

過去の地形データの作成手法と その活用に関する研究

【研究期間】令和5年(2023年)4月～令和8年(2026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

- 自然災害の頻発・激甚化により、国民生活に影響を及ぼす災害リスクは年々増大。
- 災害に対して脆弱な箇所は人工改変地に集中。
- 国土地理院の地形分類データ作成では、人工改変地は機械的な抽出が困難なため、主に実体視で抽出しており、技術者の判読能力によって個人差が生じやすい。
- 国土交通省の大規模盛土造成地マップでは、谷間や山の斜面における宅地用の大規模な盛土地のみを抽出。すべての人工改変地が表示されているわけではない。



平成23年東北地方太平洋沖地震により発生した滑動崩落
(国土交通省資料)



平成23年東北地方太平洋沖地震により発生した液状化
(国土交通省資料)

➡ 人工改変地の詳細かつ網羅的な把握が必要。

- 効率的な人工改変地の抽出には電算的な情報処理が必要。
⇒ 改変前後の地形データ(DEM)を比較することで人工改変地を抽出

課題

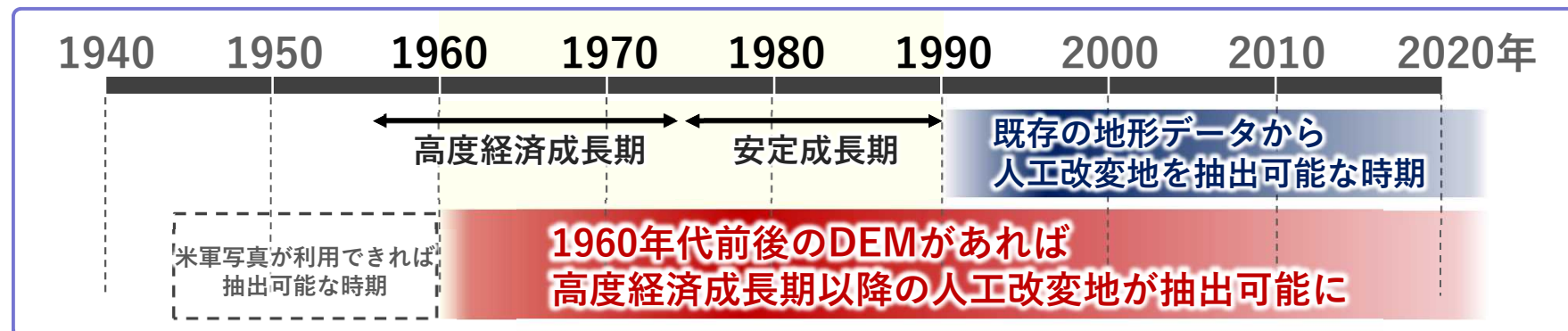
改変前の地形データは、1990～2000年頃の地形を反映した「基盤地図情報10mメッシュ標高データ(DEM10B)」が最古。

- 滑動崩落は、古い年代に低い技術レベルで盛土造成された宅地ほど発生しやすい傾向 (例: 兵庫県南部地震では滑動崩落の7割以上、東北地方太平洋沖地震では同87%が1960～80年代の造成地。国土交通省による調査結果)。

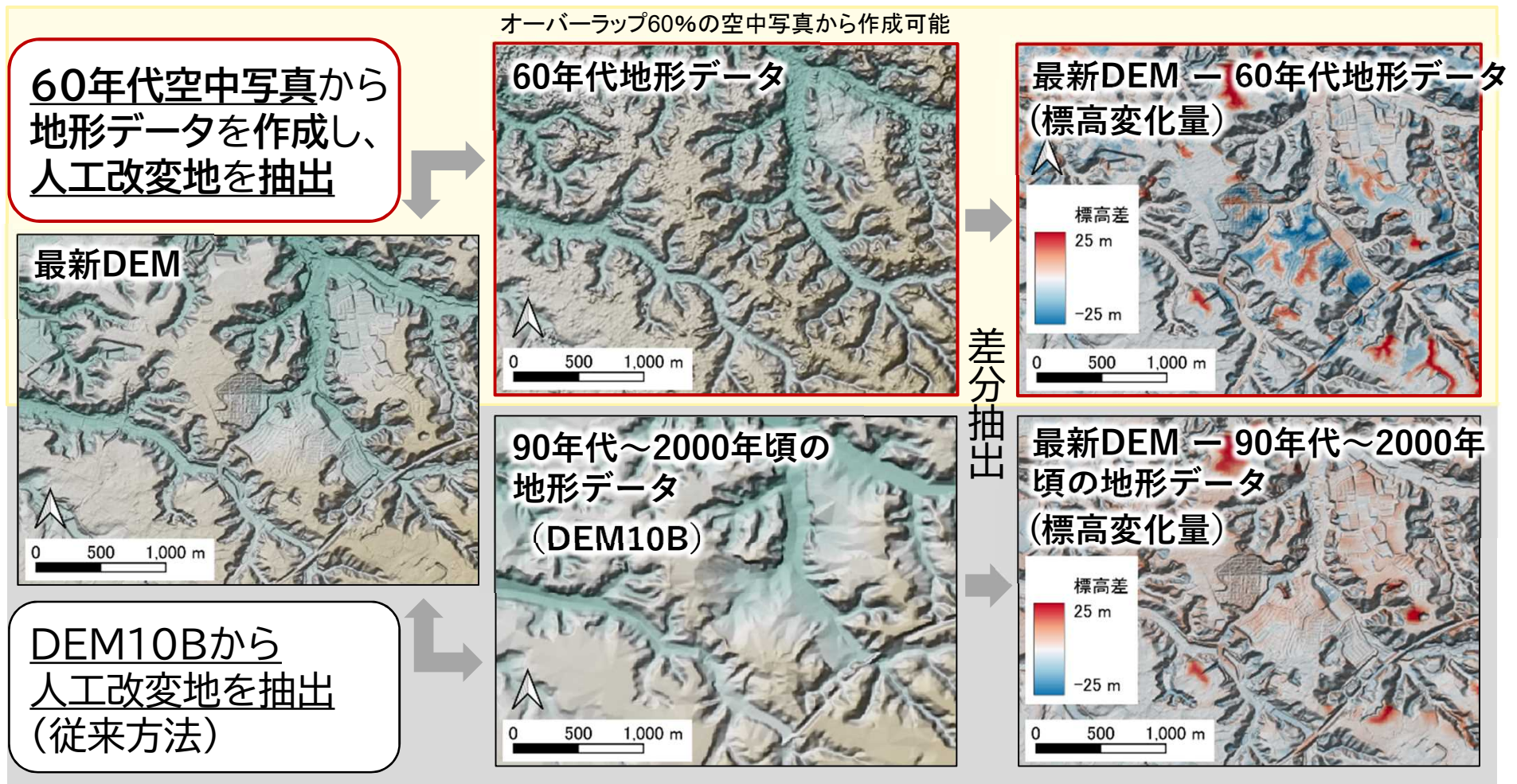
⇒ 土地開発が盛んだった 高度経済成長期から安定成長期(1960～80年代) に行われた人工改変地の効率的な抽出は困難な現状。

- DEM10Bは、1/25,000地形図の等高線を基に作成されているため、標高の取得精度が低く(標準偏差5.0m以内)、地形表現力も低い。

⇒ 人工改変地の効率的な把握には、より古い年代の高精度な地形データが必要



- 従来の手法(空中写真測量)では、過去の空中写真を用いたDEMの作成は、高コスト(長谷川, 2007)。
- 近年、**SfM-MVS技術**を用いて過去の空中写真から当時の**地形データ(擬似DEM)**※の作成が**低コスト**で可能に(中埜, 2017;中埜ほか, 2021など)。



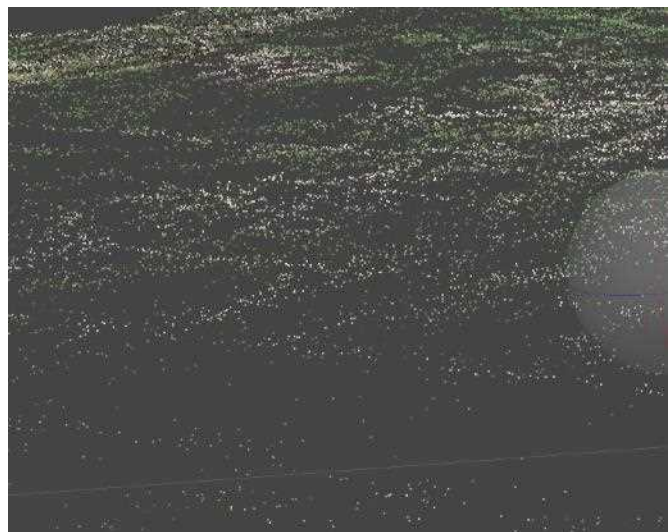
※本研究における「地形データ(擬似DEM)」は、SfM-MVS技術で作成したDSMを、フィルタリングでDEMIに近づけるよう補正した地形データをいう

SfM-MVS

(Structure from Motion – Multi-View Stereo)

SfM: 特徴点の抽出とそのマッチングを行い、カメラのパラメータ(位置・姿勢)と特徴点群の3次元座標を推定するもの。

MVS: SfMで推定した値を用いて、画像のピクセルごとにマッチングを行い、3次元座標を算出して高密度な点群を生成するもの。理論上は使用した空中写真の画素数と同じ数の、密度の高い三次元点群が生成可能。



SfM →

特徴点数
245,436点



MVS

密な点群
309,534,317点

COK20061地区空中写真7枚を使用(過去の特別研究で作成したデータ)

課題

SfM-MVS技術を用いた地形データの作成には、いくつかの課題が存在。

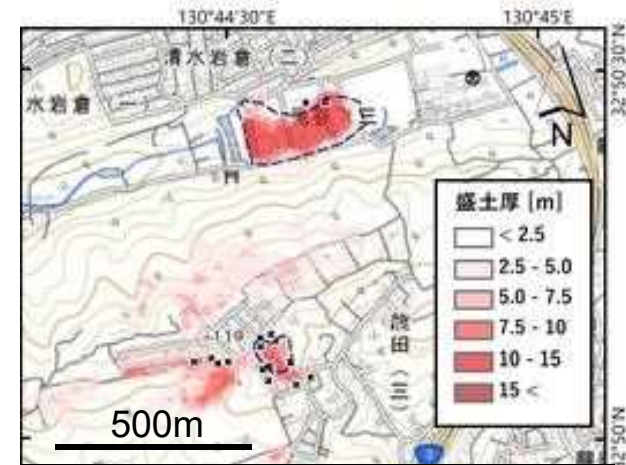
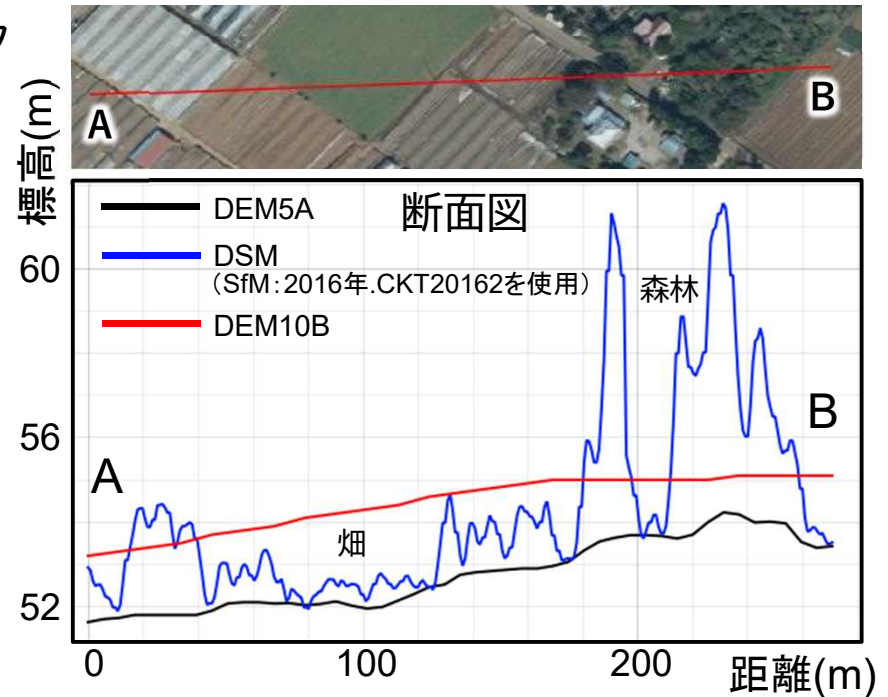
- この手法による精度が不明確。
- SfM処理での効果的な設定パラメータは不明。
- SfM-MVSで地形データを作成するための最適なフィルタリング手法は未確立。
- それらを用いた全国規模の効率的なデータ作成手法は未確立。



これらを解決して、**過去の地形データを広範囲に作成し、公表する。**



- 過去の地形データが存在しないことが原因でこれまで進まなかった様々な分野の調査研究を進捗させる契機となり、**社会的・科学的な波及効果は非常に大きい。**



SfMを活用した熊本市の盛土分布
(中埜ほか, 2021)

目的

地形分類のうち、1960年代～1980年代の人工改変地の効率的な把握を可能とするため、**過去の地形データの作成方法を確立し、1960年代の地形データを作成する。**

アウトプット目標

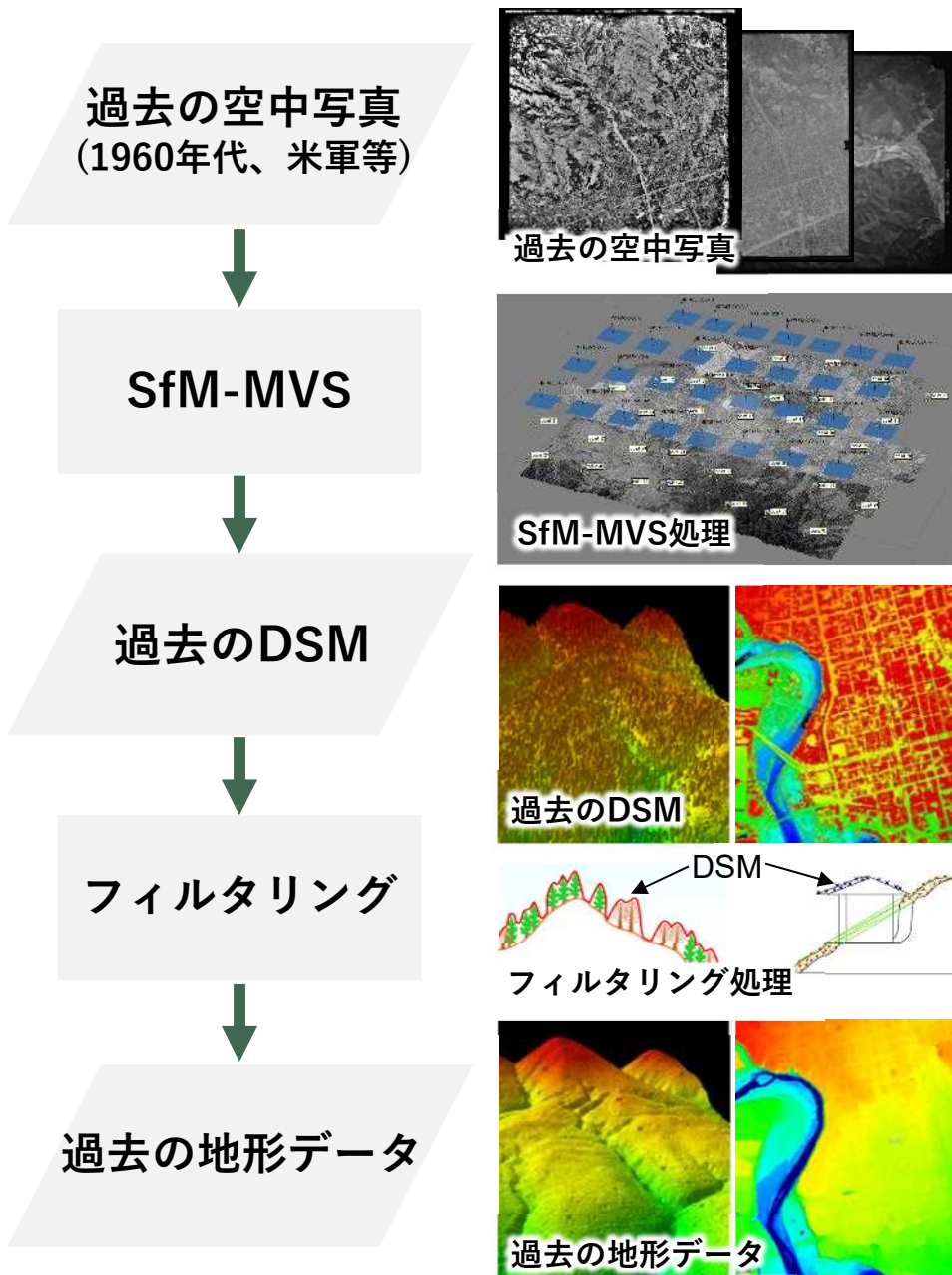
- 精度と効率性を両立した過去の地形データ作成プログラムを構築するとともに、手順書及び活用事例集を作成
- 1960年代の地形データを、本研究の手法が適用可能な地域すべて(全国の都市地域※のうち80%程度と推定)を目標に、作成し、基礎データとして公表

※国土利用計画法に基づく

アウトカム指標

- 従来の調査で把握できていない人工改変地を把握可能とし、防災・減災のためのリスク把握につなげる。

- 1** 過去の空中写真を用いた効率的な地形データ作成手法の検討及び精度検証 (令和5～6年度)
- 2** 空中写真による「地形データ作成プログラム」の構築及び全国の主要地域における1960年代前後の地形データの作成 (令和6～7年度)
- 3** 過去の時系列地形データ(サンプル地区を対象)の作成とその活用方法の検討 (令和7年度)



SfM-MVS技術を用いた 地形データ作成手法の確立

■ GCP(地上基準点)の配置の検討

研究のアプローチ

- 以前の特別研究(オルソ特研)の成果を活用

■ DSMを地形データ化する様々なフィルタリング処理を試行し、SfM処理に最適な地形データ化フィルタリング手法の確立。

研究のアプローチ

- レーザ測量用のフィルタリング処理
- 画像解析用のフィルタ処理 などを参考

従来法によって作成した地形データ (DEM)と比較し、本研究による手法の有効性を検証。

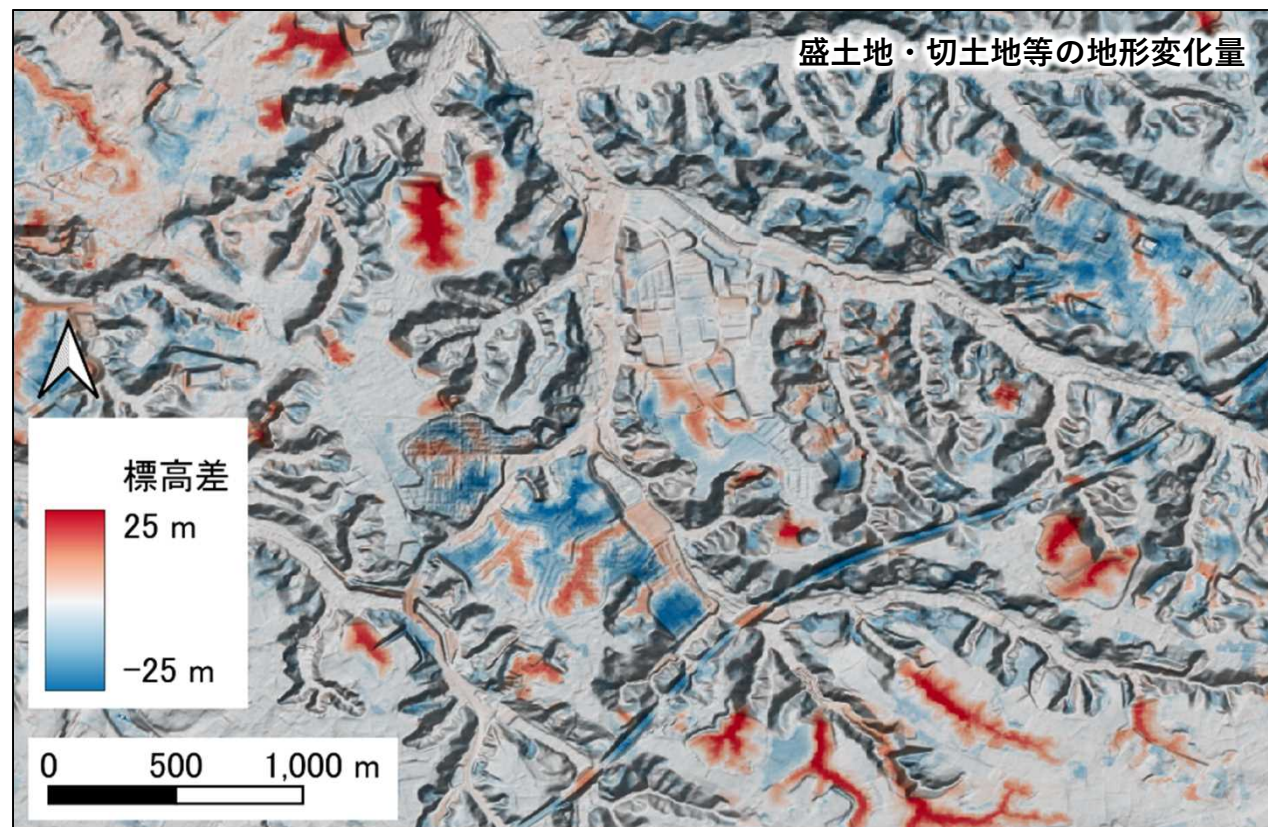
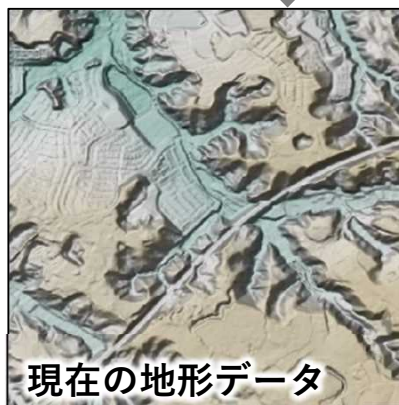
※DSM: 数値表層モデル (Digital Surface Model)
※DEM: 数値標高モデル (Digital Elevation Model)。
DTM (数値地形モデル: Digital Terrain Model) と呼ばれる場合もある。

人工改変地の地形変化量・変化域の検出精度・確度の検証

- ①の手法で作成した地形データと現在の地形データから地形変化量や変化域を抽出。
空中写真測量による検証データと比較し、それらがどの程度の精度や確度で抽出できるか検証。
- 併せて、人工改変地の抽出に用いる場合の留意事項を整理。



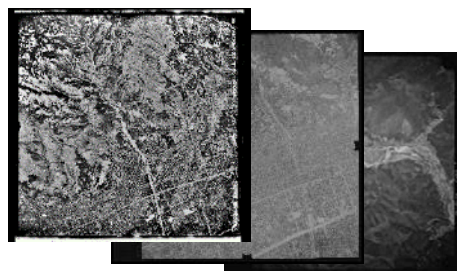
差分抽出



盛土地・切土地等の地形変化量・変化域データ

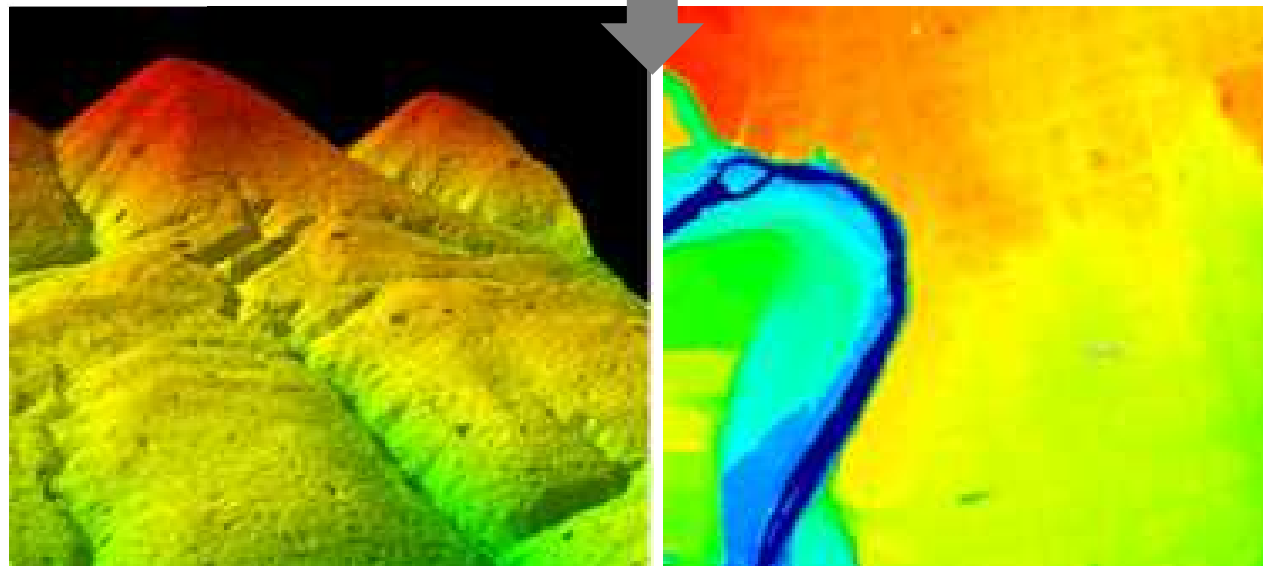
①の手法をプログラムに実装し、1960年代の地形データを作成

- ①の手法を実装した地形データ作成プログラムを構築
- 都市計画区域で①が適用可能な地域のすべてを対象として、1960年代の地形データを作成



1960年代の空中写真

※メッシュサイズは5m

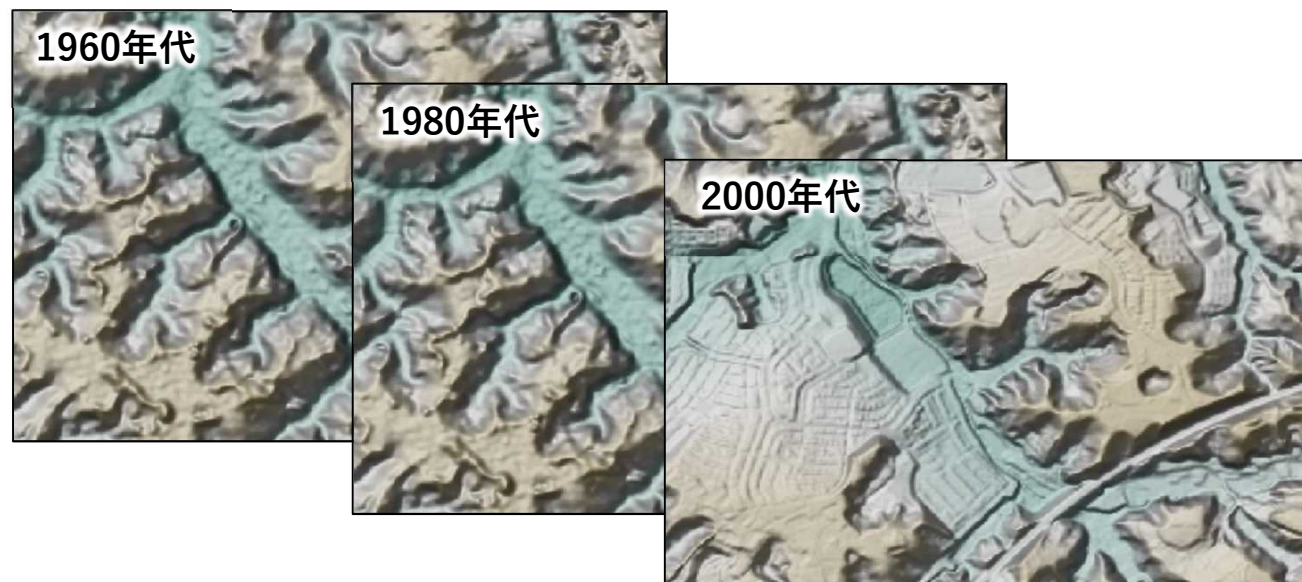


作成可能な範囲は、全国の主要地域(都市地域)の約80%程度と推定。

サンプル地区を設定し、①の手法を1960年代以外にも適用。時系列データを試作

- ①の手法を1960年代以外の空中写真に適用する場合の課題の洗い出し
- サンプル地区において、複数年代の地形データを作成して時系列地形データとして試作
- 時系列地形データが有効な災害リスク把握や景観復原などの活用事例を調査検討

サンプル地区の
時系列地形データ



マニュアル
活用事例集



人員体制

- 主担当：研究官1名（地形学）
 - 副担当：研究官1名（写真測量、SfM-MVS技術）
- の2名体制で研究を実施。

効率的な実施体制・協力体制

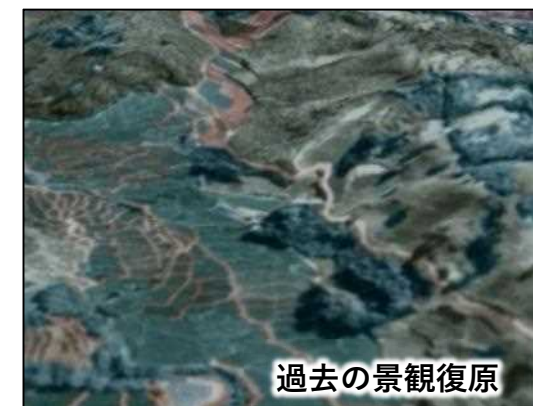
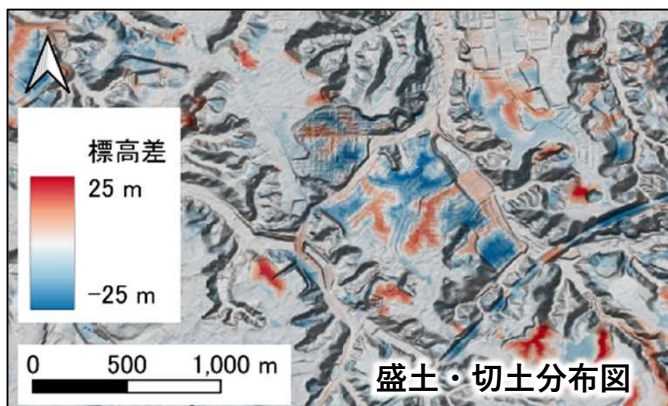
- 従来法を用いた検証用データの作成は外注を予定。
- 本研究のデータ作成手法を実装したプログラム構築は外注を予定。
- 本研究の成果を用いた災害リスク把握の実施が見込まれる国土地理院の事業担当部と事前の調整を実施済。
- 研究の実施にあたっては、国土地理院内の事業部と研究担当の連携を図る目的で設置された研究連絡会議のスキームを利用し、活用に必要な要求精度等のニーズを把握しながら研究を遂行する予定。
- 時系列地形データ作成にあたっては、産業技術総合研究所地質調査総合センターと連携し研究を遂行する予定。

想定される成果

- 空中写真を用いた効率的な過去の地形データ作成手法(データの利用限界等を明示した手順書、作成プログラム及び活用事例集を含む)
- 全国の主要地域(都市地域)の1960年代前後の地形データ及びDSM
- サンプル地区における複数年代(時系列)の地形データ

活用方針

- 地形分類データや活断層図の作成のための地形判読用資料
- 効率的な人工改変地の把握及びそれに基づく災害リスク評価



事前評価

研究開発の方法、実施体制の効率性

- GCPの取得に関して、平成26～28年度の特別研究「空中三角測量の全自動化によるオルソ画像作成の効率化に関する研究」(オルソ特研)での開発成果を活用。
 - オルソ特研では、既存(一世代後)のオルソ画像からGCPを自動的かつ大量に取得する技術を開発。
 - 本研究では、目的とする年代そのもののオルソ画像を用いることで、本研究が対象とする1960年代の空中写真に対して、SfM-MVS技術を適用するために必要な大量のGCPを効率的に取得できると考えられる。
- SfM-MVS技術によって作成する地形データは、実際の地形データから乖離が見られるケースが存在するが、航空レーザ測量におけるフィルタリング手法を参考とする。
 - SfM-MVS技術によって作成した表層点群データをレーザ点群とみなしてフィルタリングを実施する手法を採り入れるなどの検討を実施。実際の地形データとの乖離を従来よりも少なくする手法を検討し、高さ方向の精度向上を目指す。

国土地理院が実施すべき妥当性

- 国土地理院は災害対策基本法(昭和36年法律第223号)に基づく指定行政機関であり、同法では、国は災害及び災害の防止に関する科学的研究とその成果の実施に努めなければならないとされている(8条2項)。
- 財政制度等審議会が令和3年12月3日にまとめた「令和4年度予算の編成等に関する建議」では、「より多くの人々がより災害リスクの低い土地に居住し生活すること」を政策目的とする全体的な視点に基づく防災・減災対策の取組の評価における地理的条件に基づく災害リスクの評価方法として、国土地理院の測量結果による地形分類を基礎とした評価方法を想定していることが記載されており、我が国全体の災害リスク評価に用いる国土地理院の基礎データの必要性が示されている。
- 国土地理院はSfM-MVS技術を用いた技術開発の実績と技術力を有する。
- 全国の都市域及びその周辺地域を過去に撮影した空中写真の画像データを大量に保有・管理している機関は国土地理院のみ。

したがって、本研究を国土地理院が実施することは妥当。

参考資料



60年代オルソ整備地域と都市地域の重複面積

約9.1万km²

※国土利用計画法に基づく都市地域

100,690km²

空中写真撮影年代

- 1960年代
- 1950年代
- 米軍(1940~1950年代)



- 1950~1960年代の空中写真が活用できれば、北海道や山岳地域を除いてほとんどの範囲がカバー可能。
- 米軍空中写真も活用できれば、北海道や山岳地域も含めて国土全体がカバー可能。

	DEM5A	DEM10B
作成方法	航空レーザ測量で地表に到達した計測点の標高値（グラウンドデータ）から0.2秒（約5m）メッシュの中心点の標高値を内挿処理により作成	2.5万分1地形図の等高線から0.4秒（約10m）メッシュの中心点の標高値を内挿処理により作成
標高精度	標準偏差で0.3m以内（0.2秒（約5m）メッシュ内にグラウンドデータがない場合は2.0m以内） ※標高の有効値は小数点以下1位まで（小数点以下2位は参考値）	標準偏差で5.0m以内 ※標高の有効値は小数点以下1位まで（小数点以下2位は参考値）
水平位置精度	水平位置がメッシュの規格で指定されているため、座標値に誤差はない ※基となる航空レーザ測量で得られる計測点の水平位置精度は、標準偏差で1.0m以内	水平位置がメッシュの規格で指定されているため、座標値に誤差はない ※数値標高モデルの水平位置精度は基となる等高線データの精度に依存する

参考5:DEM/DSMの比較(多摩地区)

