

「点群データを活用した 施設の管理効率化に資する技術」

SLAM技術を活用した
既設構造物詳細3次元データ蓄積技術



KOBACON

株式会社

小林コンサルタント

❖ 自己紹介

- 会社概要

株式会社 小林コンサルタント

長野県飯田市川路7527番地

TEL.0265-27-5250 FAX.0265-27-5220

URL. <http://www.koba-con.com/>

弊社では、レーザー技術がまだ一般的でない10年以上前より3次元計測機器を導入し日々計測技術の向上、研究を進めています。

様々な3次元計測機器がある中、移動計測技術でGPSに依存しない新しい計測技術「SLAM」を紹介するとともに、今後の活用方法について各方面より意見を伺い更なる活用研究を進めたいと考えております。

- 3次元計測技術の沿革



❖ 新技術に求める要件に対する提案内容

二
ー
ズ
資
料
現
況
把
握

- ・道路付属物の閲覧
- ・特定道路土工構造物の施設抽出と点検への活用
- ・道路付属物の点検への活用

デ
ー
タ
活
用
要
求
条
件

- ・効率的に広範囲の3次元データの蓄積
- ・機動性に優れ死角の少ない3次元計測
- ・汎用性が高いデータであること

3次元計測では、計測条件や要求精度によりさまざまな計測機器を用いて計測を行います。今回提案する技術「SLAM技術を活用した機器による計測」で点群取得の効率化を図ります。

広範囲を計測



従来の計測



効率を追求した計測

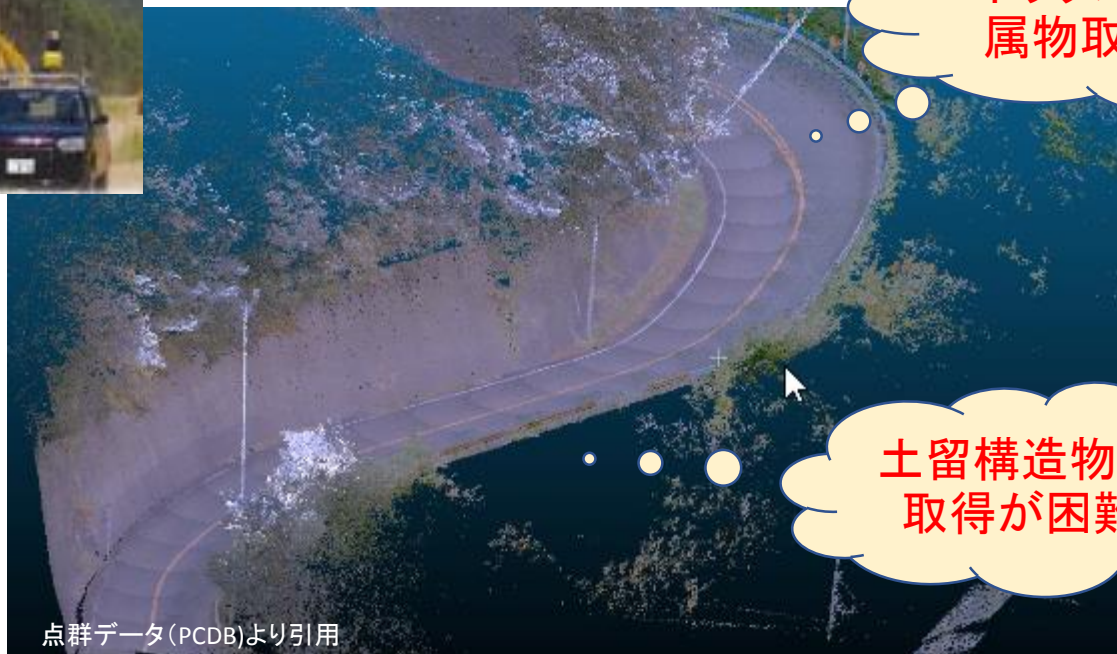
新技術SLAMを活用した
3次元計測



❖ 効率的な3次元計測を実現する技術

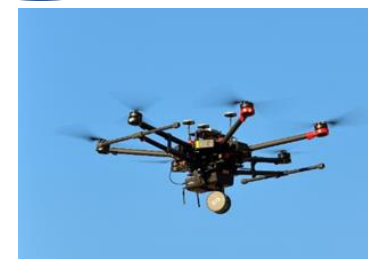
- ・キーワードは、SLAM技術とハイブリッド

基盤データを効率的に取得は(MMS)



点群データ(PCDB)より引用

ボックス等道路付
属物取得が困難



土留構造物の
取得が困難

SLAM技術を活用してデータ補足

計測機器を組み合わせる事で3次元データの活用範囲が広がります。



❖ SLAMを活用した3次元計測機器

・SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) とは。

移動レーザー計測に必要な位置情報をレーザー計測と同時にマッピングを行い、指定した間隔で特徴点を捉えその移動量や姿勢を計算することで自分の位置を求める手法です。

一般的移動レーザー計測に用いられる GNSSやIMUを必要としないため計測機器の小型化が可能となり、手に持った計測や、UAVに搭載して人が近づけない範囲での活用が可能となります。また、GNSSを必要としないことからトンネルや急峻山地での計測が可能です。

連続した移動計測を行うことで死角の少ない詳細な3次元計測が可能です。



ZEB-REVO
ハンドヘルド型SLAM
レーザースキャナー

特徴：
GNSSが受信できない
屋内や地下にお
いても3次元点群取
得可能

カラ一点群の取得が
可能



特徴：
非GPS空間でUAVを用いた3次元計測が可能
センサー単体で地上からの計測にも対応

❖ SLAM技術を活用した計測機器の紹介

Hovermap
UAV搭載型SLAMレーザースキャナー



球体シールドのイメージ

メーカー: Emesent
活用方法: UAV搭載・ハンドヘルド
最大レンジ: 100m
レーザー計測精度: $\pm 30\text{mm}$
計測角度: $360^\circ \times 360^\circ$
データ取得レート: 300,000点/秒
レーザークラス: Class 1 Eye Safe
重量: 1.5kg



特徴:
SLAM技術を活用しUAVの空間認識を行うため、GPSを補足できない範囲でも安定した飛行が可能です。
UAVに搭載した場合、計測したScanデータを活用して周辺障害物を把握して衝突回避行動をUAV自ら行います。
UAVに搭載しての計測のほか、手に持つでの計測も可能です。またUAV、ハンドヘルドを連続して行う計測も可能です。

ZEB-REVO
ハンドヘルドSLAMレーザースキャナー



メーカー: Geo SLAM
活用方法: ハンドヘルド
最大レンジ: 30m
レーザー計測精度: $\pm 30\text{mm}$
計測角度: $270^\circ \times 360^\circ$
データ取得レート: 43,000点/秒
レーザークラス: Class 1 Eye Safe
重量: 1.0kg(スキャナ)

特徴:
SLAM技術を活用したハンドヘルドスキャナーで歩きながらの3次元計測が可能。後処理によりカラー点群の生成が可能。

❖ 現場試行実施方針「効率的な3次元計測を活用した現況基盤データの取得」

・試行① 道路付属物の閲覧(の内データ計測)

検証の目的:

道路下にあるBOXや法留構造物をSLAM技術を活用した3次元レーザー計測機器を活用して計測することで、どの程度の作業効率を図れるか、また、計画機関で想定する品質、精度の確保が可能であるかの検証を目的とします。

計測データの活用:

取得したデータは、以下の活用を想定します。

- ・将来異常変状が発生した場合の従前把握や経年変化検出
- ・現況構造物の形状計測
- ・土被り等の把握

実施方法:

- ① MMSによる計測が完了している区間で実施します。
- ② 区間内のBOXや法留構造物現場試行箇所を抽出します。
- ③ 計画機関で求める精度および仕様を確認します。
- ④ MMS成果と整合を図るため、ネットワークRTK VRSで公共座標とします。
- ⑤ 計測時間、解析時間、人工の記録を行い計測を実施します。
- ⑥ 計画機関と共に取得データの評価を実施します。
- ⑦ 点群データを協議により決定した形式で納品します。

・試行② 道路付属物の点検への活用

検証の目的:

インフラ点検に3次元データを活用する場合、死角による点群の欠落が少ない計測が求められます。SLAM技術を活用し360°を移動しながら計測することで飛躍的に死角を減少させる計測によりインフラ点検の効率化、省力化を図る事が可能であるかの検証を目的とします。

計測データの活用:

取得したデータは、以下の活用を想定します。

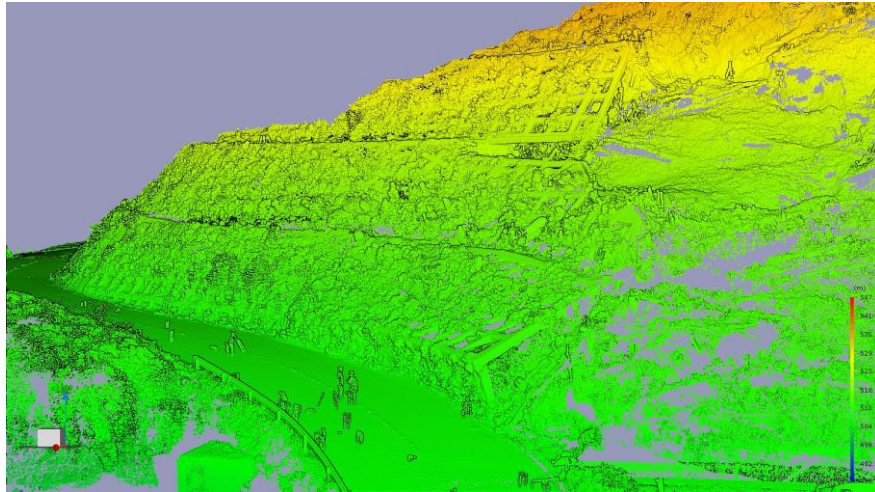
- ・構造物の変状の抽出、インフラ点検への活用
- ・将来異常変状が発生した場合の従前把握や経年変化検出
- ・現況構造物の形状計測

実施方法:

- ① 計測データと目視の比較のため変状の発生した法面を抽出します。
- ② 他データとの合成を考慮して、ネットワークRTK VRSで公共座標とします。
- ③ 計画機関で求める精度および仕様を確認します。
- ④ UAVを活用した計測によりインフラ点検へのUAVの活用検討を行います。
- ⑤ 計測時間、解析時間、人工の記録を行い計測を実施します。
- ⑥ 計画機関と共に取得データの評価を実施します。
- ⑦ 点群データを協議により決定した形式で納品します。

❖ 点群活用事例

・地すべり災



状況：

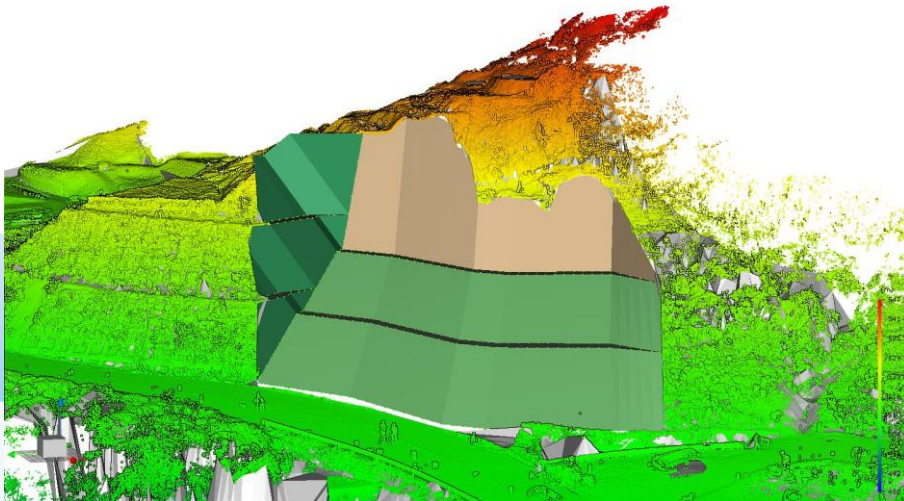
地すべりの発生により地山と法枠が移動し、道路への土砂の流出と法枠の破壊が発生し、3次元計測を実施しました。

点群データの活用：

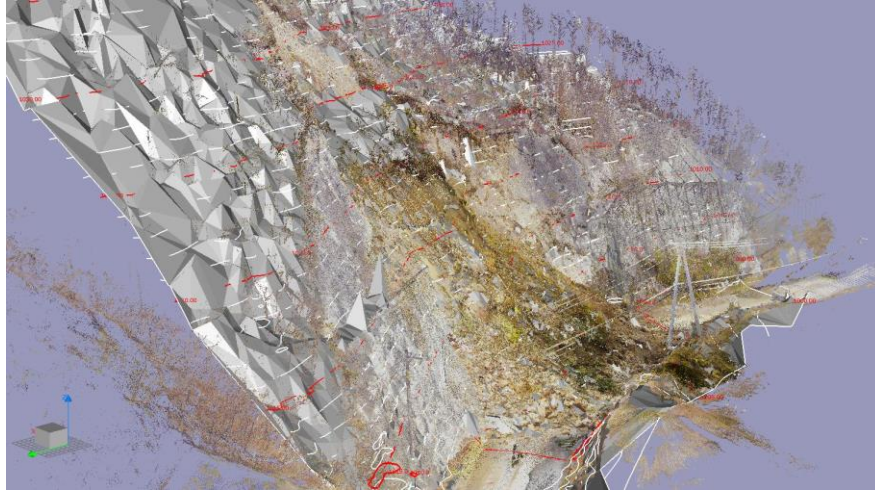
説明資料の作成や、計画の立案に点群データを活用しました。
また、災害査定時にも点群データを活用した机上説明を行い、円滑な災害査定となりました。

課題考察：

変状初期よりの計測を実施していれば土塊の移動を捉えれた可能性があります。



・道路災(法面崩壊)

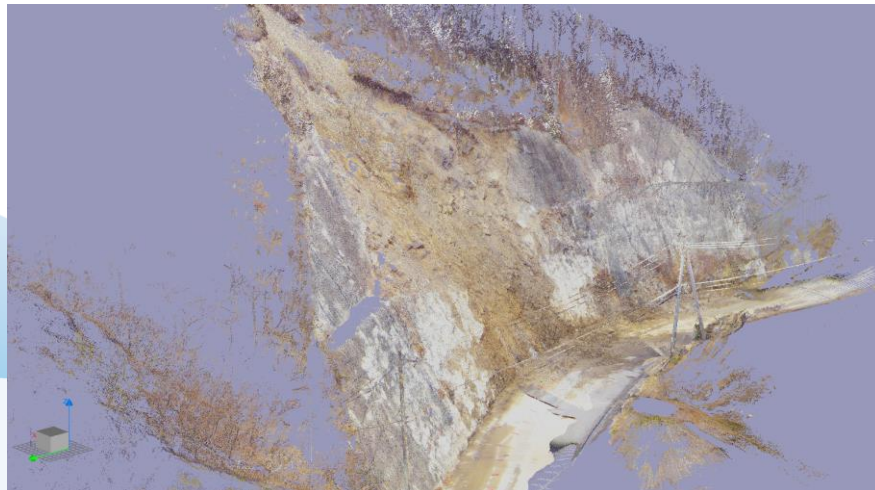


状況:

吹付のり面が高さ約30mより崩落し道路を埋塞する災害が発生し3次元計測を実施しました。

点群データの活用:

崩壊直後と応急崩落土砂排土後に3次元データ次元計測を実施しました。3次元データを活用した差分土量を算出することで正確に崩落を把握することができました。



課題考察:

崩落前3次元計測されていれば被災後速やかに崩壊土量の算出が可能であり被災状況の確認、関係機関との協議がより円滑に行えたものと考えます。

❖ 新技術導入に際しての課題

・精度の確保

SLAM技術を活用した計測では、計測センサーの位置をSLAMアルゴリズムにより決定していません。内部処理により点群の生成が完了してしまうため、一見綺麗な点群であっても計測条件、作業方法により誤差が発生している場合があります。外部に依存しない処理の特性を十分理解し計測を行うと共に精度検証の手法の確立が必要です。

現時点ではSLAM技術を活用した公共測量における基準が整備されておらず、精度確認や計測の手法等については統一されたものではありません。(屋内空間に限って、「簡便な手法による屋内3次元地図作成・更新のためのマニュアル(案)」が国土交通省国土地理院で公開されています。)

・データ量、点群密度

取得データ全てを保存することは、データ量の増大からサーバー負荷、データ使用の負荷が発生します。納品データに対する点群密度、クリーニング精度を規格化する必要があります。

・公共マニュアルの整備及び検証機会の確保

弊社では、日頃より3次元計測技術に対する情報収集を行い、発展性の高いと考えられる3次元計測機器の導入を進めています。一般的公共事業発注で公共事業に用いる手法また機材は公的機関で認められた、また マニュアルが整備されたものとなります。

実情では新技術の活用機会は少なく収益率は低く多くの検証データの収集も長期間となります。

機材の進歩に柔軟な運用を可能とし、かつ機材の検証を行政と共に進めることでマニュアル等を円滑に整備し新技術が普及進むことを期待します。