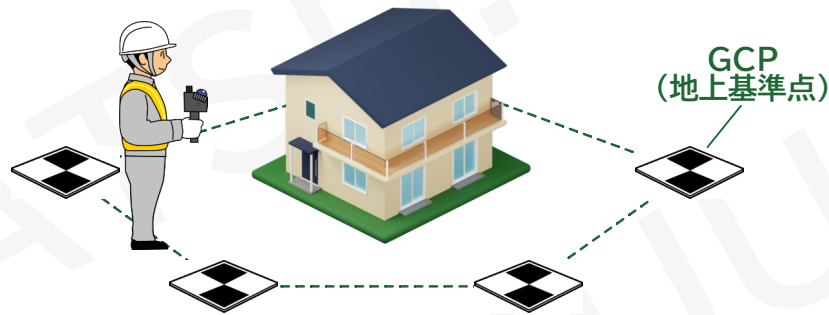


LiDAR SLAMの GCP・RTK・PPK 概念図

LiDAR SLAMで取得した点群を既知の基準で補正(ジオリファレンス)する手段

①SLAM + GCP

GNSSが使えない場所でもSLAMで相対的な点群を取得し、GCP(地上基準点)で絶対座標に整合させる方法



①SLAM計測

SLAM LiDARを移動させ相対的な点群を生成(自己位置推定)

②GCP設置・観測

計測範囲の周囲に4点以上のGCPを設置し、TSなどで正確な座標を取得

③座標合わせ(バンドル調整)

GCPを基準にSLAM点群を調整し、絶対座標に整合

特徴

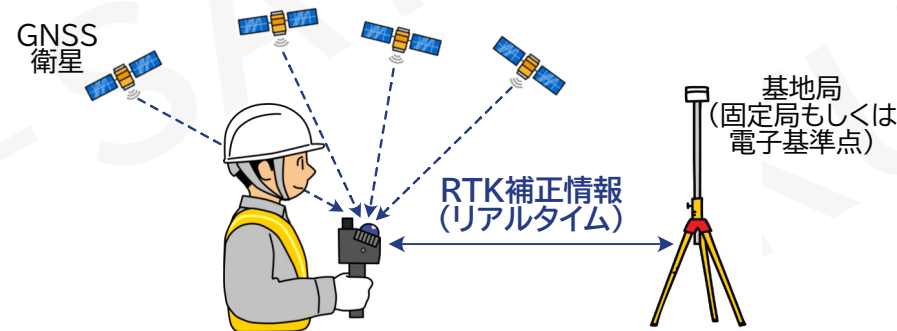
- GNSSが使えない屋内、トンネル、森林、構造物内などで有効
- GCPの精度と配置が精度に大きく影響
- 計測後に点群を基準に整合させる

適した用途

屋内計測、構造物内部、森林、トンネル、GNSSが不安定な場所など

②RTK-SLAM(リアルタイム補正)

GNSS RTKをリアルタイムに受信し、SLAMの位置推定を絶対座標に補正する方法



①RTK受信

基地局からの補正情報を受信(Ntrip等)

②SLAM計測(リアルタイム補正)

SLAMとRTKを組み合わせ、リアルタイムに高精度な位置を推定しながら点群を生成

③高精度な点群取得

計測と同時に絶対座標で点群を生成

特徴

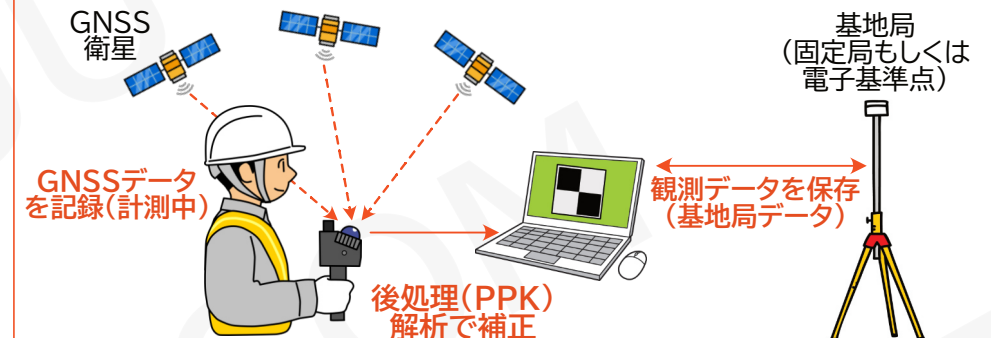
- 計測中に高精度な座標が得られる
- RTKが途切れると精度が低下する可能性がある
- 基地局との通信が必要

適した用途

屋外の開放地、RTKが安定して受信できる現場 など

②PPK-SLAM(後処理補正)

計測中は4G通信が不要。取得した GNSS データを後処理(PPK)で補正して高精度な座標に整える方法



①GNSSデータ記録

計測中のGNSSデータをSLAMに記録

②SLAM計測

SLAMで相対的な点群を生成

③PPK解析・座標合わせ

記録データと基地局データを使ってPPK解析し、点群を高精度な座標に整合

特徴

- 計測中は4G通信が不要
- RTKより後処理で安定した高精度が得られる
- 基地局のデータが必要(固定局もしくは電子基準点を利用可能)

適した用途

山間部、森林、通信が不安定な場所、広域計測 など

全体の流れ(共通)

計測計画

- 計測範囲の確認
- 精度要求の確認
- 手法の選定(GCP/RTK/PPK)

計測実施

- SLAM LiDAR計測
- 必要に応じてGNSS受信または記録

点群生成(相対座標)

- SLAMによる自己位置推定
- 相対座標の点群を生成

点群生成(絶対座標)

- GCP/RTK/PPKにより絶対座標に整合

精度確認

- 検証点との較差確認
- 点群の歪み確認
- 点密度確認

成果品作成

- フィルタリング
- 分類・編集
- 成果品の作成

それぞれの手法の比較

手法	精度(目安)	リアルタイム性	通信	GCP	主な長所
SLAM+GCP	高い (GCPに依存)	計測後	不要	必要 (4点以上)	GNSSが使えない場所に対応可能
RTK-SLAM	高い (数cm程度)	リアルタイム	必要 (RTK通信)	原則不要	リアルタイムで高精度な点群が得られる
PPK-SLAM	高い (数cm程度)	計測後(後処理)	不要	原則不要	通信が不安定な場所でも高精度を確保できる



使い分けのポイント

GNSSが使えない・不安定な場所では「GCP」、RTKが安定している場所では「RTK」、通信が不安定でも高精度を確保したい場合は「PPK」が有効です。
必要な精度・現場環境・要求仕様に応じて最適な方法を選択することが重要です。