築や社会に対するインパクト	特に災害発生時、復旧時における建築業界の人手不足という課題に対して有用な技術である。

提案ポイントについて

① 新規性 :	「従来の建築・住宅技術」に対する新規性について述べて下さい。
② 実用性 :	ご提案のアイデアが、学術研究や情報の蓄積や整理の範囲にとどまらず、都市・建築空間で実地に用いる、あるいは実際に役立つ点を述べて下さい。
③ 異業種関連度合 :	コンソーシアムの特徴として異業種連携による研究活動をうたっています。ご提案のアイデアが、研究活動における異業種関連度合について述べて下さい。
④ 建築や社会に対するインパクト :	生活や産業経済、建築空間に対する影響など、研究目標が達成され、成果が実用化された場合の建築や社会に対するインパクトについて述べて下さい。

※ こちらにご記入頂いた内容も審査の対象となります。提案ポイント項目は審査評価基準に基づきます。

リモートセンシング利用による災害レジリエンスシステム

【背景】

昨年、地震活動期に入っていると言われ、地震による建築物被災の懸念が高まっている。また令和元年台風19号をはじめとするゲリラ豪雨による浸水被害、土砂災害も増えつつある状況である(図1)。

一たび、このような災害が発生すると、被災状況の調査には多くの人と時間を要する一方で、それに必要な専門知識を有する人材は限られており、迅速な補修、復旧計画の妨げとなっている。

一方、人工衛星より得られる観測データや、気象庁の各種気象データ、防災科研の地震データ等は、近年かなりミクロ的に捉えることが可能となっている。

そこで、それらのデータを利用し、各建築物固有の情報(プラン、重量、剛性、他建築確認時に得られる情報)から、個々の建築物の被災状況を推定できれば、被災調査に必要な人的資源の削減や時間の短縮となり、迅速な補修、復旧計画が可能になると考えた。



図1. 2016年熊本地震、2019年台風19号の被災状況(国土地理院 UAV 画像より)

【技術の概要】

本技術の概要を図2に示す。

本技術の特徴は下記の3点から構成される。

- ① 自然災害発生時に気象庁や防災科学技術研究所の緊急速報をもとに被災対象地域を絞り込み人工衛星観測地域を特定する。
- ② 人工衛星観測により土砂災害、地盤面の高さの変化、水域分布の変化(水深)、住戸の形状変化を算出する。
- ③ 気象庁の降雨・風速データ、防災科学技術研究所の地震計データと上記②のデータより対象となる建築物の重量・剛性・耐力・地盤性状・地盤面標高・基礎形式、高さ・地盤改良有無(方法)等より被害程度の推定をする。

上記3つの特徴の内、②の能動型マイクロ波センサーを搭載した人工衛星の観測データより、各建築物の地盤起因による不同沈下、住戸直近の浸水深および対象住戸周辺の斜面崩落の有無等を、過去のデータをベンチマークとしてその変化から判定できると考えられる。

本技術の実現により、災害発生後の重被害建築物の選定、優先順位付け、適正な補修計画を現地調査に先立ち推定できるため、早期の災害復旧、復興の一助になる。

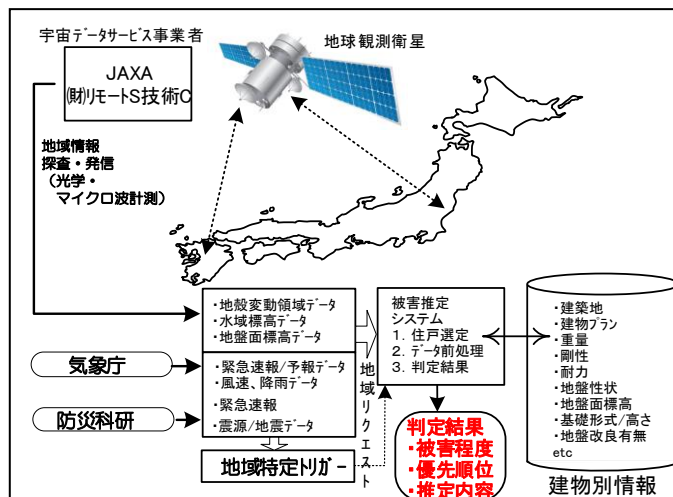


図2. リモートセンシング利用による災害レジリエンスシステム

【人工衛星観測の現状】

現在の人工衛星の災害時の観測例を2例示す。

1例目は「だいち2号」による2020年7月九州豪雨の緊急観測結果、2例目は「だいち2号」によるネパール地震の観測結果を示す(一般財団法人リモートセンシング技術センターのHPからの引用)。

① 2020年7月九州豪雨の緊急観測結果

2020年7月3日から続いた豪雨によって、熊本県を中心に河川の氾濫や土砂災害の被害が発生した。JAXAでは国土交通省からの要請に基づき、7月4日13時13分頃および7月5日0時4分頃(いずれも日本時間)に「だいち2号」(ALOS-2)搭載のLバンド合成開ロレーダ「パルサー2」(PALSAR-2)による緊急観測を実施し、国土交通省などの防災関係機関等にデータを提供している。図3に今回のPALSAR-2による観測範囲を示す。

2020年7月4日13時13分頃の観測データから推定した浸水域(水色)を示す。これは、「だいち2号」の緊急観測データ、「だいち2号」がこれまで観測した過去データ、および「TE-Japan」氾濫面積割合データを組み合わせて自動的に推定したものである。この推定結果には、農地の自然な湛水など、今回の河川氾濫に関係しない変化も含まれている可能性がある。図4は人吉市、球磨郡周辺の拡大画像である。



図3. PALSAR-2による観測範囲

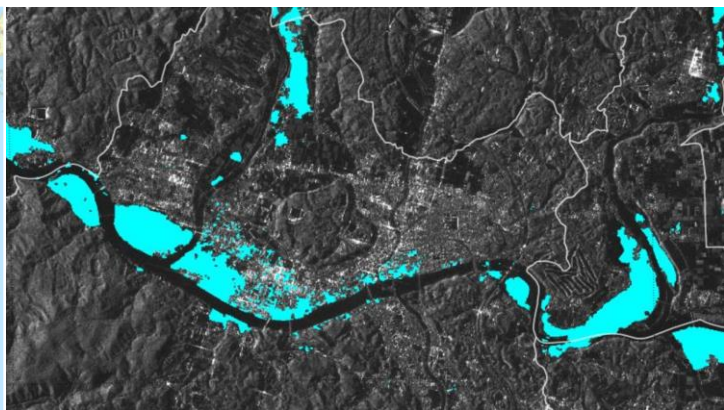


図4. 人吉市、球磨郡周辺の拡大図

② ネパール地震の観測結果

2015年4月25日(現地時刻)に発生したネパールの地震について、宇宙航空研究開発機構(以下、JAXA)は、センチネル・アジアや国際災害チャータ等の緊急観測要請に基づき、陸域観測技術衛星「だいち2号」(ALOS-2)搭載のLバンド合成開ロレーダ(PALSAR-2; パルサー2)による観測を実施している。

概要: 地震前後のだいち2号 PALSAR-2 データを用いて、カトマンズ周辺の地殻変動分布を観測した。地殻変動は南北100 km以上の範囲に広がり、カトマンズ中心部では約1 mの変位が観測された。カトマンズ周辺では局所的に大きな変位が見られる箇所があり、こうした場所では地盤沈下が発生した可能性がある。さらに詳細な解析を行った結果、地震で損傷を受けた可能性のある建物や道路を含むエリアが検出された。

図5は、カトマンズの周辺を拡大した画像である。カトマンズの周辺では同じ地域でも、場所によって建物の被害に大きな差が出ていることが日本の専門家による現地調査で報告されているが、本解析からも局所的な変位が見られる。

図5の枠(1)や(2)内では、地震による全体的な変位(大きな縞模様)のほかに細かい縞模様が見られ、枠(1)では大きいところで周囲と比べて30 cm程度の変位が確認できる。こうした場所では、地盤沈下が発生している可能性がある。

実際に、現地の土木学会・地盤工学会・日本地震工学会のネパール地震緊急被害調査団からの速報によれば、枠(2)内において地盤沈下が発生し、道路や建物が損傷していることがわかった(図6)。干渉画像は地震による地盤変位を面的に把握するために有用な情報であり、他の地域でも同様の変化が見られないか現地調査団と情報を共有しながら、調査が続けられている。

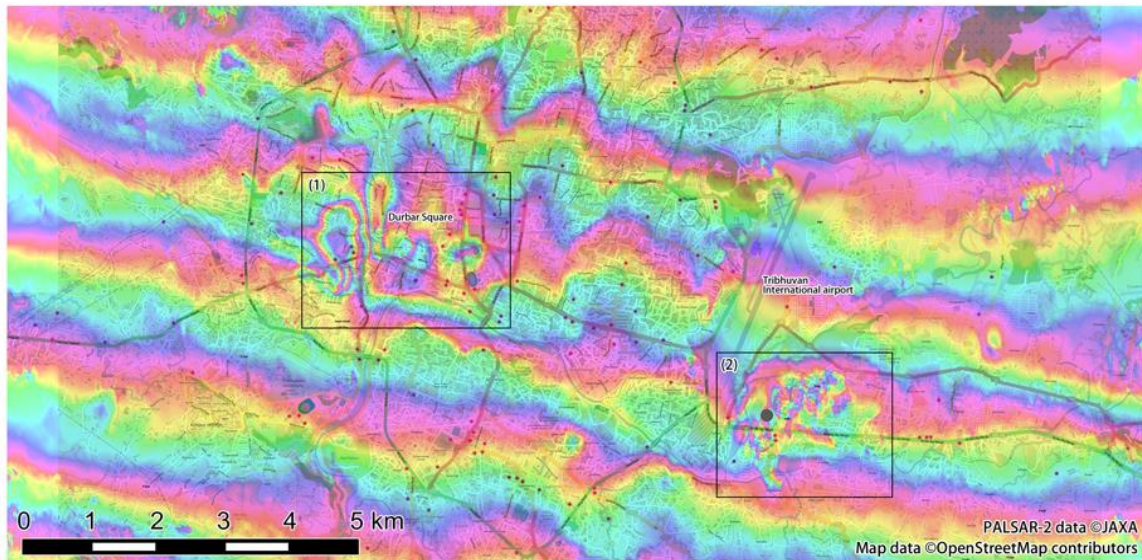


図5: カトマンズ周辺の干渉画像
黒線で囲んだ領域 (1) および (2) において局所的な変位が見られる。

図7は、図5の枠(2)内と図6の場所で得られた、コヒーレンス差画像である。コヒーレンス差画像とは、災害前(2014年10月4日と2015年2月21日)と、災害前後(2015年2月21日と5月2日)のコヒーレンス(画像類似性)の差を取ったもので、差が大きいほど、2つの観測期間中にレーダ画像に大きな変化があった事を示す。レーダ画像の大きな変化の例としては、建物の倒壊や道路の損傷、農地の変化や積雪の有無などがあり、図6で見られた道路や建物の損傷場所では、コヒーレンスの大きな減少を示す赤い点が多くみられた。



図6: 図1において局所的な変動が見られた場所の現地写真
撮影場所は、図5の枠(2)内の丸印の位置。
道路の片側が沈下している。

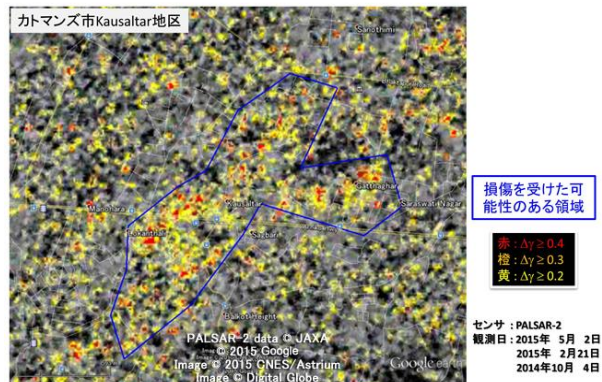


図7: コヒーレンス差解析で得られた、損傷を受けた可能性のある建物路や道路を含むエリア
(図5の枠(2)内の場所)

【技術の課題】

技術的課題は、観測画像から精度の高い画像解析手法の適用であるが、災害後の地形形状の変化を求める手法はリモートセンシング技術センター等で開発されている。

また、現在人工衛星のデータ提供は各防災機関等には無償で提供されるが、一般の利用には課題が残る。

【参考文献】

1. 松岡昌志, 堀江啓, 大倉博 (2007): 「人工衛星 SAR 画像による被害地域検出手法の2004年新潟県中越地震への適用と高度化」日本建築学会構造系論文集, No.617, 193-200.
2. 一般財団法人リモートセンシング技術センター: 「令和元年 衛星画像解析による現地確認作業の効率化手法の開発・調査委託事業 山地の被災状況の把握手法の開発」2020年3月