

小規模施工向けのICT施工技術の手引き

※各社がウェブサイト、ニュースリリース、NETISなどで
公表している情報を参照してまとめたものです。

STONEX X120GO 3D SLAM レーザースキャナ

モバイルスキャン

SLAM技術を活用したハンディスキャナを用いて3次元点群データを取得する。地上型レーザースキャナは、計測ごとに盛り替えが必要だが、SLAMでは現場の標定点を辿って歩くことで連続した点群の生成が可能になる。

省人化、省力化、計測時間の短縮により、経済性の向上と工程の短縮が図れる。

適用範囲は、屋内外の3次元測量データの取得（起工測量・出来形測量）、照射距離は0.5m～120m。ただし、川や海など水が張られていない現場で利用する。

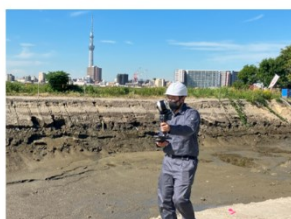
歩行距離が1kmを超えない小中規模の工事現場や、ドローンや地上型レーザースキャナでは計測が困難な林道などに適している。

◆3次元ハンディスキャナ「X120GO」使用イメージ

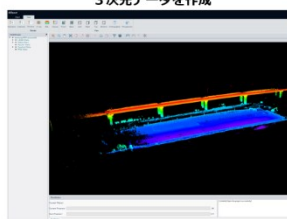
①計測対象



②X120GO + Goappアプリで計測

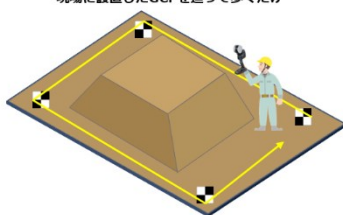


③GOpostで現場位置座標付き3次元データを作成



「計測概略図」

現場に設置したGCPを辿って歩くだけ



「使用機種（ソフトウェアは無償で付属）」

左から、データ解析&閲覧用PC・X120GO・Android端末



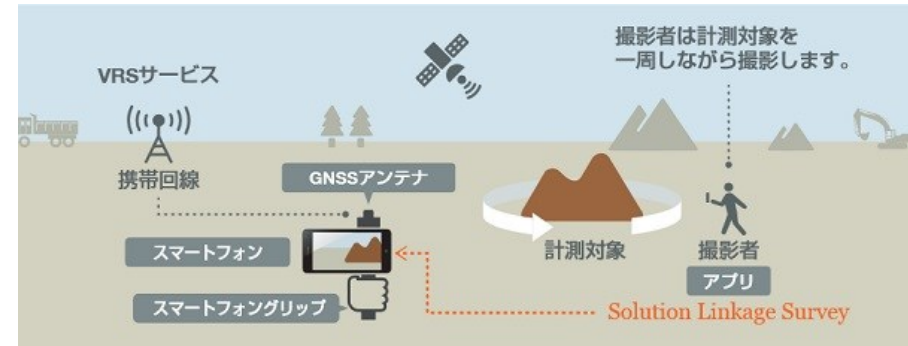
 Active Solution



日立建機 Solution Linkage Survey

モバイルスキャン

スマートフォンの動画撮影機能で取得した動画とGNSSアンテナから取得した位置情報をもとに複数の位置情報付画像を生成し、そこからクラウド上で3次元モデルを生成してスマートフォンに返し、スマートフォンのアプリケーション上で3次元モデルから盛土などの計測対象の土量を計測したり、点群を生成する技術。



土量計測の場合は、RTKによる座標取得のみで計測が可能だが、点群を生成して利用する場合は、現場座標で設置したTSなどを使って標定点・検証点を設置し、標定点設定機能を使って点群生成する。

Pix4D PIX4Dcatch プロフェッショナル

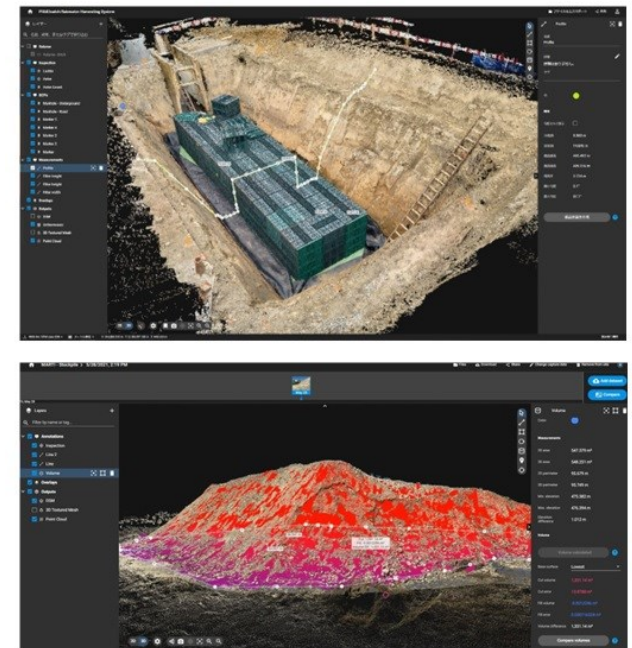
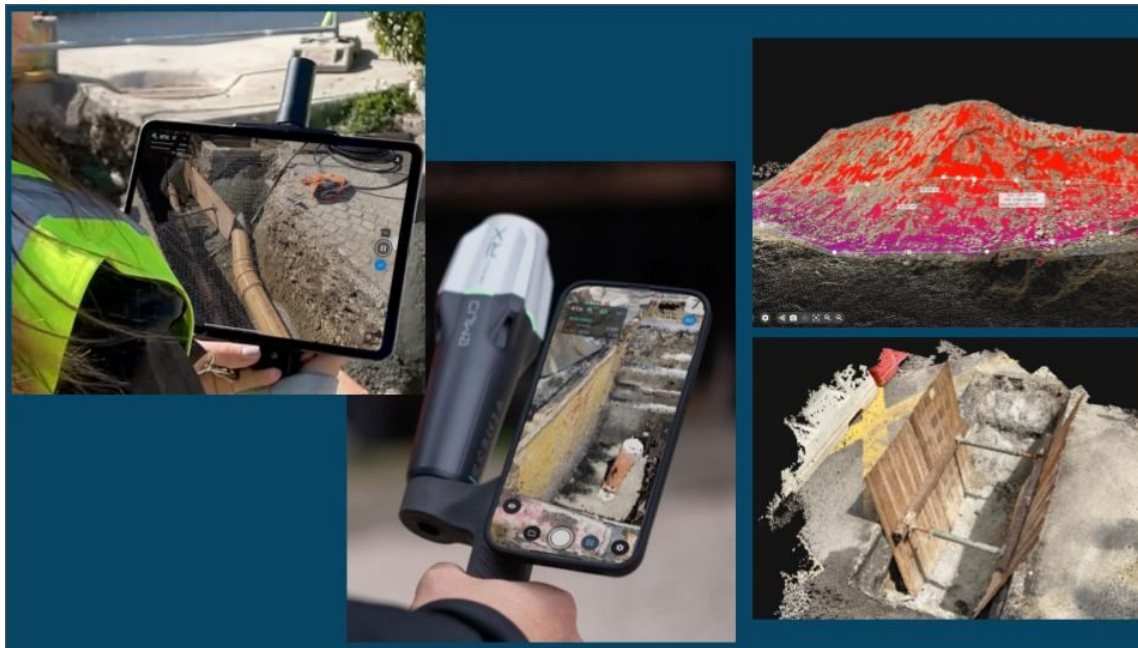
モバイルスキャン

iPhoneで 3Dモデルとマップを作成できる。アプリを立ち上げてキャプチャするだけでデータが収集され、正確な3Dモデルの生成が可能。

iPhoneに備え付けられているLiDARと、写真測量を合わせて点群を生成するため、抜け落ちなどを防ぐ。

また互換性のある RTK デバイスとアプリをペアリングすることで、センチメートルレベルの精度を実現し、3Dモデルの精度と地理位置情報を向上させ、ローバーとしての利用も可能になる。

3Dモデルを生成するには、収集した画像をPIX4Dcloud（クラウド）にアップロードするか、PIX4Dmatic（デスクトップアプリ）にエクスポートが必要。



EARTHBRAIN Smart Construction Quick3D

モバイルスキャン

iPhone、iPadのLiDAR及びカメラ機能を利用した地上写真測量技術。取得したデータをクラウドにアップロードすることで三次元点群データ処理を自動化することができる。

作成した三次元点群データはクラウド上で管理することができる。

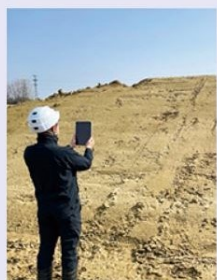
Smart Construction Quick3DとRTK-GNSSのSmart Construction Roverを連携させることにより、取得した三次元点群データに対する標定点、検証点の座標データの割り当てが容易に行える。

作成した三次元点群データ内の2点間距離の計測や体積計算も可能。

STEP.1

iPhone/iPadで 現場を撮影

Smart Construction Quick3Dのアプリをダウンロードして現場を撮影するだけ。



STEP.2

ローバーで 座標取得

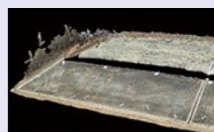
Smart Construction RoverなどのGNSSレシーバーやトータルステーションで標定点と検証点の座標を計測。



STEP.3

点群生成

短時間*で高精度な現場の3D化が可能。



*撮影写真枚数等により、所用時間は異なります。

Smart Construction Quick3Dのメリット

iPhoneやiPadに搭載されているカメラやLiDAR機能により、高密度で高精度な現場の点群データ生成が簡単にできます。

Smart Construction Quick3D 活用現場

具体的活用現場①

【大規模造成】
電線下、橋脚下など



具体的活用現場②

【道路・河川】
ブロック張り前の計測など



具体的活用現場③

【都市土木】
飛行制限区域での計測など



Smart Constructionシリーズとの連携



Smart Construction Rover



標定点の座標データの取得



Smart Construction Quick3D



3次元地形測量データの取得



Smart Construction Dashboard



施工現場の見える化

OPTiM Geo Scan

モビルスキャン

LiDARスキャナ付きiOS対応タブレット又はスマートフォンで取得したデータを、現場既知点もしくはネットワーク型RTK-GNSSローバーで取得した座標情報で補正し、現場の3次元点群データを簡易に取得、出力する技術。

iOSの同社製アプリで、iPhoneのLiDARを利用して点群取得を行う。生成する点群の座標は、現場既知点もしくはネットワーク型RTK-GNSSローバーで取得した座標情報で補正し、現場の3次元点群データを簡易に取得、出力する。

測量アプリ「OPTiM Geo Scan」使用イメージ

計測対象(仮置土)



タブレットで計測、GNSSで位置座標取得



測量アプリが現場位置座標付き
3次元データを作成



計測概略図



使用器機(LiDARスキャナ付きiPad又はiPhoneとGNSSレシーバー)

ipad pro

GNSS
レシーバー



iPadpro搭載LiDARスキャナ



Scaniverse(Toolbox AI), 3d Scanner App(Laan Labs)

モバイルスキャン

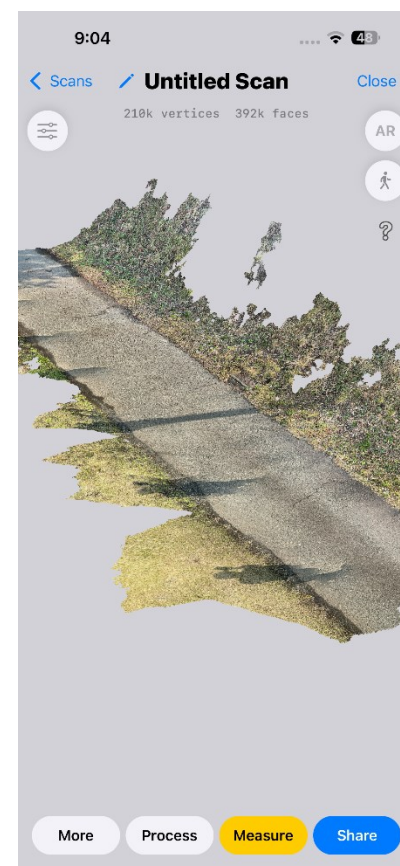
無料で使えるiPhone、iPadアプリ。
 LiDAR機能があるiPhone、iPadにインストールして使えば、簡単に点群を取得できる。
 ただし、RTKなどとの連携ができないため、生成した点群は、事前に標定点と検証点を計測範囲内に置いておき、現場座標で設置したTSなどで座標を計測し、点群処理ソフトを使って3次元ヘルマート変換する必要がある。
 非常に安価で手軽なモバイルスキャン技術。
 上記以外でも数種類がストアで手に入る。



Scaniverse



3d Scanner App



TOPCON LN-150 Layout Navigator「杭ナビ」

3次元計測機器

操作者1人で3次元計測ができる光波計測器。
直径260m・最大傾斜角 +55°と、土木の杭打ち
に十分な作業エリアを確保している。電源を入れる
だけで本機が自動整準する。付属のアプリで基本的な
3次元設計データの杭打ちや放射観測による3次元
測量が行える。

杭ナビ
Kui-Navi

電源を入れるだけで本体が自動
整準。

現場状況に合わせ任意点に本
機を設置する4種類の方法が選
択可能で、盛り替え作業が簡単
になり作業効率が向上。

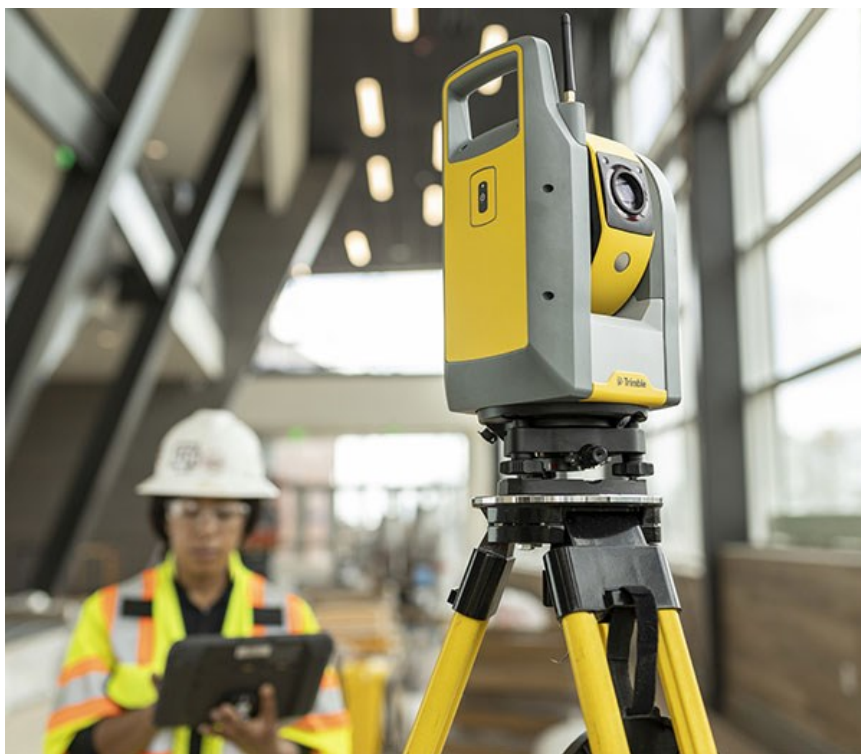
毎秒20回のデータ更新で、自動
追尾されたプリズムの動きがリアル
タイムで画面に表示される。



Trimble Ri (トリブル アール・アイ)

3次元計測機器

TS等光波方式の3次元計測機器。自動キャリブレーション機能や高解像度カメラを活用した視準機能、広い測定区域によりBIMデータを使用した墨出し業務から杭芯出し、土留工事など建築・設備や建設・土木まで利用できる。



- ・ $\pm 4.5^{\circ}$ までの傾きを補正する自動キャリブレーション機能を搭載
- ・2D/3D設計データを見ながらレイアウト作業が行える「FieldLink」搭載のコントローラを標準付属
- ・読み込み対応形式：2D/3D DWG、IFC、SketchUp(skip)、Digital PDF、LandXML(面情報のみ)、座標(CSV)
- ・鉛直方向 225° 、水平方向 360° 、ノンプリズムモードでは最大900mの範囲の測定が可能

※各社ウェブサイト、ニュースリリース、NETISなどの情報から参照

Trimble Siteworks Software

Siteworks ポジショニングシステムは、SPS986（トータルステーション、光波）またはGNSSスマートアンテナ（GNSS）、コントローラーおよびSiteworksソフトウェアで構成されている3次元計測機器群。大容量の3Dデータを素早く収集し、詳細な3Dモデルをその場でビジュアル化でき、ノート型パソコンを持ち歩かなくても効率よく作業を行うことができる。測量技師だけでなく、現場監督者向けにのソリューション。

3次元計測機器



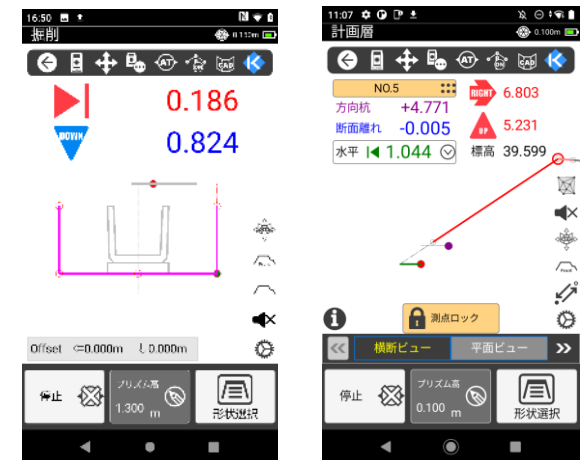
現場作業を止めることなくスムーズに測量を遂行することのできるGNSS ポジショニングソリューションとして開発された。

KENTEM 快測ナビ

快測ナビは、TOPCON製LN-150/LN-100（杭ナビ）などの各測量機器と連動し、従来は複数名で行っていた現場での位置出しや丁張設置、施工段階のチェックなどの作業を「ワンマン」で行うことができるICT施工現場端末アプリ。3D施工データを活用し、事務所での事前測量計算が不要になる。



3次元計測機器



快測ナビとTOPCON製 LN-150 / LN-100（杭ナビ）とのコンビネーションを軸に、タブレットや法面バケット用角度計などの手軽なアイテムを工夫して活用することで、低コストでマシンガイダンスを実現できる。

ワンマン施工が可能となるため補助員が不要となり、どのような線形でも円滑に作業を進められ、コスト削減や建設現場の安全性向上にもつながる。

福井コンピュータ FIELD-TERRACE (フィールドテラス)

3次元計測機器

TOPCON製のLN-150、GT、HiPer HR、SOKKIA製iX、GCX3などの測量機器に接続して測設、丁張設置などの現場の位置出し作業を効率化します。シンプルな機能と操作性で簡単に利用でき、土木施工現場で必要な計算機能を多数搭載。



視通が悪い山間部の現場や仮設後の現場でトータルステーションの様に障害物を避けるための盛替えは不要。

仮置き場の残土管理にも手軽に活用できる。

ドコモ社「docomo IoT高精度GNSS位置情報サービス」、ソフトバンク社「ichimill (イチミル)」など、携帯キャリア会社による比較的安価なGNSS配信サービスに対応。

Trimble SiteVision

ARツール

屋外型の拡張現実システム。Trimble SiteVisionは、高性能GNSS技術とAndroid、iOSアプリを組み合わせた拡張現実技術（AR：Augmented Reality System）で構築されている。屋外型の高精度拡張現実システム。新設の道路や構造物、既存の地下埋設物、完成時の景観などの仕上がりイメージを、現実空間に重ねた状態で360°確認することができる。ユーザーは、2次元の各種図面や地形図から、立体設計物を想像する必要がなくなる。



Trimble SiteVision

拡張現実ARシステム ポールタイプ



現実空間に設計空間を高精度にマッチングさせることが可能

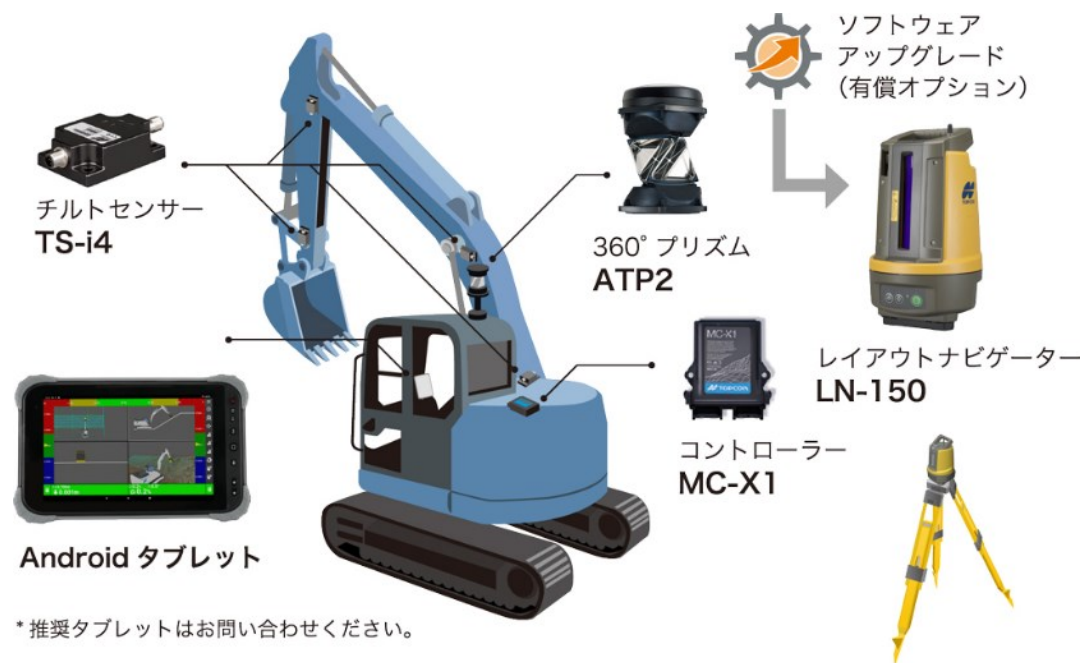
TOPCON社 杭ナビショベル

後付3Dマシンガイダンス

光波方式で3次元MGを行う。都市部などの非GNSS環境でも施工可能。

機械質量が6t未満の小型ショベルにも装着できるので、小規模工事でも活用できる。

建機のメーカー・サイズを問わず、様々な油圧ショベルに装着可能。ただ、自機位置が動くたびに、旋回中心を計算するため90度以上の旋回が必要。



“杭ナビ”LN-150を、そのままマシンガイダンスシステムのセンサーとして使える。
ICT建機システム導入のハードルを、費用面で大きく下げることが可能となる。

Hemisphere Grade Metrix

後付3Dマシンガイダンス

GNSSアンテナ2基が一体化されており、小さなバックホウでも簡単に搭載が可能。

「GradeMetrix」は、運用しやすいユーザーインターフェースとなっており、視覚的・数値的にオペレータへ提供することで、法面整形や掘削作業などを安全かつ正確な施工を実現します。また、「GradeMetrix」では、3Dと2Dを切り替えることが可能で効率的な作業が可能になる。



メーカー独自フォーマットを使用せず変換手間を削減。設計データはLandXMLに対応、ローカライズデータはCSV入力が可能。

GNSS固定局は他メーカーでも対応可能。

アースブレイン スマートコンストラクション レトロフィットキット

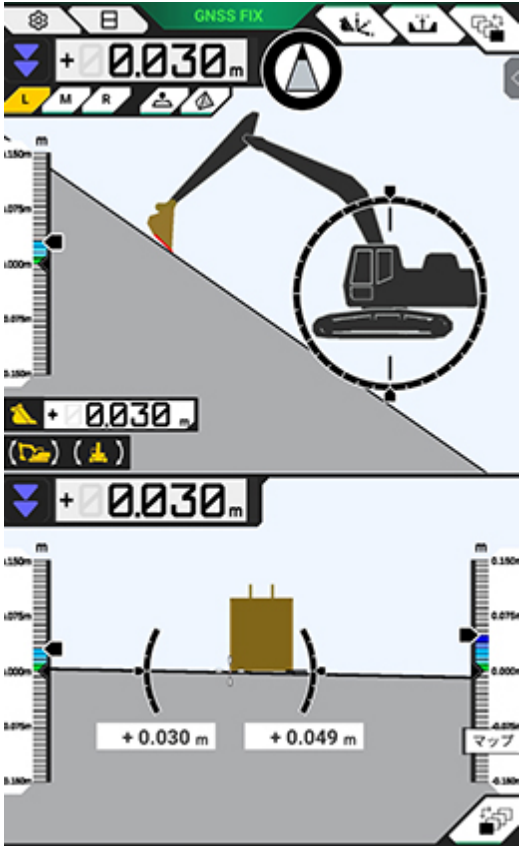
後付3Dマシンガイダンス

メーカーを問わず、お使いの油圧ショベルに取り付けるだけで、3D-マシンガイダンス機能やペイロードメーター（オプション）などがプラスされ、ICT建機として利用できる。

SMART CONSTRUCTION Retrofit



機器構成

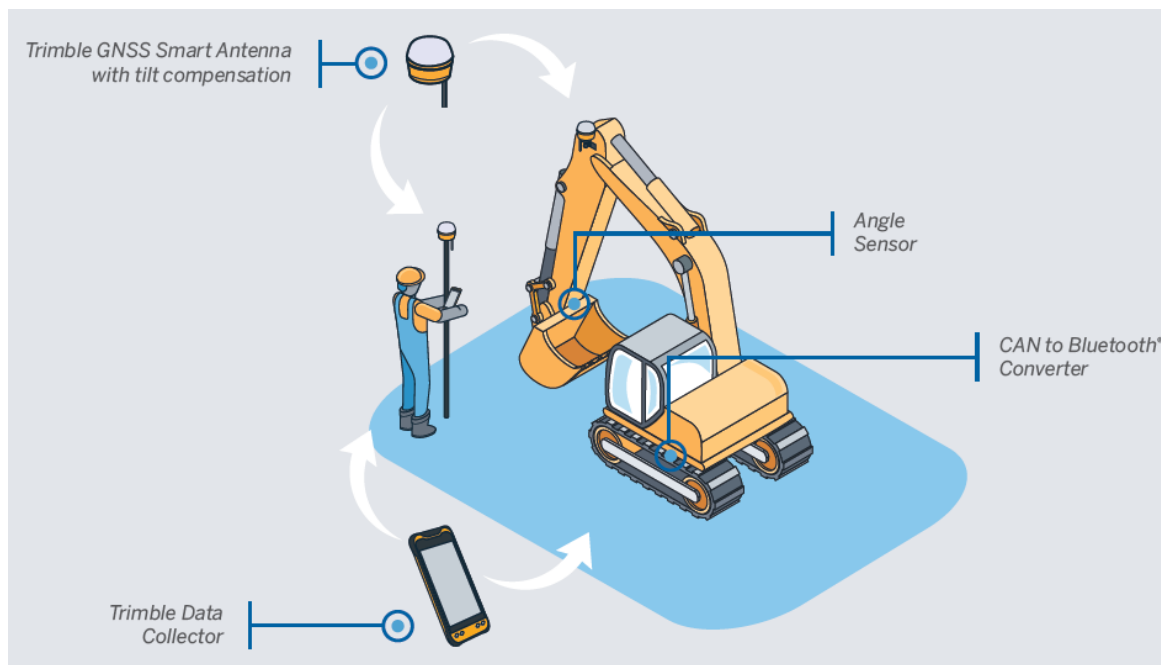


従来品と比べ安価、かつGNSS補正情報など必要な機能が揃っているため、装着してすぐにICT施工が始められる。

Trimble Siteworks Machine Guidance Module

後付3Dマシンガイダンス

GNSSローバーのアンテナをアーム上部に取り付けて、データコレクタの画面で3DMGを行う。
GNSS受信機と測量アプリケーション「Trimble Siteworks」を使用することで、測量作業とICT施工の両方で機材を共用できる小規模土工向けの「Two in One」マシンガイダンスシステム。

Trimble Siteworks:
Machine Guidance Module

測量作業で使用したGNSS測量機とコントローラを取り外して、簡単に重機に取り付けを行いマシンガイダンス重機として利用できる。

後付3Dマシンガイドス



センサーが簡単に取り外せるので、その日の作業に合った重機に載せ替えが容易。

Solution Linkage MG

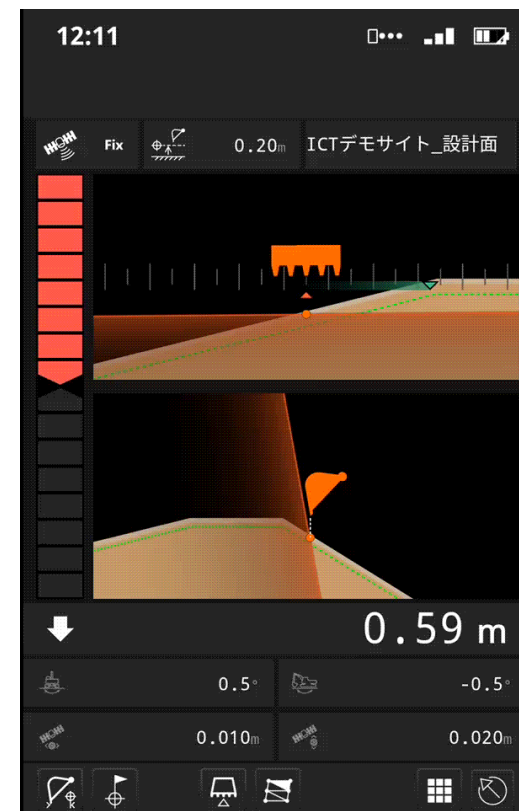
GNSS方式を使い、角度センサーと専用ディスプレイで3DMGを行う。日立建機製油圧ショベル専用の後付け3Dマシンガイダンスキット。

最新の4周波マルチGNSSシステムを採用し、環境が日々変化する建設現場での安定した運用をめざした。



※標準フロントのみ対応

後付3Dマシンガイダンス



WEBアプリで手持ちの機材や現場情報を一括管理。ステータス確認などがWEBアプリで行えるため、トラブル対応で機械に出向く手間を大幅に削減できる。

Novatron Xsite マシンガイダンスシステム

後付できる3次元マシンガイダンスシステム。
オープンスタンダードファイル形式を採用。専用の変換ソフトや
変換ツールなしで、3Dモデルが自動的に使用できる。
サポートフォーマットは、サーフェス（DXF, XML, TRM）、ライ
ン（VGP, SBG, XML, Anpakke）、ポイント（DXF, XML,
GT, CSV, KOF, PXY）、背景図（DXF）。



後付3Dマシンガイダンス



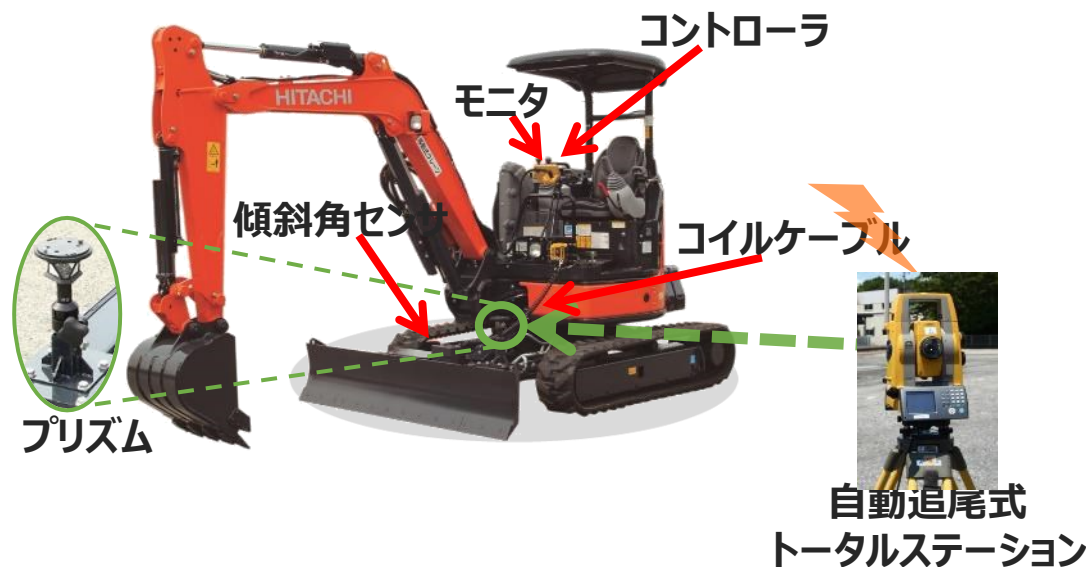
出来形の情報は、infraBIMの分類に従って、ID番号で元の設計データにリンクされているため、出来形ポイントは、座標だけでなく、それが何であるかの情報を付与できる。

日立建機 PATブレードマシンコントロール

3D-MC ブルドーザシステムの機材を使い、ミニショベルに搭載されているブレードの自動制御を行うシステム。従来は、ショベルで撒き出して、ブルで整地していた作業を1台で行える。

小規模舗装工事の上層路盤整地作業で生産性を向上。

PATは、Power Angle Tiltブレードの略で、通常の上下運動に加え、チルト、アングル動作も可能なブレード。



後付3Dマシンコントロール



チルト動作



ブレードの上下動作

設計データを使わないICT活用事例



国土交通省

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

管工事のXYをアスファルトカッターで位置決め

信濃住宅設備（長野県）



信濃住宅設備は、管設工において、事前に専門工事業者によるアスファルトカッターでXY（平面）の床掘位置をあらかじめ決め、床掘・管設置におけるZ（深さ・勾配）管理を、2Dマシンガイダンスショベルで行っている。

- ①事前に設計の平面位置を杭ナビで位置出し
- ②専門工事がアスファルトをカット（赤線位置）
- ③傾斜付きの平面レーザーと2DMGで深さ管理

