

3) 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP (第2期))

3) - 1 衛星データ等即時共有システムと被災状況解析・予測技術の開発ー建築物被害状況解析システム開発【安全・安心】

Development of building damage situation analysis system In Development of real-time sharing system for satellite data and disaster situation analysis/prediction technology, in SIP 2nd season

(研究開発期間 平成30～令和4年度)

住宅・都市研究グループ Department of Housing and Urban Planning	阪田 知彦 SAKATA Tomohiko
材料研究グループ Department of Building Materials and Components	宮内 博之 MIYAUCHI Hiroyuki
構造研究グループ Department of Structural Engineering	向井 智久 (平成30～令和3年度) 坂下 雅信 (令和4年度) MUKAI Tomohisa SAKASHITA Masanobu

This research and development project is the development of a real-time sharing system for satellite data, etc. and disaster situation analysis/prediction technology as a task to strengthen national resilience (disaster prevention and mitigation) in the 2nd season of the Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP). Among them, research is conducted on a damage situation analysis system specialized for buildings in urban areas using satellite data.

【研究開発の目的及び経過】

本研究開発課題は、第2期「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)」のうち、国家レジリエンス (防災・減災) の強化の課題として、衛星データ等即時共有システムと被災状況解析・予測技術の開発の中で衛星データ等を用いて市街地の建築物に特化した被害状況解析技術に関する研究を行うものである。

大地震直後の市街地では、被害の状況や分布等の情報が集約されるまでに時間を要し、結果的に様々な災害対応や建築行政的な対応における意思決定に不完全な情報を元にしなければならない場面も観られた。従来は現地調査を元に被害の全容を把握することが主たる技術であったが、さらなる広域災害の発生が危惧される中、現地調査を代替補完する技術開発や実用化が急務である。

本研究は、観測衛星データ等を活用した被害状況解析技術の実用化を目指し、観測衛星、ドローン、測位衛星と建物センサの3つのテーマで研究開発を進めた。

【研究開発の内容】

1) 観測衛星による市街地被害解析システム構築<住都G>

観測衛星を活用した広域的な市街地被害の把握技術については、これまで実用化が十分でなかった。ここでは、衛星合成開口レーダー (衛星SAR) と高分解能可視光衛星画像等によるAI (人工知能) を用いた自動被害解析システムの構築を目標とした。

2) ドローン・ロボットによる被災建築物調査技術開発<材料G>

建築物の被害調査において、回転翼型ドローンの活用

が困難な空間も存在する。これより本研究ではドローンの派生技術として、被災建築物調査の応急危険度判定等を地上から支援するための四足歩行ロボットの活用を検討し、実証実験を通して、被災建築物での調査範囲可否について人とドローンによる調査方法と比較検討した。

3) 衛星測位センサおよび普及型端末を活用した検証実験および実建物への展開<構造G>

地震前にあらかじめ設置された加速度計および衛星測位センサが地震時に被災判定するために必要となる物理量を計測できる精度を明らかにし、それらの端末を試作し、それらを実建物へ展開する際の課題を抽出することを目的とした検討を行う。

【研究開発の結果】

1) 観測衛星による市街地被害解析システム構築<住都G>

衛星SARについては、3時期コヒーレンス解析を元にし、高分解能衛星については、複数の学習モデルを扱えるAI解析を元にした。それぞれについて衛星データの取得から出力までをシステム化し、用途に応じてクラウドやオンプレミスを使い分けることで解析時間の短縮やハイブリッドな運用が実現できた (図1)。現状ではベストエフォートで、精度 (現地調査結果との比較による正解率) 8割程度の解析結果を1時間以内で出力可能である。

2) ドローン・ロボットによる被災建築物調査技術開発<材料G>

被災建築物を模擬した建物を用いて、図2左に示す調査員、ドローン、ロボットによる調査可否の検証をした。図2右にロボットが撮影した2階建てRC造模擬被災建築物

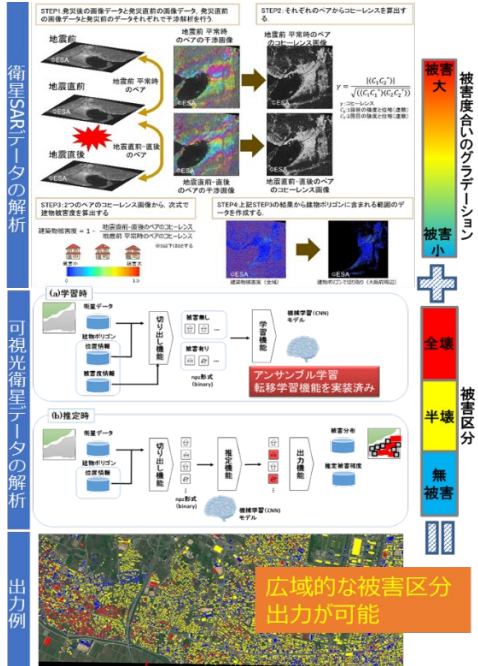


図1 観測衛星の活用による市街地被害解析システム

の撮影結果を示す。ロボットに搭載したPCにより、①柱の傾き、②地盤隆起、③壁下部の破壊を撮影することができた。さらにロボットの歩行に関わる④狭所・悪路、及び内部調査に関わる1階内部の⑤空間状況、⑥梁のひび割れの把握についても確認可能であった。表1に各調査方法の調査可能範囲を示す。本結果により、調査空間におけるドローンとロボットの優位性を考慮した上で、被災調査へ適用することが重要であることを示した。

3) 衛星測位センサおよび普及型端末を活用した検証実験および実建物への展開<構造G>

建築研究所屋外とUR都市機構が保有する振動台において、実験検証(図3)を行った。その結果、計測精度(図4)が明らかとなり実際の建築物へ適用できる製品を特定できた。また、7階建て庁舎建築物および30層の高層RC造共同住宅に対して、MEMSセンサおよび普及型携帯端末を用いたセンサに加え、衛星測位センサを設置し、地震が発生した場合に自動観測できるシステム(図5参照)を導入した。当該システムを用いて建物の固有振動数を算定し、地震前後において被災判定を実施できる。

表1 被災建築物調査の可能範囲(①～⑥は調査番号)

調査方法	調査条件	外部調査結果*				内部調査結果*			
		①	②	③	④	⑤	⑥	①	②
調査員	2名体制	○	○	○	○	△	△	×	×
ドローン	目視内操縦	○	○	○	×	○	△	×	△
ロボット	目視内・目視外・自動操縦	○	○	○	○	△	○	○	×

※：○調査可能、△部分的に調査可能、×調査不可



図2 調査方法(左)とロボット搭載PCによる撮影(右)



図3 可動式振動台を用いた検証実験

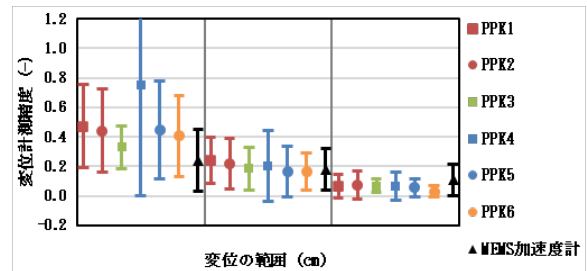


図4 衛星測位センサの変位計測精度

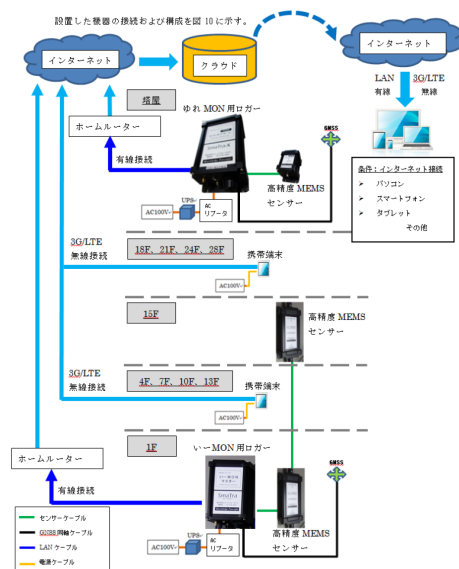


図5 高層共同住宅に導入した被災判定システム