

FORCE

情報化施工



株式会社フォースでは、3D対応ブルドーザ・ショベル、測量機器を積極的に導入するとともに、協力会社の支援を得て3次元起工測量、3D点群データ作成、ローカライズ作成など多彩なラインナップでお客様要望にお答えし、施工の合理化、精度向上を図ります

i-Construction(ICT) の必要性及び推進。

我が国は、2010年の1億2806万人をピークに人口減少が始まり、しかも極めて速いスピードで高齢化も進みつつある。2030年までの20年間、貴重な労働力である生産年齢人口は毎年1%近く減少していくと見込まれています。

我々が携わる、建設業界においては高齢化等による人手不足が急速に進行しており、更に働き方改革による労働環境改善が推進される中で、建設現場の生産性向上が不可欠な状況となっている。

今後、国が掲げる農業競争力強化や国土強靱化に資する農業農村整備を人口減少社会において着実に実施していくためには、近年発展著しいICTの全面的な活用を推進していく必要があります。

働き方改革実行計画(平成29年3月28日働き方改革実現会議決定)

建設業については、(中略)施工時期の平準化、全面的なICTの活用、書類の簡素化、中小建設企業への支援等により生産性の向上を進める。

公共工事の品質確保の促進に関する法律(令和元年6月改正)第3条11項

公共工事の品質確保に当たっては、調査等、施工及び維持管理の各段階における情報通信技術の活用等を通じて、その生産性の向上が図られるように配慮されなければならない

経済財政運営と改革の基本方針2021(令和3年6月閣議決定)

設計、施工、維持管理等の自動化・AI活用等による効率化などインフラDXを進め、特に、中小建設業等のICT施工の利活用環境の充実等によりi-Constructionを推進する。

情報化施工技術とスマート農業の親和性

- 農業分野では、農業競争力強化を更に加速させるために、スマート農業の社会実装に向けた取組が進められている。
- 情報化施工で活用されるUAV(ドローン等)やGNSS(衛星測位システム)は、スマート農業においても活用される技術であり、親和性が高い。
- 農業農村整備事業による基盤整備の段階から営農段階との連携を見据えて技術を導入することで、スマート農業導入による農業の生産性向上効果を更に高めることが期待される。

施工段階

農地整備による大区画化

営農段階

測量・設計等に活用

資材散布・センシング等に活用

UAV(ドローン等)

GNSS(衛星測位システム)
や座標データを用いた
ルート設定・運転制御

衛星

位置情報

GNSS基地局

誤差補正情報

建設機械の制御
に活用

農業機械の制御
に活用

※ 「農業農村整備における情報化施工及び3次元データ活用」より

農林水産省農村振興局整備部 施工企画調整室情報化施工推進班(令和4年5月)

衛星測位システムとは

衛星測位システムとは、人工衛星を利用して地上の現在位置を計測するためのシステムであり、みちびき（日本）、GPS（アメリカ）、GLONASS（ロシア）、Galileo（EU）等のシステムが存在しています。これらの衛星測位システムの総称を Global Navigation Satellite System（全球測位衛星システム）といい、その頭文字から「GNSS」と表記されます。

日本のみちびきは、日本の上空に長く滞在する準天頂軌道の衛星が主体となって構成され、2018年11月から4機運用されています。みちびきはアジア・オセアニア地域のみを対象とするためRNSS（Regional Navigation Satellite System）に含まれる場合もあります。

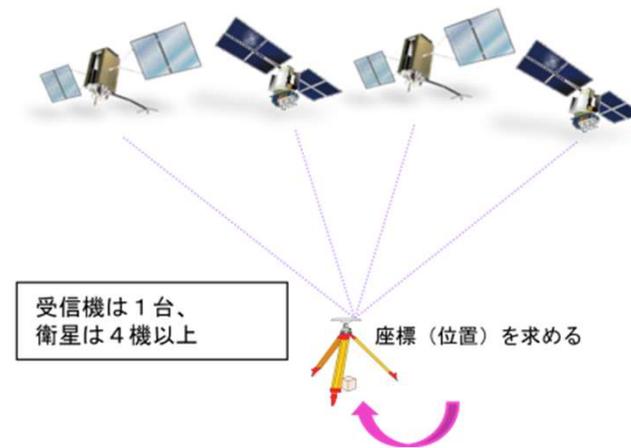


GNSSを使用した測位のいろいろ①

単独測位

GNSS衛星から送信される衛星の位置や信号送信時刻などの情報を1台の受信機で受信することにより、衛星から電波が発信されてから受信機に到達するまでに要した時間を測り、距離に変換します。位置のわかっているGNSS衛星をいわば動く基準点として、4機以上の衛星からGNSSアンテナまでの同一時刻における距離を知ることにより、観測点の位置を決定するものです。

この方法は、衛星の位置誤差や衛星からの電波の遅れなどの影響を受けやすいため、約10mの誤差で位置が決定されます。船舶や飛行機、自動車などのナビゲーションとして利用されています。

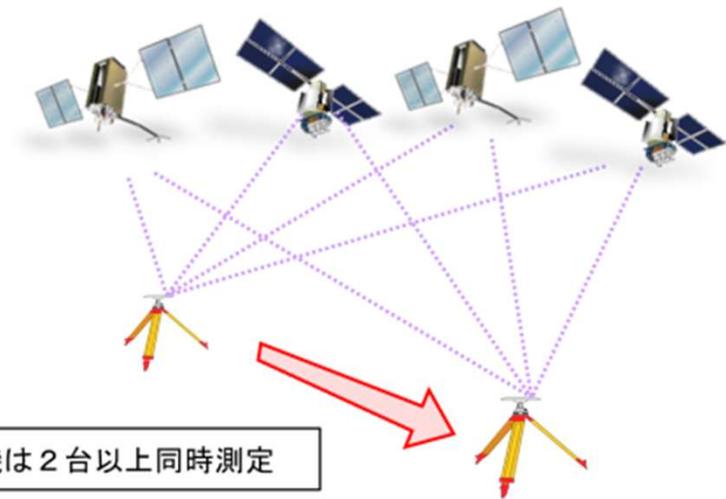


GNSSを使用した測位のいろいろ②

相対測位

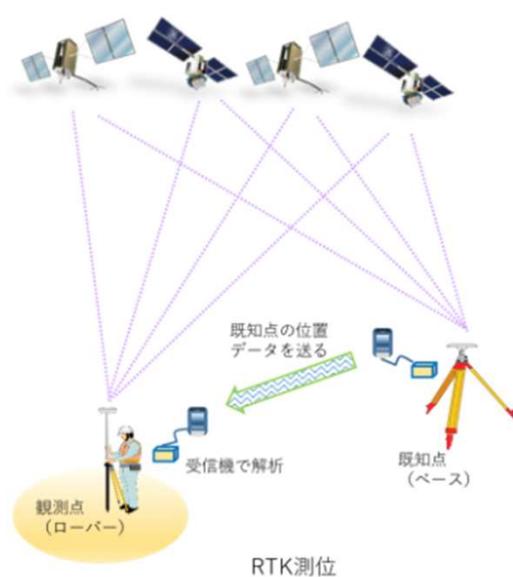
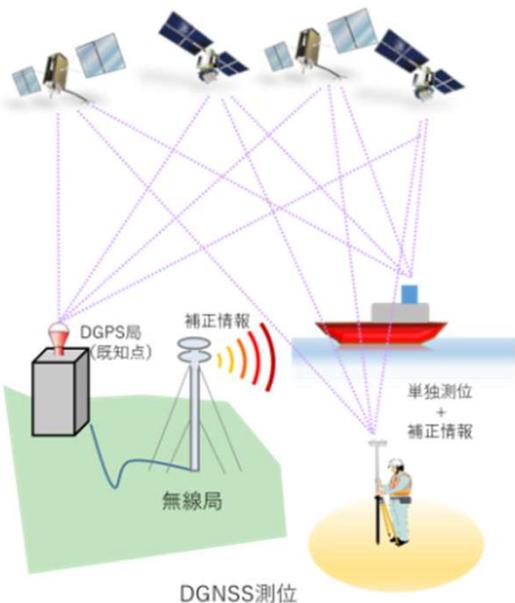
GNSS衛星の位置を基準とし、GNSS衛星からの電波信号がそれぞれの受信機に到達する時間差を測定して、2点間の相対的な位置関係を求めます。この方法を相対測位と呼びます。2台以上の受信機を使い、同時に4機以上のGNSS衛星を観測します。観測点での観測には衛星の位置や信号送信時刻の誤差が含まれていますが、2点の観測値の差を用いることで共通誤差として消去されます。また対流圏及び電離層遅延についても2点の観測点が比較的近い場合は同じような大気由来の誤差の影響を受けるため、2点間の観測量の差をとることで大幅に影響を小さくすることができます。

測量には単独測位で用いる信号よりもさらに精密に距離を観測できる信号（搬送波位相）を利用します。分解能の高い信号と共通誤差の消去により、100万分の1（10kmで1cmの誤差）の精度で2点間の相対的な位置関係が分かります。



ベクトル（位置関係）を求める

DGNSS方式・RTK方式



DGNSS（ディファレンシャルGNSS）方式、RTK（リアルタイムキネマティック）方式は、位置の分かっている基準局と位置を求めようとする観測点で同時にGNSS観測を行い、基準局で観測したデータを用いて観測点へリアルタイムに送信し、基準局の位置成果に基づき観測点の位置をリアルタイムに求めることができます。

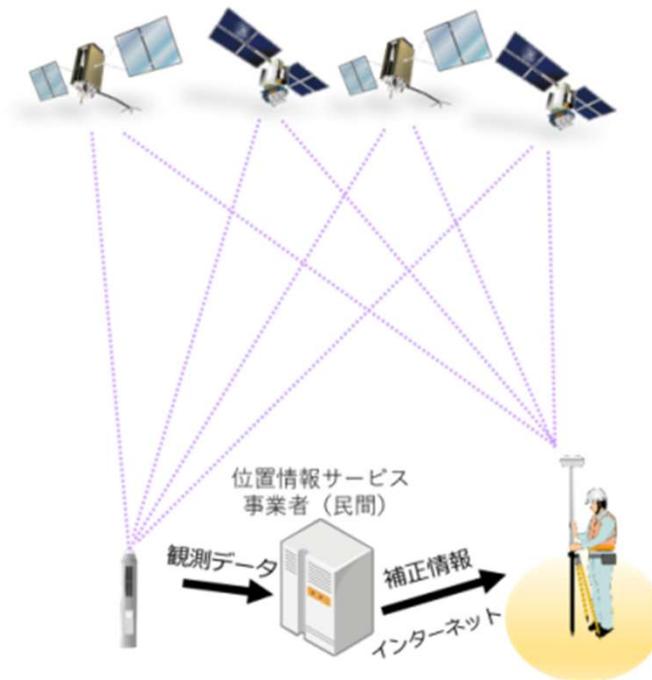
DGNSS方式は、両点で単独測位を行い、基準局において位置成果と観測された座標値の差を求め、観測点に補正情報として送信します。

RTK方式は、両点で位相の測定を行い、観測データを測位コンピュータへ送信して位置の計算を行います。最近では測位計算をクラウドで行うサービスもあります。各種の誤差が消去されることから、DGNSS方式は数m、RTK-GNSS方式は数cmの誤差で位置が決定されます。

GNSSを使用した測位のいろいろ③

ネットワーク型RTK測位 VRS方式

ネットワーク型RTK測位は、観測に含まれる誤差を電子基準点のリアルタイム観測データ等を利用して補正することで、リアルタイムでcm級の測位を効率的に行う方式です。ネットワーク型RTK測位はいくつかの方式が提案されており、日本を含む数カ国で既に実用化されているものもあります。



ネットワーク型RTK測量

[GNSS測位とは | 国土地理院](#)
より出典

RTK-GNSS測位・VRS方式・スタティック法の比較

GNSS測量は、計測方法によって計測時間や精度・使用する機器の台数・免許や届け出の有無などが異なります。

	RTK-GNSS測位	VRS方式	スタティック法
精度	2～3cm	3～4cm	5mm
無線免許	必要	不要	不要
総務省への届け出	必要	不要	不要
使用する測量機の数	2台(基地局・移動局)	1台(移動局のみ)	3台以上 ※既知点に電子基準点を使用する場合は1台でも可
1点あたりの計測時間	1秒～ ※設定で変更可能	1秒～ ※設定で変更可能	スタティック:120分以上 短縮スタティック:30分以上
主な用途	地形測量 縦横断測量 等	地形測量 縦横断測量 等	1～4級基準点測量

※弊社では、精度、コストなどを総合的に判断し、RTK-GNSS測位方式を基本に、現場状況に応じ他方式も検討し最適な方式を選定している。

情報通信技術「ICT (Information and Communication Technology)」取組

近年、コンピュータや通信技術などの情報化分野で急速な技術革新が進んでおり、建設業でもこれらの情報通信技術(以下「ICT (Information and Communication Technology)」という)を活用した合理的な生産システムの導入・普及が促進されている。

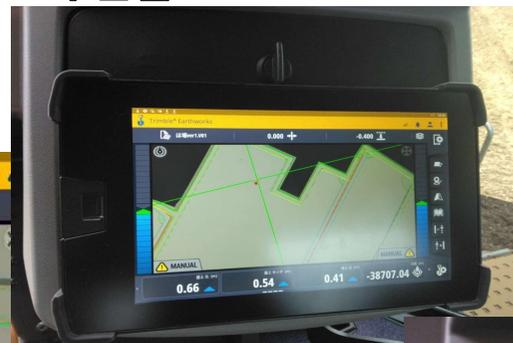
株式会社フォースでは、こうした状況を踏まえ、3D対応ブルドーザ・ショベル、測量機器を積極的に導入するとともに、ライカ、トリンブルの多彩なラインナップでお客様ニーズお答えします。また、協力会社の支援を得て3次元起工測量、3D点群データ作成、ローカライズ作成などトータルな対応で、施工の合理化を図る生産システムとしてICT施工の普及を促進しています。



国土交通省 HPより



平面図



横断図



オペレーターは、位置、高さ等をモニター画面で確認し正確に作業を実施。

3次元起工測量、3D点群データ作成、ローカライズ作成等トータル支援

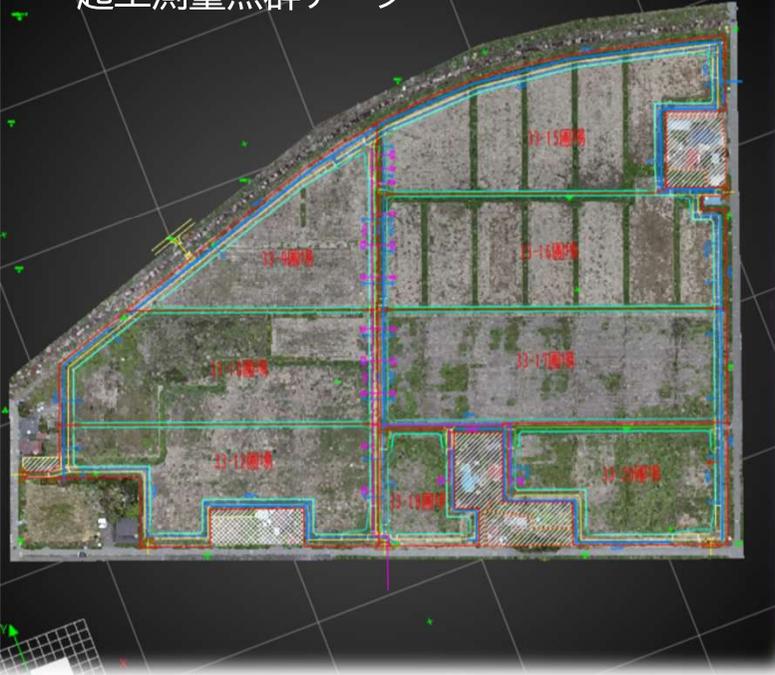
弊社では、多数の現場で「ICT (Information and Communication Technology)」に取り組んでまいりました。その中で、貸与資料やデータ取得の不足など経験不足による不備を感じてきました。

この経験を活かし、協力会社の支援を得て3次元起工測量、3D点群データ作成、ローカライズ作成などトータルな対応も可能ですので、ご相談ください。施工の合理化を図る生産システムとしてICT施工の普及を促進しています。

対応項目

- ① 3次元起工測量 (3次元測量)
- ② ドローン、地上型レーザースキャナーを使用した現況測量で3D点群データを作成
- ③ 2D設計データ (紙) と通常の地形図、縦断図、横断図を元に3D設計データを作成
- ④ ICT建機用設計データ変換→各メーカーのICT重機に合わせたデータ形式に変換 (ライカ、トリンブル対応可能)
- ⑤ 現地基準点をGNSSで観測して各ICTメーカー用のローカライズファイルを作成

起工測量点群データ



3D設計データ

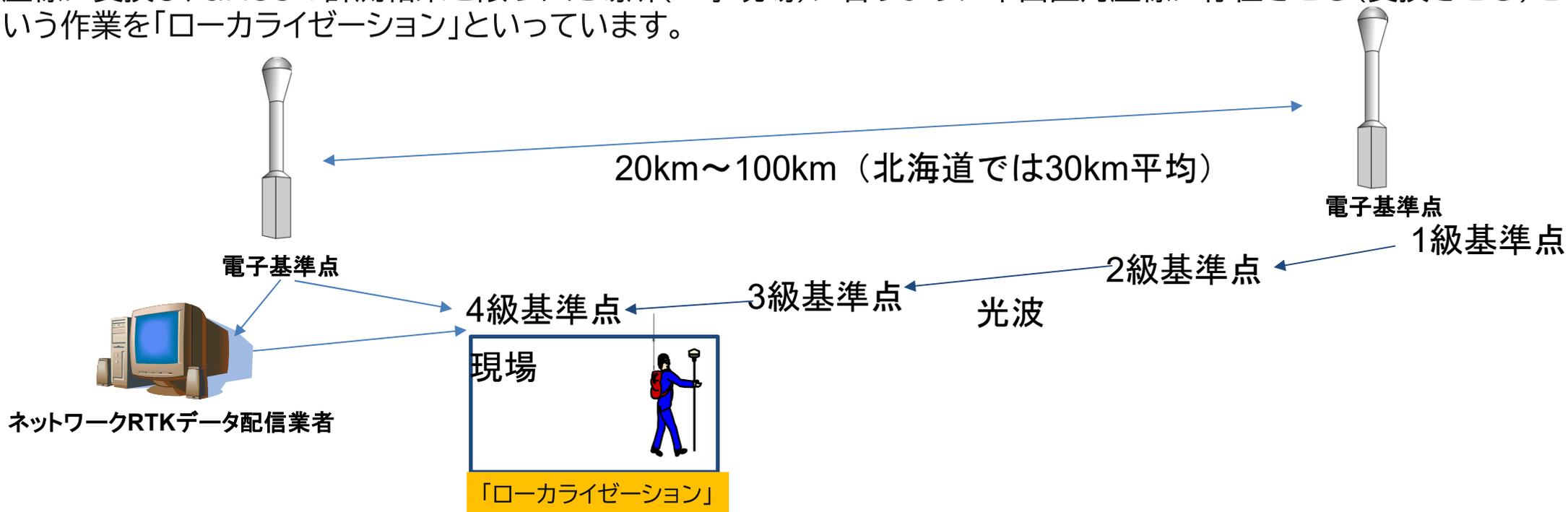


車載モニター



ローカライゼーション

ローカライゼーション(localization)とは、「所在、局在化、限局化」などの意味が建設現場におけるローカライゼーションの意味としては、「現地座標に変換すること」で、具体的には、GNSS(全球測位衛星システム)の計測座標を現場の座標に変換し、GNSSの計測結果を限られた場所(工事現場)に合うように平面直角座標に存在させる(変換させる)という作業を「ローカライゼーション」といっています。



ローカライゼーションの役割と重要性

工事では平面直角座標系で表され、X軸、Y軸、Z(標高)軸の要素で位置情報を確認していますが、GNSSで取得する観測データは緯度、経度、楕円体高の要素となり、工事で使われる座標はすべて平面直角座標で表されているので、位置の表現に差異が生じてしまう。ICT施工において、高精度で施工を行うためには、この差異を無くす作業が重要となります。そのため、GNSSの計測座標を平面直角座標に変換する際の作業精度は、非常に高いものが求められます。

ローカライゼーションは施工の初めに行われますが、この作業がICT施工にとって、施工精度を左右する非常に重要な役割を担っています。弊社では、現場のローカライゼーションを責任をもって行います。

スマートアンテナ

- **Captivate** のマルチパス除去オプションおよび干渉低減オプションは、GNSS 受信が困難な環境における GNSS 信号のトラッキング品質を向上し、RTK の可用性と正確度を高めます。また、通信干渉ツールキットを使用することで、帯域内外の歪みを取り除くフィルターを有効活用できます。これにより、より強固なGNSS 信号のトラッキングが実現します。
- ライカ ジオシステムズの GS センサーには多周波信号のトラッキング機能が標準装備されています。優れた GNSS 受信アンテナの機能と、20 Hz のレートで位置情報を更新する機能との組み合わせにより、GS18 は信頼性の高い測定品質を保証します。
- 弊社が6台所有する、Leica GS18 T は、気泡管を水平に保つ必要はありません。磁気耐性を持ち、計測時に水平に保つ作業も不要で、独自の傾斜補正技術を搭載したGNSS測量用ソリューションです。GNSSと慣性測定装置 (IMU) を統合したセンサーにより、独自の傾斜補正技術を搭載したGNSSスマートアンテナが実現しました。水平に保つ必要がなくなるため、手元の作業に集中し、時間を節約できます。GS18 T は、キャリブレーション作業を必要とせず、すぐに機能して使えます。当社の多くのGNSSスマートアンテナと同様、移動局および基準局として使用できます。



当社では、ライカViva GNSSモデルGS18T~6台を所有し、2台以上の受信機を使う方式や、RTK(リアルタイムキネマティック)方式を採用し、精度の高い測量を効率的に行い、品質の向上、働き方改革を実践しています。

Leica ブルドーザ用 iCON iGD3 - 3Dマシンコントロールソリューション

ドーザー用Leica iCON 3D 整地システムで整地作業を改善します。6方向ブレードからプッシュブレード、パワーピッチ・ブルドーザーまで、より高い精度、効率およびコントロールによる最大の効果が期待できます。どんなニーズも対応する [Leica MC1](#)と、進捗をリアルタイムに確認できる明瞭な3D表示、ユーザーセンターインターフェース。GNSSシステムあるいはロボティックトータルステーションで、プロジェクト設計の全箇所で独立して正確に作動します。建設現場で、ドーザーを操作しながらトラブルシュートとワークフロー最適化ができる現場とリモートのサポートで、休止時間をなくします



Leica 油圧ショベル用 iCON iXE3 システム

iCON iXE3 は、3DモデルとGNSSを使用してオペレーターの操作を誘導する最先端の3D掘削ガイダンス・システムです。設計情報とリアルタイムの切土/盛土の情報が重機に設置したコントロールパネル画面に表示されるため、設計データを参照して迅速に掘削作業をおこなえます。非常に複雑な掘削作業も容易に、正確に実施できるため、勾配チェックの必要性がなくなり、やり直し作業を減らして時間とコストを節約します。また、LandXML、DXF、GEO、KOF、L3D、LMD、LIN、MBS、TRM形式など、さまざまな業界標準のデータ形式を扱えるため、多様な工事現場で使用できます。オペレーターは、「モデルの作成」機能を使用して、重機の操縦席を離れることなく、その場で単純なモデルと複雑なモデルを作成できます。





ICT ブルドーザ 油圧ショベル

- 当社では、デュアルアンテナGNSSにアップグレードした油圧ショベル、CAT313(0.45^m級)・320(0.7^m級)、ブルドーザCAT D6(21t級)高度ポジショニング機能のほか、回避ゾーン、切土/盛土マッピング、レーンガイダンス、拡張現実(AR)を活用し精度の高い作業を実施します。
- Grade with 3Dを使用すると、オペレータは作業現場でリアルタイムの衛星位置情報ガイダンスを利用して、複数の機械で複雑な設計面を施工できます。
- 油圧ショベルのGNSSレシーバとリアルタイムキネマティック(RTK, Real Time Kinematic)位置情報が、3D設計面の施工に必要な精度を実現します。
- 高解像度タッチスクリーンモニタが追加され、オペレータは運転席から傾斜計画を簡単に表示、入力、編集できます。
- Grade with 3Dは、Trimble、TopconおよびLeicaの無線機と基準局に対応しています。

Force 3D ICT ラインアップ

ICT対応の3D仕様機械

油圧ショベル

- CAT 313 ~ 5台
- CAT 320 ~ 3台

ブルドーザー

- CAT D1 ~ 1台
- CAT D3 ~ 1台
- CAT D6 ~ 3台
- CAT D8 ~ 1台
- コマツ D37PLL ~ 1台

CAT 313



CAT 320



CAT D1



CAT D3



CAT D6



CAT D8



コマツ D37PLL



最新の3D対応ブルドーザキャビン

新型キャブ



安全な快適空間

視認性が向上

ガラス面積が15%アップし前方側面の視認性が向上(D6T比)

騒音を低減

キャブ内でオペレータが感じる騒音を76dBAに抑制し、作業へより集中

安全なキャブ構造

ROPS/FOPSキャブなので、転倒や落下物からオペレータを保護

1 Next Gen シート

エアサスペンションシートを標準装備し、クッション性に優れています
オプションでヒータ&ベンチレーション機能付もご用意しています



2 スライド式窓



6 高解像度液晶モニター(標準)



3 AUX/USBポート

4 大容量収納ボックス

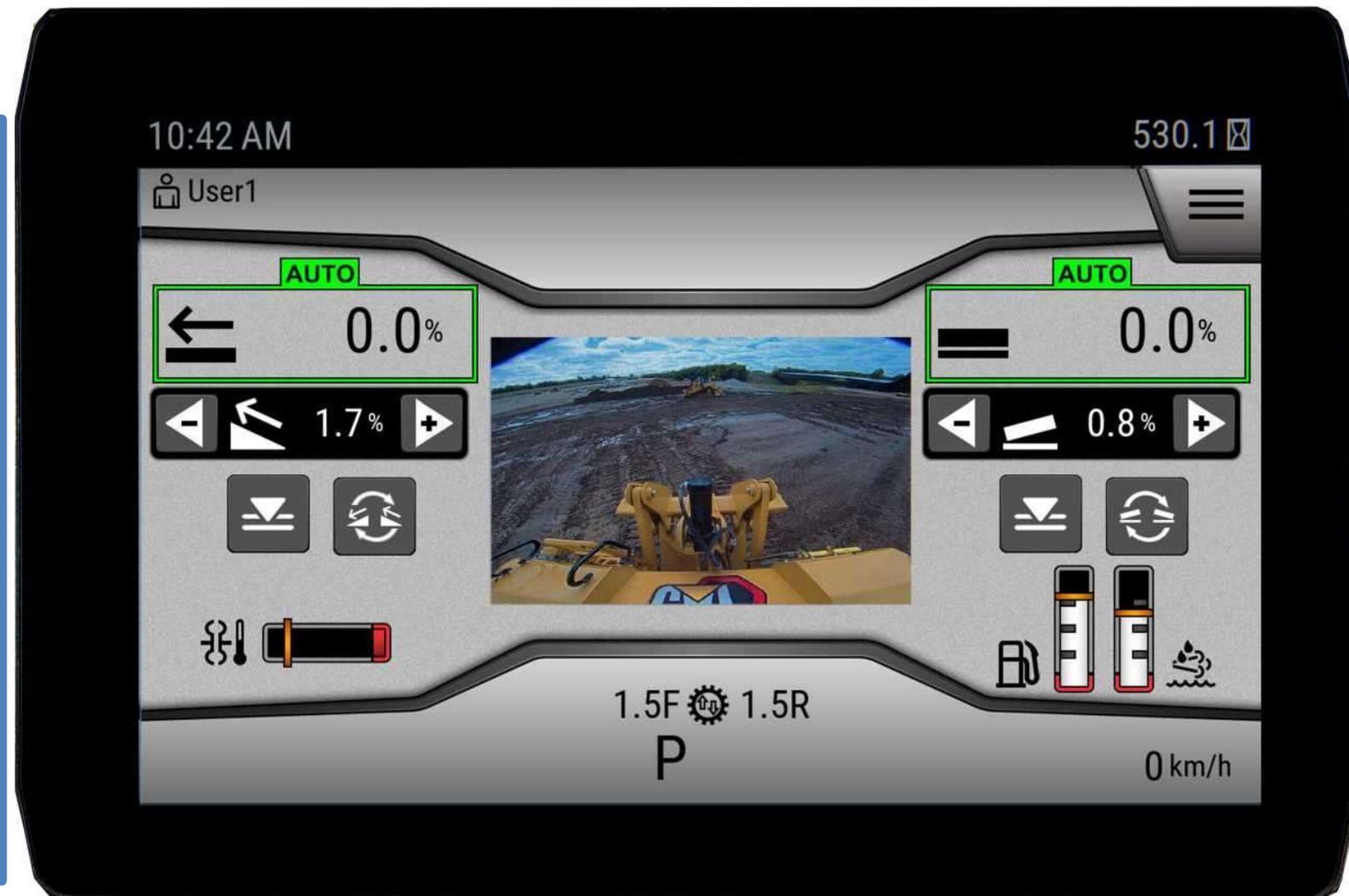
5 Bluetooth® マイク

スマホとペアリングを行うことで、ハンズフリーで通話することができます

5

最新機能で操作も簡単

弊社が所有するブリーダーには、2D、3Dシステムが搭載されており、操作はタッチスクリーン式の最新モニタ画面に目標勾配角度（縦断勾配、横断勾配）を入力し、目標設定勾配どおりとなるようにブレードリフトとブレードチルトを制御することができます。使い方が簡単なので、幅広い年代のオペレータに対応でき、また、経験年数の少ない方でも施工品質を安定させることができます。



GNSS位置情報を活用した先進のテクノロジー

3D仕様

工場出荷時に機器を装着済

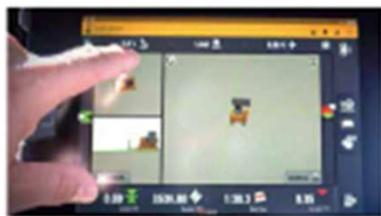
3D-GNSS Cat®グレード3D New

工場出荷時に、3D施工に必要な機器を装着済みの3D施工仕様機です



新型タッチスクリーンモニター

- 大型10インチの高解像度でクリアな画面の液晶モニターを採用
- タッチスクリーン式なので、スマホ感覚で直感的に操作でき取扱が簡単
- 画面を複数分割表示でき、工事の進捗状況の把握が容易



Cat®グレード用 追加モニター

オペレータの好みに合わせて上下段のモニター画面を入れ替えが可能

下段をグローブボックスとして使用することも可能



モニターとコントローラを分離

従来はモニターとコントローラが統合されていましたが、新しいCat®グレード3Dでは分離したので、万が一、モニターが故障した場合でも安心です

マウントルーフ式GNSSアンテナ

- アンテナマストやケーブルが不要で車両前方の視界が良好です
- キャブループに設置するので、接触による破損のリスクが大幅に低減します



IMUセンサを採用

従来のポジションセンサシリンダではシリンダ単位での交換が必要でしたがIMUセンサの場合はセンサが故障してもIMUセンサのみの交換でよいので安心

選べるCat®のICTソリューション

日本キャタピラーはお客様のご都合に合わせて様々なソリューションをご提供します

スローアシスト 2Dマシンコントロールを標準装備

ARO 後付けキットを装着し必要な時に2Dから3Dへアップグレード

Cat®グレード3D New 工場出荷時に3D施工に必要な機器を装着



Cat®グレード3D モニタ画面

ARO

アップグレードソリューション

コントローラやセンサ類を装着してあり、追加機器を装着するだけで2D/3Dマシンコントロールを使用することができます

将来的に必要な場合に備えてICT施工をお考えのお客様へ最適なソリューション



※ブレードセンサはグレード3D専用には使用できません
※CフレームIMUセンサはオプション仕様には対応しません

先進技術で安全性を向上

双方向クイックシフト

前後進の切替時、あらかじめ設定したギアに自動で切替えることができます

キャブ内の左前ピラーのスイッチを押すと、モニタに選択肢が表示されるので、オペレータは設定したいギアを選択するだけです

自動で切替えられるのでオペレータの手間が省け作業が安定します

ダイヤル位置	ギア設定
1	デフォルト値
2	1.0F - 2.5R
3	2.0F - 2.5R
4	2.0F - 1.5R
5	任意で設定可能



後方カメラを標準装備

車両後方にカメラを標準装備し、モニタに画像を映し出し車両後方の状況を確認することができます

後方カメラの映像はフルスクリーンで映すことができるので、オペレータが車両後方の状況を明確に認識することができます



後方の広い範囲を映し出すことができます

後方にラダーがあるので、リアカメラへのアクセスが簡単になっています

パスコードエントリー



モニタ画面にパスコードを入力しエンジン始動を行う仕組みです

車両の盗難を防止します

シートベルト未装着表示



画面上に表示されます

シートベルト未装着時にモニタ画面にアイコンが表示されます

シートベルト未装着を防止しオペレータの安全を守ります

高解像度のタッチスクリーンモニタを標準装備

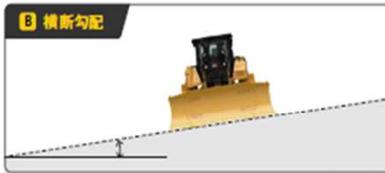
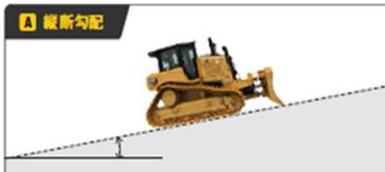
Next Generation 基本モニタ



- 1 エンジンクーラント温度
- 2 作動油温度
- 3 トランスミッションオイル温度
- 4 前後進速度
- 5 ギア
- 6 燃料タンクレベル
- 7 原水タンクレベル
- 8 車両速度
- 9 時計
- 10 アブメータ
- 11 メニュー

スロープ状況表示を標準装備

車体の前後(縦断勾配)と左右(横断勾配)の傾きをモニタに表示し、オペレータがすぐ把握できるので、転倒事故を未然に防ぐことができます





オペレータは、運転席に設置されたモニターで平面位置、仕上げ高さをリアルタイムで確認し、効率的かつ正確に整地作業を実施する。



3D仕様建設機械の導入により、仕上げ整地の効率、精度、生産性を高めることができる。また、グレードコントロールシステムで、繊細な仕上げ整地や押土作業において、ブレードの動きを自動化することで、オペレータによる手動操作入力を80%軽減します。

3Dの活用により、現地に勾配チェッカや杭打ちがほぼ不要になるため、現地作業の削減が可能になり、効率的かつ安全性が向上します。

高性能44t級ブルドーザICT搭載型国内初導入！！

44t級ブルドーザー



20t級ブルドーザー



カーボンニュートラル

低燃費

燃料消費量を抑えながら作業量を増やすことができたため、燃料消費量を最大11%削減。

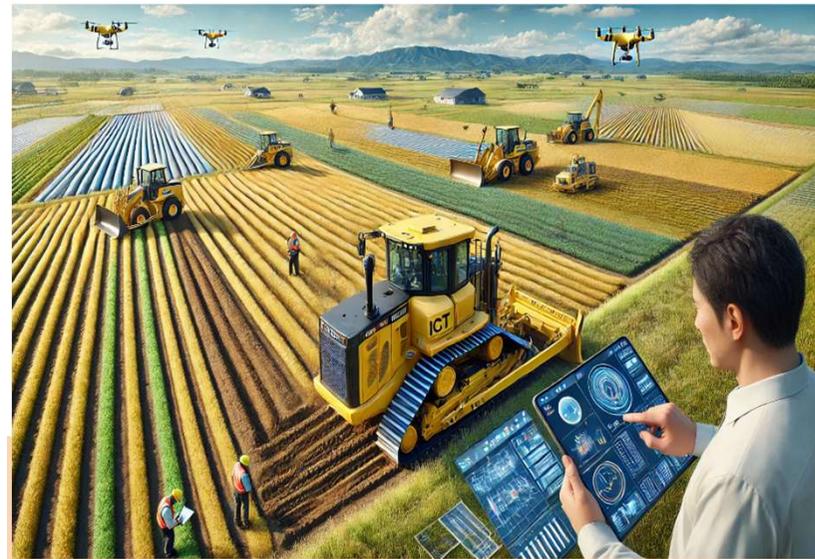
働き方改革

最大18%1時間当たりの作業量が増加

ブレード容量が大きく作業効率が良いため、44t級ブルドーザーは、20t級ブルドーザーの3台分の押土量を1台で行うことが可能なため、ブルドーザ運転手の人員削減も可能です。



高性能44+級ITC対応ブルドーザを日本初導入



押土作業

押土作業



GNSSアンテナ

3D設計モニター

平面図



GNSSアンテナ

横断面

オペレータービューモニター



再編整備における事例

押土作業

MCブルドーザでブレードが自動で動くため、仕上げ整地や押土作業の効率、精度、生産性を高めることができます。

農道盛土作業

3Dモニターにより現地の盛土箇所をオペレーターがリアルタイムに確認でき、盛土丁張も不要となるため、精度の向上、作業の効率化が図れる。

農道盛土作業

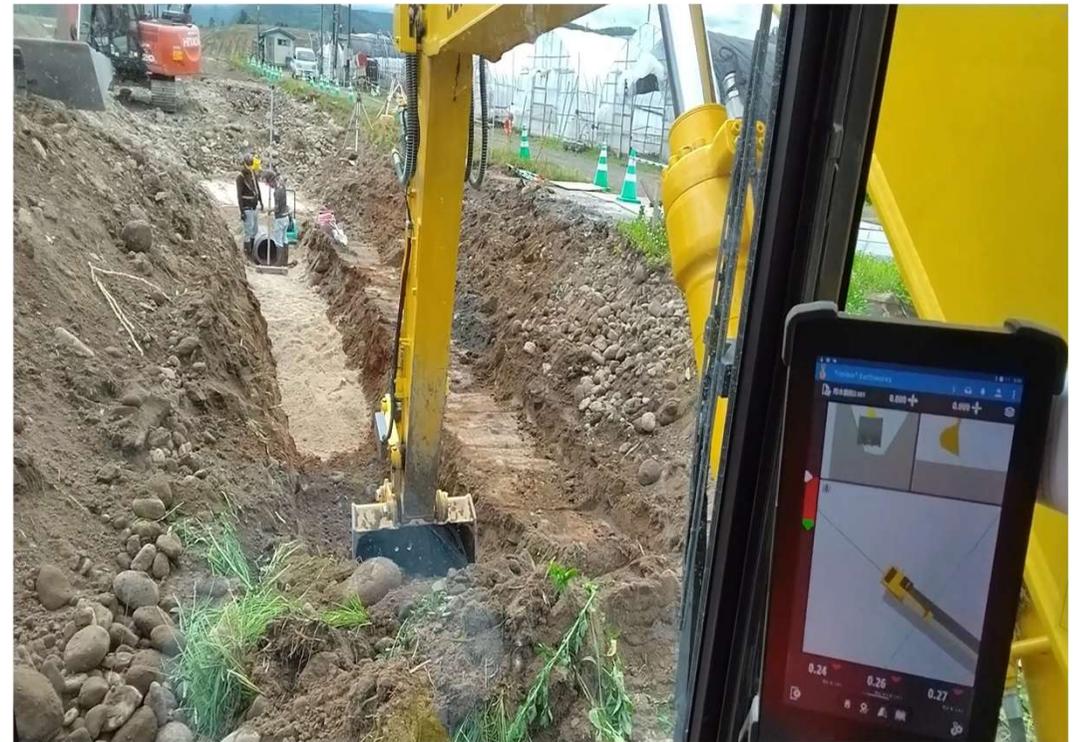


ブルドーザ

農道盛土箇所

ICT搭載バックホウ

 **i-Construction**



機械にインポートされた3次元データを基にGNSSを利用して位置情報をリアルタイムに取得しオペレータはマシンコントロールとマシンガイダンスで状況に応じて機内モニタで設計断面とのズレを確認しながら正確に掘削する。