



マルチビーム計測とSLAM計測を併用した
都心河川の3次元現況測量

株式会社 名邦テクノ 嶺山千明

MEIHO TECHNO



はじめに

近年、局地的集中豪雨が増加傾向にあり、それに伴う水災害も深刻な問題となっています。特に都心の川沿いには、多くの家屋（ビル）が隣接し河道拡幅が困難な状況であり、大雨で水位が高くなると、下水道の排水能力が低下し、内水氾濫につながる可能性があります。

また、自然環境の側面では、ヘドロの堆積による悪臭や川底の黒ずみ、水際に植物が少なく、生物が住みにくい環境が顕在化しています。

都心の河川として安全と環境を確保し、市民の憩いの場、自然とのふれあいの場など、市民からの高い期待に応え、さらに沿川利用が促進される河川整備が必要とされています。

本編では、建設事業でのICT活用に応えるため、音響測深計測（ナローマルチビーム）とSLAM計測を併用した3次元現況計測について紹介します。

発注者である名古屋市において建設事業でのICT活用を図るため、堀川の河川浚渫工事に伴う音響測深機器（ナローマルチビーム）を用いた河床の3次元起工測量、3次元設計データ作成、河川浚渫工事においてICT建設機械を用いた情報化施工を実施しています。

測量・設計・施工・施工管理の面から従来の河川浚渫工事と比較し、建設生産・管理システム全体の生産性向上を図り、もって魅力のある建設現場を目指す取り組みを行っています。

マルチGNSS測位やレーザ計測、マルチビーム計測などの最新技術を導入し、3次元による地形の取得・把握によりトレーサビリティが確保されるとともに、高精度の施工、データ管理の簡略化・記録書類作成に係る負荷の軽減等が可能と考えています。



I C T 工事の流れ

- 1) 3次元起工測量
- ↓
- 2) 3次元設計データ作成等
- ↓
- 3) I C T 建設機械による施工
- ↓
- 4) 3次元出来形管理等の施工管理
- ↓
- 5) 3次元データの納品

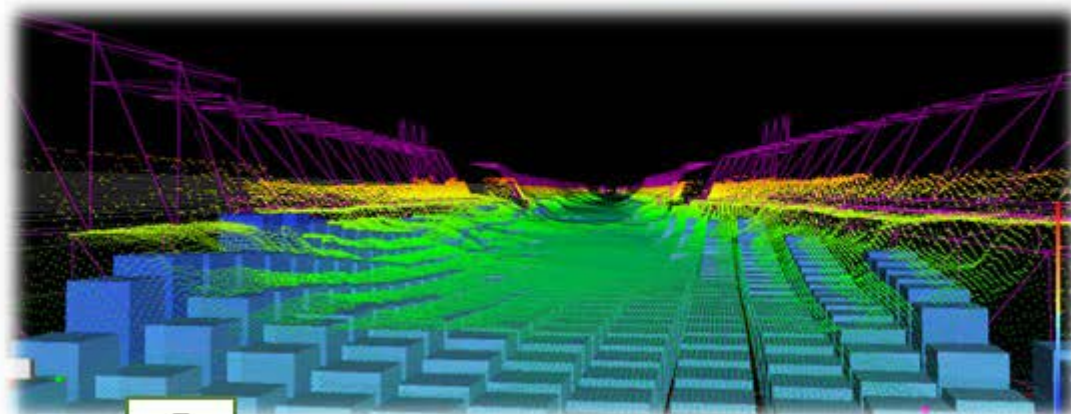
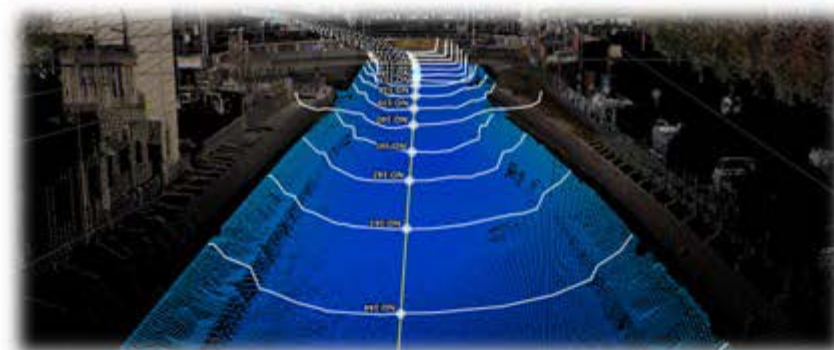
音響測深計測と
S L A M 計測を
併用した計測を
試みる



マルチビームを用いた深浅測量の流れ

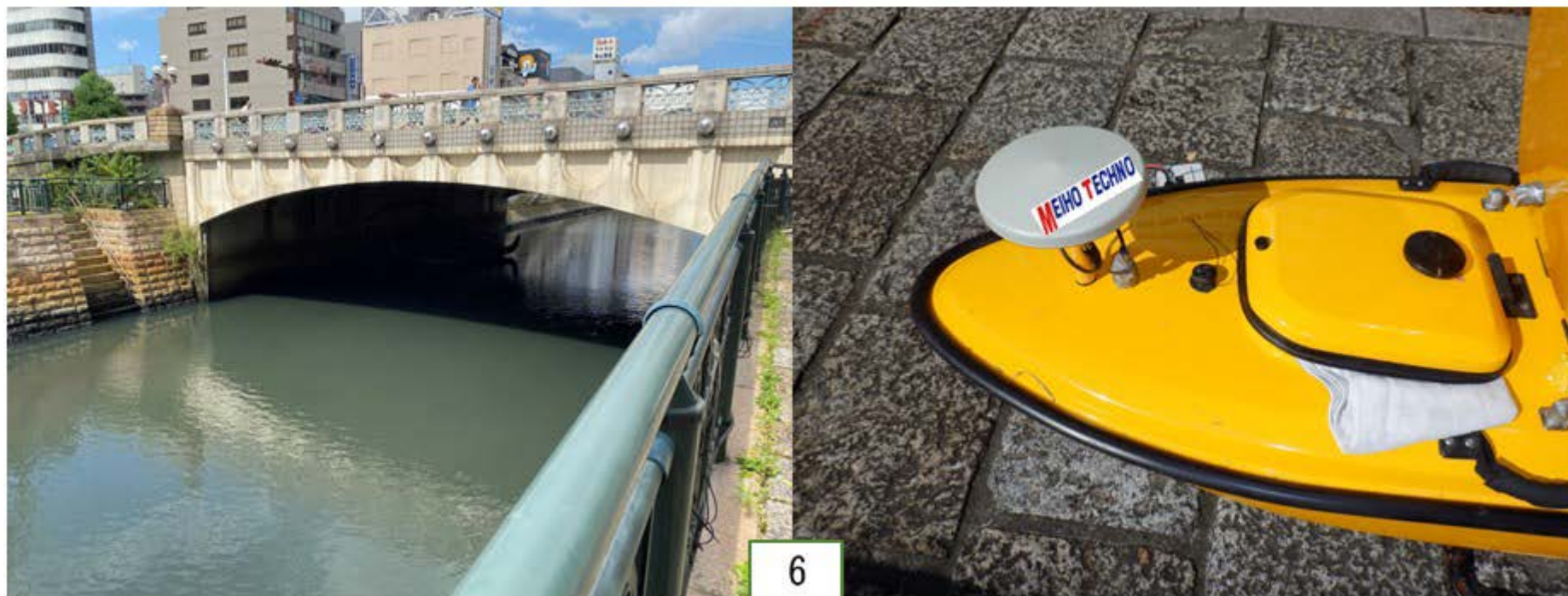


- 1) 観測計画
- 2) 艀装
- 3) 測深点検
- 4) 深浅測定
- 5) 計測解析
- 6) 解析出力

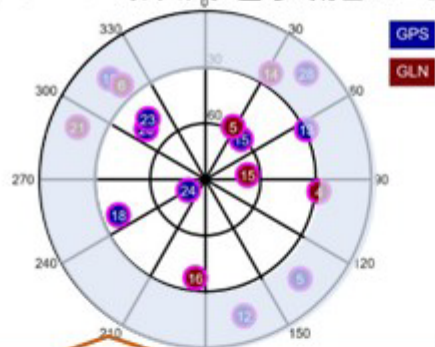


マルチビーム計測では、GNSS測位により位置情報を取得するため、衛星を良い状態で捕捉することが重要となります。都心におけるGNSS測位を阻害する要因を整理します。

- ① 都心の河川では、掘割断面で水面から護岸が高く、周辺には高い建物が多く、捕捉できる衛星数が低減
- ② 幅員の広い道路橋によりGNSS衛星の遮蔽区間が長くなり、位置精度が低下



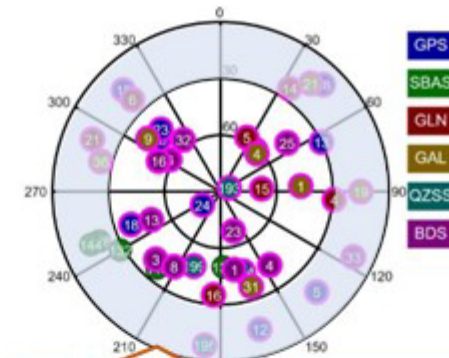
GNSS衛星の捕捉数を確保するため、マルチGNSS測位を活用しました。この測位の活用により、上空視界が狭い環境でありながら、10衛星以上を捕捉することができました。マルチGNSS測位の効果を活かすため、マルチGNSSに対応した基準局を設置し、基準局データをRG-NET（インターネットによる配信）により配信することで、基線長が長距離でありながら、RTK-GNSSによるマルチビーム計測を実施しました。



2衛星測位 仰角マスク図



7



5衛星測位 仰角マスク図



固定局通信範囲

SLAMを活用した理由

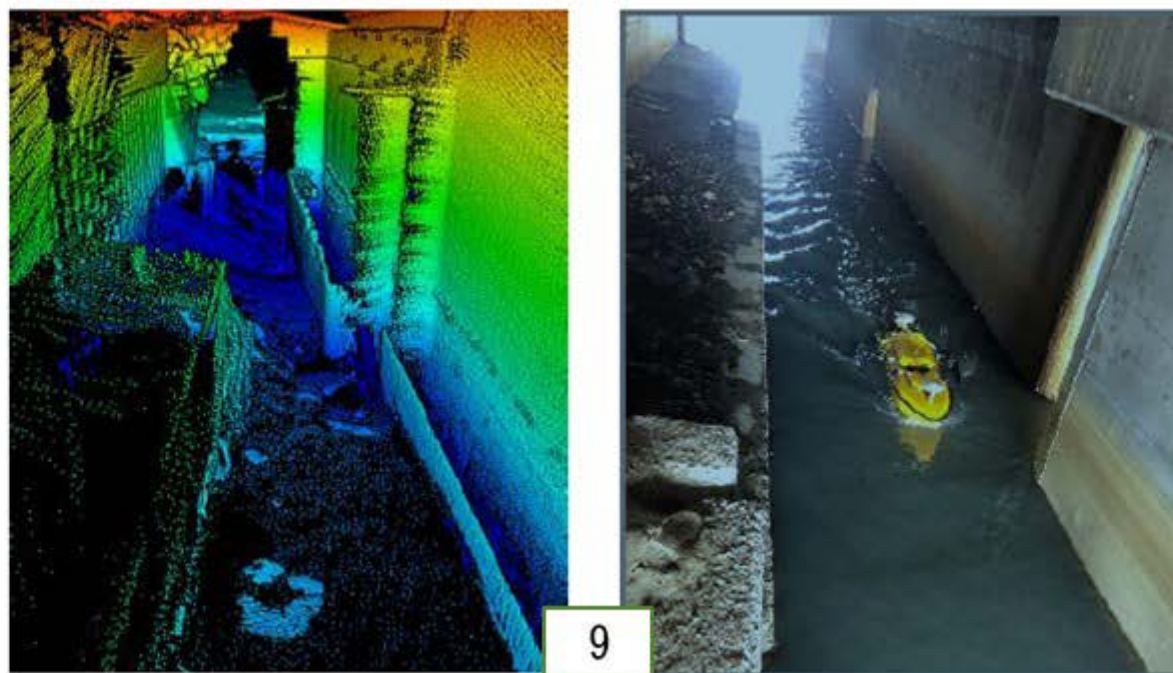
マルチビーム計測では、GNSS衛星が遮蔽される橋梁下や工事建屋下では、IMUによる慣性航法により位置情報を取得しました。GNSS衛星が捕捉できない時間が長くなると、位置情報は累積誤差の影響により位置精度が低下します。



そこで、遮蔽箇所をSLAM計測し正確な3次元データを取得し、マルチビーム計測で取得した3次元データの位置ズレを補正しました。

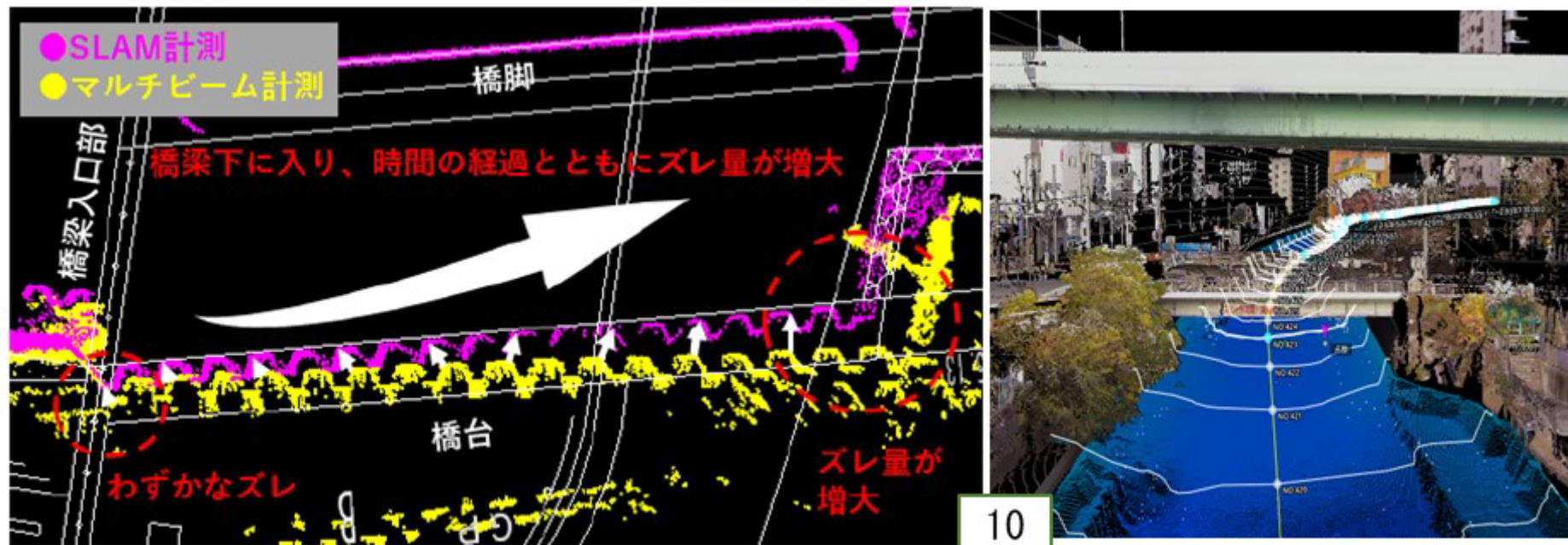
マルチビーム計測で取得された3次元データは、橋梁下の通過と同時に位置ズレがはじまり、時間の経過と共にズレ量が増大します。この位置ズレの要因として、橋台と橋脚の狭い空間でマルチビームソナーを搭載した無人小型ボートの移動速度が遅いため、長時間、衛星が捕捉できない環境が続いたことで、時間累積誤差の影響を受けたものと推察されます。

マルチビーム計測のズレ量の補正は、SLAM計測値を基準値とし、各地点におけるズレ量（XY成分）を計測時間に応じて補完補正しました。

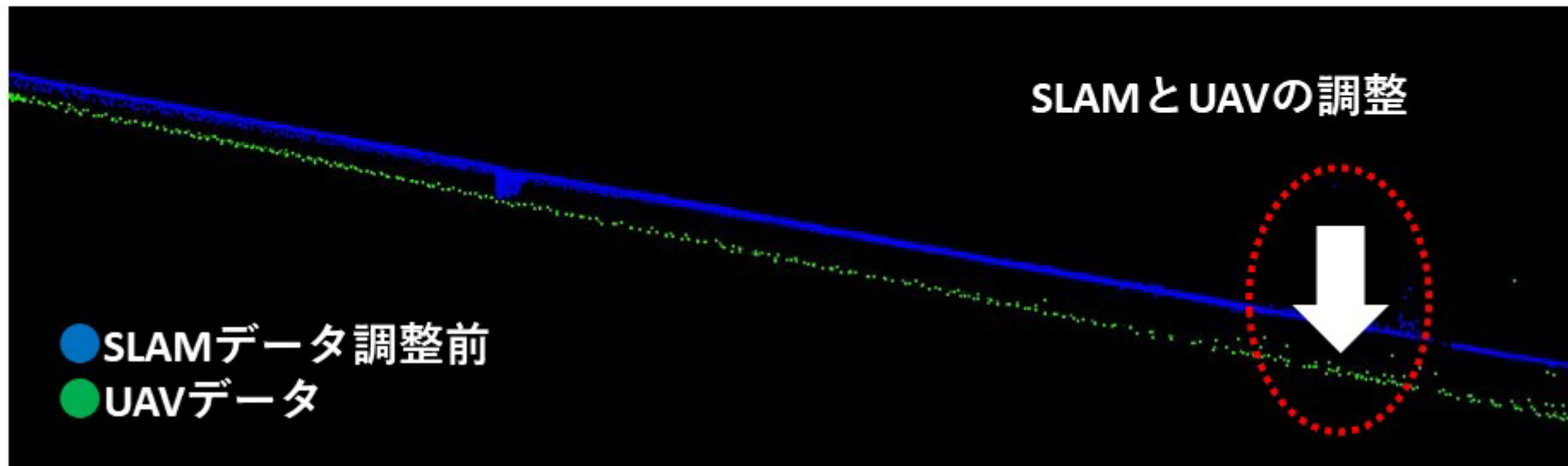


S L A M計測は、レーザがスキャン回転するごとに特徴点マッチングをしているため、特徴点マッチングが不完全となると自己位置解析が不安定となります。わずかなミスマッチングによる誤差が累積して自己位置にドリフトが始まります。G N S S - F I Xの配点やバランスに留意が必要です。

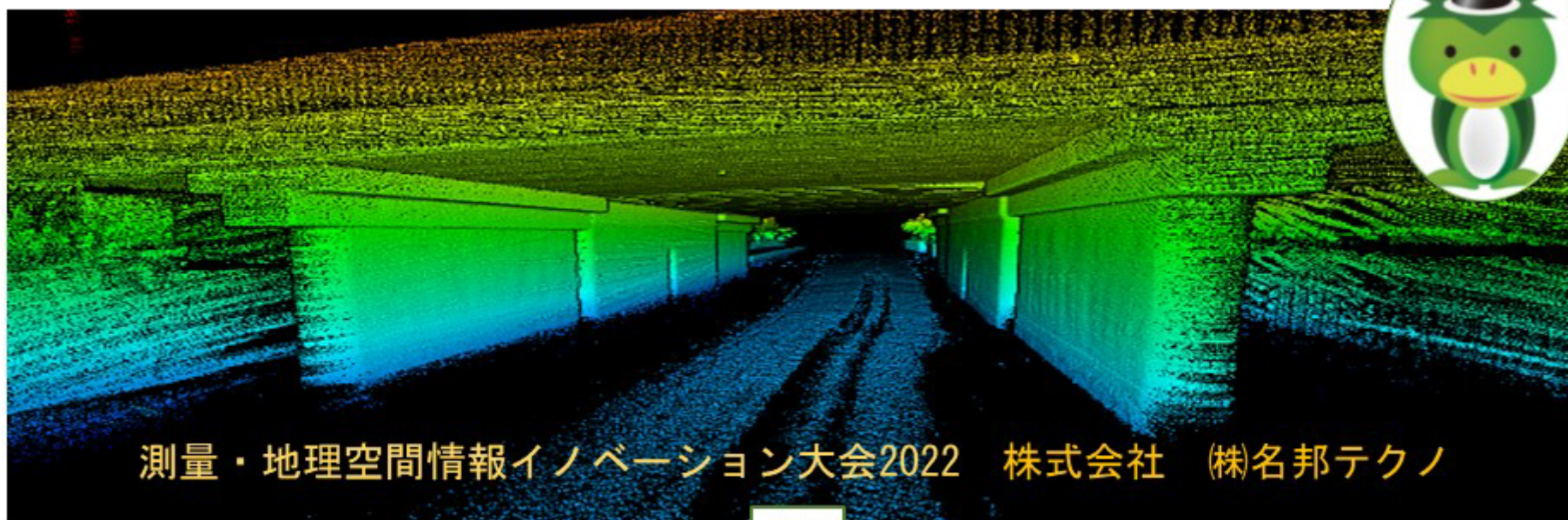
そもそもS L A M計測は、点群マッチングにより自己位置解析をするため、計測エリアの地形条件、地物状況により精度が左右されます。そのため、作業目的や要求精度を十分に把握したうえで、計測諸元を立案します。



UAVレーザの3次元データを「正」として調整計算を実行します。



従来は河川測量を多数の技術者の力量をもって測定し、時間と日数をかけていましたが、3次元現況計測をすることで短期間に数多くの地理情報を測定することができます。しかしながら、都心の河川における3次元現況計測では、1つの計測手法では精度の確保が困難であっても、複数の計測手法を併用することで、精度を確保し、課題を解決することができます。今後、激甚化していく災害に対応していくため、また、環境に配慮した作業を行うため、顧客や社会のニーズに合わせた3次元計測データの役割は大きいと考えます。



測量・地理空間情報イノベーション大会2022 株式会社 (株)名邦テクノ