

SLAM 技術による山岳景勝地の自然景観を生かした砂防 DX の取り組み ～特別天然記念物、特別名勝、国立公園特別保護地区に指定される観光地の事例～

国土交通省 北陸地方整備局 松本砂防事務所 小口貴雄，後藤晃宏

アジア航測株式会社 ○佐藤厚慈，堀川毅信，川崎琴乃，新田寛野，中村有汰，神馬和歌子

1. はじめに

梓川上流に位置する上高地は特別名勝・特別天然記念物に指定されており，年間 100 万人以上の観光客が訪れる観光名所である．コロナの影響で一時は観光客が減少したが，河童橋や大正池，雄大な自然を求めて令和 5 年度はコロナ禍前よりも多くの観光客が訪れ，特に海外の観光客が増加している．一方で上高地へのアクセスは，県道上高地公園線のみであり，複数の溪流が横断している．複数溪流において台風や集中豪雨による土石流が発生しており，観光客の安全を確保する観点からも砂防設備の整備が必要である．

砂防工事等により現状を変更する際は，事前に関係機関（文化庁，環境省，林野庁等）より同意を得る必要がある．配慮事項を十分検討した上で，工事による影響や景観の変化を具体的に伝えることが重要であり，令和 4 年度には Lidar SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) を活用した整備後のフライスルー動画等を作成して施設整備の同意を得ることができた．本稿では，SLAM 技術の更なる活用による砂防 DX の推進に向けた取り組みを紹介する．

2. 対象溪流の地域特性

対象溪流は，県道上高地公園線を横断する中千丈沢(図 2)である．霞沢岳から押し出された砂礫が堆積した扇状地形を呈しており，昭和 54 年 8 月の台風 11 号災害では土石流が発生し，約 4,000 人の観光客が孤立した．近隣の八右衛門沢(S50)，産屋沢(H23)でも土石流が発生しており，観光客の安全を確保するための砂防設備整備が望まれる．



図 1 中千丈沢の土石流(S54)



図 2 対象範囲の位置図(中千丈沢)

3. 対象溪流のデータ取得方法

対象溪流の現地状況をリアルに再現するため，計画施設付近から県道までの扇状地形全域を対象として SLAM 計測により色付点群を取得した．計測は，落葉による視認性を把握するため，夏季と閉山前の晩秋に

それぞれ行った(図 3)．地上 SLAM 計測の課題として，樹頂付近の点群が上空の色に着色されることで白色化し，地上からの距離が離れている樹頂付近の色付き点群が取得できないことが確認されている．この対策として，夏季の樹頂付近のデータは，対象範囲で施設設計に利用するために取得された UAV レーザ計測データで補間した．さらに，計画する砂防堰堤，工事用兼管理用道路の CIM モデルを作成し，Autodesk 社の AEC コレクションソフトウェアで統合モデルを作成した(図 4，図 5)．



図 3 SLAM 点群

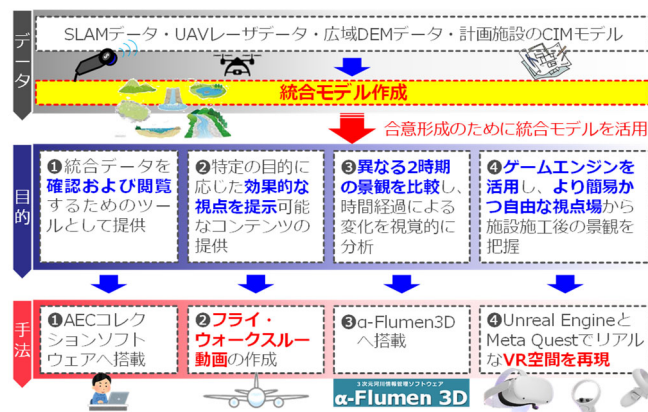


図 4 景観検討データの作成フロー



図 5 統合モデル

4. 景観シミュレーションの実施

4.1 動画を用いた景観検討

目的別に設定し作成した施設完成前後のフライスルー動画（溪流沿い、工事用道路沿い、県道沿いのバス目線）、登山者（溪流遡行）をイメージしたウォークスルー動画により、施設整備による景観変化をさまざまな視点から効果的に確認した（図6、図7）。UAV レーザ計測のデータを活用することで植生全体を表現することが可能となり、観光客目線からは計画施設が植生に覆われることで視認されにくいことを確認できた。



図6 フライスルー動画(植生有・無による視認性評価)



図7 ウォークスルー動画(計画施設付近の景観)

4.2 3次元ビューワーを用いた2時期の景観検討

砂防施設の「整備前後」の状況や、「季節変化」による景観を画面上で確認するため、DX データセンターに格納されている2画面表示可能な α -Flumen3Dへ搭載した。植生により構造物を視認しにくい夏季、落葉により構造物を視認しやすくなる秋季において、任意の視点場からの景観を同時かつ同視点から比較することが可能になった（図8）。

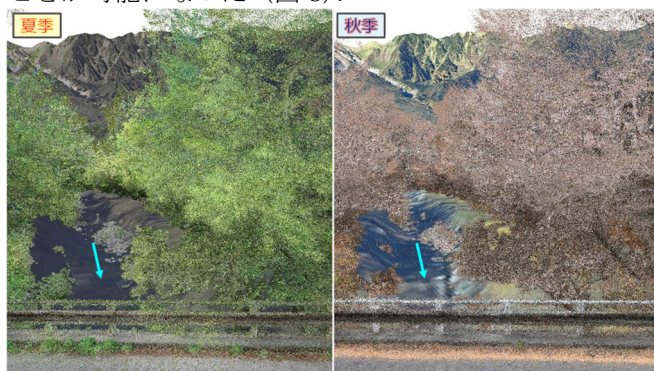
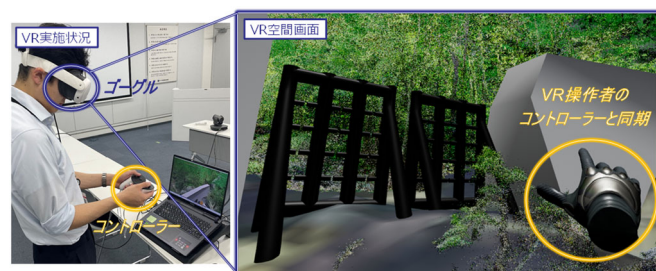


図8 α -Flumen3D 上での夏季・秋季の景観比較

4.3 ゲームエンジンを活用した景観検討

プラットフォームに依存せず、効率よく高品質なデータを提供可能なゲームエンジンを活用し、より簡易かつ自由な視点場から施設配置後の景観を把握するために代表的なゲームエンジンである Unreal Engine、Unity で3次元空間を構築した。Unreal Engine で作成

したデータは、流通性の高いMeta Questへ搭載した。VR空間の再現により、コントローラーで地上や上空など自由に移動することが可能となり、施設配置後の景観をリアルに体験可能となった（図9）。



機材	仕様
ノートPC MSI (Micro-Star International) Vector-16-HX-A13VHG-4024JP	・ OS : Windows 11 Pro ・ CPU : Core™ i9-13980HX ・ GPU : GeForce RTX™4080 ・ メモリ : 64GB ・ 設定表示点群数 : 3,000万点
VRヘッドセット Meta Quest 3	・ スタンドアロン型 ・ 解像度 : 2064x2208px ・ リフレッシュレート : 72, 80, 90, 120Hz ・ ストレージ : 512GB

図9 VR空間における景観シミュレーション

5. SLAM データの利活用

SLAM 計測により取得したデータは、任意の範囲や地盤からの高さで容易に除去することができる。そこで、施設施工前に計画範囲の大径木（胸高直径 90cm 以上）を把握するために、地盤から 1.2m（胸高）までのデータを作成し、樹木の胸高直径を計測した。さらに、計画施設範囲の点群を抽出および除去することで、工事の際に支障物となり得る木々や架空線などを効果的に把握し、施工後の伐採樹木を反映した。

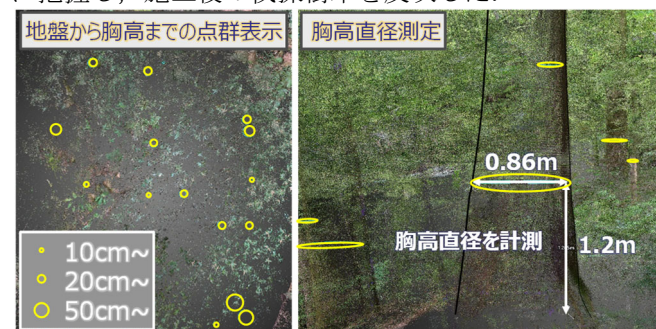


図10 胸高直径計測の例

6. まとめ

本稿では、地上での Lidar SLAM 計測により詳細な現地状況を再現し、UAV レーザデータ、DEM データ、CIM モデル等の各種データを組み合わせた統合モデルを活用して目的に応じた複数の景観シミュレーションを実施した。VR空間を再現することで、手軽に自由な視点場から砂防工事完了後の景観を没入体験できるようになった。VR空間上では、豪雨や土石流、火山噴火等の現象を再現することが可能であるため、今後は砂防事業の学習コンテンツとしても活用が期待される。

参考文献

1)新田ら：上高地における SLAM 技術を用いた新たな景観 DX への取り組み、砂防学会研究発表会概要集、p. 313-314, 2023