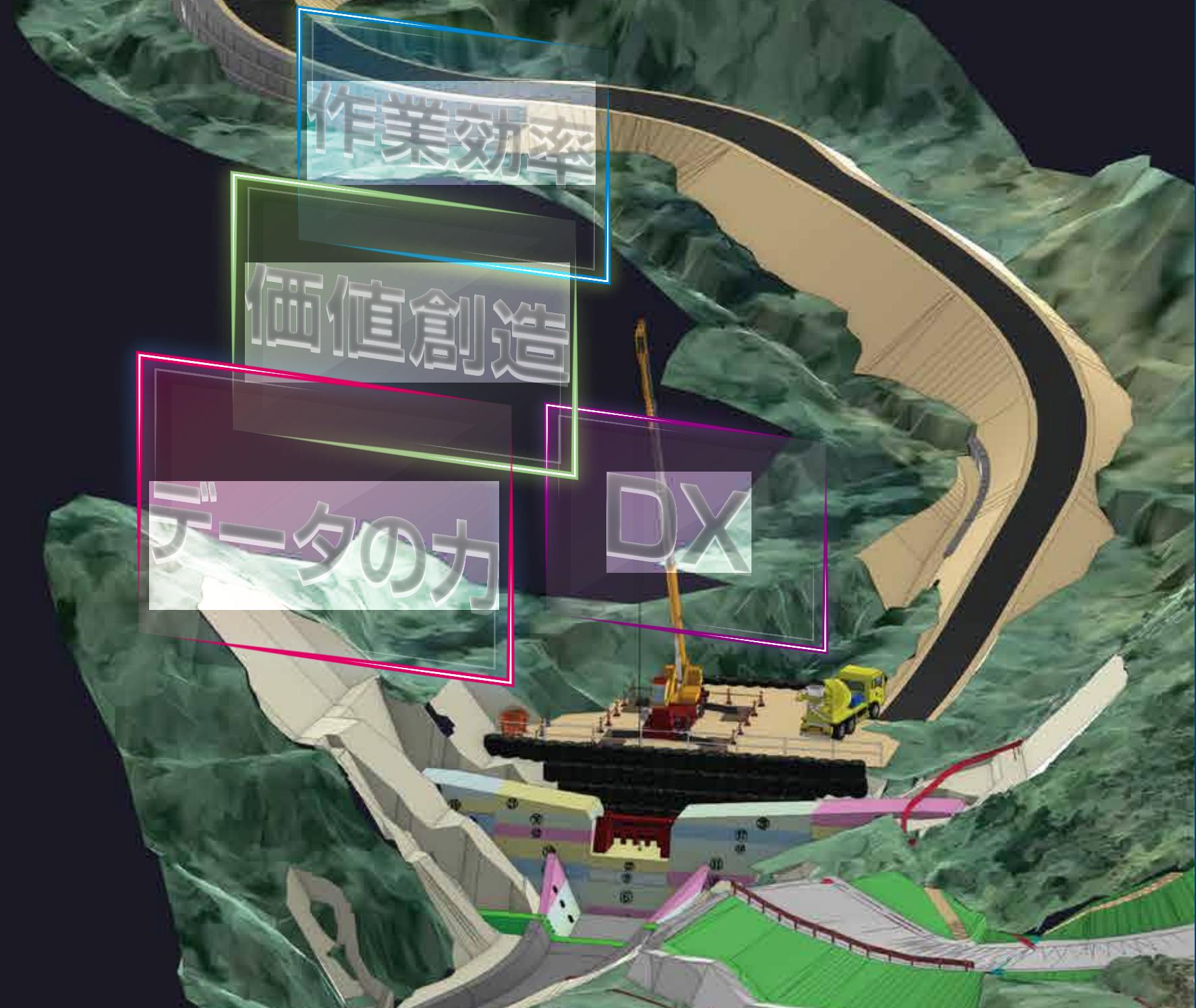


Your Benefit 2025

What's New Vol.23



宮川興業株式会社様 ご提供

作業効率のためのDXから、価値創造のためのDXに進化
ジオスペシャルデータの力

P.01

最先端の施工を支えるTrimble Access
i-Construction 2.0 対象現場の施工管理に
Trimble AccessとTrimble Connectが採用されました!
事例紹介: 宮川興業株式会社 様

P.03

測る、その先へ。進化する3Dスキャニング
Trimble X9

P.05

未来を創造する、3Dモデリングツールももなくデビュー!
Trimble Business Center

P.06

GNSSを取り巻く環境
The CHANGE

P.07

IMUスタンダード
Trimble R980 GNSS

P.08

おや?こんなところにもTrimble
: 株式会社ジェイピーエヌ 様
事例紹介: 株式会社山双 様
: 奥伊吹観光株式会社 様

P.08

建設向けロボティクタルステーション
Trimble Ri

P.09

人とモノを未来につなぐ
Trimble SiteVision Handy2

P.10

「地上レーザ測量システムを用いた三次元点群合成マニュアル」に対応
Trimble Business Center/TOWISE

P.11

「LidarSLAM技術を用いた公共測量マニュアル」に対応
Trimble Business Center/TOWISE

P.12

専用コマンドで路面標示を簡単作画!
TOWISE CAD HC

P.12

コンクリート構造物の劣化継続監視する技術を
八千代エンジニアリング様と共同開発
SightFusion for Desktop

P.13

新たに漏水・遊離石灰・剥離・鉄筋露出の損傷検出に対応!
SightFusion

P.13

橋梁点検:定期点検3巡目の課題と橋梁包括管理における新たな提案
SightFusion for Desktop

事例紹介: 八千代エンジニアリング株式会社 様 P.14

~Never miss a detail~決して細部まで見逃さないモバイルマッピングシステム

車載型マッピングシステムTrimble MXシリーズ P.15

機動性はハンディ型スキャナ!点群品質は地上型?

NavVis MLX P.16

資産と技術の有効活用で新たなビジネス機会を創出!

Trimble Access MONITORING P.17

鉄道計測ソリューション

Trimble GEDO & TBC自動分類 P.17

瞬時に測る、正確に描く

GoSLAM P.18

ポイントクラウドビュー

裏表紙

ジオスペシャルデータの力

作業効率のための DX から
価値創造のための DX に進化



はじめに

国土交通省では、建設現場の生産性向上取組みの一環として、2016年度より「i-Construction」を進めてきました。そして、2024年4月に「i-Construction 2.0」を発表しました。これは、これまでの取組みをさらに進めるための国家施策です。

今後、我が国における建設業界においては、さらなる人口減少により、技術者が不足することが予測されます。一方で、国民生活や経済活動の基盤となるインフラの整備・維持管理は将来にわたって継続的に実施していく必要があります。このため、国土交通省が提唱する「i-Construction 2.0」では、2040年度までに建設現場の省人化を少なくとも3割、生産性を1.5倍向上することを目指し、「施工のオートメーション化」「データ連携のオートメーション化」「施工管理のオートメーション化」の「3本の柱」を策定しました。ここでは、「建設現場で働く一人ひとりが生み出す価値を向上させ、「少ない人数で、安全にかつ快適な環境で働く生産性の高い建設現場の実現を目指す」とされています。

言うまでもなく、この3本の柱と取組みに対して必要不可欠なのは、DXを実現するデジタル技術（インターネットや3次元データの利活用）です。それに加えて、各企業の「エンジニアリングセット」がなくてはなりません。変化を恐れずに新しい技術や手法に対して受け入れ、そしてオープンになることが求められます。それに加え、教育とスキル開発を鑑みて研修システムの充実などを推奨する文化を構築することも大事です。

これまでのDXの課題

2016年に初めて提唱された「i-Construction」は、労働人口減少への対策として、主に「生産性向上」に焦点を当てた、今までのワークフローを大きく変える革新的なプロジェクトでした。しかしながら多くの企業や現場ではi-ConstructionとICT施工に基づく各規程やマニュアル、ワークフローに記載されている「ルール」を遵守することが優先されています。いわば「ルールのための建設DX」が先行し、実用的な運用や、適切な投資ができていなかったため活用されていなかつたのも事実です。つまり、せっかくの新技術や有効なデータ等を活用しきれておらず、投資対効果の実感が得られていないケースも多々見られます。

本来のDXの意味は『企業がビジネス環境の変化に対応するために、デジタルデータを活用しながら、顧客と社会ニーズに対して製品サービスを変革する。また、業務とそのプロセス、組織や文化を改革し、競争上の優位性を確保すること』です。これは建設業界のみならず、他の産業でも同じことが求められています。

新たな価値創造のためのDXに進化

今後は、建設に携わる一人ひとりが、または各企業がその強みを活かして、価値創造に向かってDXを進めていく必要があります。そのためには、データに振り回されるのではなく、データやワークフローの有効性を深く理解する必要があります。また、高度化した機器やソフトウェアに「使われる」のではなく、それらの長所短所などの特性を深く理解したうえで「使う」ことも必要です。そうすることで、各々の業務に合わせた使い方や、創造的な組み合わせで使うことができ、「価値創造」につながります。新たな価値創造は、ソリューションと独自アイディア、スキルアップにより、各企業の独自の強みとして差別化になります。さらなる技術や生産性の向上が得られます。

なお国土地理院では、2025年4月より作業規程準則が改定され、生産性向上に役立つ測量技術や適用方法などが盛り込まれます。新しい技術の有効活用に向けて環境が整備されることで、i-Constructionやインフラ分野のDX化など、多岐にわたりその応用が期待されます。

ジオスペシャルデータの“チカラ”

ニコン・トリンブル ジオスペシャル事業部では、建設・測量に携わる全てのお客様に『新たな価値創造のためのDX』を実現する多くのソリューションをご提案しています。

- 最新技術とアイディアを搭載したセンサーで取得した現場データ。
- 高度なインテリジェンス機能を有したオフィスソフトウェアで編集されたデータ。
- クラウドを介して相互共有されたデータ。

これらのデータは、単なる生産性の向上に留まらず、各企業における独自性と価値創造による測量・建設技術者の地位向上、建設業界の更なる発展と経済成長、次世代の国土開発に繋がる将来性を有する素晴らしい力となります。まさに『ジオスペシャルデータの“チカラ”』は無限の可能性を秘めています。2025年、ニコン・トリンブル ジオスペシャル事業部がご提案するソリューションに是非ご注目ください。

最先端の施工を支えるTrimble Access

i-Construction 2.0対象現場の施工管理に Trimble AccessとTrimble Connectが採用されました!



宮川興業株式会社様 (広島県)
取材協力 株式会社NTJジオテックス



3次元の設計データを忠実に描画!! データ連携でi-Construction2.0にいち早く対応

令和6年度国土交通省では全国の15箇所において、i-Construction2.0対象現場を実施しています。その中で、最先端の技術力を持つ宮川興業株式会社様は、中国地方整備局の指定となった現場において、施工管理のフィールドソフトウェアとしてTrimble Accessを採用いただきました。またi-Construction2.0の柱であるデータ共有ではTrimble Connect(クラウドサービス)を活用し、各部門とのデータ共有を行うとともに、重要構造物では国内初のARによる出来形管理に挑戦されています。遠隔歩行ロボット、遠隔マシンガイダンスと合わせ、最先端の施工を行う宮川興業株式会社の宮地様と佐々木様に、本現場における施工管理とTrimble製品の活用事例についてお話を伺いました。



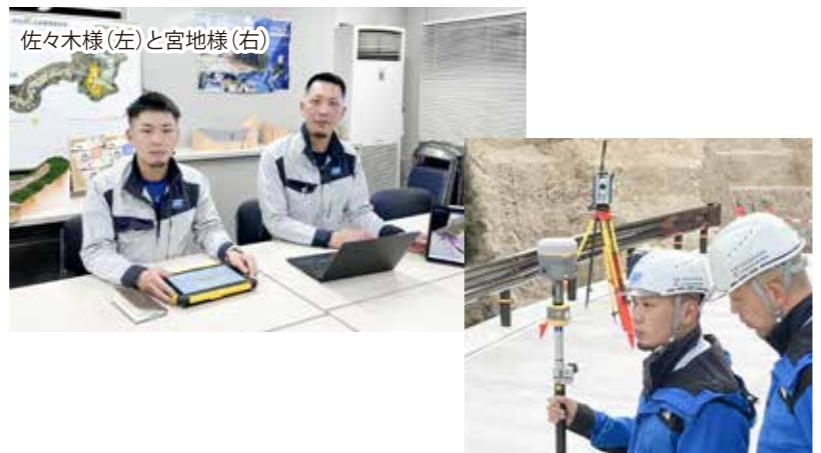
現場全景



工事名:令和5年度 広島西部山系山本9号砂防堰堤外工事
発注者:国土交通省 中国地方整備局 広島山系砂防事務所
工 期:令和5年8月4日～令和7年8月31日(予定)

工事概要

本工事は令和3年の大雨により土石流が発生した渓流に再度災害防止のための直轄特定緊急砂防事業の工事です。従来の砂防堰堤工事は下流側からラフテーンクレーンを使用し、上流に向けて施工してきますが、本工事は現場の直ぐそばに住宅があり従来とは違い上流側からの施工となり、工夫が必要です。



i-Construction2.0の

施工のオートメーション化

データ連携のオートメーション化

施工管理のオートメーション化



一人ひとりが生み出す価値

安全に快適な環境で働く

生産性の高い建設現場の実現

建設現場のオートメーション化

Trimble Access、Trimble Connect
宮川興業株式会社インタビュー
宮地様、佐々木様

この現場は丁張レスとお聞きしましたが、施工効率はいかがでしょうか?

オペレーターさんは丁張がかけられるのを待つ時間が無くなり、作業員は丁張をかけなくても良いのでひと手間減ります。かなり効率は良いですね。土工なので一段切ってチェックするにも、R12iですぐ終わります。砂防堰堤の掘削は形がとても複雑。丁張で再現するのはかなり無理がありました。一本かけるのにも勾配も色々あるし大変。だから丁張をかけたくないし、そうしないように事前にデータを作っています。丁張かけるのに比べ、丁張レスは倍どころではないくらい効率が上がっています。

人手不足と言われていますが、その点に対応していますか?

昔は理系の子ばかりでしたが、今は門戸を開けています。佐々木さんも文系ですよ。少しでも興味を持ってもらえることを会社で行っています。将来重機やICTで無くなるかもしれません自分が知りうる事が必要です。ICT施工をやっていなかったら、測量屋さん1組常駐しなければなりません。今は3人でそれなりに回っています。最低でも倍の人数はかかると思っていますよ。昔を知って今を知るのがいいのか、昔を知ることに時間を割いたら先だけを見てる方がいいのか?とよく考えています。知らないでいいことを知ってしまうと、新しいことをやろうとしたとき無理なんじゃないか?という頭になってしまいま。歩踏み出さずに…。今の世代に体験させても、5年したら二度と体験することはないと思います。よくわからないことにメモリ使うなら、もっといいことに使いましょうって思っていますよ。

Trimble AccessとTrimble Connectに期待している事をお聞かせください。

Trimbleからくるメールが英語でした。メールだけでも日本語にしてもらえるとともに助かります。突然メールが来たら開いて見てもいいのかどうかわからぬですからね。発注者とのやり取りも面倒です。共有用のTIDとパスワードを作成して回避しています。(現在、翻訳作業中です。もう少しお待ちください)

最後に、Trimble Connectのいいトコロをご紹介ください。

iPadで使用できて、サクサク動く。サクサク動くから、アイデアが湧きやすい。他メーカーさんでできなかつたことがConnectでできました。(メーカーよりも詳しくなっているユーザーさん。こちらが恥ずかしくなります)

Trimble Accessを導入した経緯をお聞かせください。

そうですね。決定的な事は、現場でずっとやりたかった3次元データを発注者や本社含め現場をスムーズに共有するソリューションは無いか?それにプラスして、せっかく作った3次元設計データをそのまま測量で使用できると聞きましたので導入を決めました。一つのクラウド(Trimble Connect)に入れておけば、全てできる点ですね。今回は発注者との検査も初めてTrimble Access(以下Access)を使ってできるようになりました。測量も3次元的に見て測量する人が現場的にわかりやすいです。平面図、横断図で見る事もありますが、できる物の形状を見ても測量する方がわかりやすいですよ。

それとなんと言っても、ISローバー等の機能ですね。この現場は砂防堰堤の現場ですので、高低差が激しく自動追尾を使っていますが、追尾しきれない事があります。元々、Trimble R12i(以下R12i)を使いなれている点もありますね。R12iはもう手はなせないです。使わないとダメです。土工では充分ですし、Accessで使用できるので、切土の切りはじめの時や水路の掘削等もAccessを見ながらスプレーして後はマシンガイダンスで掘るだけです。マシンガイダンスとのデータを共有できるのもメリットです。マシンガイダンス用として作ったデータをAccessで利用しています。構造物のデータは別ですが…。ARも非常にわかりやすいです。Trimble SXで投影すると誤差も少なく鉄筋とかも高精度で綺麗に投影されるのが良いです。物がてきていている姿もARで重ねて見えるので合っていると確認できます。今まででは、トータルステーションで1点ずつ当たっていたのですが…。こういう使い方が今後は増えていくのではと思っています。

今回の検査はARで実施します。重要構造物をARで検査するのは、おそらく全国初だと思います。メリットは、色々と省略化できることがたくさんあります。おそらく断面管理するよりかは、よっぽど精度が良いかと思います。この前、ARで重ねた時にモデルでベタ塗りになり重ねてもわかりにくい場合がありました。

そんな時でもAccessだと、3DボリュームのラインがARで綺麗に表示できるので、エッジがわかりその線だけ重ねても合っているとすぐ判断できました。今回の現場での検査はARでヒートマップにて実施するのですが、Access自体ではPDFで作成しますがTrimble Connect(以下Connect)でできれば良いと思います。他には無い、Access(フィールド用ソフト)とConnect(クラウドシステム)を施工管理のオートメーション化(共有と連携)で導入し満足しています。

設計データ作成への考え方を教えてください。どれくらいの期間で、このデータを作成されましたか?

1日8時間稼働として、1週間以内には終わりましたよ。メインはAutoCAD Civil3Dですが、用途に合わせてSketchUp等の色々なソフトウェアを使用しています。

3次元で設計を作ると普段気にしないようなところも、気にして作るようになります。自分たちでデータを作る方が、形状や数字が頭にはいっているので現場でイメージが湧きます。2次元では限界があることもあり、その時には発注者と協議しています。

3次元のデータを作成するにも、色々考え試しながらやっています。例えば、どれだけ測量の作業を少なくするかを考えています。佐々木さんの作業を減らすには、階段のモデルを一つ作つたらいいとか、日々の自分を楽にするため、効率化するためにはどうしたらいいかを考えています。

Trimble Access注目の機能紹介



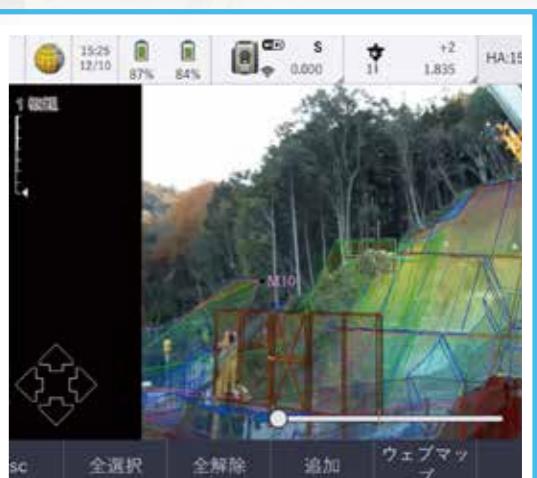
GNSSサーチ

トータルステーションがプリズムをロストした場合も、GNSSによる位置情報をもとに一瞬で捉えることが可能になりました。座標によるロックは、従来のように復帰に時間をかけることなく測量作業を継続できます。



ISローバー

トータルステーションとGNSSを同時に接続。トータルステーションで観測し視通が無くなても器械移動なしのワンクリックで切り替えられ、そのままGNSS測量が可能。視通の無い伐採前の現況測量や高低差の多い現場でも生産性を落とすことなく測量が行えます。



AR技術

SX12のカメラ映像に設計データを透過表示できるので、実際の施工状況を簡単に確認できます。また、トータルステーション機能により、ARを活用した杭打ちも可能です。

測る、その先へ。進化する3Dスキャニング Trimble X9

サブスクリプションも登場!

地上型レーザスキャナとしては革新的な機能である「自動合成」「オートキャリブレーション」などを有し、高い作業効率を提供し続けます。新機能を搭載しパフォーマンスが大幅にアップしました。

Trimbleのレーザスキャニング技術を結集し、さらに性能を向上させた地上型3Dレーザスキャナです。

フットワークのよいTrimble X7を高性能なTrimble X9に統合し、手軽に高精度な点群取得を実現する新しいTrimble X9が誕生しました。Trimble X7の高精度な自動整準、自動合成機能やキャリブレーション機能はそのままに、センタユニットの設計を刷新し、スキャン品質向上に必要な信号処理が向上しました。これにより、低反射率対象物やステンレスなどの光沢面も確実に高速でスキャン可能となりました。

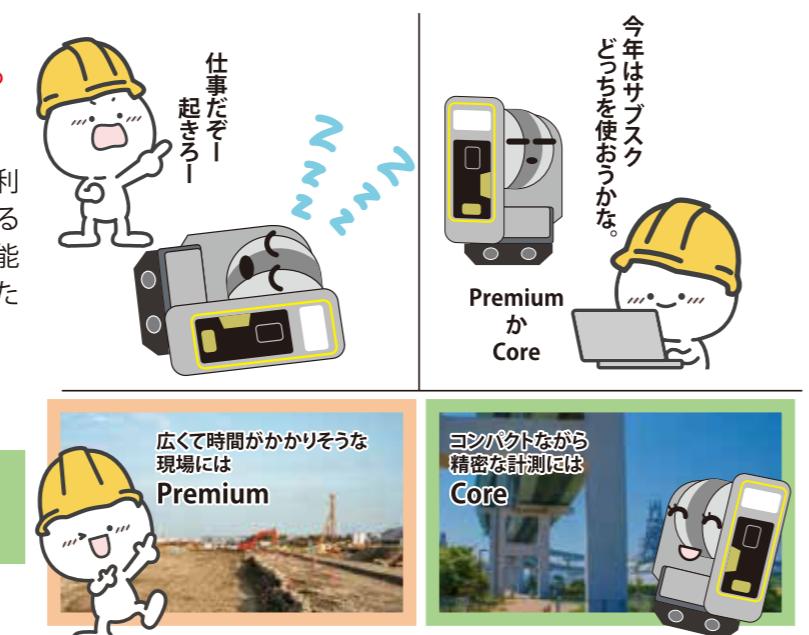
この新しい地上型3Dレーザスキャナは、測量、土木、建設、建築、電気空調設備、石油・ガス、鉄道、鑑識、モニタリング、トンネル、鉱業など、幅広い分野で高い生産性を提供します。

ハード性能

- 気象センサー(新機能)
- 高感度モード(新機能)
- 測距精度:2mm
- 3D点群精度:3mm@30m
- スキャン範囲:水平360° × 鉛直282°

「誰でも簡単・迅速に」高品質点群を取得
スキャナ毎にキャリブレーション実施で高精度な点群を取得
±10°まで傾きを自動補正
環境温度・周囲の明るさ・機器温度・鉛直速度の監視

「現場で業務を完遂」ワークフロー・人手不足解消
その場で点群確認
欠測欠損をリアルに確認、手戻りの心配不要
自動合成、作業効率向上・時短推進
LAS/E57等多彩な出力



『1つのハードで2つパフォーマンスを実現?』

従来、スキャナシステムをご購入いただくと、ハードウェアに搭載された機能のみの利用が可能でした。しかし、ハードウェアをより柔軟に活用していただくために、搭載するファームウェアをサブスクリプション形式でご提供することで、常に最新の環境と機能を利用できるようになりました。これにより、より柔軟な選択と運用が可能となったTrimble X9は、最高水準のスキャンワークフローをご提供いたします。

『用途で選べる2モデル』

Premium(ミドルレンジモデル)
スキャナ速度100万点/秒 0.6-150m

Core(スタンダードモデル)
スキャナ速度50万点/秒 0.6-80m

買い物切り版もご用意しております。詳細は最寄りの販売店までご相談ください。

公共測量作業規程準則改定により…

『Trimble Xシリーズの自動合成の利用範囲が大幅に拡大!』(P.11-12に詳細記事あり)

令和2年(2020年)3月に作業規程の準則に導入された地上レーザ測量システムは、レーザ光を用いて短時間で広範囲の測量を行い、高精度な三次元点群データを取得する方法として地形測量などの分野で活用されています。しかし、従来の測量方法では、計測のたびに標定点を設置し、その座標を測定して平面直角座標系に変換する必要があるため、計測回数が多い場合は作業負担が大きいという課題がありました。

令和6年3月公開の「地上レーザ測量システムを用いた三次元点群合成マニュアル」では、合成処理した全体の点群データを平面直角座標系に座標変換する手法が定められています。そのため、マニュアルに準じて作業することで、標定点の数を抑えられ、作業負担を大幅に軽減できます。自動合成機能を備えたTrimble X9は、このマニュアルに最適です。

*計測点には、遠方の地表、建物や構造物、樹木などが含まれていますが、これらすべて点群合成に含めることは適切ではありません。精度の低下を防ぐため、要求仕様に基づいて決定した計測条件を基準とし、不要な計測点を除去する必要があります。そのため、後処理ソフトウェアを用いて精度の高い点群のみを抽出し、再合成することを推奨します。

NETISの評価ランク「VE」へ昇格

■NETIS登録情報

技術名称 : 自動合成機能を搭載した地上型レーザスキャナーシステム
NETIS番号:KK-220044-VE

自動合成機能を搭載した地上型レーザスキャナシステム3D測量において、複数の観測点でスキャニングした点群データの特徴点(位置合わせに用いる共通点)を抽出し、自動合成ができる技術です。

そのほか人気の3Dレーザスキャナ



ハイエンド3Dレーザスキャナです、地形測量・i-Construction等、あらゆる現場に対応し更なる生産性向上を提供。



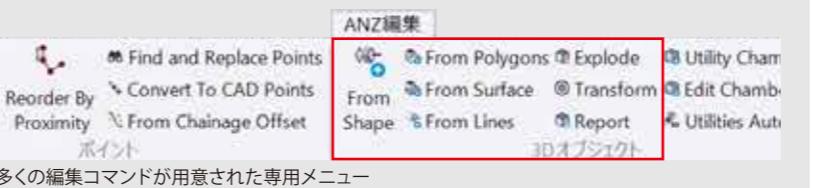
トータルステーションと地上型レーザスキャナを一体化。土木・建設・測量など、あらゆる業務でその威力を発揮。

未来を創造する、3Dモデリングツールまもなくデビュー! Trimble Business Center

3Dモデル作成や3D-CAD編集を中心にコマンドを集めたモジュール「ANZツール」(以降ANZ)をご用意しました。Trimble Business Center(以降、TBC)に新たに搭載された、CAD編集機能を使って3次元設計を行いましょう!※リリース時にはモジュール名や各コマンド名が変更になる場合があります。

▶3Dオブジェクト機能

このたび新たに、垂直面やオーバーハングなど特殊な形状の3Dオブジェクトの作成ができるようになりました(3Dオブジェクトとは幅、高さ、奥行きなど三次元空間で表現される物体)。断面、ポリゴン、ライン、面を利用して3Dオブジェクトの作成に対応します。回転や移動、複写も可能で、配置したい場所へいくつでも好きなだけ配置できます。



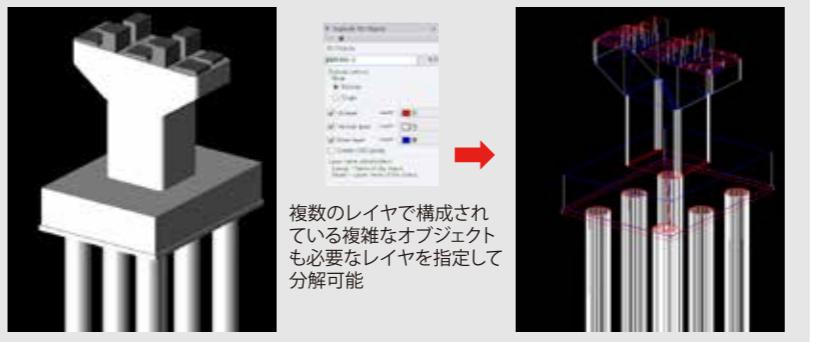
多くの編集コマンドが用意された専用メニュー

作成した3DオブジェクトはIFCファイルとしてエクスポートが可能です。Trimbleのクラウドサービス「Trimble Connect」を介して、「Trimble Access」や「Trimble SiteVision」へのデータ連携もスムーズ。現場では、作成した3Dオブジェクトを使用した検証や、測設作業、スキャンデータとの比較検証ができます。



3Dオブジェクトを作成することで、平面図ではできない干渉チェックなどの目視確認が可能になります。今まで3Dオブジェクトは外部ソフトウェアで作成しなければならずデータの受け渡しが必要でした。一方、ANZを使用するとTBCでも簡易的な3Dモデルであれば簡単に作れるようになりました。受け渡しの時間も不要となり、セキュリティ面でも安心です。

作業によっては、3Dオブジェクトを分解する必要があります。ANZで用意されたオブジェクトの分解機能では、構成要素を点と線に分解して再利用し、新たなオブジェクトを作成することもでき、活用の効果は無限大です。



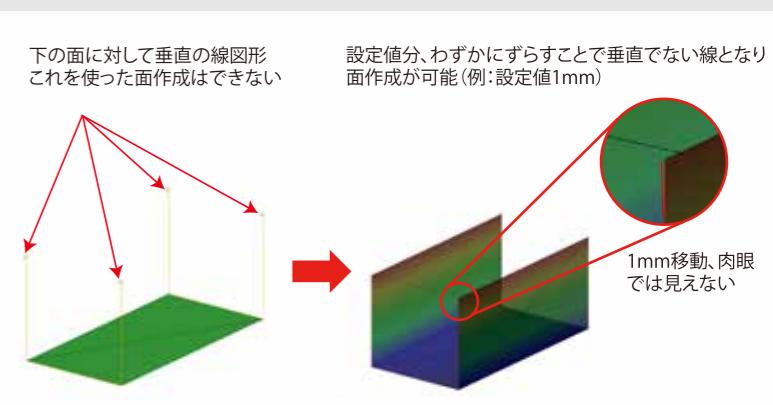
複数のレイヤで構成されている複雑なオブジェクトも必要なレイヤを指定して分解可能

従来のCAD機能に対して「もう少しこういう機能があると便利なのに」と思っていた皆様!ANZモジュールではそういう便利なCAD機能をたくさんご用意しています。

▶Line Node Cleanup(ライン構成点の調整)コマンド

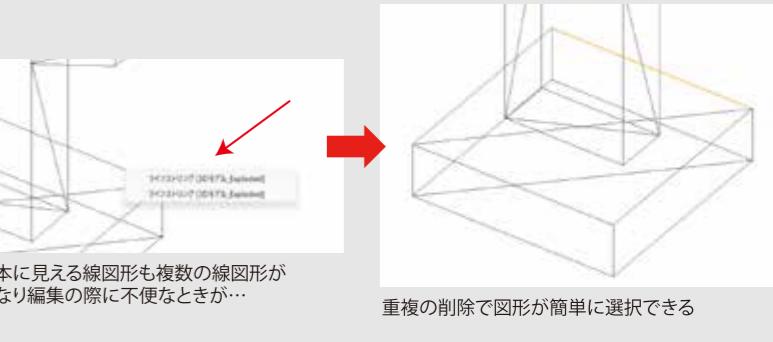
ラインストリング上の許容値外の節点(セグメントに分割する点)を削除し、滑らかなラインに変換します。面の交差ラインから作成したラインや、点群断面などから作成したラインは、節点が多くなりその後の編集がしづらい場合があります。不要な節点を削除することで編集が簡単になります。また、重複した節点の削除も可能です。

本コマンドを使うことで、節点は入力した値の位置に簡単に移動できます。例えば、ほぼ垂直な面の作成に活用できます。従来の手作業ではとても時間が掛かった面倒な編集も簡単に行えます。



▶Remove Duplicates(重複の削除)コマンド

3Dオブジェクトの分解機能で作成したラインや、外部から取り込んだCAD図形や図面では、ラインやポイントが重複してしまう場合があります。このコマンドでは重複するライン・ポイント・テキストを、削除又は別のレイヤーに移動することができます。オブジェクトの整理が一括で簡単にでき非常に便利です。

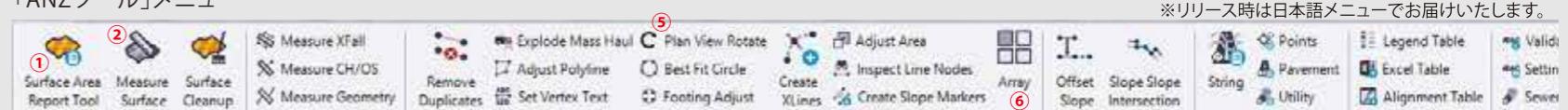


一本に見える線図形も複数の線図形が重なり編集の際に不便なときか…

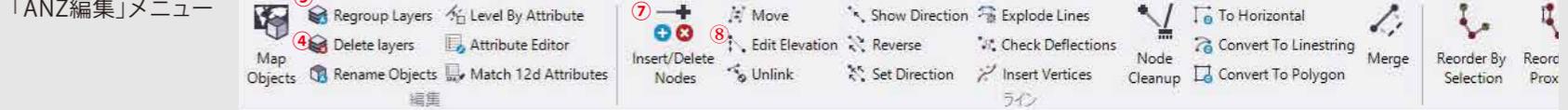
重複の削除で図形が簡単に選択できる

コマンドの全貌!

「ANZツール」メニュー



「ANZ編集」メニュー



コマンド名	概要
①表面積レポートツール	1つの面オブジェクトに対し複数領域の投影面積と実面積(凸凹含む)の計算を実行します。結果はExcelファイルとして出力することも可能です。
②面の計測	指定した面と測定先の間の距離を測定できます。測定先はライン、ポイント、面から選択可能です。結果はExcelファイルとして出力も可能です。
③レイヤーのグループ化	簡単にレイヤー名に接頭辞や接尾辞を追加したり、またグループ化できます。
④レイヤーの削除	削除したいレイヤーを選択すると、そのレイヤーに含まれるオブジェクトごと削除できます。
⑤平面図の回転	文字オブジェクトとラインの方向、または手動で入力した角度を使用して、平面図を回転できます。
⑥配列	様々な配列方法を使用してオブジェクトのコピーを作成できます。方法には3D配列、線形配列を含む4種類の方法があります。
⑦ラインストリング節点の挿入/削除	ラインストリングを選択後、3つのモード(挿入、挿入と移動、削除)のいずれかを選択して節点を簡単に編集できます。
⑧ラインストリング高度の編集	ラインストリングを選択後、オプションで始点と終点を指定し、3つのモード(高度なし、高度一定、始点終点の高度指定)のいずれかを選択して、その範囲の高度を編集できます。

GNSSを取り巻く環境 The CHANGE

測地成果2024とGNSS標高測量

2025年4月1日、新しい測量成果「測地成果2024」が施行されます。また同日、公共測量作業規程準則が改定され、第二編 基準点測量に、新たに「GNSS標高測量」が加わります。このページでは測地成果2024とGNSS標高測量についての概要と注意点、Trimble製品の対応についてお知らせします。

この記事の内容は2025年2月時点の情報をもとに作成しています。施行時には変更になっている可能性がありますので、作業の際は国土地理院ウェブサイト(<https://www.gsi.go.jp/>)などで最新情報を確認の上行ってください。

【用語解説】

- ・測地成果2024:電子基準点、三角点、水準点などの標高成果を、衛星測位を基盤とする最新の値にしたもの。
- ・ジオイド2024:衛星測位と航空重力測定により構築された新たなジオイド・モデル。
- ・GNSS標高測量:3級GNSS水準測量に変わる、測地成果2024体系で作業される水準測量。

■標高成果改定の背景～変更点、期待される効果

国土地理院が管理する電子基準点等の標高成果値は、長年の地殻変動により現況とのずれが拡大しています。水準測量においても、日本水準原点からの距離による誤差の拡大や不均質が発生し、また、災害時等における改定までの時間がかかるなどの問題を抱えていました。そこで、重力測定と電子基準点の横円体高からジオイド2024のモデルを構築し、新たな標高成果を決定しました。この成果を『測地成果2024』といいます。これにより、地殻変動により累積した現況と標高成果の乖離と日本水準原点からの距離による累積誤差を解消し、現況に合った標高を從来よりも早く取得することができます。また、迅速な災害復興にも役立ち、元期が明確になることで四次元国家座標の基盤になります。

■測地成果2024の概要

- ・「ジオイド2024日本とその周辺」は新たにJSGフォーマットを採用。
- ・トカラ列島以南、八丈島以南の基準面補正に「基準点補正パラメータ」を採用し、ジオイド2024と組み合わせて使用
- ・基準点成果表には右上に「世界測地系」「測地成果2024」を明記
- ・電子基準点アンテナ位相特性モデルの変更
- ・公共測量作業規程準則改訂「GNSS標高測量」を追加

■GNSS標高測量の概要～3級GNSS水準測量との違い

※令和7年の公測量作業規程準則の改訂において、GNSS水準測量に記載されるのは「3級水準測量」とのとてています。4級水準測量および簡易水準測量でGNSSを使用される場合は、「GNSS標高測量」が作業規程準則の第17条第3項に規定されるものにてから、マニアル案の使用をご検討ください。

- 点間距離:6,000m以上。ただし、点間距離が6,000m未満となる場合でレベル等による水準測量の観測距離が6,000m以上になることが明らかな場合は、計画機関の承認を得ることにより実施可能。
- 点の記録備考欄に「GNSS標高測量」と記入
- 観測は連続5時間以上
- 実用網平均計算時の既知点座標はセミ・ダイナミック補正により初期座標にて行うこと。
- 新点標高は実用網平均計算結果の横円体高にセミ・ダイナミック補正により元期横円体高を求める。その値にジオイド高による補正を行う。測地成果2024における標高体系が衛星測位を基盤としたため、基準点測量と同じようにセミ・ダイナミック補正が必要となりました。

■ニコン・トリンブル製品の対応について

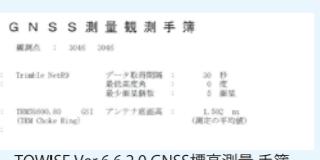
以下はすべて国土地理院より提供される「日本のジオイド2024」と「基準面補正パラメータ」を融合させたファイル「JPGE02024+Href-conv2024.isg」への対応です。

フィールドアプリケーションの対応

- Trimble SKY Controller:Ver.1.7.3.0
- GUIDER ZERO:Ver.2.6.2.0
- LANDRIV Pro:Ver.3.4
- Trimble Access:今後対応予定

オフィスソフトウェアの対応:TOWISE

- 測地成果2024に対応
- GNSS標高測量の計算・帳票に対応
- 標高測量アンテナ高入力時の手簿に「(測定の平均値)」として表記



太陽活動極大期がGNSS測位にもたらす影響

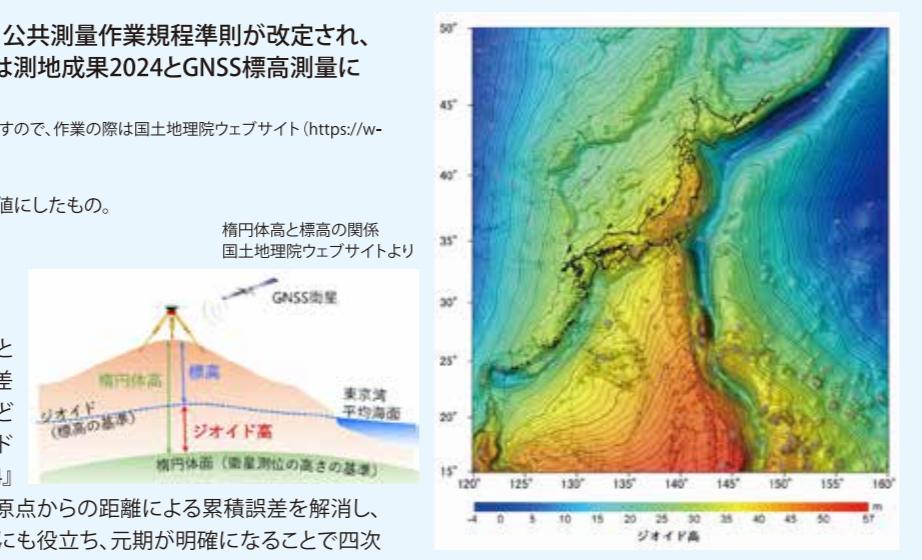
太陽は約11年周期で活発になる時期（極大期）が訪れます。極大期には、太陽表面に黒点が増え、巨大な爆発現象である「太陽フレア」が多く発生します。この太陽フレアでは、大量の電磁波と高エネルギー粒子が放出され、それらが地球に到達するとデリンジャー現象（電離層での通信障害）、磁気嵐、オーロラ発生の原因となります。今回2024年から数年間、太陽は極大期を迎える。前回のピークであった2014年に比べ、活発な活動が予測されており、昨年日本でも低緯度オーロラが見られたのはその影響と考えられています。

測量の分野においては宇宙空間のGPSなどの測位衛星への影響が懸念されています。衛星への影響や、粒子の衝突による帯電が不均質に起こることで電離層の擾乱（じょうらん）となり、地上では信号を受信できない、あるいは測位精度が劣化する可能性があります。Trimbleでは、このような電離層擾乱の影響を軽減するために、Trimble ProPointテクノロジー搭載の受信機に、「Trimble IonoGuardテクノロジー」を追加しました。IonoGuardは一つの周波数に依存することなく、信号を独立して追跡します。また、搬送波相追跡アルゴリズムの改善により、測位における障害を最小限に抑えることができます。

IonoGuard搭載の受信機同士でRTKをすると最適なパフォーマンスをご提供します。基準局での各衛星の電離層情報がCMRxまたはRTCM MSMプロトコルによって移動局受信機に送信され、独自の電離層測定値とともに計算された位置を最適化します。受信機が受け取る電離層の乱れは、受信機のWebUIで確認することができます。

2023年に発生した太陽嵐下での観測では、IonoGuardを有効にすると安定して収束した位置偏差を取得できました。電離層活動が活発な時に、IonoGuardは安定した位置偏差を継続的に提供することで、測量・建設などの用途にGNSSの可用性を確保することができます。

「ジオイド2024日本とその周辺」(試行版)のジオイド高分布
国土地理院ウェブサイトより



NETIS新技術登録『RTK-GNSSとIMUによるチルト補正観測』

2024年12月、NETIS（国土交通省 新技術情報提供システム）にニコン・トリンブル名義で新しい技術『RTK-GNSSとIMUによるチルト補正観測』が登録されました。この技術は、Trimble R12i等に搭載しているIMUの技術をRTK-GNSSで利用し、高い経済性をもって作業員の安全と品質を確保することのできる技術です。

■申請が承認された新技术

●技術名称:RTK-GNSSとIMUによるチルト補正観測

●NETIS番号:KK-240102

- 概要:RTK-GNSSにおいて、IMUを使ったチルト補正観測により座標値を算出する。従来のTSでの観測とは異なり、水平方向の視通は不要である。斜めの設置状態でも鉛直設置時と同等の観測を実現する。作業時間の短縮により、品質・経済性・安全性の向上が期待できる。

【用語解説】

- NETIS:国土交通省が運用している新技術にかかる情報を、共有及び提供するためのデータベース。平成13年度からインターネット一般にも公開。有用な新技術の情報を誰でも容易に入手することができる（国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所ウェブサイトより）。
- RTK-GNSS:GNSSを使ってリアルタイムに数cm以内の精度で測位値を算出する観測方法。測量用の受信機と高精度測位用のRTK補正情報が必要。
- IMUを使ったチルト補正観測:RTK-GNSSの測位情報と、受信機の姿勢情報を組み合わせ、傾いた状態でも観測用ポールの先端位置を測位する方法。TrimbleではIMUの情報を測位用にアレンジし、静止した状態でもIMUの情報を取得可能。

■新技術を使うと…

この新技術は、TSと比較して器械点を設置する必要がないため、観測に必要な人数を削減できます。通常のRTKと比べても、気泡管を参考に鉛直に設置する必要がないので、熟練度合いに影響されることなく1点当たりの観測時間が大幅に減り、観測に必要な時間と費用を削減できます。そして危険区域に立ち入ることなく、ポール先端さえ測点に設置されていれば観測ができるため、安全性が高まります。安全に、生産性の高い作業をお求めでしたら、ぜひこの新技術のご使用をご検討ください。

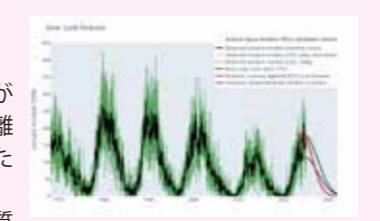
■この新技術で使用できる受信機

- Trimble製のIMUに対応した測量用受信機
- Trimble R980 GNSS受信機
 - Trimble R780-2 GNSS受信機
 - Trimble R12i GNSS受信機

ニコン・トリンブル関連会社のサイト

- Trimble R780 GNSS受信機
- SPS986 (IMUオプション付き)
- SPS985 (IMUオプション付き)

新技術の申請内容についてはNETISウェブサイト(<https://www.netis.mlit.go.jp/NETIS>)にて、「IMU」とご検索ください。



IMUスタンダード Trimble R980 GNSS

新商品情報

Trimble R980 GNSS

2025年、Trimbleの測量用GNSS機器の最高機種がさらによくなり、「Trimble R980 GNSS」としてリリースされます。多くの実績のあるTrimble GNSS/パフォーマンスで最高の精度と接続性を実現します。困難なGNSS条件を克服し、遠隔地で優れた性能を発揮するように設計されたR980は、作業場所に関係なく、最高水準を満たすために必要なすべての機能を備えています。

生産性:より多くの場所でより早く坑打ちと測定を可能に

測位にイノベーションをもたらしたProPointエンジンをR980にも搭載。樹木や建物の近くなどの厳しいGNSS環境において、優れたパフォーマンスと生産性を提供します。また、IMUベースのTrimble Inertial Platform (TIP)により、測量にマッチした斜め観測を継承。TOWISEでのチルト観測用手簿記簿にも対応し、作業も業務も生産性が向上します。

接続性:必要なデータを取得するための最適な方法を選択

シリアル・USB・Bluetooth・Wi-Fi、そして4GLTE対応モデル。多彩なインターフェイスを搭載し、用途を選びません。さらにTrimble独自のインターネットベースステーション「IBSS」はTrimble AccessとTrimble Connectが融合した新しいRTK手法として、無線断続がない、現場にマッチした座標値での観測に役立ちます。

信頼性:GNSS受信機とその結果の信頼性

R980は常時慣性測定ユニットの監視を行うことで、万が一の際も異常を検出し、ユーザーに警告します。利便性のために信頼性を犠牲にしません。そのほか信頼できるデータを取得し続けるために、電離層擾乱（じょうらん）対策の「IonoGuard」やマルチパス除去技術「Trimble EVEREST Plus」などを搭載。精度の安全性を担保します。

Trimble R780-2 GNSS

ジオスペシャル向け工事用測量機として初めてProPointとIMUを搭載した、極めて過酷な測量作業条件での使用にも耐える高精度GNSSシステムです。非常に頑強な筐体と、業界最先端のTrimble測位技術に支えられた確かな測位性能により、作業の生産性を高めます。

ジオスペシャル向けTrimble受信機 ラインナップ 2025

高機能・高効率受信機から誰もが使える汎用機に至るまで、Trimble受信機はお客様のニーズに応じた受信機をご提供します。

- Trimble R980 GNSS:人手不足の問題と生産性の向上を一気に解決できるスグレモノ。
- Trimble R780-2 GNSS:マシンコントロールから出来形管理まで、工事でIMUを生かすためのマスト受信機。
- Trimble R580 GNSS:小さく軽く持ち運びやすい。基本に忠実な観測を行います。
- Trimble Catalyst DA2:必要な精度を必要な時に、サブスクリプションが多方面の利活用を実現します。

テクノロジー名称	内容	R980	R780-2	R580	Catalyst DA2
Trimble 360	衛星追跡技術	○	○	○	Catalyst Dynamic Signal Tracking
Trimble EVEREST Plus	複数周波数マルチパス除去技術	○	○	○	—
Trimble ProPoint	最新のポジショニングエンジン	○	○	○	○
Trimble IonoGuard	電離層擾乱軽減テクノロジー	○	○	○	○
Trimble Inertial Platform	IMUベースの慣性プラットホーム	○	○	—	—
CenterPointRTK	Trimble独自の高性能PPP	○	○	○	○
CLAS補足	準天頂衛星cm級補強システム	○	○	—	○



『おや? こんなところにもTrimble』

モバイルなWeb-RTK

大分県中津市 株式会社ジェイビーエヌ様
(取材協力:有限会社アイエス)



若手とベテランの競争

愛知県一宮市 株式会社山双様
(取材協力:株式会社NTジオテック中部)



株式会社山双様は、愛知県を拠点に東海地方で測量から設計・施工管理まで幅広く従事されています。

今回の作業は、切削オーバーレイのための現況測量に、路線データに沿った測点検出機能を用いた観測を行っており、Trimble R12i GNSSとSpectra SP80を用いた2チーム編成を組み組み作業が行われました。R12iは若手中心、SP80はベテランが担当し、車輪通行のある日中の国道でおよそ200mの区間の現況測量を行いました。

また、基準点に設置したR750にSIMカードを挿入し、移動局側に從来より保有していたR12iを使用してWeb-RTKを行うことで、混雑した住宅地においても、通信距離や経路上の障害物を心配することなく効率的で精度の高い観測を実現しました。もちろん現地の状況にあった観測ができ、衛星群の選択も自由です。移動局がR12iなので、現場によってはIMUチルト補正観測も可能です。

近距離においてはインターネットではなく、受信機に搭載されたWi-Fiを使用したRTKも活用されています。また、将来的には社屋屋上に設置しているジオディティックアンテナに接続し、補正情報を送信するインフラ的な役割も検討とのこと。次々と湧き起るアイディアで新しい業務の在り方を模索されています。

建設向けロボティックトータルステーション Trimble Ri

まるナビは対応コレクタが豊富。
使い慣れたアプリケーションで
快適に杭打ち作業が行えます。



まるナビ=Ri + フィールドコンピュータ

マルチナビゲーションシステム、略して「まるナビ」。まるいフォルムで現場作業をまるっと
行い結果は「まる」。どなたにでも使っていただける画期的なシステムです。



LANDRiV Pro 株式会社ニコン・トリブル

施工管理用フィールドソフトウェア「LANDRiV Pro」は、直感的な操作性で使う方を選びません。各種測定に対応し現場の状況に合わせ簡単に杭打ちができます。また路線のセンターや幅枠、丁張設置もワンマンで行えます。各種横断観測もあり起工測量から杭打ち、出来形まで一貫した施工管理をご提供します。更に、Trimble Riではビジョン機能を搭載。観測箇所をカメラで確認。またターゲットロスト後もカメラに映ったプリズムをタップするだけで簡単にロックし、スムーズに継続して測量を行う事ができます。Trimble Riだけではなく、トータルステーション、GNSSとの接続もできハイブリッド観測も魅力です。

株式会社建設システム

快測ナビ Adv **快測ナビ Std**

快測ナビは、建設現場で高品質・高効率なスマート施工をナビゲーションします。CADデータ、3D施工データ、3Dモデルデータをフル活用する「どこでもナビ」「どこでも丁張」機能が搭載された施工端末アプリです。特許を取得した最新のイノベーション機能により、現場技術者はもちろんのこと、現場作業員までもが操作できる直感性とスムーズなナビゲートで、かつてない快速な現場作業が手の平の「快測ナビ」で実現します。



福井コンピュータ株式会社 FIELD-TERRACE

まるナビと連動し、測設、丁張設置といった現場の位置出し作業や、3D設計データを使った出来形観測が行えます。また、土木施工現場で必要な計算機能も多数搭載しており、計測作業の圧倒的な効率化と省人化を実現します。

ポン、クイッ、キュッ！ 簡単設置

ポンと置いて、クイッと整準し、キュッと求心を合わせられる簡単設置。その秘訣は、±4.5°の傾きまでを自動補正できるコンペンセーターにあります。どんな現場でもすぐに計測開始。ポン、クイッ、キュッ！



スイスイ三脚でスピードアップ！

まるナビは別売りのカーボン三脚が使えるので取り回しも楽々です。カーボン三脚は3.6kg。カメラ三脚クラスの軽量級でありながら衝撃にも強く、過酷な現場にぴったりです。脚の長さも3段階調整でコンパクトに収納できます。



器械設置はスマートに。

自動追尾型トータルステーション(TS)の性能を最大限に引き出すためには、安定した設置環境が不可欠です。特に施工現場では、足場の状態や振動などの影響を受けやすいため、安定性の高い木製三脚の使用が推奨されます。しかし、重機の配置や施工状況によっては視通が確保できず、器械の移動が必要となることもあります。その結果、頻繁な再設置が作業効率に影響を及ぼすことが課題となっていました。そこでRiは、内部コンペンセーターにより最大4.5°の傾斜を自動補正し、設置の安定性を向上。さらに、軽量かつ高耐久なカーボンファイバー製三脚を採用。これにより、従来機に比べて任意点での器械設置時間を大幅に短縮し、作業効率を飛躍的に向上させます。

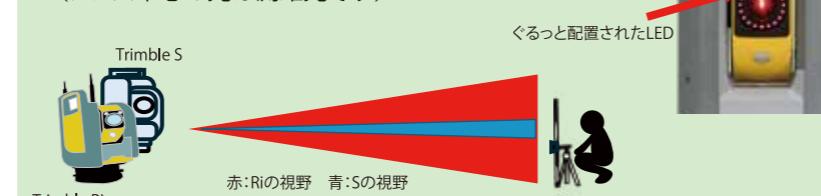
設置時間の短縮が生産性向上につながるRiは、施工現場の課題を解決し、よりスムーズな測量作業を可能にします。

ぐいぐいついてきて、逃がさない

まるナビは、デュアルCPUを搭載し、追跡処理と画像解析を並行に行うことで観測処理スピードが従来機器の倍の速さになりました。その上『最大11°の広い視野角』により、ぐいぐい追跡してターゲットを逃がしません。自動追尾型トータルステーションが苦手な近距離や、急な方向転換もターゲットの「予測機能」により、ロストを最小限に抑えます。

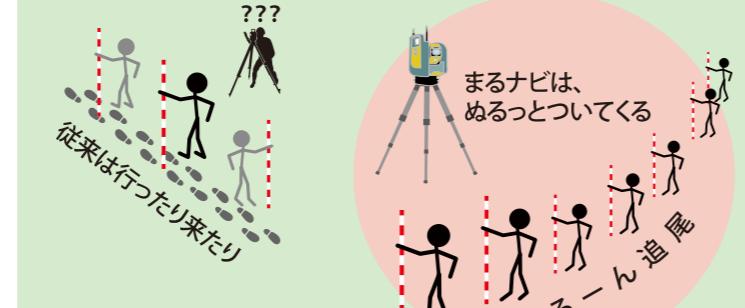
■最高峰の自動追尾

オートロックを開始すると、対物レンズの周囲に配置されたLEDから追尾光が発光。ターゲットからの反射光を捕捉することで、ねばり強い自動追尾を実現します。(レンズ中心の光は測距光です)



■だから、行ったり来たりなし

測設の時にミラーマンが目標点より先に行き過ぎたり、戻り過ぎたりそんなことはありませんか？まるナビは、高速測距と最高20Hzの高速通信によりミラーマンの動きに対応する「ぬるーん追尾」で、いつでも的確に目標点に誘導します。



機種名	Trimble Ri	A社の杭打ちシステム
自動視準機能	○	-
ビデオ視準	○	-
測距範囲(プリズム)	1素子プリズム 1m~900m	360° プリズム 0.9m~130m
測距範囲(ノンプリ)	コダックホワイト(反射率90%) 0.5m~100m	-
測距範囲(角度)	高度角 225° 225° 水平角 360° 高度角	高度角 +55°, -32° ±82° 水平角 360° 高度角
測距精度	(2+2ppm×D)mm	(3+2ppm×D)mm
ドライブ駆動方式	StepDrive方式	モータドライブギア方式
Bluetooth	Class1(約100m)	Class1.5(約130m)
レーザポインタ	赤色可視光レーザ レーザグラス2	-
器械整準	オートキャリブレーション	自動整準

人とモノを未来につなぐ

Trimble SiteVision Handy2

Trimble SiteVision(以降、SiteVision)は、プロジェクトの進捗状況を共同で確認し、設計の変更や競合を検出するためのリアルタイム現場可視化ソフトウェアです。SiteVisionを使用すると、チーム全体がこれまでにない方法でデータを視覚化できるため、共同作業が容易になり、設計変更を早期に把握して時間を節約し、コストを削減できます。

SiteVision Handy2-GNSSとEDM再び統合

Trimble DA2 GNSS受信機とEDM(電子距離測定)を組み合わせたものです。データ収集および視覚化アプリと互換性があり、最新のスマートフォンカメラとセンサーを活用して軽量で柔軟性の高いフィールドツールを実現します。

SiteVision Poleとの違い

SiteVision Poleは、移動用ポールにGNSSアンテナとSiteVisionを取り付け、外部バッテリーで駆動するシステムです。SiteVision Ver.4.0で対応し、使用できるデバイスに、iPhoneとiPadが加わりました。EDMを搭載していないので、そのままでは対象物までの距離を計測することはできませんが、iPhone/iPadのデバイスとバージョンによってはiOS独自のLiDAR機能を利用することにより、Handyと同じように測距することができます。SiteVision Handy2は専用バッテリ内蔵でEDM搭載。それだけで測距も点群取得(下記表参照)も可能なオールインワンのシステムです。

SiteVision 2025.1

2024年3月にリリースしたSiteVision Ver.5.0からは、従来のGNSSによる世界測地系に紐づいた位置情報とiPhone ProまたはiPad Proに搭載されたLiDAR機能で点群を取得することができるようになりました。

SiteVisionでの点群取得距離は標準で約5m、ロングレンジスキャンを使えば最大10mまで広がります。地上型レーザスキャナやSLAMには及びませんが、ボタン一つで自分が見ている場所の点群が取得でき、手軽にGNSS座標系に紐づいたスキャニングが可能です。

SiteVision精度	地上型レーザスキャナ	ハンディ型スキャナ	Drone/UAV用スキャナ
精度	cm精度	mm精度	cm精度
スキャンスピード	数千～数十万点	毎秒百万点レベル	毎秒数十万点
観測範囲	5m～10m	数十cm～数百メートル	100mほど
位置確定	Trimble Catalyst精度	後処理	VRS組み合わせ
価格	数十万円	1千万円程度	数百万円～1千数百万円
用途	計画・管理 打ち合わせ・簡易計測 自治体	大縮尺地図作成測量 高密度点群 測量・土木・建設	現況測量 景観データ取得 中・小縮尺地図作成測量 農業 森林調査

新機能 アノテーション記録/管理機能

現場で記録したい詳細情報を、写真や高精度位置情報、付属情報などをまとめて「アノテーション」として記録する機能が追加されました。複数のSiteVisionとTrimble Connectを使って情報を共有することで、次回現場を訪問した際にデータをエアタグとしてARで表示させ、次の作業に活用することができます。

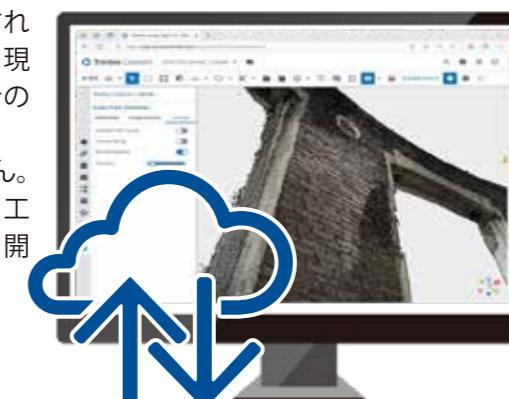


Trimble SiteVision Handy2



Trimble Connect

SiteVisionで収集した3次元点群やアノテーションなどの現場情報は、インターネットを通じてすぐにTrimble Connectに集約されます。Trimble Connectは、業務を効率化させるためのクラウドサービスです。Trimbleが提供する多様な機器で計測したデータや、オフィスのシステムで作成した成果を共有します。クラウド上で管理される各種データは、アカウントを持つ現場関係者全員と共有されます。これにより、事務所でのデータ確認や指示が可能になり、現場作業の手戻りや無駄を減らすことができます。SiteVisionはその重要な一端を担う情報管理ツールとしても最適です。SiteVisionは、単なるAR表示や点群取得のツールではありません。工事発注者と工事受注者、現場作業者と工事設計者(管理者)、工事会社の担当者と近隣住民が情報を共有し、新しい未来を切り開くことを目的とした『人とモノを未来につなぐ』システムです。



連携強化!

現場管理者

設計会社

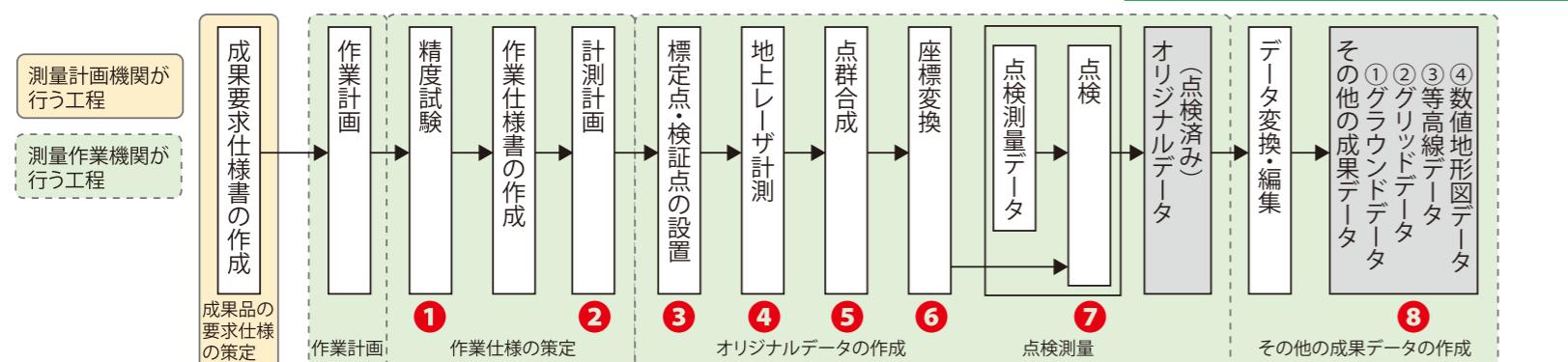
測量会社

「地上レーザ測量システムを用いた三次元点群合成マニュアル」に対応

2025年夏

「地上レーザ測量システムを用いた三次元点群合成マニュアル」から引用

令和6年(2024年)3月に「地上レーザ測量システムを用いた三次元点群合成マニュアル(以下、当マニュアル)」が公表されました。以前の作業規程準則の地上レーザ測量では、平面直角座標系以外の座標系で計測する場合、1回ごとの計測において、標定点の設置及び位置の計測を行い、標定点の座標値を用いた平面直角座標系への座標変換により三次元点群データを作成しなければならない為、計測回数が多い場合は作業負担が大きく課題でした。当マニュアルでは点群データを処理ソフトウェアで合成処理し、合成処理した全体の点群データを平面直角座標系に座標変換する手法が定められているため、マニュアルに準じて作業することで、標定点の数が少なく済み、作業負担を大幅に軽減できます。



当マニュアルでは、オリジナルデータの作成及び点検方法と、オリジナルデータを編集して作成する他の成果の作成について、作業手順等を規定しています。品質を確認するために使用する地上レーザ測量システムは、測量に使用する前に精度試験を行う必要があります。また精度に大きく影響を及ぼす工程では、適切な点検を行い、精度管理表等を作成し、管理することが定められています。以下、当マニュアルのいくつかの工程について、当社製品(Trimble Xシリーズ、Trimble Business Center(以降、TBC)、TOWISE)を使った際の作業内容をご紹介します。

①精度試験>TBC

測量に使用する前に成果品要求仕様書に基づき地上レーザ測量システムの精度試験を実施します。TBCを使って、精度試験の記録簿を作成できます。



②作業計画(計測計画) > TOWISE

平面直角座標系に座標変換する際の基準とする標定点や、合成した点群全体の座標精度を点検するための検証点、地上レーザの配置位置を計画します。TOWISEを使って、地理院地図を背景にした計画図を作成できます。



③標定点・検証点の設置>TOWISE

標定点や検証点を現場に設置します。設置した各点の成果表や精度管理表等は、TOWISEを使って作成できます。



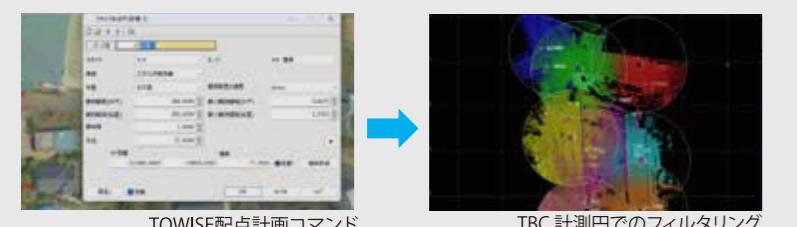
④地上レーザ計測

地上レーザスキャナを使って計測します。必要に応じて、三角コーンなどを設置して合成の精度を向上させることも可能です。高速に高精度な計測が可能なTrimble Xシリーズが最適です。



『精度の高い点群データの抽出と合成』

地上レーザ計測では、観測地点から遠く離れた地点の点群データも取得しますが、これらの精度の低いデータを含めて点群合成を行なうことは適切ではありません。TOWISEには、要求されている計測条件を元に地上レーザスキャナの有効範囲を計算する「配点計画」の機能を搭載しています。計測された点群データと配点計画コマンドで設定した計測円のデータをTBCに読み込み、計測円の範囲内でフィルタリングすることで、計測条件を満たす、精度の高い点群のみを抽出でき、合成精度の低下を防ぐことができます。

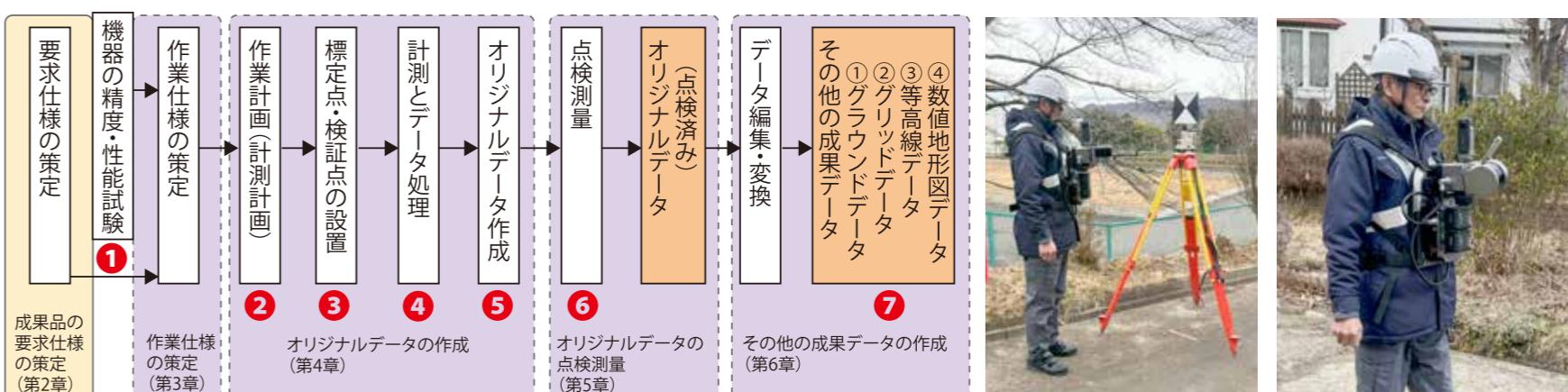


「LidarSLAM技術を用いた公共測量マニュアル」に対応

2025年夏

「LidarSLAM技術を用いた公共測量マニュアル」から引用

近年、SLAM(Simultaneous Localization and Mapping:自己位置推定同時地図作成)技術を利用したリアルタイム空間把握手法が登場しており、当社取り扱い製品であるGoSLAMも大変ご好評をいただいております。「LidarSLAM技術を用いた公共測量マニュアル(以下、当マニュアル)」は国土地理院が定める「新しい測量技術による測量方法に関するマニュアル」のため、当マニュアルに従った作業を行うことで、LidarSLAM技術を用いた機器を公共測量に使用できます。



当マニュアルでは、LidarSLAM技術を用いたレーザスキャナを使用したオリジナルデータの作成及び点検方法と、オリジナルデータを編集して作成する他の成果の作成について、作業手順等を規定しています。LidarSLAM技術を用いたレーザスキャナは、機器によって性能等が異なることから、測量に使用する前に、要求仕様を満たす成績が得られることを確認するための精度・性能試験を行う必要があります。以下、当マニュアルのいくつかの工程について、当社取り扱い製品(GoSLAM RS100i、TBC、TOWISE)を使った際の作業内容をご紹介します。※「地上レーザ測量システムを用いた三次元点群合成マニュアル」と共通の工程については、P11をご確認ください。

①精度試験>TBC→P.11参照

②作業計画(計測計画)>TOWISE

計測範囲、経路(始点及び終点)、標定点や検証点の位置、点検測量の範囲について計画します。TOWISEを使って計画図を作成できます。



③標定点・検証点の設置>TOWISE→P.11参照

④計測データと処理>TBC

計測結果として、計測範囲、経路等をとりまとめます。TBCを使って、計測実績図の作成や計測点群データの平面直角座標系への変換が可能です。



⑤オリジナルデータ作成>TBC

データ処理後の点群を、要求仕様に則してファイルに保存します。TBCを使って、LAS形式やCSV形式等のファイルを作成できます。

⑥点検測量>TBC

点検測量を実施し、オリジナルデータが要求仕様を満たしているかを点検します。点検した結果は成績品としてTBCで取りまとめます。



点検測量結果精度管理表帳票

⑦その他の成果データ>TBC・TOWISE→P.11参照

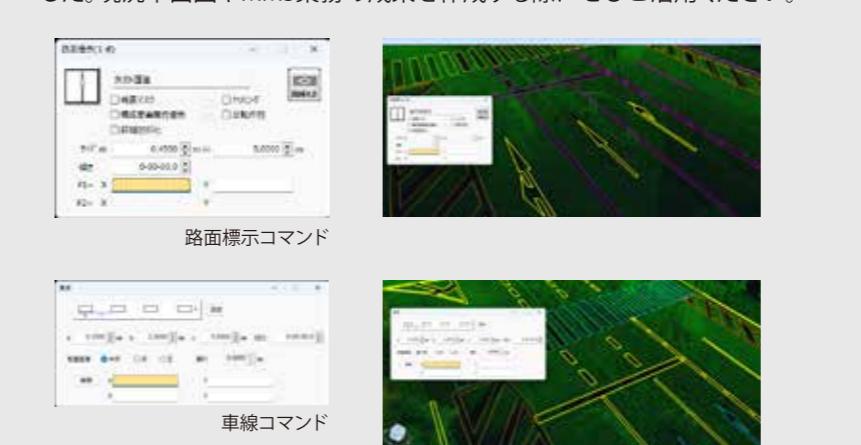
作業工程	対応ソフトウェア	番号	名称
1. 要求仕様の策定			LidarSLAM機器精度・性能試験記録
2. 作業仕様の策定	TBC	様式1	
3. 機器の精度・性能試験			計測計画図 標定点明細表 検証点明細表 標点結果表 検証点結果表 計測実績図 平面直角座標系への変換 精度管理表(標準点) 平面直角座標系への変換 精度管理表(検証点) 点密度検証精度管理表
4. オリジナルデータの作成	TOWISE	様式2	計測計画図
5. オリジナルデータの点検測量	TBC	様式3	標点結果表
6. オリジナルデータの編集	TOWISE	様式4	検証点結果表
7. オリジナルデータの点検	TBC	様式5	計測実績図
8. その他の成果データの作成	TBC	様式6	平面直角座標系への変換 精度管理表(標準点) 平面直角座標系への変換 精度管理表(検証点) 点密度検証精度管理表
9. その他の成果データの作成	TOWISE	様式7	点検測量結果精度管理表 グラウンドデータ、グリッドデータ、等高線データの作成 等高線データ、数値地形図データの作成

TOWISE CAD HC パワーアップ! (Ver.6.7.0.0)

2025年夏リリース予定のTOWISE Ver.6.7.0.0。3次元対応CADのTOWISE CAD HCがさらに進化します。リリースに先駆けて改良内容をピックアップしてご紹介します。

・路面標示対応

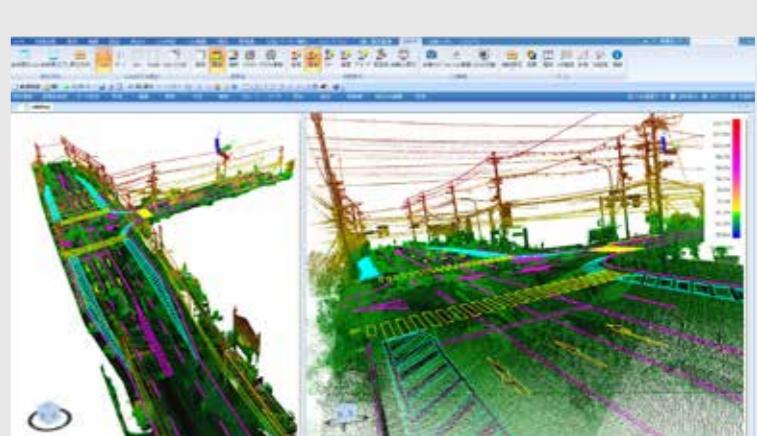
道路の車線および路面標示をトレースするための専用コマンドをご用意しました。現況平面図やMMS業務の成果を作成する際にぜひご活用ください。



・高速化! 大容量化!

点群が旧バージョンに比べ約半分の時間で読み込みができるようにスピードアップ! また、旧バージョンに比べ約2倍の点群量を扱えるようになりました(メモリ32GBで約4億点)。

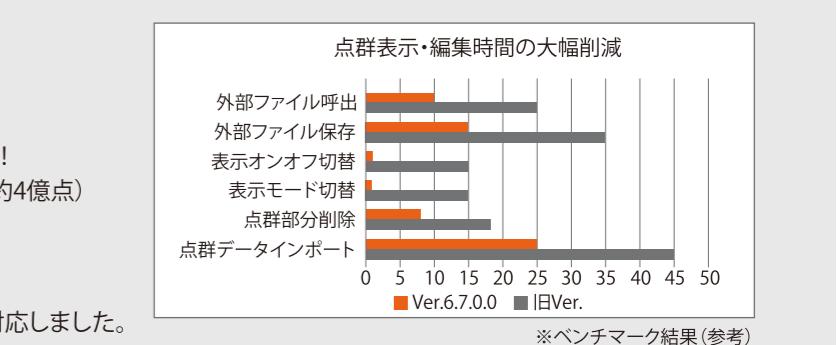
※ベンチマーク結果は右記図をご参照ください。



出典:香芝RIDデータ

・印刷・エクスポートに対応

TOWISE CAD HC内で印刷、データインポート/エクスポート(DWG,DXF,SFC,P21)に対応しました。



SightFusion for Desktop

コンクリート構造物の劣化を継続監視する技術を八千代エンジニアリング様と共同開発
(2024年7月)

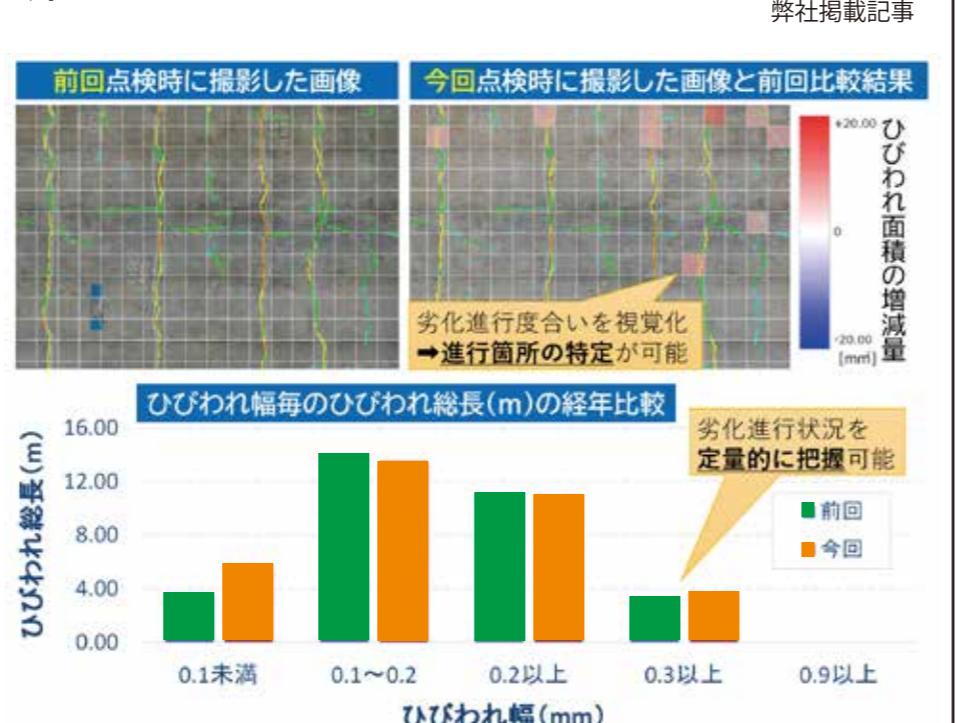
株式会社ニコン・トリンブルと八千代エンジニアリング株式会社は、AIを活用し橋梁などのコンクリート構造物におけるひび割れなどの劣化状況の継続監視を可能にする「劣化の進行評価技術」を共同開発しました。本技術の使用により、橋梁などのコンクリート構造物において、点検時期の異なる2つの撮影画像から、ひび割れなどの劣化進行がAIにより可視化され、角落ちなどの異常を検知できることが確認されました。

「ひび割れ進行評価技術を用いた橋梁維持管理の高度化・効率化を目指す取組み」が土木学会の2024年度インフラメンテナンスチャレンジ賞を受賞しました。(2025年2月)

株式会社ニコン・トリンブル、八千代エンジニアリング株式会社、東京都多摩市（以下、多摩市）が共同で実施している「ひび割れ進行評価技術を用いた橋梁維持管理の高度化・効率化を目指す取組み」が、公益社団法人土木学会インフラメンテナンス総合委員会が主催する「2024年度インフラメンテナンスチャレンジ賞」を受賞しました。本技術は2時点の高解像度画像に対する画像AI・差分解析技術により、橋梁などコンクリート構造物のひび割れ進行状況を適切に把握するものです。

受賞理由

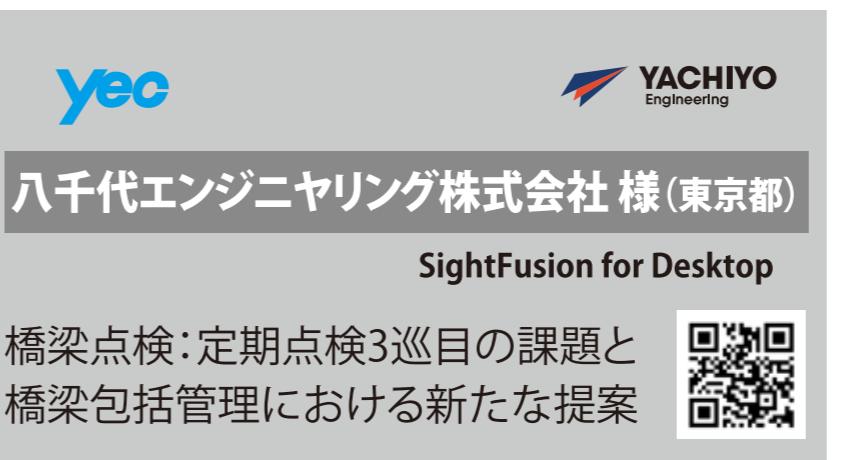
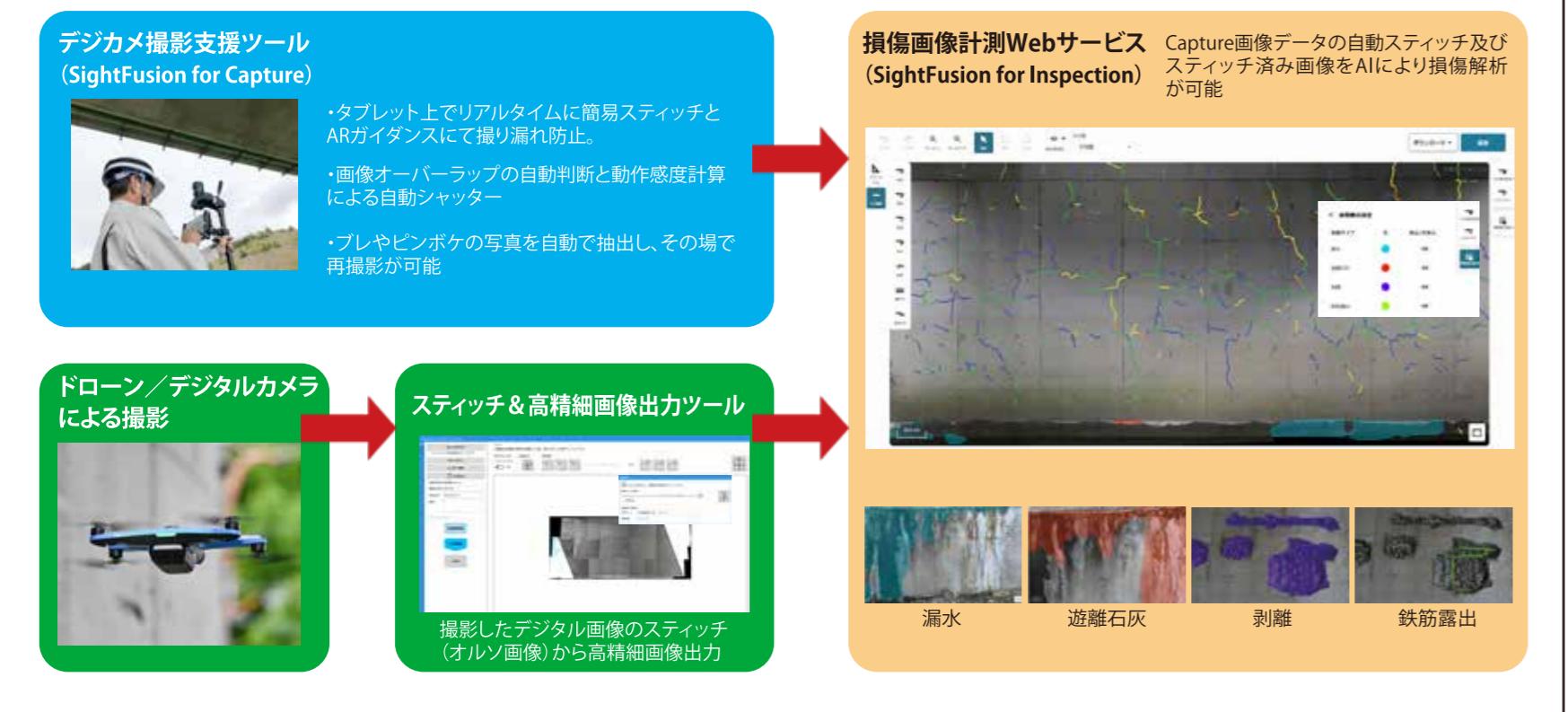
点検記録においてひび割れが進行傾向にある PC 橋を対象に、データによる複数年の継続監視を実施し、2時点の高解像度画像に対する画像AIと差分解析技術により、経年的な進行状況を定量的に把握することが可能となった。本技術によりデータに基づいて損傷の進行状況を把握することで、措置のタイミングの適正化、予防保全の推進に寄与した(※)。※主催者発表コメントを引用



SightFusion

新たに漏水・遊離石灰、剥離・鉄筋露出の損傷検出に対応!

WebアプリであるSightFusionは、2024年、ドローン等の撮影画像や外部アプリで結合した高精細な画像解析への対応に続き、2025年、ひび割れ以外の4損傷（漏水・遊離石灰・剥離・鉄筋露出）の解析に対応致します。

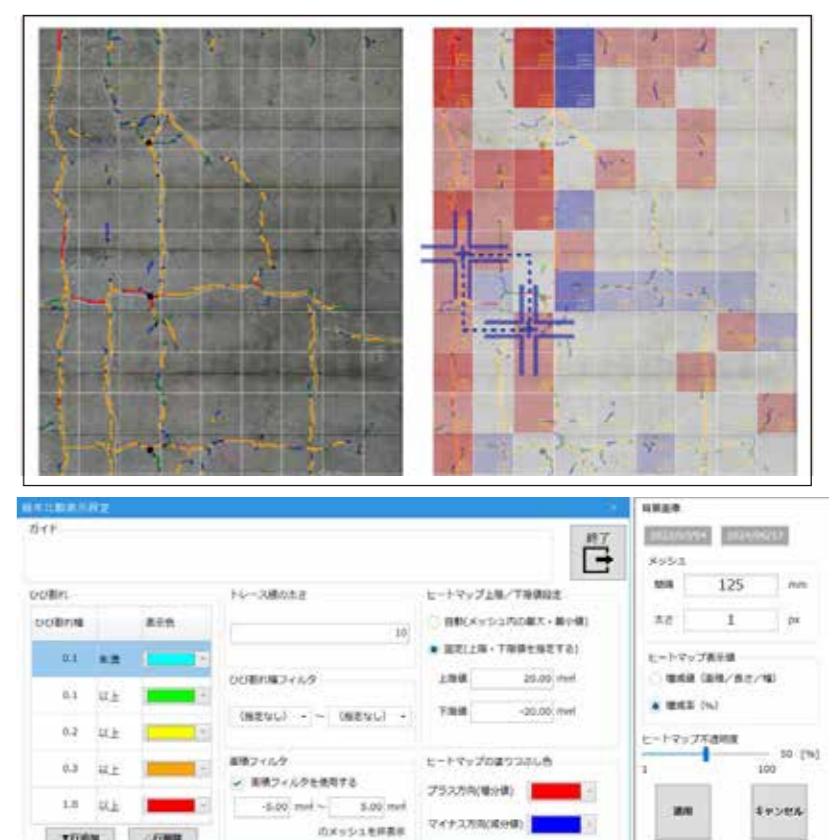


—比較が行える機能のメリットは

点検・計画・設計・工事までプロセス間を連携させ客観的データ取得の価値を後続の作業にも見出せるようになります。進行性が確認されれば補修設計につながりますし、進行性が確認されない場合でも、客観的データに基づき損傷が進行していないことを明確にし、補修要否の判断ができることになります。例えば、補修工事箇所が削減されることや、工事が不要になることも考えられます。最終的な判断は、現在は人を想定していますが、診断までAIができるようになれば、より便利になりますね。

—進行状況の把握の手法についてお聞かせください

定量的に比較するため解析範囲をメッシュ状に分割し、各メッシュで損傷の進行性を把握する手法で検討しています。AIにより数値化し、2時点の差分により注目すべき箇所を抽出し、マーキングされた箇所に対して経年前後の画像を目視で確認して診断します。



—画像AIのシステムを提供しているメーカーが複数ある中、SightFusion for Desktopを採用した理由を教えてください

当初3社のメーカーから話を聞き、試行した結果、検出率が一番高かったのが御社のソフトでした。また継続監視し進行状況を把握するという課題に関して中長期で継続的にソリューションを発展していくことが重要で、そこに向かって進めるメーカーとタイアップしたいと考えた際、共同でやっていく姿勢が一番高かったため、共同開発をお願いしました。

—今後の展開として製品化に向けた取り組みを教えてください
メリットはやはり定量化ですので、品質の安定を目指してデジタル一眼カメラだけではなくドローンを含めた複数のデータ取得手法でも検証していきたいと考えています。また、多摩市では比較的劣化進行の懸念が無いフィールドでしたので今後は劣化進行の懸念があるフィールドでどのくらい感度良く抽出できるかも検証のポイントです。また、弊社もニーズは仮説レベルのための様々な現場で実証実験を重ねていき、機能を精査していくたいと考えています。

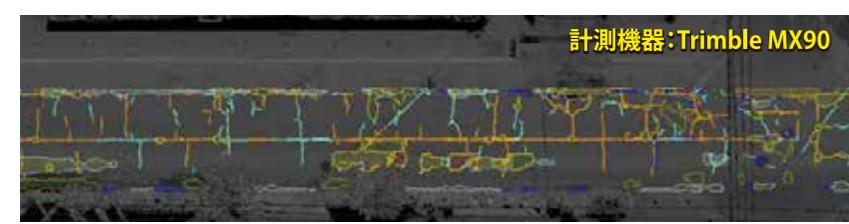
→3次元的な管理は今後展望としてはいかがでしょうか
3次元の活用も今後オープンデータが充実し気軽に利用できる状態になれば、そこに紐づけるだけになるので活用範囲は広がってきます。包括管理で群として管理していくことでデータ活用の価値を付加していくことでプライオリティが明確になってくると思います。

車載型マッピングシステムTrimble MXシリーズ
～Never miss a detail～
決して細部まで見逃さない、モバイル・マッピングシステム

Trimble MX90
MX90は、Trimble ProPointエンジンにより、都市部や農村部の厳しい環境でも比類のないGNSSパフォーマンスを発揮し、大規模なモバイルマッピングプロジェクトを活用します。

Trimble MX60
MX60は、データキャプチャを簡素化し、専用のオフィスソフトウェアにより、現場から仕上げまでの資産管理とメンテナンスのワークフローを合理化します。

Trimbleの車載型モバイルリアリティキャプチャシステムは、ジオリファレンス技術と高精度の高速レーザスキャンおよび高解像度イメージングセンサーを統合し、膨大な量の正確なジオリファレンス空間データを迅速に収集。3Dモデル、マップ、GIS成果物などに変換できます。



Trimble Mobile Mapping Q&A

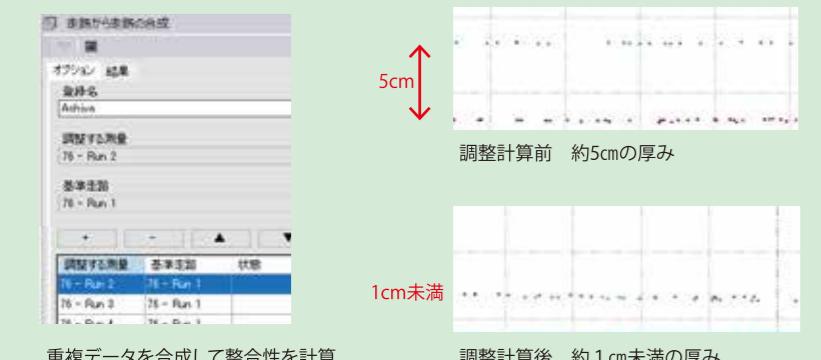
Q1.
計測前の初期化作業はどのような手順になりますか？

A1.
IMUの収束のため、車両での走行で90°ターンを2、3回行ってください。面倒な、8の字走行などは不要です。上空が開けた場所で5分程度待機して初期化完了です。

Q2.
交差点など同じ箇所を走行すると部分的に点群に厚みが生じる場合があります。対処する方法はありますか？

A2.
Trimble MX90/60は、高精度のレーザセンサーとIMU及びGNSSを搭載しており、点群の厚みエラーは極めて少ないMMSです。路線を往復して計測し、点群に厚みが発生しても「走路から走路の合成」処理を行うことで基準とする走路の点群に調整したい走路の点群を合成できます。

データを密に収集するために路線を重複走行



Q3.
MMSを使って路面性状調査を行うことはできますか？ヒビ、轍、くぼみなどの抽出を再現性高く効率的に行いたいのですが…。

A3.
Trimble MX90/60を使って効率的な路面性状調査を行うことが可能です。ヒビは高解像度の後方カメラから。轍、くぼみなどは高精度高密度点群から抽出可能です。AIを搭載したTrimble Business Centerの「点群の自動分類」コマンドを使用し、客観的に、効率良く、再現性の高い成果が得られます。

性能比較 *スキャナ2台搭載時の比較

	Trimble MX90	Trimble MX60
スキャン速度	500スキャン／秒	400スキャン／秒
レーザ最長距離	475m	80m
点密度	約360万点／秒	約200万点／秒
360° カメラ解像度	7200万画素	
前方カメラ解像度	1200万画素×2台	なし
後方カメラ解像度	1200万画素	
IMU精度 (GNSS中断なし)		
X、Y位置 (m)	0.01	
Z位置 (m)	0.01	
Roll and pitch/Heading	0.0025° / 0.010°	
センサーユニット重量	37kg	26kg

MMS計測サービスのご案内

現場の状況やリクエストに基づき、ニコン・トリンブルが所有するMMSと車両を用いて3Dデータキャプチャを行うサービスです。災害対策事業や道路台帳など広範囲にわたる3次元測量が一時的に必要な場合、お気軽にお声掛けください。作業前に予めお客様とのヒアリング後、適切な計測機種の選択・計測ルートなどを決定しデータキャプチャ作業を実施いたします。

- 3次元点群(Las)またはTBCのプロジェクトデータをご提供します。
- 使用するMMSは、Trimble MX9またはMX50から選択可能です。
- 一日最大10km(計測距離)を実施可能です(極力柔軟に対応します)。
- 標定点などはお客様での観測、設置をお願いしています。

Trimble MMS計測サービス料金

	基本料金 (計測費用／1日)	技術者派遣料 (1人／1日)
MX50	580,000円	60,000円
MX9	780,000円	60,000円

※実施場所や期間により、別途諸費用(旅費交通費など)が必要となる場合があります。



計測サービスに関するお問合せは、最寄りのニコン・トリンブル販売店にお声掛けください。

機動性はハンディ型スキャナ!点群品質は地上型?
ナビビズ

NavVis MLX

高速キャプチャ
高品質3次元点群
直感的なオペレーション

NavVis MLXで取得した3次元点群(大阪府吹田市)

優れた機動性と作業性

NavVis MLX(以降、MLX)は軽量かつコンパクトなハンディ型のスキャナです。測量現場でのワークフローは、一般的なハンディ型スキャナと変わらない高い機動性能を持っています。スキャナ開始前の初期化も水平な場所に置き、静止して少し持った後、MLXを持ち90度旋回させるだけでスタート。その後、写真のようなスタイルで対象エリアを歩くことで鮮明かつ高精度の3次元点群を取得します。本体に装着された画面ではスキャナの進捗状況をわかりやすく表示されますので、スキャナ漏れを防ぐことが可能です。



MLXに搭載された高解像度12メガピクセルの複数のカメラを使い任意のタイミングで写真撮影。極めて鮮明なカラー情報を収集します。
MLXの重量はバッテリ込みで3.6kgです。軽量に加えハーネスに固定しながらデータキャプチャが基本姿勢となりますので、現場での疲労感は皆無です。

地上型レーザに近い高品質点群

一般的なハンディ型レーザと同等の機動性能でありながら、地上型レーザに近い高品質で高精度の3次元点群を取得することが可能です。例えば下記は市街地をMLXで計測したデータです。道路線のその形状を正確に点群描寫しています。またハンディ型では描写が難しかった標識ポールなどの円柱の形状も正確に描写できるなど、高い精度での点群取得が可能です。



Lidar SLAM技術を用いた公共測量マニュアルに準じた精度検証

MLXで取得したデータが公共測量マニュアルに準じた精度検証でどの程度の精度が得られたのかを検証しました。4点の標定点で座標変換した点群に対し、3点の検証点で精度確認した結果が下記の通りです。SLAMでしながら地上型レーザスキャナに近い極めて良い成果を得ることができました。

標定点座標(基準)	検証点座標	X	Y	Z
NavVis MLX	300	-137467.687	-45836.093	2.493
		-137467.688	-45836.101	2.464
		0.001	0.008	0.029
標定点座標(基準)	検証点座標	X	Y	Z
NavVis MLX	301	-137483.23	-45799.008	2.48
		-137483.187	-45799.024	2.464
		-0.043	0.016	0.016
標定点座標(基準)	検証点座標	X	Y	Z
NavVis MLX	302	-137481.115	-45845.045	2.522
		-137481.085	-45845.069	2.498
		-0.03	0.024	0.024

高精度保持、ユニークなSLAM技術

MLXは高品質で高精度な点群をキャプチャするために、ユニークなSLAM技術を搭載しています。従来のハンディ型レーザスキャナは、3次元点群だけを利用して連続的に自己位置を推定しながらスキャニングを行います。一方、MLXはこれに加えて、ビデオキャプチャを用いたビジュアルオドメトリを組み合わせることで、より正確な自己位置の算出と点群の生成を実現しています。その結果、自己位置の推定精度が向上し、これまで計測が難しかった同一形状の廊下などにおいても高精度な測量が可能となる、優れたLidarSLAMシステムと言えます。



2つのビジュアルオドメトリカメラ
(2メガピクセル)を搭載

トンネルなど苦手な環境でもスキャニング可能
※照明や壁面模様など一定の条件あり

ノイズの自動除去処理

MLXで取得したデータをIMON(クラウドシステム)に渡すだけで、面倒な点群処理が一気に解決!これまで時間をかけていたノイズ点群(通行車両や人など)の除去を自動化し、余分な作業を大幅に削減できます。さらに、点群合成の精査計算も同時に実施。また、任意のサイズでボクセル処理を行うことで、バラつきの少ない高精度な点群を生成し、構造物の形状をより明確に描写可能。複雑なデータ処理を簡素化し、業務精度とスピードを飛躍的に向上させます。



ナビビズ NavVis VLX

NavVisソリューションは用途に合わせたラインナップもご用意しております。ウェアラブルタイプのNavVis VLXは、疲労もなく、2台のレーザスキャナを搭載することで、より高速、高密度の点群取得と高解像度カメラによる鮮明なカラーライゼーションを実現します。更に広いエリアの計測、高密度な点群が必要な測量業務に最適です。



資産と技術の有効活用で新たなビジネス機会を創出!

Trimble ACCESS

MONITORING

半自動動態変位計測ソリューション



お持ちのTrimble
サポートータルステーション +

フィールドソフトウェア
Trimble ACCESS
(モニタリングモジュール)

お持ちのサポートータルステーションが
イベント型変位計測システムにも活用可能!

Trimble Accessモニタリングモジュールは、半自動動態変位計測ソリューションに属し、必要な時にまたは定期的に(1か月に1回など)タータルステーションを現場に持ち込み、監視ポイントを計測し変位量を観測します。全自動変位計測システムと比べて、シンプルな構成ため、低コストで変位計測を実施できます。監視ポイントの登録、計測方法の設定なども容易で、観測終了後はすぐに変位を表示できます。また、観測データはWebベースでも閲覧でき、レポートの作成や出力も行えます。オフィスソフトウェア「Trimble 4Dコントロール」では、取得したデータを展開し、各監視ポイントの変位を時系列でグラフィカルに表示可能。より詳細なレポートを出力することも可能です。

Trimble Accessで変位計測

Trimbleイベント型変位計測のワークフローとシステム構成

現場の要件に従って現場定期訪問

- ・2週間に1回など(任意)の現場への都度訪問
- ・後方交会法等による機器設置精度管理
- ・複数個所の自動観測(オートロック利用)



この定点観測は機器設置場所が毎回異なっていても構いません。後方交会法にて機器設置を行います。

Trimble TS+ACCESSによる現場観測

- ・観測点登録座標への自動旋回と計測
- ・登録座標、前回観測値の差異(dX,dY,dZ)の算出
- ・計測間隔とエポックの設定



変位詳細分析(時系列変位量管理)

- ・プロジェクトの管理とWebによる共有
- ・時系列的な結果蓄積と表示
- ・変位要素の設定とグラフによる表示
- ・アラームの設定とアラート発信とレポート出力



情報



鉄道計測ソリューション Trimble GEDO Scan & TBC 自動分類 利用事例

Good Job!

軌道内における融雪設備 (スプリンクラー)の3次元管理

雪国の鉄道沿線では、安全な運行のために融雪作業が欠かせません。そこで、沿線周辺の融雪設備(スプリンクラー)を3次元データで管理し、効率アップが可能であるかとのご相談をいただき計測試験を行いましたので、その成果をご報告させていただきます。

使用した技術と方法

- 【1】Trimble GEDO Scanを使って軌道内の詳細な3次元点群データを取得



- 【2】Trimble Business CenterのAI学習機能でトレーニング(右項目を参照)を実施し、独特な形状の融雪設備を自動的に分類

成果

- 【1】融雪設備の位置や状態を3次元で管理します。

- 【2】各管理セクションで3Dデータを共有できます。

- 【3】短時間で迅速にデータを収集し、人員に関わらず効率的に作業を実施可能です。

- 【4】AIによる自動抽出機能で目的の設備を簡単に分類できることを証明しました。

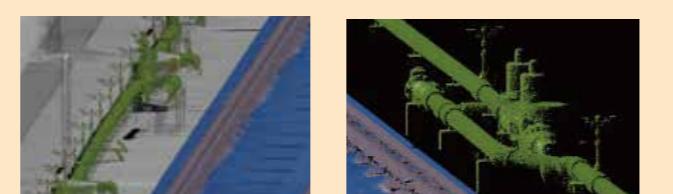
Trimble GEDO Scanは、鉄道設備における「材料計測」「建築限界計測」「ホーム検測」「計画と設計」「架線計測」「出来形計測」「軌道の保守点検」「動態監視」などの業務で活躍します。

* AI機能を搭載して点群の自動分類精度が向上、独自の分類項目をトレーニングし活用

Trimble Business Centerの「点群の自動分類」コマンドにAI機能を搭載し、標準項目以外にも様々な形状の自動分類が可能になりました。線路のホーム脇に設置された「融雪設備」を分類するためにトレーニングを実施しました。試験計測で取得した点群から「融雪設備」のみを手動で分類し、学習させます。手動での分類は半日ほど要しましたが、学習時間は1時間程度で、下画像のような分類結果となりました。学習するデータが多いほど、さらに分類効果は向上します。



融雪設備の写真(スプリンクラーと配水管)



自動分類された融雪設備(緑)

瞬時に測る、正確に描く

GOSLAM

2024年、颯爽とデビュー!

小型軽量のハンディタイプ LiDAR SLAM「GoSLAM RS100i」

おかげさまで、多くの方にご活用いただいております。

「GoSLAM RS100i」は、リアルタイム測位・マッピング技術であるSLAMを採用し、屋内外の未知の環境において自己測位とインクリメンタルな3Dマッピングを実現します。測量・土木・建築など、あらゆる現場で迅速かつ効率的に点群データを取得でき、高性能スキャナの補完を担うサブスキャナとしても活躍が期待されています。今後も、常識にとらわれない斬新な活用方法が期待されます。

■ GOSLAM 特徴

機動性能	持ち運びが容易 即スキャン開始	・本体重量 1.2kg ・計測開始に1分
即時性能	点群生成 マップ表示	・即時スマートで確認 ・計測漏れなし
使用用途	高性能スキャナの補完 立ち合い検査や確認	・計測できない箇所 ・誰でも使える

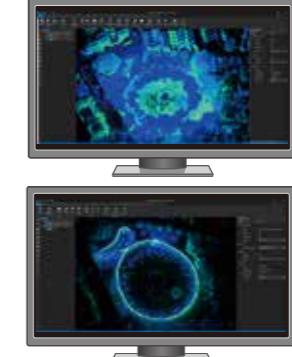


■ GOSLAM ワークフロー シンプル操作でスキャン開始!



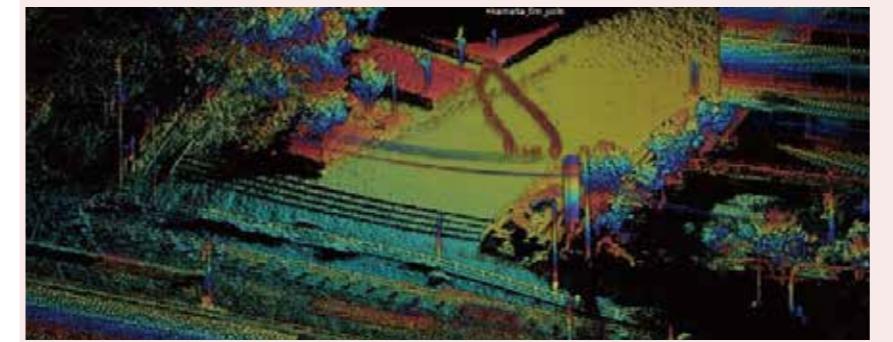
■ GOSLAM LidarWorks (点群処理ソフトウェア)

GoSLAM LidarWorksは、GoSLAM RS100iで観測した点群処理を行うソフトウェアシステムです。点群の削除、ノイズ除去、合成、グリッドモデルの生成など豊富な機能を搭載しています。様々な形式の点群ファイルをエクスポートできますので、ご使用中の点群処理ソフトウェアにインポートできます。また、コントールポイントによる座標付けも簡単にできますので、現場に即した点群処理も可能です。



6mポール(オプション)を使ってみた!

「GoSLAM RS100i」には豊富なアクセサリーが準備されており、その一つに、高所での計測が可能な6mポールがあります。点群を取得するセンサーをポールの先端に装着し、ケーブルで接続されたロガーをポールの下の作業者が身体に装着しています。センサーが取得した「リアルタイムスキャンデータ」をスマートで見ながら取得したい現場へ移動します。今回は、男性3人で支えながらゆっくり歩きで高所観測を行いました。(ちょっと重たいです、汗) 6m上空では、本体のセンサーが風でゆらゆらと揺れていますが、IMUが搭載されていますので取得した点群には影響なく十分な観測を行いました。



地山の土量管理



ロガーを腰にぶら下げ、手元のスマートに映る。上空からのリアルタイムスキャンデータを確認中



必死でささえる人々、苦笑

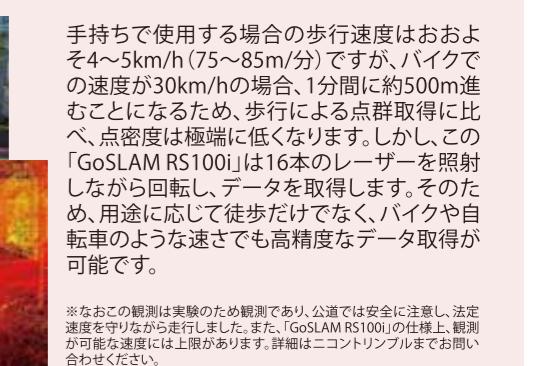
バイクに乗って測ってみた。簡易MMS!

「GoSLAM RS100i」は仕様上、最大20km/hで計測可能です。世界で最もせかせか歩く大阪人でも、その時速は約5.7km程度ですので歩行による計測は問題ありません。そこで、バイクに搭載して簡易MMSとしての利用を試みました。今回は、法定速度内の30km/hまで速度をあげ計測を行い、その差を確認しています。



時速20km

時速30km

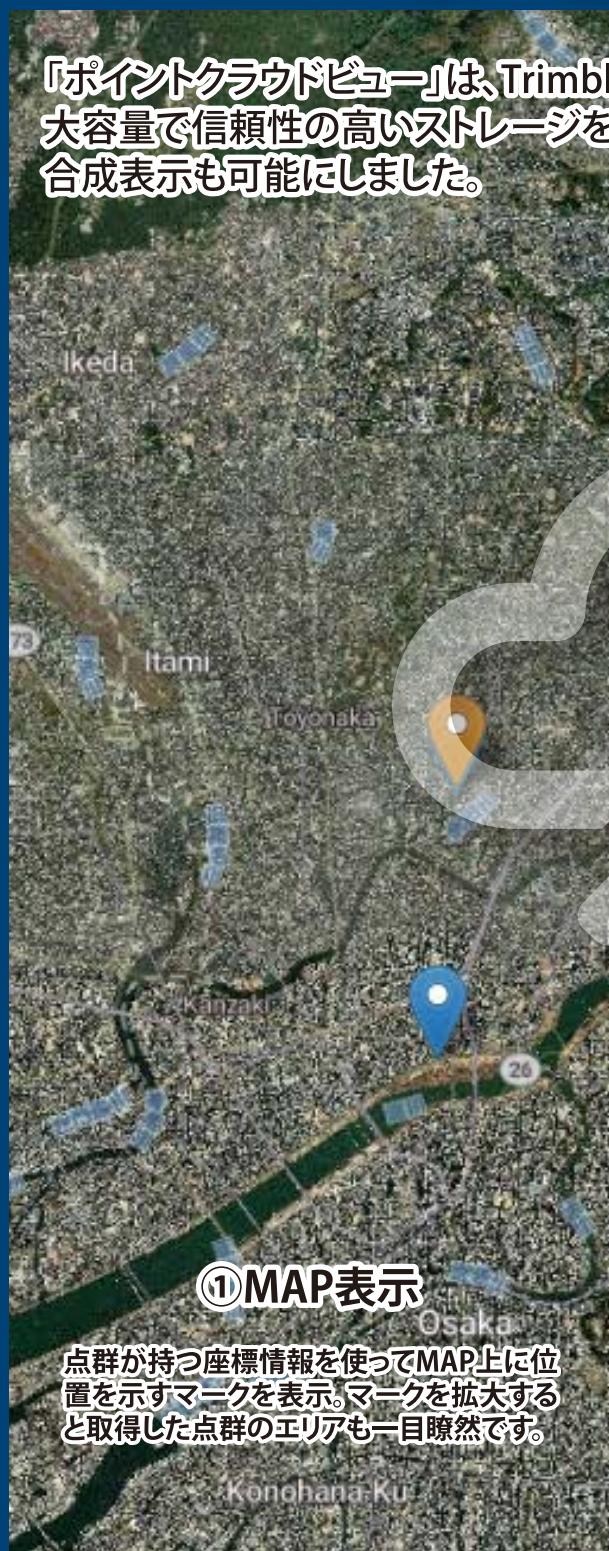


手持ちで使用する場合の歩行速度はおおよそ4~5km/h (75~85m/min)ですが、バイクでの速度が30km/hの場合、1分間に約500m進むことになります。しかし、この「GoSLAM RS100i」は16本のレーザーを照射しながら回転し、データを取得します。そのため、用途に応じて徒歩だけでなく、バイクや自転車のような速さでも高精度なデータ取得が可能です。

※おこの観測は実験のため観測であり、公道では安全に注意し、法定速度を守りながら走行しました。また、「GoSLAM RS100i」の仕様上、観測可能な速度には上限があります。詳細はニコントリブルまでお問い合わせください。

POINT CLOUD VIEW

NEW



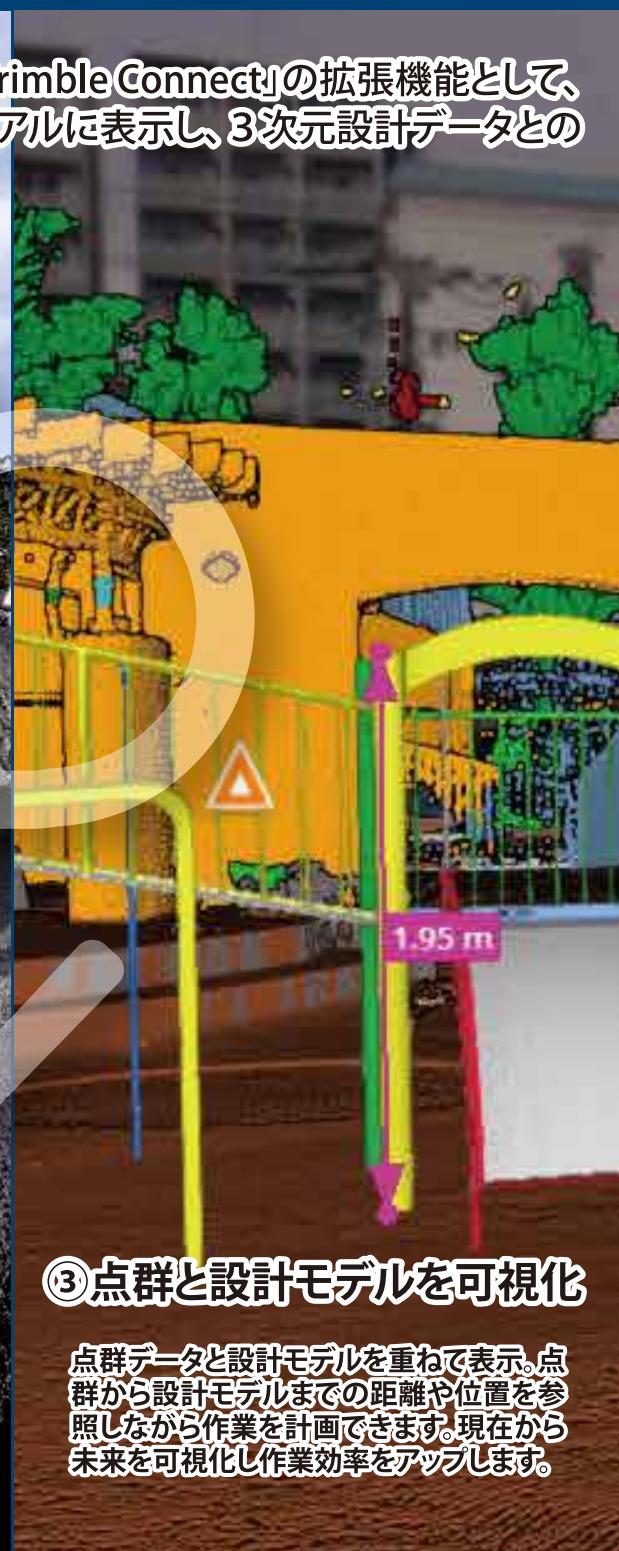
①MAP表示

点群が持つ座標情報をもとにMAP上に位置を示すマークを表示。マークを拡大すると取得した点群のエリアも一目瞭然です。



②ステーションビュー

地上型レーザスキャナで計測した点群はステーション情報も合わせてポイントクラウドビューに共有することで器械設置した点からのパララメータを表示します。



③点群と設計モデルを可視化

点群データと設計モデルを重ねて表示。点群から設計モデルまでの距離や位置を参考しながら作業を計画できます。現在から未来を可視化し作業効率をアップします。

いつでも・どこでも

インターネット環境があれば、誰でもアクセスすることが可能。関係者との打ち合わせや協力会社間での情報共有を行う最強ツールとして威力を発揮します。(Windows PC、iOS、Android端末で閲覧可能)

安全・安心

世界3大クラウドサービスを活用して、プロジェクトのデータを共有します。USBやメールなどのデータ交換は不要。安全・安心なデータ共有で作業効率は大幅にアップします。

Trimbleシステムと連携

Trimble Connectは、計算編集ソフトのTrimble Business Centerや、フィールド商品のTrimble Access、Trimble SiteVision、そして3Dモデル作成のTrimble SketchUpに連携しています。その他、どんどん連携計画中!



株式会社 ニコン・トリンブル

<https://www.nikon-trimble.co.jp/>

ジオスペシャル事業部

〒144-0035

東京都大田区南蒲田 2-16-2

テクノポート大樹生命ビル

※掲載されている各値は、環境により変動します。

※Trimble及び地図儀と三角のロゴは、米国Trimble社の登録商標です。

※Microsoftは、米国Microsoft Corporationの米国及びその他の国における登録商標または商標です。

※その他、記載されている会社名、製品名は、各社の登録商標及び商標です。

※ご注意：本カタログに掲載した製品及び製品の技術（ソフトウェアを含む）は、「外国為替及び外国貿易法」等に定める規制貨物等（技術を含む）に該当します。

輸出する場合には政府許可取得等適正な手続きをお取り下さい。