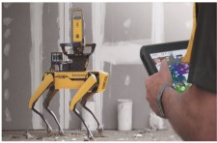


建設施工の測量技術								
NO	測量方法	概要	メリット	デメリット	測量所要時間	費用	使用事例、参考資料リンク	使用事例、JCMAシンポジウム資料リンク
1	トータルステーションを使った測量 	トータルステーションとは、水平角と鉛直角を計測する経緯儀という器械に、測距儀の機能が内蔵された測量器械。 高性能なトータルステーションは測量用ミラーをセンサーで捉えて自動的に正確な角度と距離を計測することができる。 【その他参考技術】 ・自動追尾トータルステーションによるワンマン測量 ・ノンプリズム機能搭載トータルステーションによる測量	・従来の測量	・多くの人員が必要 ・測量に多大な時間を要する	約2日 (2.6ha=0.026km2)	約100万円以上	トータルステーションとは 国土地理院	2018論文13. TS等光波方式を使った生産性向上について
2	GNSS (1本) を使った測量 	GNSS測量は、人工衛星を使用した測位技術。 既知点からの距離・角度によって位置を測るTS測量とは違い、GNSS測量では衛星の位置と観測地点までの距離から位置座標を計算する。 河川堤防の横断測量や、ミリ単位の精度が必要ない現況測量に向いている。 【その他参考技術】 ・基準局を用いるRTK方式 ・電子基準点を用いるVRS方式	・従来の測量	・多くの人員が必要 ・測量に多大な時間を要する	約2日 (2.6ha=0.026km2)	約200万円以上	GNSS測量 測量サービス	
3	セスナを使った航空レーザー測量 	高度1000mかそれ以上から航空機に搭載したレーザー距離装置から放射状にレーザーパルスを照射し、広範囲な地表のデータを取得する。	・密度の高いデータを取得できる ・地表で50～60cm、または、それ以下の間隔で計測でき、地表面の高さを面的に把握できる ・レーザーパルスは一定の広がりを持った円形で、1回のビームで、いろいろなところで反射し、最後に地表で反射した信号まで帰ってこれる ・レーザーパルスが通り抜けられるものであれば、林地でも関係なく樹上と地盤のそれぞれの高さを計測できる ・人が入っていけないような危険な場所でも計測できる ・反射強度も計測しているため、強度の違いからどんな地物によって反射したのかをある程度推測できる	・雨や雲によって散乱・反射の影響を受けるため、天候によってデータにずれが生じる可能性がある ・狙った地点へ局所的にレーザーを照射することはできないため、ピンポイントな計測はできない ・照葉常緑樹（シイ、カシ、ツバキなどの密林）では、レーザーパルスは地面まで到達しづらい ・水中、地下は測量不可能 ・費用が高い	100km2/日 (https://www.nnk.co.jp/research/technology/SAKURAF.html)	一億円以上	航空レーザ測量の仕組み	2020論文46. 地理空間情報アーカイブ活用における航空レーザ点群の土工事への適用性検証 2017論文4. 阿蘇大橋崩壊斜面対策工事における航空レーザ測量及び UAV 計測による 3 次元地形測量データの活用事例
4	ドローンを使った測量 	建設現場の上空からドローンで地上を撮影し、写真測量を行うことにより、地上の形状を計測することができる。 またドローンの飛行時間は数十分で完了するため、従来の人力での測量に比べ現場での作業時間が短縮される。 GPSを使用して設定したルートで自動で飛行するため、操作ミスによる事故を防ぐ。 【その他参考技術】 ・レーザースキャナー搭載ドローンによる測量	・航空機による測量よりもデータの解像度が高い ・測量中に工事といった作業を中断する必要がない ・人が立ち入れない場所や危険な場所の測量も可能 ・人や航空機を使った測量よりも時間やコストを抑えられる ・3Dモデル（画像データから点群データを作成すること）が簡単にできる	・数十平方メートル程度の敷地や凹凸のない敷地の測量は割高になることが多い ・バッテリー交換のため離着陸を何度も行わなくてはならない ・山の木々といったように障害物がある場合は地面を測量できない	約0.5日 (2.6ha=0.026km2)	写真測量： 約100万円以上 レーザー測量： 約1500万円以上	ドローン写真測量 ソリューション / テクノロジー 大林組 ドローン測量は航空レーザー測量より優秀？それぞれのメリット・デメリットを比較してみた ドローン測量のメリットやデメリットは？測量の方法や必要な資格および知識も併せてご紹介 ドローン（UAV）を使った測量のメリットとデメリットとは？従来の測量手法と比較！ ドローンを使った測量 3 事例紹介	2021論文35. 「全自動ドローン」で測量と安全巡視を無人化 2021梗概4. お手持ちの UAV で手軽に空中写真測量。 SfM のクラウドサービス 2020論文3. ドローン撮影画像を用いた簡易な路面ひび割れ測定技術の開発 2020論文7. 斜め往復撮影による標定点不要の造成地 UAV 写真測量手法の開発 2020論文8. RTK-GNSS 搭載型 UAV を用いた空中写真測量における標定点数削減に関する検討 2020論文37. UAV を活用した橋梁点検の撮影方法に関する考察 2019論文23. 切盛土の日々の出来形管理に簡易 UAV 測量を適用 2019論文24. 各種 UAV 測量機器による出来形の測量制度の比較検証について
5	機体の3Dシステムを使った測量 GPS、レーザー発振器 or ステレオカメラ 	キャブの上部に設置されたステレオカメラは、カメラスイッチを押すことで、目の前の地形を高速・高精度に計測する。 ICT建機以外の施工箇所も、ステレオカメラで計測してスマートコンストラクションアプリの最新地形データへ反映でき、施工進捗の管理が可能になる。	・機械制御の効率的な作業により施工のムダを減らす ・安全でかつ労働時間・燃料代の 削減	・高価な機材が必要	数千 m2/日 (=建機の移動範囲)	約1000万円以上	第 1 4 回北海道測量技術講演会（コマツ） KomEye 〈コムアイ〉 スマートコンストラクション導入事例	2020論文19. 重機搭載レーザー計測システム（トンネル版）の開発 ICT 技術を使ったインパート掘削の出来形計測検証 2019論文20. 重機搭載 レーザ計測システムの開発
6	機体の3Dシステムを使った測量 GPS、IMUを使用してバケットの軌跡からの測量 	油圧ショベルのブーム・アーム・バケットに装着した角度センサーにより、バケットの高さと傾きを表示する。 油圧ショベル本体にTSターゲットやGNSS受信機を装着することで、土木設計データをもとにしたより高精度な施工が可能になる。	・機械制御の効率的な作業により施工のムダを減らす ・安全でかつ労働時間・燃料代の 削減	・高価な機材が必要	数百 m2/日 (=建機の施工範囲)	約1000万円	Earthworks 油圧ショベル 3Dマシンコン - 共成レンテム	2021論文10. ICT バックホウの施工履歴データを用いた土工の出来形管理に関する検討 2021論文11. 路面切削工における施工履歴データを用いた出来形管理の検討 2021論文12. 重機の履歴データを用いた出来形管理に関する考察～ICT 施工の効率化へ向けて～ 2021論文17. 測量と施工の双方に貢献する汎用性の高い ICT ショベルシステムの開発 2019論文17. ICT バックホウの施工履歴データによる出来形管理の実用有効性の検証 2019論文18. ICT バックホウ施工履歴データを用いた河床掘削における出来形管理規格値の検討
7	車を使った測量 	MMS測量は、車で走行しながら周囲の地形を3次元計測できる測量技術。 MMS測量機には3次元レーザースキャナ・GNSS・カメラ・各種センサーが搭載されており、移動しながらでも正確に周囲の計測が可能になる。 【その他参考技術】 ・車両以外の移動体を用いた測量(手押し車、背負式)	・車で走行しながら計測するため、測量のための交通規制が必要ない ・走行と同時に、1秒間で100万点におよぶデータを計測可能 ・レーザースキャナでの計測と同時に写真も撮影するため、路面のひび割れ調査にも活用可能 ・時間、人件費の削減	・高価な機材が必要 ・車が立ち入れる場所しか測量できない	20km/日	約5000万円以上 (車両タイプ)	MMS測量 測量サービス 株式会社CSS技術開発 MMS（モバイルマッピングシステム）で道路周辺の3次元測量	2021梗概11. 建設機械搭載型レーザスキャナによる出来形管理システム 2018論文11. 地上移動体搭載型レーザースキャナを用いた舗装路面プロファイルの算出

NO	測量方法	概要	メリット	デメリット	測量所要時間	費用	使用事例、参考資料リンク	使用事例、JCMAシンポジウム資料リンク
8	SPOT (犬型ロボット)を使った測量 	「スポット」と「GNSS受信機、3Dレーザースキャナー」などの主要なデータ収集システムとの間で、シームレスに統合されたソリューションを提供することで、ロボット「スポット」によるリアルタイムなデータ収集が可能になる。現場の進捗状況を迅速かつ正確に把握し、建設の生産性、品質、安全性の向上の実現を目指す。	・人が立ち入れない場所や危険な場所の測量も可能 ・従来の測量方法より早い ・山の木々といったような障害物がある場合でも測量可能	・バッテリー交換を何度も行わなくてはならない ・ドローンを使った測量よりも広大な範囲の測量に時間がかかる ・高価な機材が必要	数百 m2/日 (=SPOTの移動範囲)	約1000万円以上	鹿島建設、Boston Dynamicsの4足歩行ロボを導入	
							トリンブル社とボストンダイナミクス社 自律型ロボットの導入拡大へ戦略的提携を発表！	
							自律四足歩行ロボットを活用しDXを加速する！～建設市場に向けてBoston Dynamics社の自律四足歩行ロボットSpotの取り扱いを開始～	
9	スマホを使った測量 	スマートフォンやタブレットを測量したい対象物にかざすだけで高精度な3次元データを作成するアプリが開発された。ドローンやレーザースキャナーによる3次元測量を外注した場合と比べて、費用を80%以上削減できる。	・GNSSのような高価な機材が不要 ・費用がダントツで安い ・基準局（スマホ）があちこちにあるので、長距離を移動しながら測量可能	・測量の精度が低い	数千 m2/日 (=スマホを用いた移動範囲)	約10万円以上	高精度測位サービス「ichimill」が建設機械メーカーで初めて採用	2020論文9. 土工の出来高算出における動画を使う写真測量の精度確認手法と撮影条件
							スマホをかざすだけで3次元測量、小規模現場でも手軽にICT施工が可能に	2020梗概1. 地上写真測量（動画撮影型）土工の出来高算出要領（案）に対応 - 「Solution Linkage Survey」による現場計測
							スマホが基準局に？！ソフトバンクが個人向けRTK-GNSSサービス開始	
10	レーザースキャナーを使った測量 	ノンブリズム機能による多点観測とデジカメ写真を合成することで、高精度な三次元カラー点群を作成する。	・短時間で有効距離内の形状が計測可能 ・複雑な操作、専門知識が不要	・機材が高額 ・スキャナーから見た裏側は計測できない	1スキャン30分/半径100m程度	約1000万円以上	レーザースキャナーとは	2021論文16. 橋梁下部工事における3D点群データを用いた出来形管理～検査監督業務の効率化～
								2017論文11. ICT 舗装工新基準の出来形測定におけるさらなる生産性向上への検討