

建設ICT導入普及研究会主催

ICT 活用工事現場見学会

2017年1月24日(火)
 (雨天予備日:1月25日(水))
 三重県尾鷲市

一 次 第 一

1. 主催者挨拶(5分)	建設ICT導入普及研究会	13:30
2. ミニセミナー(建設ICTを取り巻く話題)(5分)	建設ICT導入普及研究会	13:35
3. 事業概要説明(5分)	紀勢国道事務所	13:40
4. 工事・技術概要説明(15分)	朝日丸建設(株)	13:45
5. 技術体験(135分)	建設ICT導入普及研究会	14:00 (45分×3)
A: UAV, LSによる地形測量		
B: MCバックホウ、MCブルドーザ、GNSS締固め管理		
C: 座学 (3次元設計データ作成、3次元出来形管理)		
6. 無人化施工(10分)	朝日丸建設(株)	16:15
7. 質疑・応答(5分)	建設ICT導入普及研究会	16:25
(アンケート回収)		—

16:30 終了予定

※技術体験ローテーション

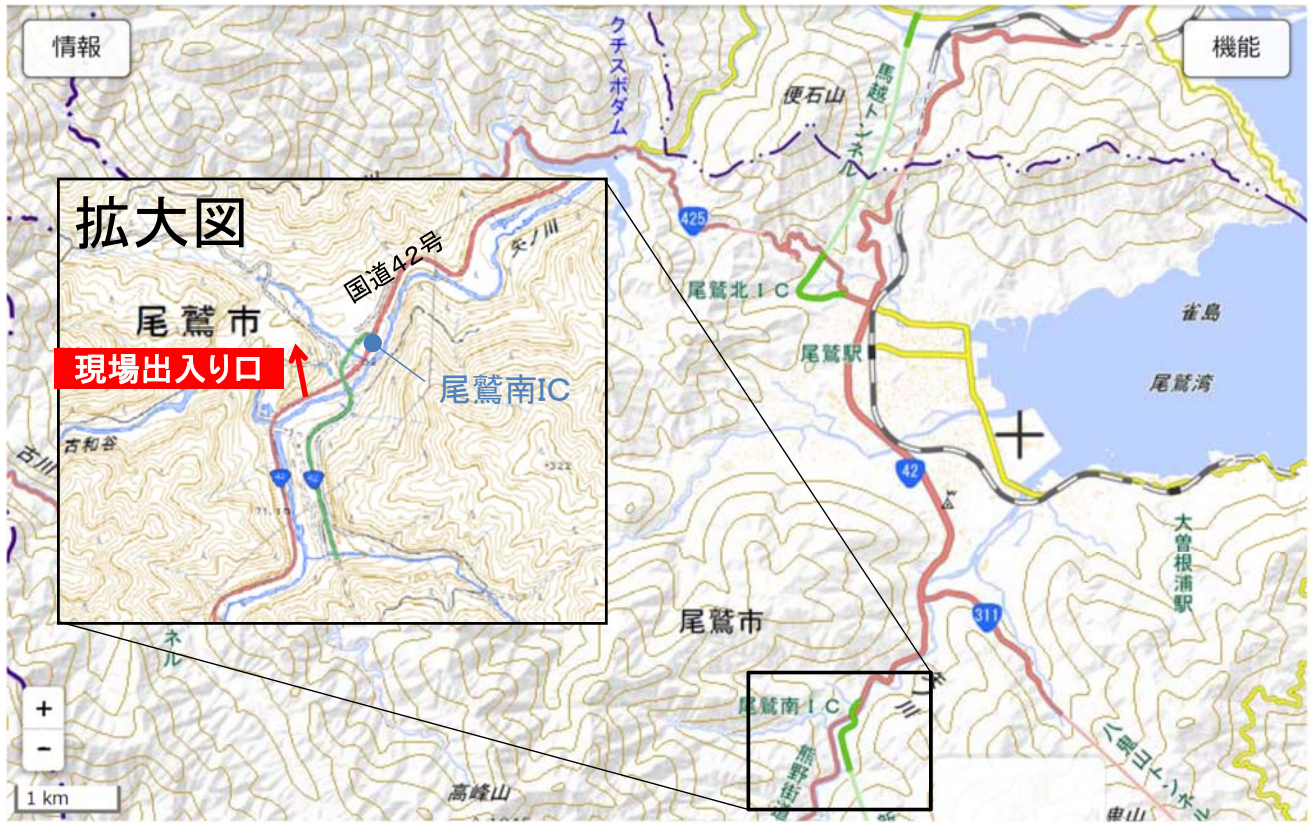
時間割(目安)	1 班	2 班	3 班
14:00~	A	B	C
14:45~	B	C	A
15:30~	C	A	B

参加者一覧表

三重県尾鷲市

参加企業名	会員種別				参加人数	体験班	技術体験ローテーション			
	プロジェクト			サテライト			14:00～	14:45～	15:30～	
	普及	支援	研究							
【班長】 (一社)中部地域づくり協会	○	○	○	-	1					
金子工業株式会社	-	-	-	○	3	1班-1	UAV, LS-1	座学 (3次元設計データ作成、 3次元出来形管理)		
日本土建株式会社	-	-	-	○	4					
株式会社キナン	-	-	-	○	4					
小原建設株式会社	-	-	-	○	3					
株式会社矢野商店	-	-	-	○	1					
山崎建設株式会社 中部支店	-	-	-	○	2	1班-2	UAV, LS-2			
株式会社 上田新工業	-	-	-	-	1					
ユウテック株式会社	-	-	-	-	2					
㈱大林組	-	-	○	-	1					
東建興業株式会社	-	-	-	-	4					
丸亀産業株式会社	-	-	-	-	3					
						14:00～	14:45～		15:30～	
【班長】 (一社)中部地域づくり協会	○	○	○	-	1					
(株)山野建設	-	-	-	○	2	2班-1	座学 (3次元設計データ作成、 3次元出来形管理)	UAV, LS-1		
株式会社 上村組	-	-	-	-	2					
佐藤工業㈱	-	-	-	-	4					
株式会社 松本組	-	-	-	-	2					
株式会社 塩谷組	-	-	-	-	3					
清水建設株式会社	-	-	○	-	4	2班-2		座学 (3次元設計データ作成、 3次元出来形管理)	UAV, LS-2	
宮本建設	-	-	-	-	3					
日本振興㈱	-	-	-	-	4					
株式会社 北村組	-	-	-	○	3					
						14:00～			14:45～	15:30～
【班長】 (株)トプコンソキアポジショニングジャパン	○	-	-	-	1					
生川建設株式会社	-	-	-	-	2	3班-1			座学 (3次元設計データ作成、 3次元出来形管理)	UAV, LS-1
七宝建設株式会社	-	-	-	-	2					
三重県 県土整備部公共事業運営課	-	-	-	-	3					
三重県尾鷲建設事務所	-	-	-	-	3					
三重県熊野建設事務所	-	-	-	-	3					
三重県尾鷲農林水産事務所 森林・林業室	-	-	-	-	1	3班-2	座学 (3次元設計データ作成、 3次元出来形管理)			UAV, LS-2
三重県尾鷲農林水産事務所 農政・農村基盤室	-	-	-	-	1					
三重県熊野農林事務所	-	-	-	-	2					
三重河川国道事務所	-	-	-	-	3					
紀勢国道事務所	-	-	-	-	7					
太啓建設(株)	○	-	-	-	1	リーダー				
(有)トプラス	○	-	-	-	5	技術指導		UAV, LS-1		
(株)シーティーエス	○	○	○	-	3	技術指導		UAV, LS-2		
コマツレンタル(株)	-	-	-	○	6	技術指導		MCバックホウ、MCブルドーザ、GNSS締固め管理		
(株)前田製作所レンタル21	○	○	-	-	2	技術指導		MCバックホウ、MCブルドーザ、GNSS締固め管理		
福井コンピュータ(株)	○	-	○	-	3	技術指導		座学(3D設計データ作成、3D出来形管理)		
紀勢国道事務所 熊野尾鷲道路出張所	-	-	-	-	1	発注者				
朝日丸建設(株)	○	-	-	○	1	施工者				
中部地方整備局企画部 施工企画課	○	-	-	-	2	事務局				

ICT活用工事現場見学会 会場案内図



国土地理院地図より作製

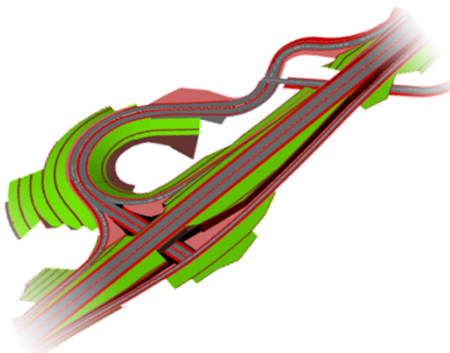


①3次元起工測量



UAV等による写真測量等により、短時間で面的(高精度)な3次元測量を実施

②3次元設計データ作成



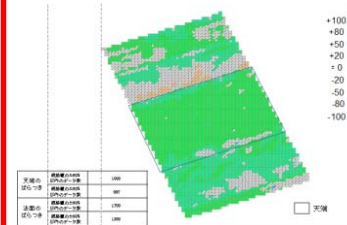
施工段階の一連の利用の前提として、施工前に契約図書を3次元化

③ICT建機による施工



3次元設計データ等により、ICT建設機械を自動制御し、建設現場のIoTを実施

④3次元出来形管理等の施工管理



多点観測を前提とした面的な施工管理基準の設定

⑤3次元データの納品



電子納品等運用ガイドラインに基づき、3次元データを納品

契約

測量

設計・施工計画

情報化施工

施工

出来形管理

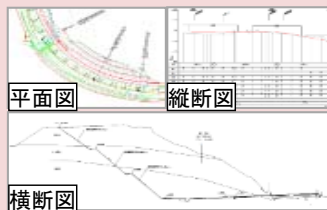
検査

引渡し

従来方法



測量の実施



設計図から施工土量を算出



設計図に合わせて丁張り設置



丁張りに合わせて施工



検測と施工を繰り返して整形



書類による検査

熊野尾鷲道路(Ⅱ期)

事業概要

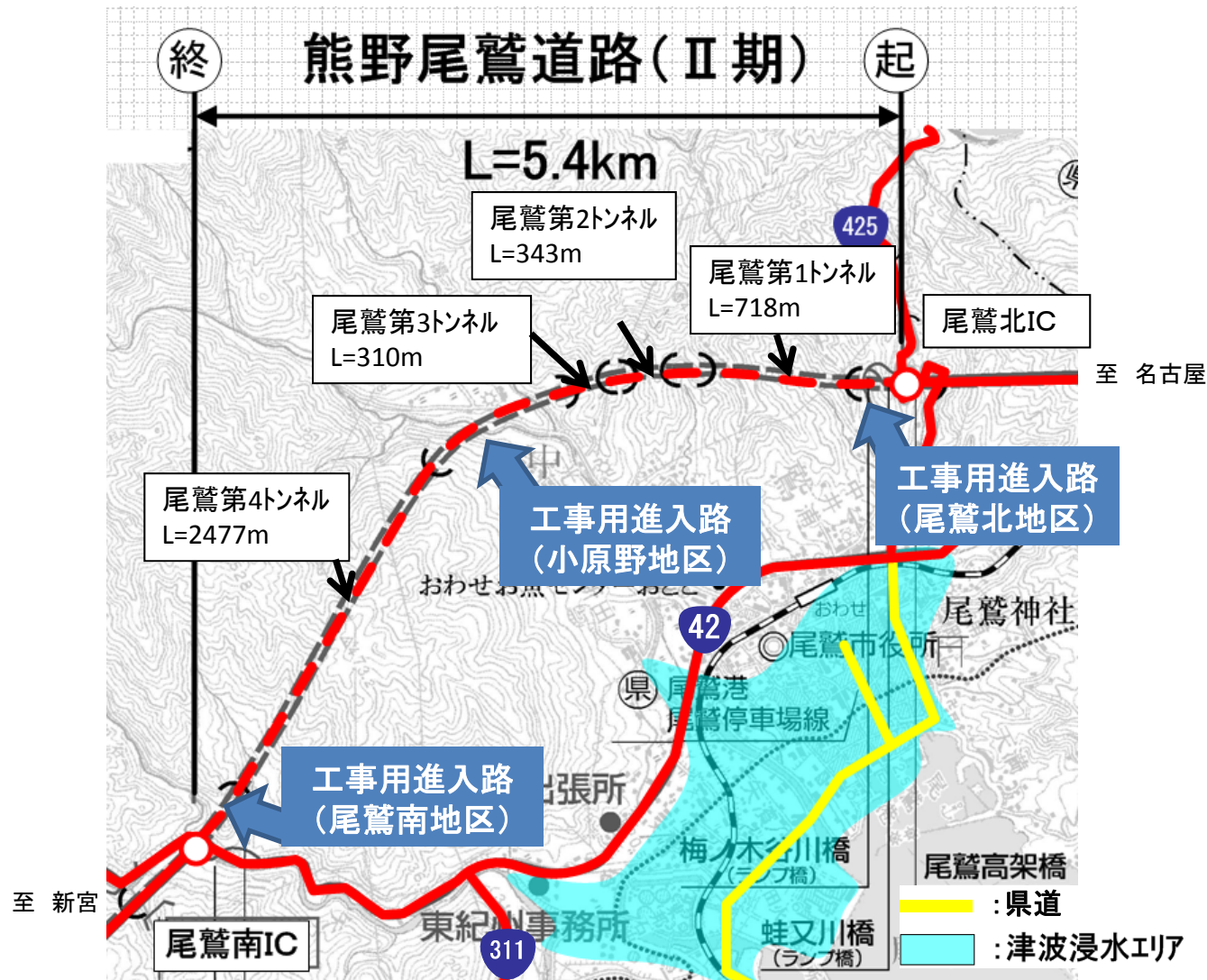
平成29年1月24日

紀勢国道事務所

近畿自動車道紀勢線 全体路線図



国道42号熊野尾鷲道路(Ⅱ期)



○平成28年度事業内容

改良工、橋梁上下部工、トンネル工、水文調査、
環境調査、移転補償、関係機関協議

○H28当初予算:42.2億円

国道42号熊野尾鷲道路(Ⅱ期)

尾鷲南地区(尾鷲南IC)

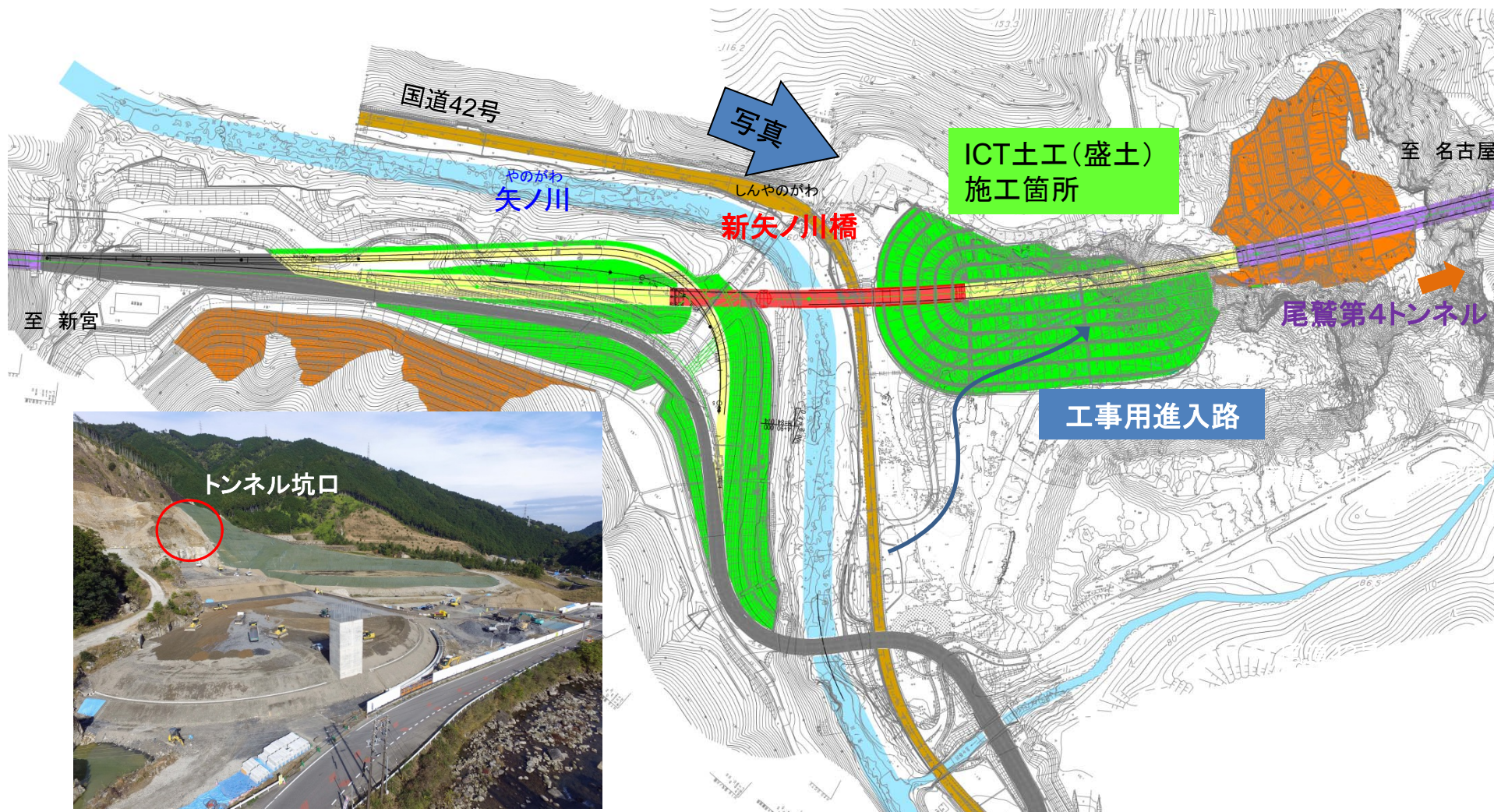


写真 現場状況

工 事 概 要

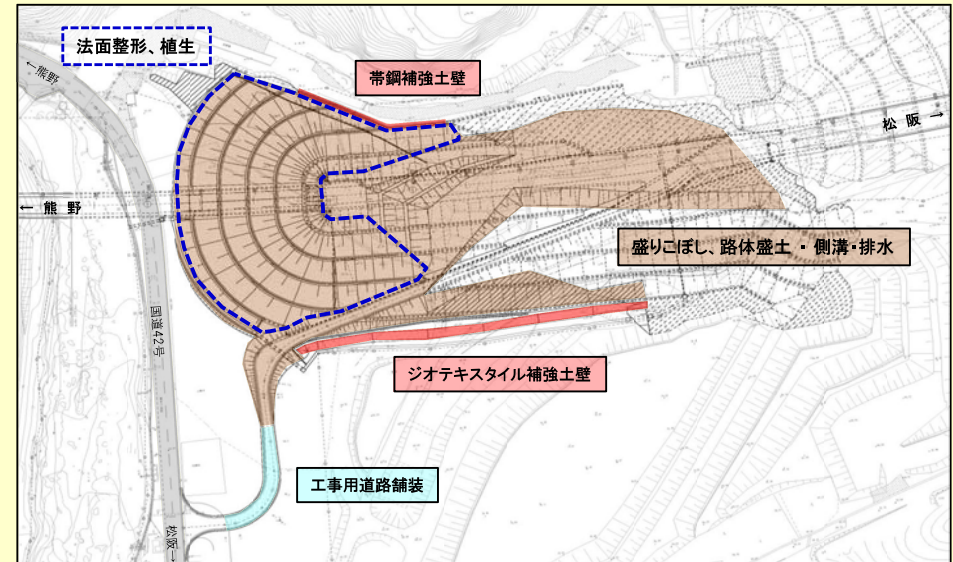
工事内容

- ・ 工 事 名 : 平成28年度 42号尾鷲南地区道路建設工事
- ・ 工 事 箇 所 : 三重県 尾鷲市 南浦
- ・ 工 事 目 的 : 本工事は、一般国道の自動車専用道路で近畿自動車道紀勢線、国道42号熊野尾鷲道路と一体となって、南海トラフ巨大地震時における津波浸水区域を回避する緊急輸送路となり、広域的防災に資する道路ネットワークの強化を目的とした工事です。

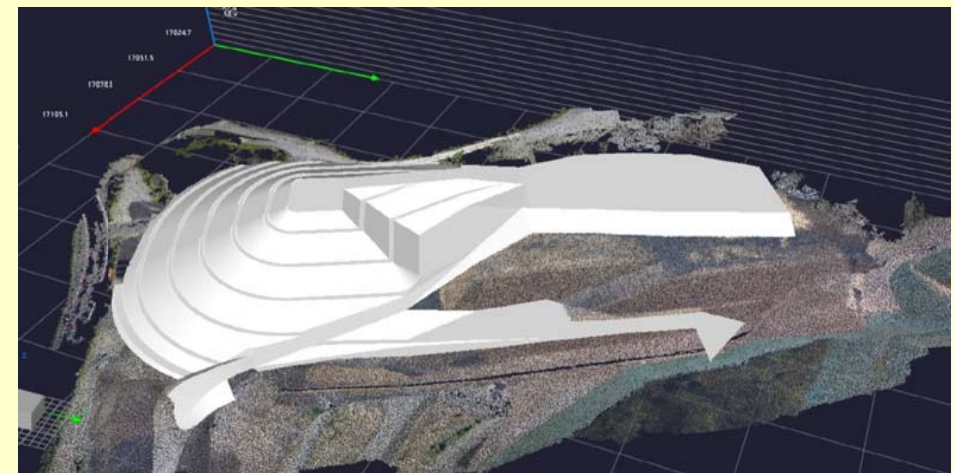
位置図



平面図



完成イメージ



- ・ 工 期 : 平成28年8月13日 ~ 平成29年3月21日
- ・ 工 事 内 容 :

道路土工	1式	(盛りこぼし・路体 130,000m ³ 、法面整形 4,800m ²))
法面工	1式	(植生マット 4,800m ²))
擁壁工	1式	(帯鋼補強土壁 177m ² 、ジオテキスタイル補強土壁 920m ²))
舗装工	1式	(工事用道路舗装 240m ²))
排水構造物工	1式	(側溝、管渠、排水 980m))
構造物撤去工	1式	・ 仮設工 1式)
- ・ 発 注 者 : 国土交通省 中部地方整備局 紀勢国道事務所 熊野尾鷲道路出張所
TEL 0597-25-0688
- ・ 施 工 者 : 朝日丸建設 株式会社 TEL 0596-36-8008
尾鷲南作業所 TEL 0597-37-4588
現場代理人 中藪 千裕 ・ 監理技術者 浦田 直之 ・ 担当技術者 玉本 直輝



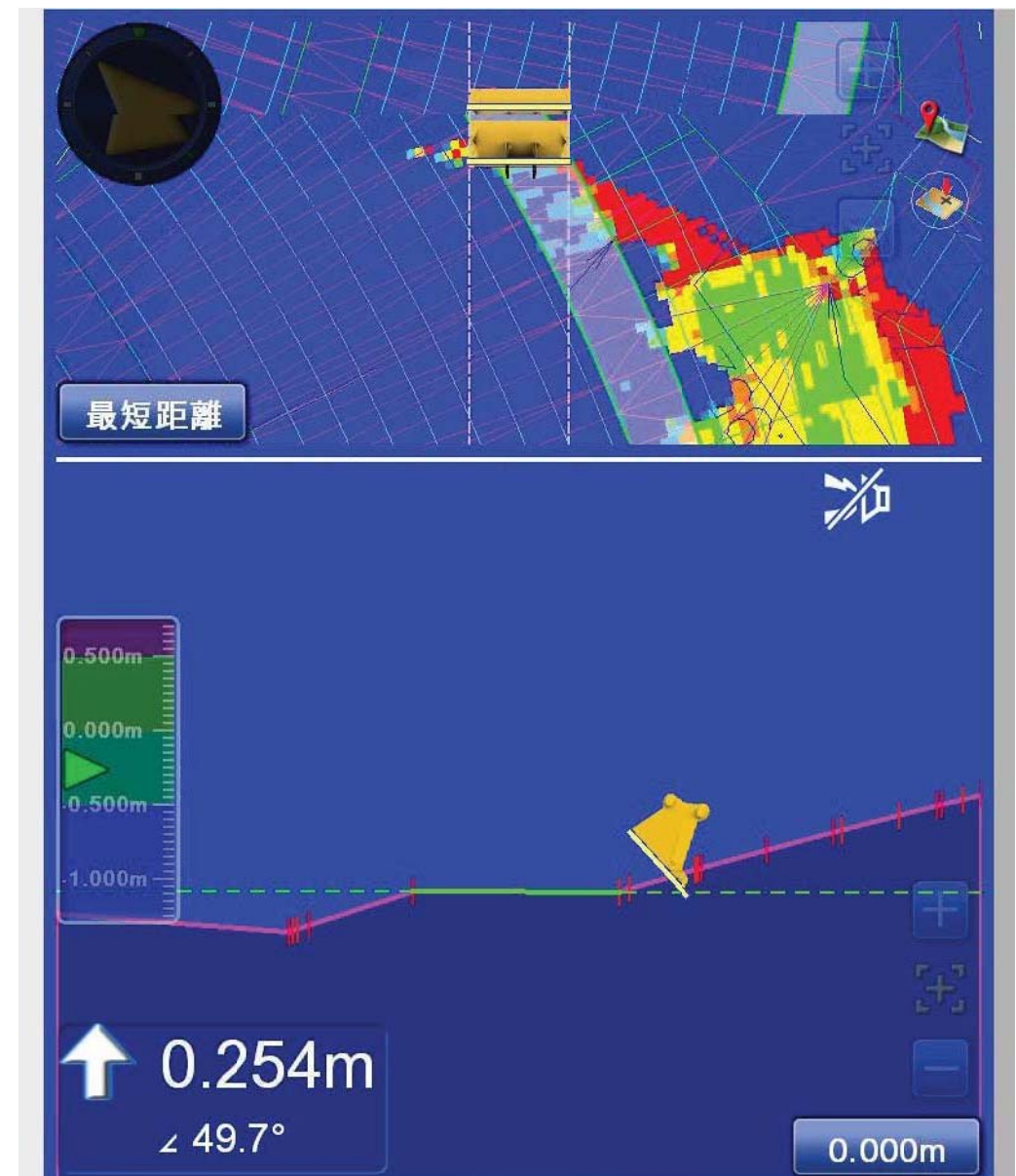
盛りこぼし・路体盛土
【ブルドーザー3次元マシンコントロール】
【TS/GNSSによる締固め回数管理】

法面整形
【バックホウ3次元マシンコントロール】

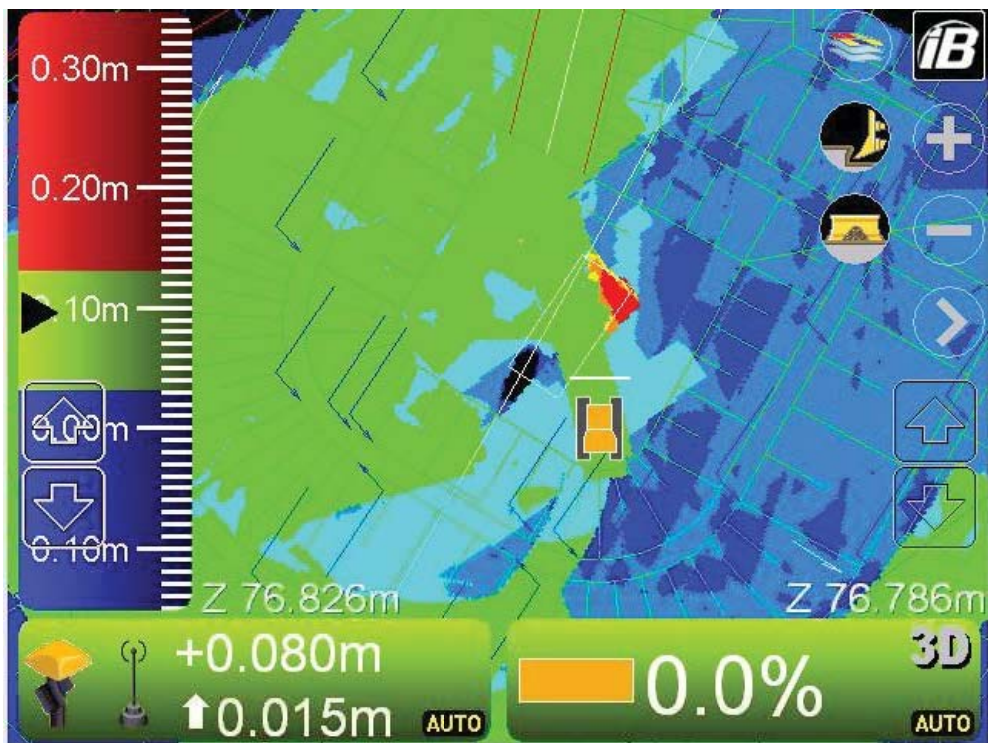
KomConnectによる日々土量管理



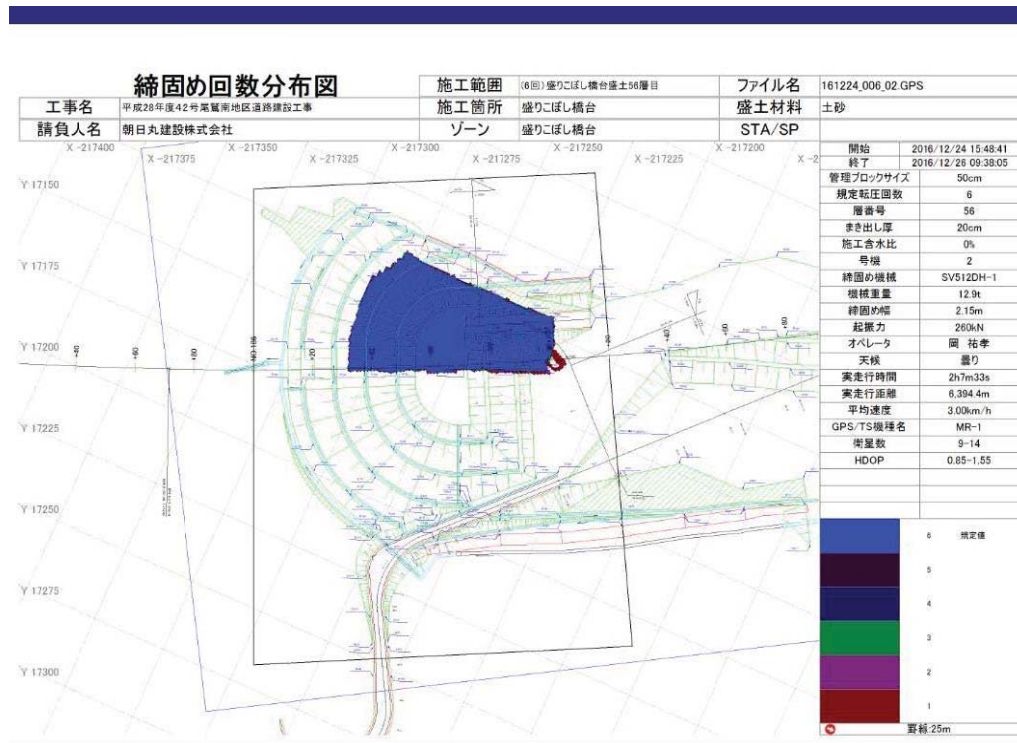
マシンコントロールバックホウ モニター



マシンコントロールブルドーザー モニター



TS・GNSS締固め回数管理 モニター



i-Construction

UAV・LSを用いた計測方法



i-Constructionに関する15の基準



参考:新たに導入する15の新基準及び積算基準(3/3)



◎ 3次元による調査・測量、設計、施工、検査の新基準

● 調査・測量、設計

- ① UAVを用いた公共測量マニュアル(案)
- ② 電子納品要領(工事及び設計)
- ③ 3次元設計データ交換標準

■ 黄色マーク

三次元点群測量

出来形管理に関するマニュアル

◆ 土工事でUAV空中写真測量が可能



● 施工

- ④ ICT技術の全面的な活用の実施方針
- ⑤ 土木工事施工管理基準(案)(出来形管理基準及び規格値)
- ⑥ 土木工事数量算出要領(案)(施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)を含む)
- ⑦ 土木工事共通仕様書 施工管理関係書類(帳票:出来形合否判定総括表)
- ⑧ 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)
- ⑨ レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)(案)

● 検査

- ⑩ 地方整備局土木工事検査技術基準(案)
- ⑪ 既済部分検査技術基準(案)及び同解説
- ⑫ 部分払における出来高取扱方法(案)
- ⑬ 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)
- ⑭ レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)
- ⑮ 工事成績評定要領の運用について



◎ 積算基準

- ・ i-Construction型工事(ICT土工)積算要領(施工パッケージ型積算方式)

※ i-Constructionは、国土交通省国土技術政策総合研究所の登録商標です。

機器・ソフトウェア

○実施項目

ICT活用工事実施において必要となる機器類及びソフトウェアは受注者が調達し、施工に必要なICT活用工事前データは受注者が作成する。

必要な機器

- ・UAV: Unmanned Aerial Vehicle
無人航空機(通称:ドローン)等
- ・デジタルカメラ



UAV出来形管理要領に規定される方法にて空中写真測量が行える機能を有すること。

- ・パソコン(64bit対応推奨)
- ・レーザスキャナ(LS)

LS出来形管理要領に規定される方法にて3次元測量が行える機能を有すること。



必要なソフトウェア

- 写真測量ソフトウェア(UAV使用時)
- 点群処理ソフトウェア
- 3次元設計データ作成ソフトウェア
- 3次元出来形帳票作成ソフトウェア
- 出来高数量算出ソフトウェア



税制：優遇制度

	中小企業等経営強化法 (H28.7.1施行)	中小企業 投資促進税制	生産性向上設備 投資促進税制
期 間	～H31.3末	～H29.3末	～H29.3末
利用できる 方	中小企業(資本金1億円以下)、個人事業主 担当省庁(建設業は国交省)による 経営力向上計画の認定必要	(賃貸業は対象外)	青色申告している 法人・個人事業主 (対象業種や企業規模に制限なし)
対象設備	160万円以上の機械装置 経営力向上計画に基づき取得する 新規の機械装置(生産性が年平均 1%以上向上する設備等)	機械装置160万円以上、工具及び器具備品120万円以上、ソフトウェア70万円以上 生産性向上に資する一定の設備等 (右記のA類型、B類型)は、上乗せ 措置を適用	最新設備を導入する場合(A類型)、 利益改善のための設備を導入する場合 (B類型)
優遇内容	固定資産税 固定資産税の課税標準を 3年間 1/2 に軽減	法人税 個人事業主、資本金3千万円以下 特別償却30% 又は 税額控除7% 資本金3千万円超1億円以下 特別償却30%	特別償却50% 又は 税額控除4%
その他	<その他の支援措置> 政策金融機関の低利融資、民間金 融機関の融資に対する信用保証、 債務保証等による円滑な資金調達 を支援	<上乗せ措置の内容> 個人事業主、資本金3千万円以下 特別償却即時 又は 税額控除 10% 資本金3千万円超1億円以下 特別償却即時 又は 税額控除7%	<対象設備の要件> A類型 ・最新モデルであること ・生産性が年平均1%以上向上していること B類型 ・投資利益率が15%以上 (中小企業者等は5%)であること
制度紹介HP	http://www.chusho.meti.go.jp/keiei/ikyoka/	http://www.chusho.meti.go.jp/zaimu/zeisei/2014/tyuusyoukigyoutousisokusinzeisei.htm	http://www.meti.go.jp/policy/jigyoku_saisei/kyousouryoku_kyouka/seisanseikojo.html

飛行の許可・承認・注意点

無人航空機

留意事項

■飛行マニュアル

UAVの飛行は航空法等関係法令・規定を遵守する。

<無人航空機の飛行の許可が必要となる空域>

以下の空域では、国土交通大臣の許可を受けなければ UAVを飛行できません (航空法第132条)



※人口集中地区(DID地区)上空

DIDの範囲や空港等の周辺空域は、地理院地図で確認できます

<http://maps.gsi.go.jp/>

http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html

国土省航空局ホームページHP ↑
 (無人航空機(ドローン・ラジコン機等)の飛行ルール)

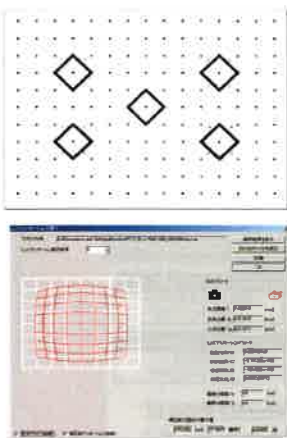
<承認が必要となる飛行の方法>

UAVを飛行させる際は、国土交通大臣の承認を受けた場合を除いて、以下の方法により飛行させることが必要です (航空法第132条の2)

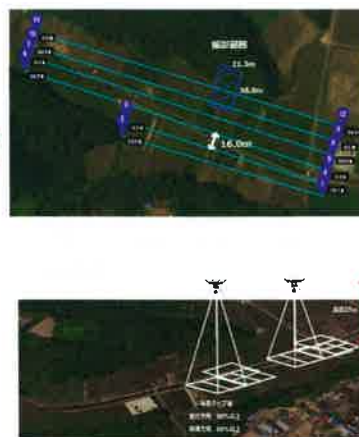


UAVを用いた(出来形管理)の流れ

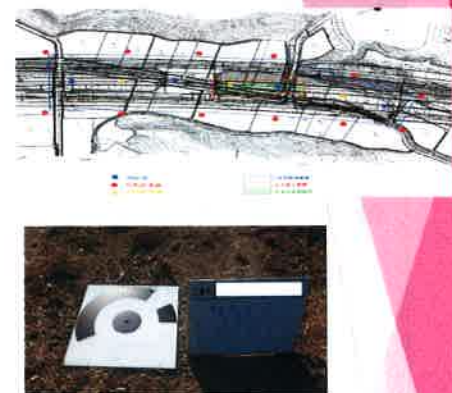
①カメラキャリブレーション



②空撮計画作成



③標定点設置



⑥帳票・ヒートマップ作成



⑤点群データ生成



④UAV空撮



計測精度と地上画素寸法(分解能)



例：SONY α6000外観

撮像素子	APS-C (23.5×15.6mm)
有効画素数	2430万画素
撮影画素数 (3:2)	6000×4000
画素サイズ	3.91 μm
外形寸法 幅×高×奥	120mm×66.9mm×45.1mm
本体質量	344g

焦点距離と対地高度との関係
地上画素寸法: 1cm、撮影枚数220枚@1ha
対地高度: 50mを標準とするとf=20mm以上

焦点距離 [mm]	16	28	35
画角 対角(°)	83	53	44
対地高度 [m]	40	70	88



工種別	要求精度 精度確認	地上画素寸法	対地高度 50m程度標準 f=28mm	計測密度・メッシュ 計測:0.01㎡ 10cm×10cm
出来形計測	±5cm以内	1cm/画素以内	<70m	1㎡ 1m×1m
起工測量	10cm以内	2cm/画素以内	<150m	0.25㎡ 50cm×50cm
岩線計測	10cm以内	2cm/画素以内	<150m	0.25㎡ 50cm×50cm
部分払い出来高	20cm以内	3cm/画素以内	<150m	0.25㎡ 50cm×50cm

UAVを用いた飛行計画

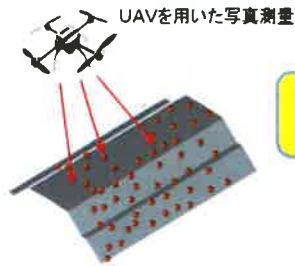


UAV(無人航空機)により効率的 高密度に測量し、3次元地形図を作成

① UAV(無人航空機)による撮影

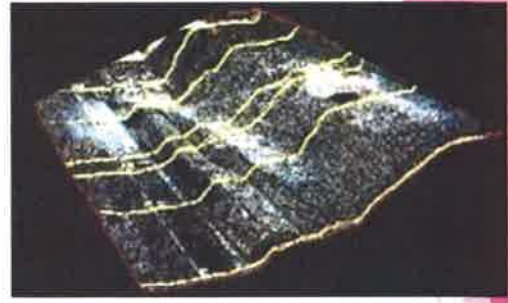


広範囲・短時間で撮影が可能

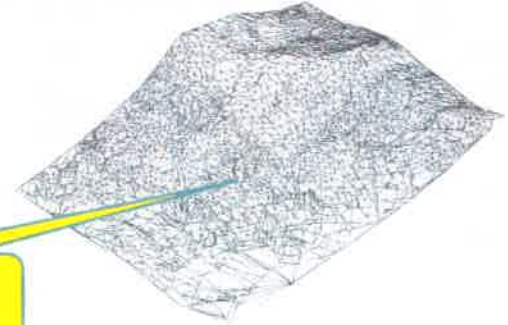


高密度に地表面データを点で取得

② 点群データの作成



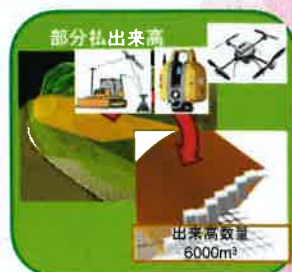
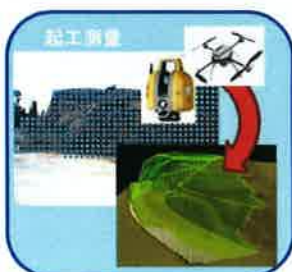
③ サーフェスモデルの作成



TIN(点を繋いだ三角形)で地形をモデル化

計測精度

工種別	UAV		レーザースキャナー		評価に必要な点群密度 (メッシュの大きさ) ※計測時の密度設定
	要求精度 精度確認	地上画素寸法	要求精度 精度確認	計測最大距離	
出来形計測	±5cm以内	1cm/画素以内	±2cm以内	精度確認試験の 測定距離以内	1点以上/1㎡ (1m×1m) ※出来形計測時は1点以上 0.01㎡ (10cm×10cm) にて実施
起工測量	10cm以内	2cm/画素以内	10cm以内		1点以上/0.25㎡ (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定
岩線計測	10cm以内	2cm/画素以内	10cm以内		1点以上/0.25㎡ (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定
部分払出来高	20cm以内	3cm/画素以内	20cm以内		1点以上/0.25㎡ (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定



TIN・点群・ヒートマップとは

■TINデータとは

TIN(不等三角網)とは、triangulated irregular networkの略。地形や出来形形状などの表面形状を3次元表示する、最も一般的なデジタルデータ構造。



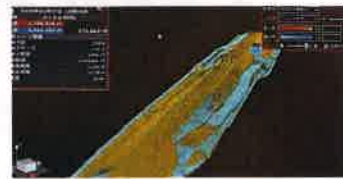
■点群データとは

3次元物体を、点の集合体で表したもの。
(拡大すると、デジタルカメラの画像のように「点」になる)
計測で得られた、3次元座標値で地形や地物を示す点群データ。
データ処理(不要な点の削除・点密度調整など)前のデータ。CS VやLandXMLなどで出力される。



■出来形管理分布図(ヒートマップ)とは

3次元設計データと出来形計測データを用いて、各ポイントの標高較差(垂直離れ)を表した分布図。



写真測量のポイント

(1) 撮影カメラ

- ・ 地上画素寸法 (起工測量 2 cm 出来形計測 1 cm)
- ・ 事前に校正が必要 (キャリブレーション必須) 報告書必要
- ・ カメラの性能を理解し、**画質の良い写真をとる**

(2) 撮影方法

- ・ 対地高度一定、鉛直撮影
- ・ ラップ率を多くして撮影 (OL : 90%、SL : 60%)
⇒ UAV : 撮影高度と機体スピードを適切な値に設定

(3) 基準点・標定作業

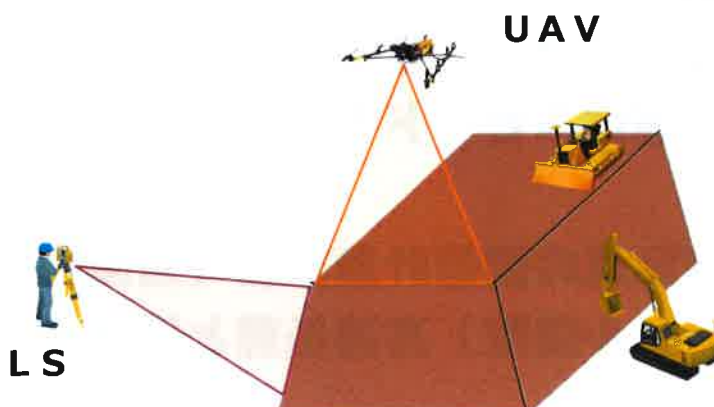
- ・ 基準点精度と配置、標定点の画像計測精度 (自動検出)
- ・ 標定計算ソフト (バンドル調整) 高速処理と結果出力

レーザースキャナーとUAV写真測量の比較

要素	UAV写真測量	レーザースキャナー(LS)
計測範囲	◎ 広範囲の計測が可能	○ 盛り変えが必要
計測精度	△ 撮影するカメラの性能や写真の画質などに影響される	○ 直接計測するのでカタログ通りの性能が取得可能 点群密度が一定でない
計測のための準備	○ 標定点ターゲットを計測範囲内に配置しなければいけない	◎ 基準点に設置する場合は準備不要。後方交会の場合はプリズムの設置が必要。
天候条件	△ 雨天時、強風化(風速5m/sec以上)では飛行不可	○ 雨天時は計測不可。夜間も可能
後処理	△ 写真解析作業が必要 画像枚数により時間がかかる	◎ 取得データが点群データ 後処理不要
安全性	◎ 飛行さえしてしまえば、現場内に人が立ち入ることは無い	△ 現場に人が入って計測するため、重機に注意する必要がある
技術ノウハウ	△ UAV、カメラ、写真測量の知識を習得する必要がある	◎ 特に複雑な知識は必要なし

～まとめ～

- ・デジタルカメラ性能(レンズ)およびキャリブレーションは重要
⇒地上画素寸法(起工測量2cm出来形計測1cm)
- ・空撮:ラップ率はオーバーラップ90%、サイドラップ60%
- ・標定点:計測エリアを包含。特に中央に設置が必要
- ・計測対象に特徴(テクスチャ)必要。土工事。移動体は含めない。
- ・計測精度:5cm(出来形管理)、10cm(起工測量)
UAV、LSなどを併用すべき(UAV:天端、LS:法面)
⇒UAV:広範囲な計測、人が立ち入れない現場
LS:複雑な地形かつ急な法面などの精度を求める計測

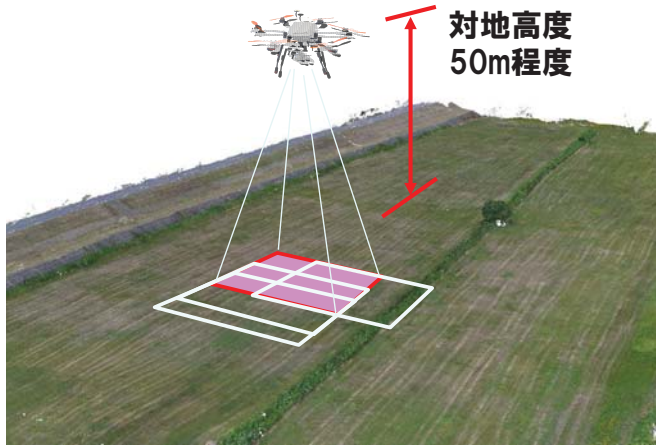


3次元計測のポイント

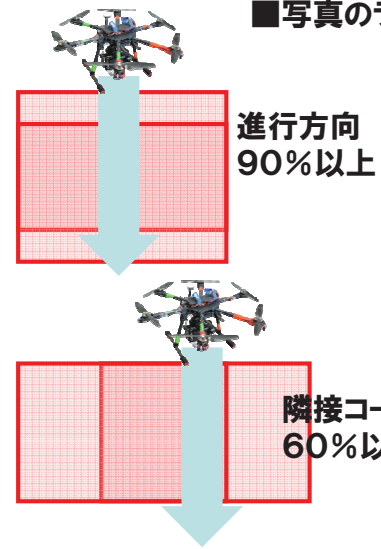
3次元計測機器の特徴

据置型 i-Construction ※レーザー scanner	車載型 ※MMS (モバイル・マッピングシステム)	飛行型 i-Construction ※UAV (通称:ドローン)
<p>高 狭</p> <p>○高密度、高精度の計測が可能 ○上部、裏側の計測が可能</p> <p>△計測員が行かれる場所に限定される (器械が設置できる場所に限定)</p> <p>・目視できない部分の計測にコツがある (「裏側」が計測できない)</p>	<p>精度 範囲</p> <p>○線形(道路)の計測が容易</p> <p>△上空視界(GNSS)の状況に左右される △交通が多いと計測が困難</p> <p>・対向車両、駐停車車両を回避する必要がある ・太陽の向き、天候などに品質と精度が左右される</p>	<p>低 広</p> <p>○広範囲の計測が容易</p> <p>△航空制限等の規制がある NG: 上空150m以上、DID区間 ...など △樹冠下等は計測が不可能</p> <p>・晴天時は日陰部分が精度不良になりやすい ・フライトは無風・弱風時に限られる ※測量計測の場合は、高性能カメラが必須 → カメラ重量を加味すると大型UAVが必須となる</p>

飛行高度とラップ率

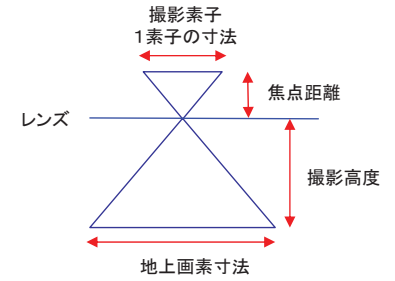


■写真のラップ率



フェーズごとの要求精度

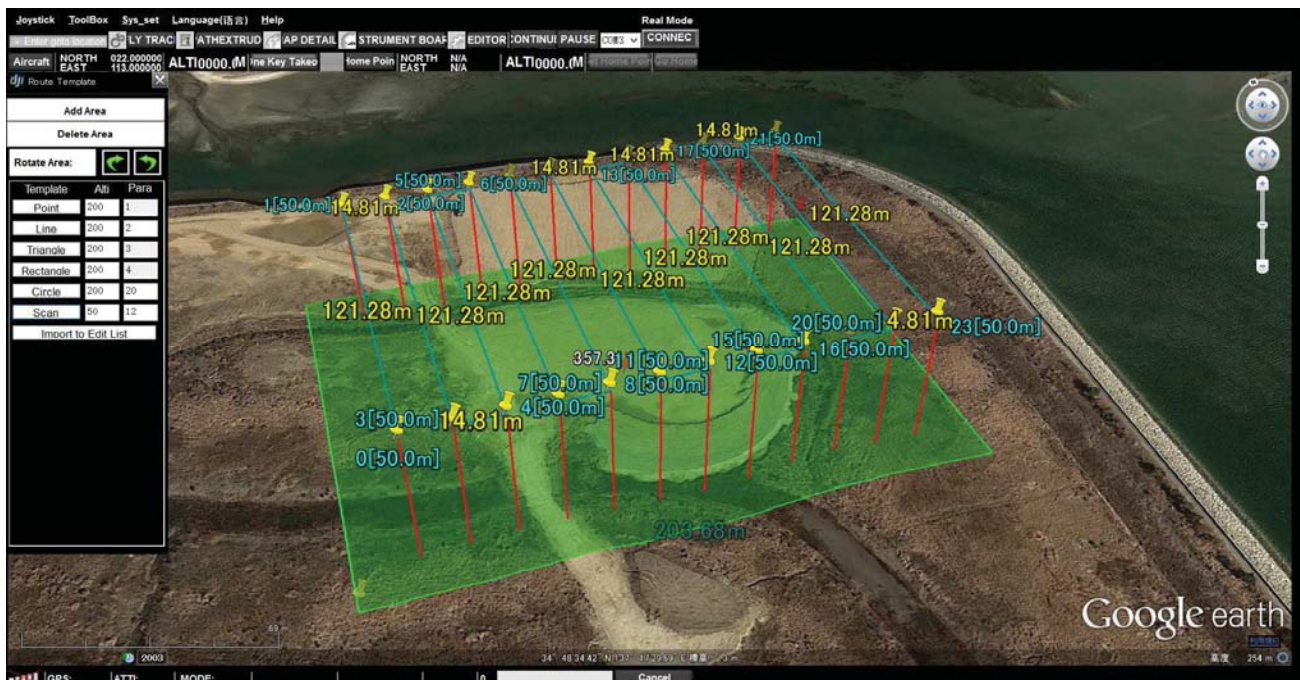
	起工測量(数量計測)	出来形計測
要求精度	± 100 mm	± 50 mm
地上画素寸法	2 cm	1 cm
点密度	50 cmメッシュ以下	10 cmメッシュ以下



3

フライトプランの策定

要求事項をもとに 飛行高度、飛行速度(撮影間隔)を決定



4

対空標識の設置

対空標識の標準形状



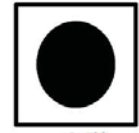
★型



X型



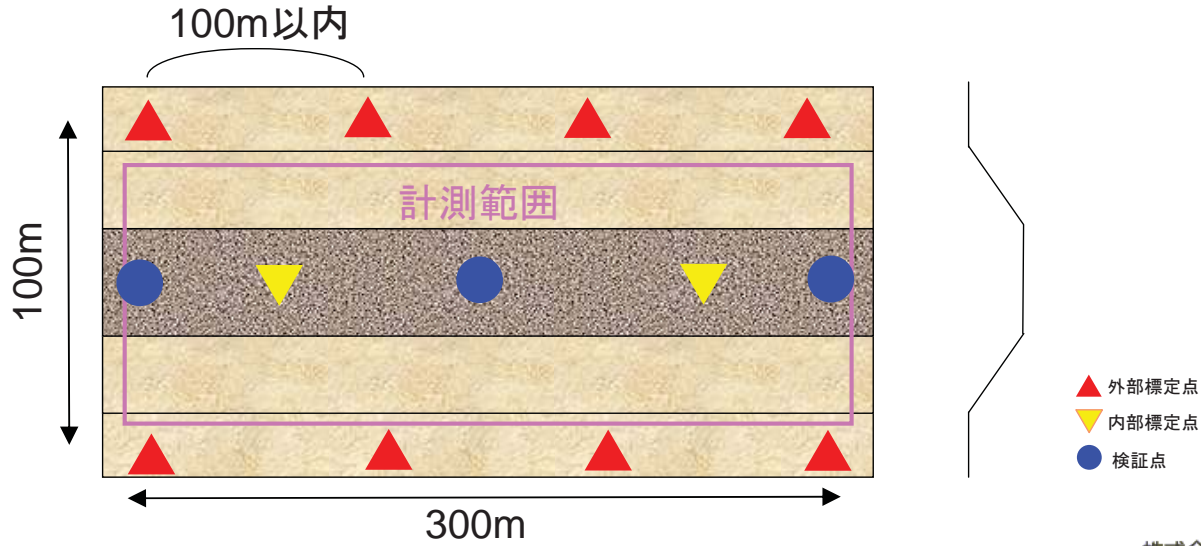
+型



○型

白黒を標準とし、直径は5画素以上

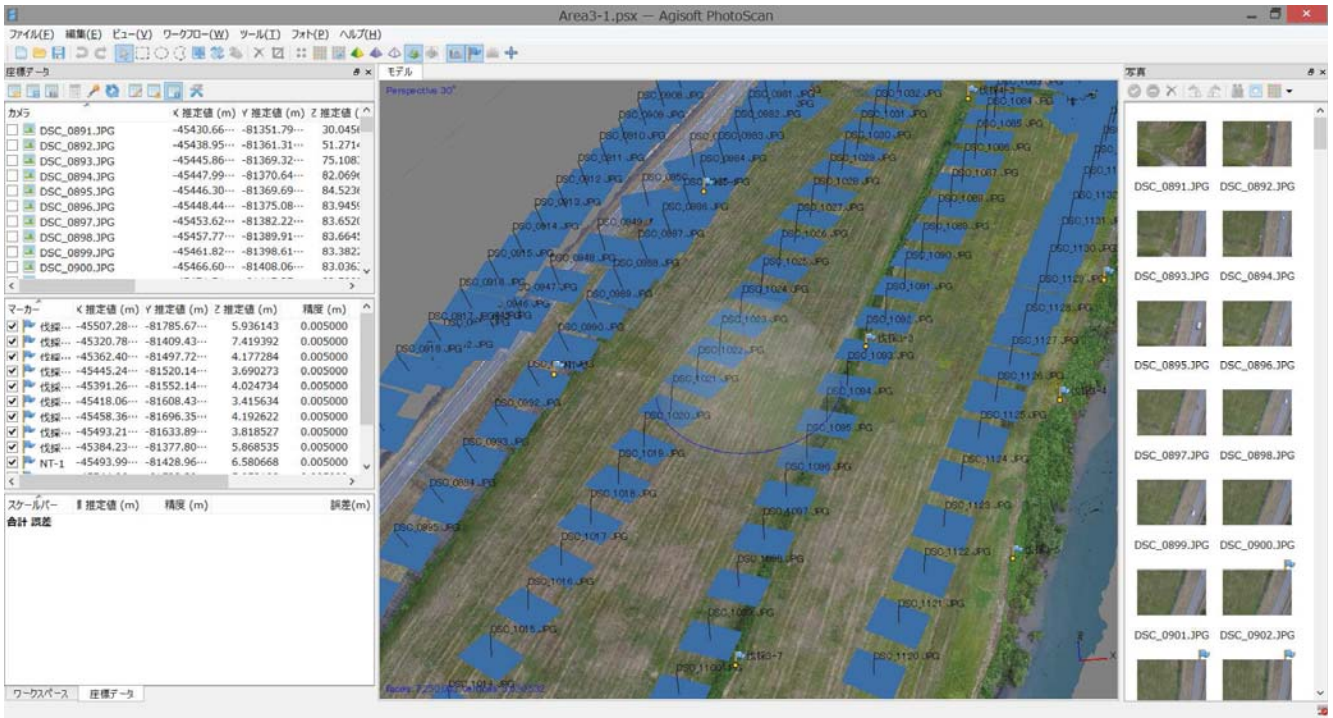
標定点と検証点のイメージ



計測イメージ（離着陸以外は自律飛行）



撮影した写真から3次元形状の復元（3次元化処理）



地上型レーザースキャナー

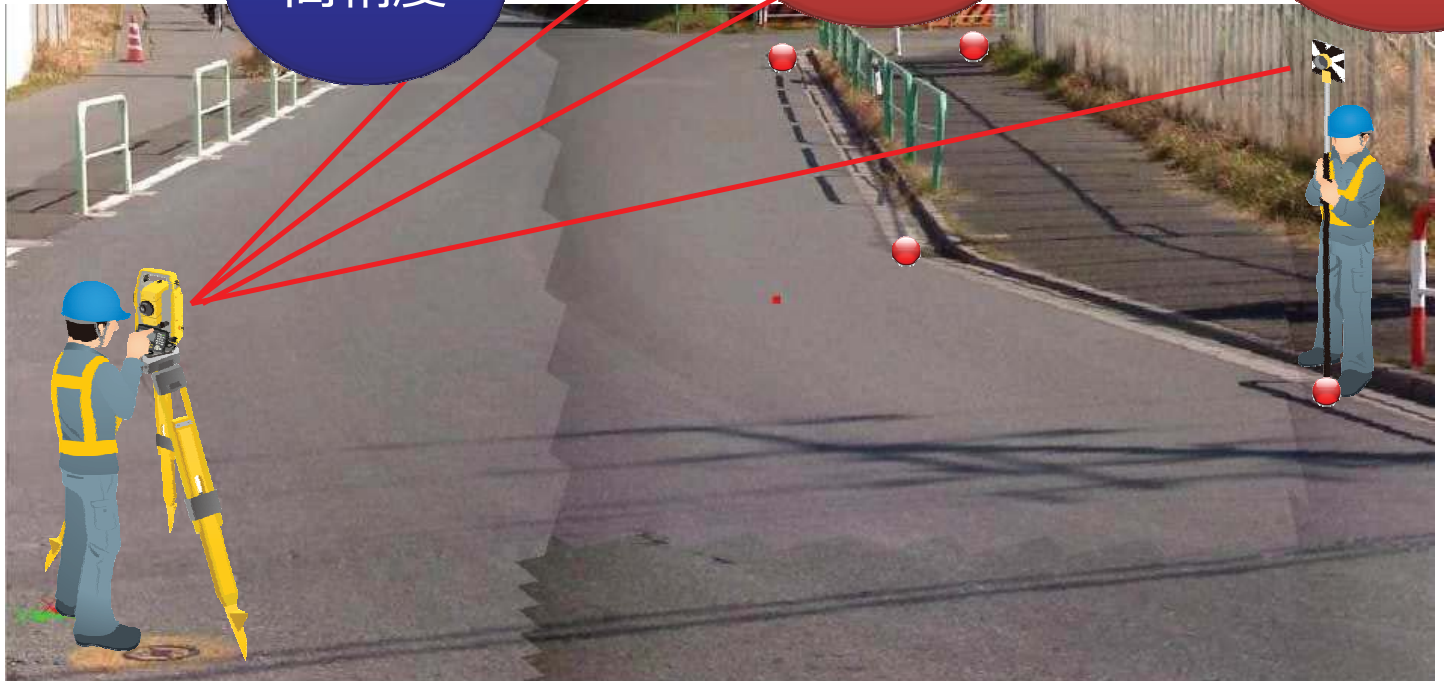
トータルステーションでの観測

高精度

時間

手間

コスト



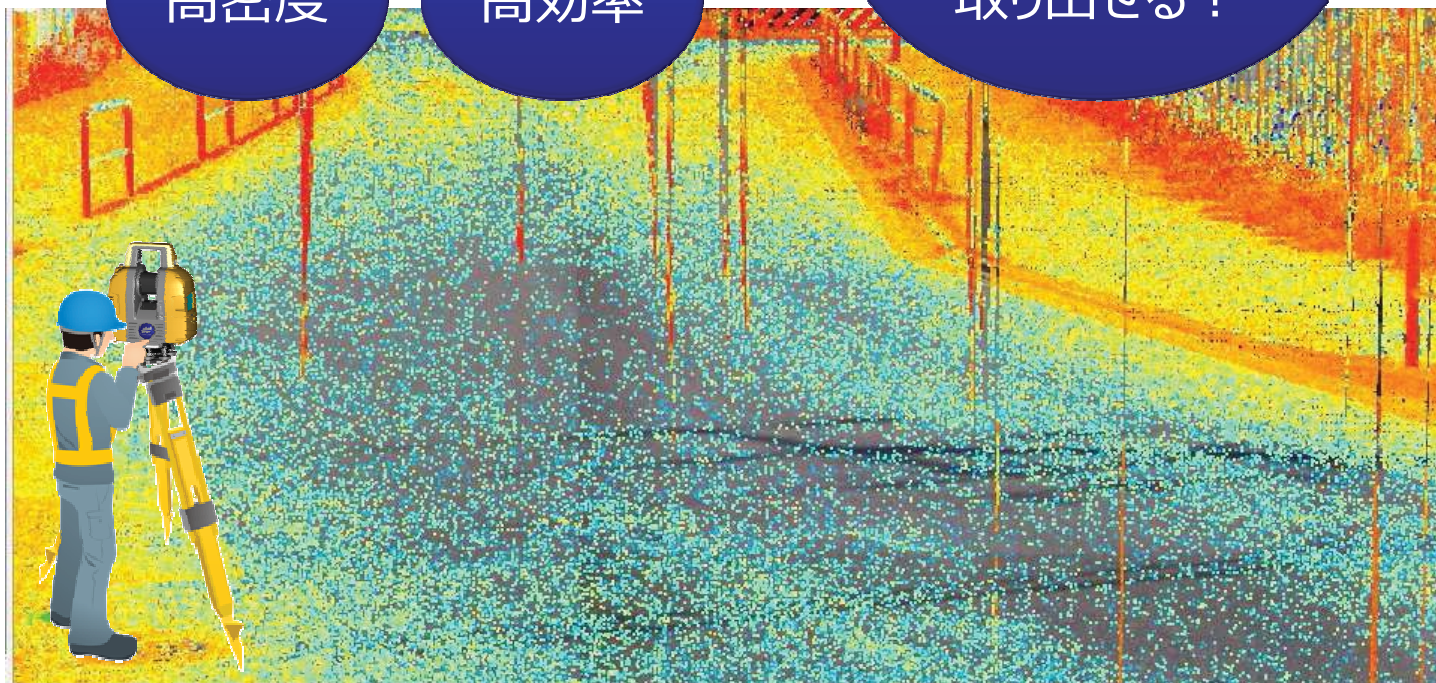
点から面へ

レーザー scanner での観測

高密度

高効率

後から
必要な情報が
取り出せる！



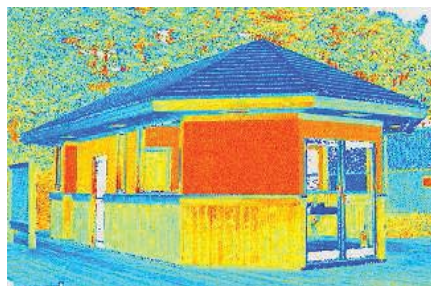
9

レーザー照射



画像データ

+



3D点群データ (輝度)




点群データ (色付き)


現場の必要なデータはまるごと全て取得


10

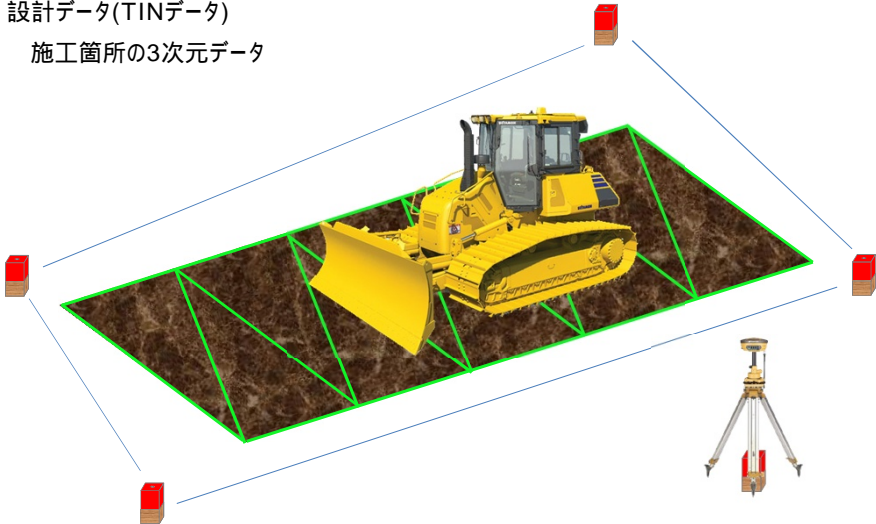
KOMATSU 3

ICT施工に必要なもの

 **基準点**
現場を囲む4箇所以上

 **設計データ(TINデータ)**
施工箇所の3次元データ

 固定局を利用する場合は
更に1箇所追加が必要



KOMATSU 4

ICT建機の関連機器

GNSS移動局(ローバー)




・GNSS衛星を利用する測量機器で施工現場の基準点を測定する事で基準点座標をデータとして取り込み、ICT建機を稼働させる為の領域データを作成します。

GNSS固定局



・移動局と同じGNSS衛星を利用する測量機器ですが、既知の座標を持つ基準点上に設置して位置補正情報を無線電波でICT建機に送信する為に使用します。



移動局による基準点測定作業の様子

デジタル無線機



・ICT建機に搭載して固定局からの位置補正情報を受信する為に使用します。

・固定局及びデジタル無線機はICT建機稼働現場内の携帯通信網の電波状態が悪い場合に使用します。

KOMATSU ICT油圧ショベルの特徴 5

ICT油圧ショベル専用機器
 コマツコンホ-ネットを全て内蔵化(ストロ-クセンサ付きシリンダ等)した。トココンホ-ネットはOEM化し、コマツが品質保証。

- ・GNSSアンテナ
- ・ステレオカメラ (KomEye)
- ・12.1インチ大型モニタ
- ・慣性センサユニット(IMU)
- ・ストロ-クセンサ付きシリンダ

KOMATSU ICT油圧ショベルの機能 6

自動整地アシスト

アーム操作した際に、バケットが設計面に沿って動くように自動でブームが上昇。
 粗掘削作業：設計面を気にすることなく作業が可能。
 仕上げ作業：ブームレバー操作無しで作業が可能。

自動停止制御

ブームまたはバケットを操作した際に、バケット刃先が設計面に達すると作業機が自動停止。
 設計面を傷つけず、また刃先位置合わせが容易。

最短距離制御

バケットの幅・輪郭点の中で設計面にもっとも近い点を自動検出して刃先を制御。
 設計面に正対していなくても掘り過ぎを気にせず作業可能。

オペレータは、設計面の掘り過ぎを気にせずに簡単に掘削作業が可能。
 作業効率・安全性を向上。

ICT油圧ショベルの機能

7

・コントロールボックスの機能配置

**・バケット刃先位置
選択ボタン**
設計面からの距離を測定するバ
ケット刃先位置
(右/中央/左/最短距離)を
選択するために使用

・正対コンパス
目視では合わせにくい目標面に対するバ
ケット刃先の正対度を、矢印の向きと色で
ナビゲート。
正対させるのが簡単で法面施工で特に威
力を発揮。

・サウンドガイダンスON/OFF
目標面に対するバケット刃先位置を音でナ
ビゲート。
刃先を注視する作業などドライバーを見る
ことができない状況で有効。

設計面までの距離表示

制御面オフセット
設計面を制御面から垂直方向へオフセッ
トすることが可能

モード選択ボタン
走行、粗掘削、仕上掘削モード
(ROUGH) (FINE)

設計面オフセット
設計面を水平面から垂直方向へオフセッ
トすることが可能

スクリーン選択ボタン
スクリーンレイアウト変更に使用
・走行: 2画面切替
・掘削: 3画面切替

メインメニューボタン
各種セッティング・現場データ切換に使用

刃先位置確認/測定ボタン
バケット刃先位置補正/測定に使用
(デイリーキャリブレーション用)

GNSS受信状態確認ボタン
GNSSからの信号受信の確認に使用
受信OK 未受信

ICT油圧ショベルの機能

8

・バケット形状のデータ化について

・前述の各種自動制御を高精度で実現する為に専用のツール、ソフトを用いてバケット形状をデータ化してICT建機に入力されています。これにより、爪先でも底面でも同じ施工高さで自動制御を使用することができます。

・バケット交換の際はコントロールボックス内のバケットデータも変更する必要があります。

バケット形状計測

バケット形状データ化

バケット形状データ画面

Point	Angle	Length
A	37.21°	1.1478 m
B	47.59°	1.1072 m
C	57.43°	1.0045 m
D	68.08°	0.8289 m
E	104.74°	0.4370 m

KOMATSU ICT油圧ショベルの機能 9

ステレオカメラ (KomEye) について

・キャビン前窓上部に取付されており、撮影ボタンを押すだけでICT油圧ショベル周辺地形の三次元計測を行う事ができます。
 ・計測されたデータは座標を持つ点群データとなってオープンプラットフォーム「KomConnect」(コムコネクト)の中にある施工現場の出来形データに反映されます。

ICT油圧ショベル、ブルドーザ共にICT建機自身が施工した箇所の出来形は自動的に KomConnect の現場データに反映されますが、ステレオカメラ (KomEye) を使用する事によって従来型の非ICT建機が施工した箇所だけでなく手作業で施工した箇所まで出来形データに反映する事が可能です。

KOMATSU ICTブルドーザの特徴 10

ICTブルドーザ専用機器

コマツコネクストを全て内蔵化(ストロークセンサ付きシリンダ等)した。
 トヨタコネクストはOEM化し、コマツが品質保証。

・GNSSアンテナ

・後進整地モードスイッチ

・慣性センサユニット(IMU+)

・ストロークセンサ付きシリンダ

・コントロールボックス

ストロークセンシングアングルシリンダ
 ストロークセンシングチルトシリンダ
 ストロークセンシングリフトシリンダ

KOMATSU ICTブルドーザの機能 11

全自動ブレード制御
従来型情報化ブルドーザとの違い

従来の情報化施工

手動

粗掘削

仕上げ整地

ブレード位置制御

情報化施工による自動制御

手動による施工

ブレード位置制御のみだったので軽負荷の仕上げ整地施工のみ自動制御を使用

コマツICTブルドーザ

全工程での全自動ブレード制御

1. ブレード負荷が増大すると・・・
2. シューリップが起らないように自動でブレードを上げ、負荷をコントロールします。
3. 常に抱えられる最大の土量で効率良く施工できます!

粗掘削

仕上げ整地

ブレード位置制御

自動掘削制御

シームレスな切替

自動掘削制御から自動整地制御へのシームレスな切替によってオペレータは前後左右にブルを走行させるだけで施工を完了。

KOMATSU ICTブルドーザの機能 12

コントロールボックスの機能配置

作業モード選択ボタン
・・・ドージングモード選択

・・・ブレード負荷モード選択

出来形表示切替ボタン
(切り盛り・施工回数)

メインメニューボタン
各種セッティング・現場データ切換に使用

電源ON

電源OFF

モニター表示倍率変更
(広域・詳細)

設計面オフセット
設計面を水平面から垂直方向へオフセットすることが可能

設計面までの距離表示

施工地点設計データのブレード傾角表示
(法勾配・道路勾配・角度)

KOMATSU ICT建機の稼働条件 13

稼働できない条件の具体例

- ・高い構造物(ビル・樹木等)に隣接している場合
- ・高さがあり勾配の立った法面に隣接している場合
- ・トンネルの内部や地下掘削現場
- ・高架橋の直下や隣接したエリア

× : GNSS衛星による位置情報が取得できない為稼働できません

KOMATSU ICT建機: デイリーキャリブレーション 14

ICT建機の自動制御 (MC機能) の概略

1. GNSS衛星からICT建機の位置情報を受信

2. 現在のICT建機本体の傾きをIMUセンサーで検出

3. 現在の作業機姿勢をストロークセンサーで検出

4. 現在のバケット、ブレード刃先位置が現在の設計データの高さ、勾配と同じになるように建機本体が作業機を自動制御する。

5. 現在のバケット、ブレード刃先位置をデータ上の同位置における設計高さ、勾配と比較

KOMATSU ICT建機: デイリーキャリブレーション 15

デイリーキャリブレーションとは? ... ICT建機の施工精度を維持する為に精度変動の要因を取り除く作業
これらの作業はICT油圧ショベル・ICTブルドーザどちらにも必要

・デイリーキャリブレーション作業の流れ

```

    graph TD
      A[シリンダーリセット作業 (ICT油圧ショベル・ブルドーザ 共通)] --> B[IMU調整作業 (ICT油圧ショベルのみ)]
      A --> C[バケット・ブレード刃先調整作業 (ICT油圧ショベル・ブルドーザ 共通)]
      B --> C
  
```

上記作業の実施頻度: 1日2回 (午前・午後の施工開始前を推奨)

・デイリーキャリブレーション作業 ... シリンダーリセット作業
ICT建機には作業機姿勢を建機自身が認識する為の「ストロークセンサ付シリンダ」を複数搭載しているが、エンジンを始動しただけでは建機のセンサが認識しているデータ上の作業機姿勢と実物の作業機姿勢にわずかな(センサ付シリンダ1箇所当たり数ミリ)ズレが生じる。

・シリンダーリセット作業の実施
各ストロークセンサ付シリンダをストロークエンドまで到達させるとリセット信号が働き、データ上の作業機姿勢が実物の作業機姿勢と合うように修正されます。

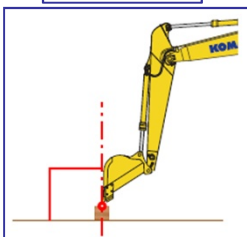
シリンダーリセット作業はエンジンを始動させる度に必要になります。

KOMATSU ICT建機: デイリーキャリブレーション 16


・デイリーキャリブレーション作業 ... バケット・ブレード刃先調整作業
ICT建機は建機自身が現在の座標を測位、出力する為にRTK法(固定局)あるいはネットワーク型RTK法(VRS方式)を使用しています。
施工精度を確保する為には1基でも多くのGNSS衛星(本項ではGPS及びGLONASSの2種を指す)がICT建機から捕捉できている事が望ましいが、GNSS衛星とICT建機が互いに動いている事による捕捉数の変動や施工現場周辺の構造物、地形、天候、電波状態や受信している補正情報の誤差など様々な要因がありICT建機の位置情報 = 施工寸法、精度が変動する要因になります。

・バケット、ブレード刃先調整作業の実施
基本的に動かない施工現場内の物理的なベンチマークにICT建機のバケット・ブレードの刃先を合わせ、変動要因のあるGNSS衛星からの位置情報を補正する事によってICT建機が日々同じ高さ、勾配、精度で施工できるようになる為の作業です。

油圧ショベルの場合



ブルドーザの場合




KOMATSU (17)

転圧管理システムの特徴

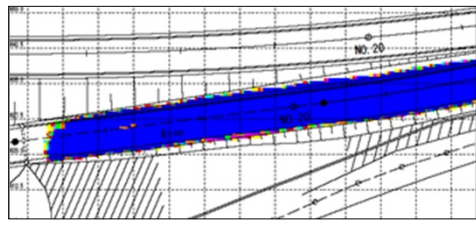
TS・GNSSを用いた締固め管理システムは、従来の「点」による密度管理から「面」による管理を可能にすることを目的とした技術です。

従来：現場密度管理試験・RI計器による測定の場合 一定単位毎の**点管理**



GNSS転圧管理システム：面管理

点から面的管理となり、転圧状況が見える化できる。エリア内の一部のメッシュの欠損やばらつきが出ない様に施工する。
 物理的に転圧が不可能な箇所（構造物付近や路肩部分）に関しては協議が必要。



KOMATSU (18)

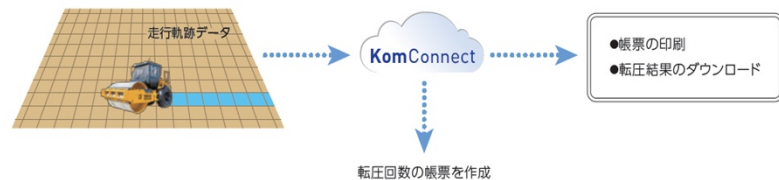
転圧状況をリアルタイムで確認・管理

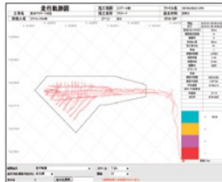
ソフトウェア

転圧管理ソフト

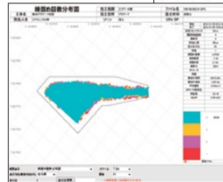
国土交通省「TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領（平成24年3月）」に対応
 国土交通省「施工履歴データによる土工の出来高算出要領」に対応予定

施工面をメッシュ（指定した長さの格子状）に切り分け、自動取得される振動ローラ等の建機の走行軌跡データを基に、転圧回数に応じてメッシュ毎に色分け表示することで、転圧状況をリアルタイムで確認でき、管理することができます。






走行軌跡図



締固め回数分布図



層別リスト

※転圧管理ソフトは、株式会社アカサカテックの製品です。【NETIS】TH-100008-V【TS・RTK-GPSによる転圧管理システム(GPRoller)】

3次元設計データ作成技術の紹介

(1) システムの役割

3次元測量による出来形管理を行うには、比較対象となる設計データが必要となります。CAD図面データや設計計算書をもとに、3次元設計データを作成します。作成した3次元設計データは、3次元測量による出来形管理だけでなく、マシンコントロール/マシンガイダンス用の設計データとしても利用できます。

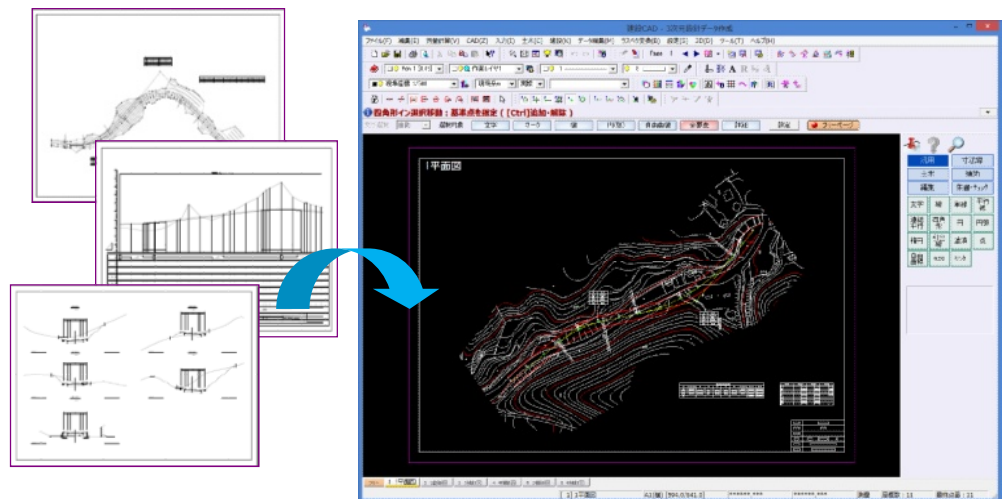
(2) 機器構成

・EX-TREND 武蔵 Ver.17 建設CAD + 3次元設計データ作成オプション(ソフトウェア)

(3) 作業手順

図面取込
設計図面を CAD に取込
ます。

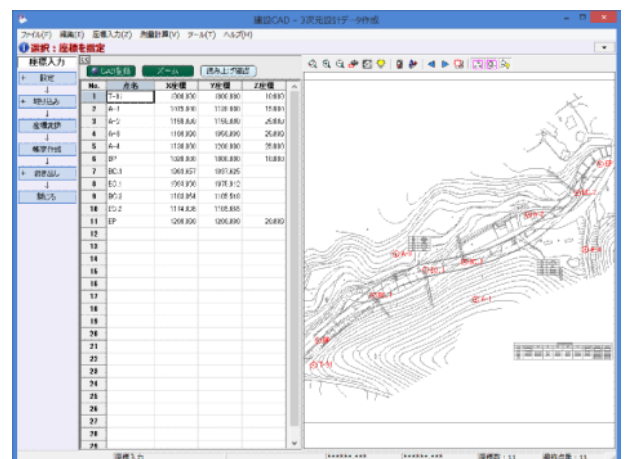
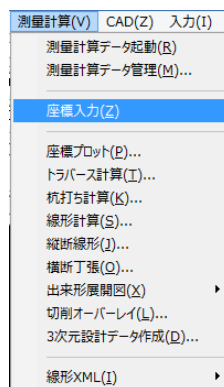
【取込可能データ】
SXF(SFC/P21/SFZ/P2Z)
DXF・DWG
JWW・JWC



座標入力
基準点や主要点の座標を入力
します。

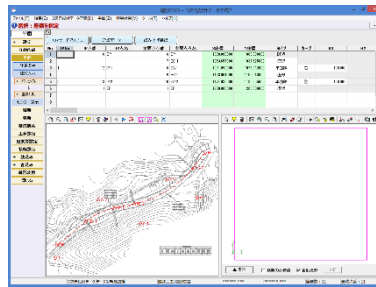
【入力方法いろいろ】

- ・座標リストを見て手入力
- ・CAD図面上からマウス入力
- ・SIMA、APA、CSV取込
- ・EXCEL等からコピー貼り付け

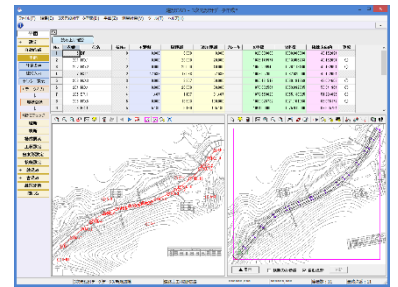


線形入力

IP法または要素法により曲線要素を入力し、平面線形及びセンター測点を作成します。
CAD図面から座標、要素文字取得なども可能です。



設計図書をもとにIP点、曲線要素を入力。
CAD図面がある場合は図面参照も可能。

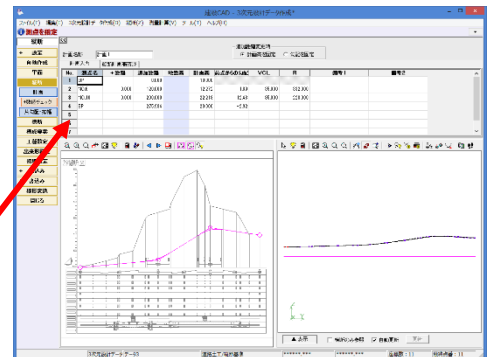
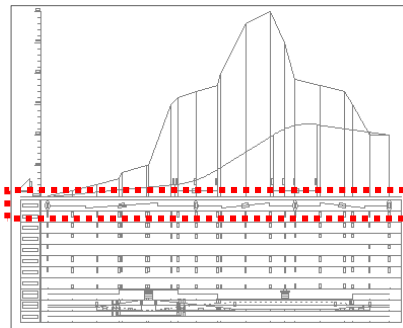


指定したピッチのセンター測点が生成され、座標も自動計算。



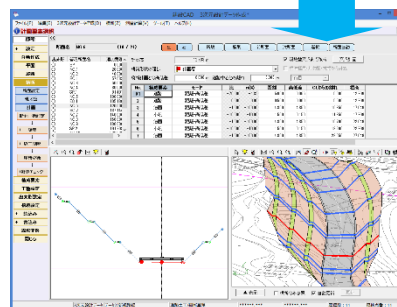
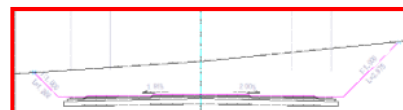
縦断計画入力

縦断表を参照し、センターの計画高を入力します。CAD図面から直接文字列取得も可能です。

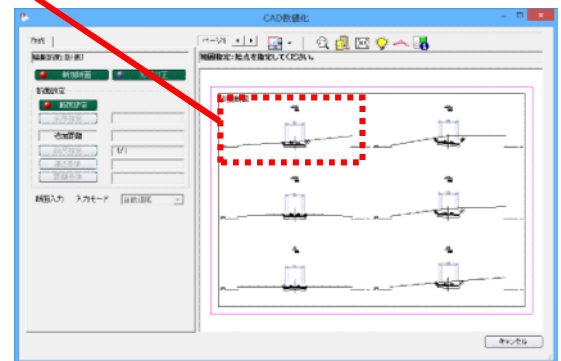


横断計画入力

横断図を参照し、横断計画を入力します。CAD図面からの数値化が行えます。
3Dモニターリアルタイムに形状を確認できます。



計画線を自動認識し道路部、法面部に区分して数値化完了。



断面毎に範囲指定し計画線の始点、終点をマウスでクリック。



また、曲線部においては、必要に応じて断面を追加しておきます。(カーブの急な区間など)

構成要素設定
計画面に構成要素（道路、法面等）を設定します。

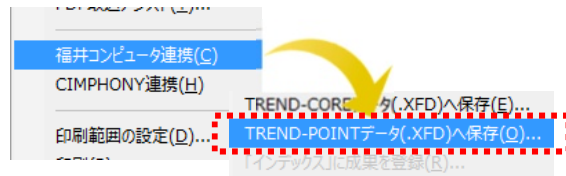
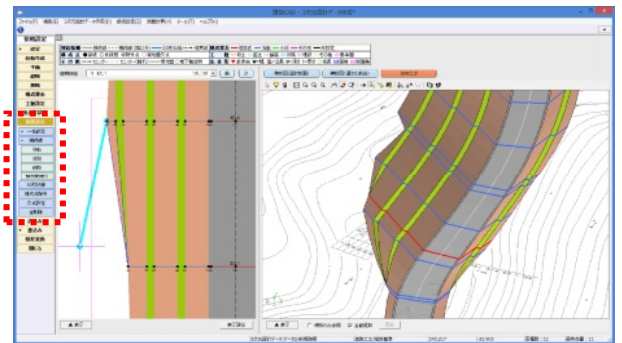
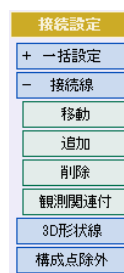
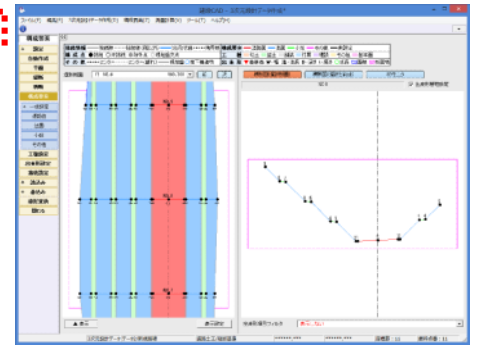
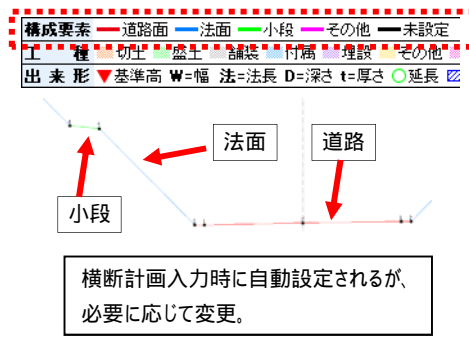


接続設定
法面のすり付け部を必要に応じて調整し、3D形状を変更します。

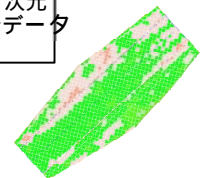


3次元設計データ出力
線形計画・縦断計画、横断計画データを統合して、出来形管理で使用する3次元設計データを出します。

MC/MGで使用する設計データも LandXML 形式で出力可能です。



3次元設計データ



LandXML



i Construction では管理断面ではなく、面で管理を行います。
管理断面のみの入力では正確な設計データが作成できない場合があるため、必要に応じて断面間の補間や 3D モデルの形状編集などを行う必要があります。
設計データの作成後は、十分な確認が必要です。

3次元測量による出来形管理技術の紹介

(1) システムの役割

3次元出来形測量で取得した点群データを取込み、出来形評価を行います。ヒートマップ表示や評価/計算結果の数値表示などが行えます。「空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)」、「レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)(案)」で規定された成果作成に対応しています。

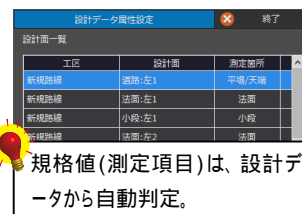
(2) 機器構成

・TREND-POINT Ver.4 標準セット+出来形管理支援オプション(ソフトウェア)

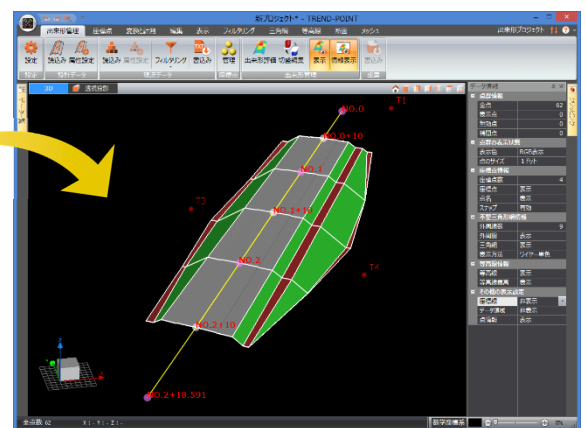
(3) 作業手順

3次元設計データ取込み
LandXML形式やEX-TREND武蔵で作成した3次元設計データを取込みます。

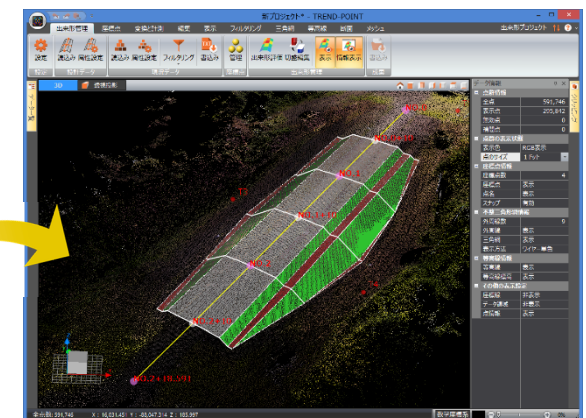
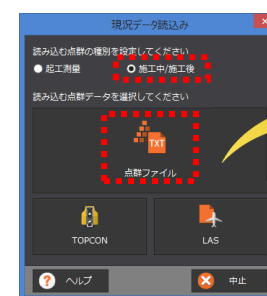
設計データの属性を取得し、道路/河川および天端/法面の区分から規格値(測定項目)を自動で判定します。



規格値(測定項目)は、設計データから自動判定。

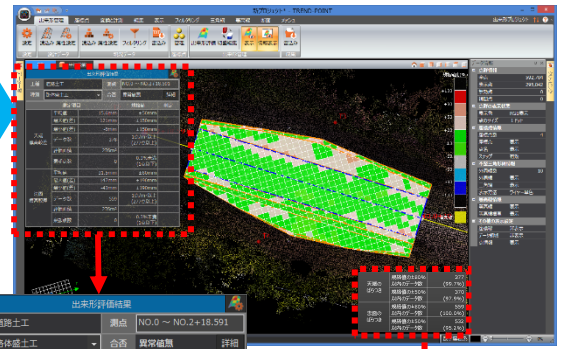


出来形点群データ取込み
出来形計測した点群データを取込みます。



出来形評価
設計データと点群データを比較して、出来形評価を行います。

設計との差異をヒートマップで表現し、平均値や最大・最小値等の評価情報も画面上で確認できます。



出来形評価結果

工種	道路土工	測点	NO.0 ~ NO.2+18.591	
種別	路体盛土工	合否	規格値	評価
天端 標高較差	平均値	15.6mm	±50mm	判定
	最大値(差)	121mm	±150mm	
	最小値(差)	-6mm	±150mm	
	データ数	378	1点/m²以上 (277値以上)	
法面 標高較差	評価面積	276m²		
	棄却点数	0	0.3%未満 (1点以下)	
	平均値	31.5mm	±80mm	
	最大値(差)	147mm	±190mm	
	最小値(差)	-43mm	±190mm	
	データ数	559	1点/m²以上 (277値以上)	
	評価面積	276m²		
	棄却点数	0	0.3%未満 (1点以下)	

💡 平均値、最大値、最小値、評価面積、棄却点数を画面上に表示。

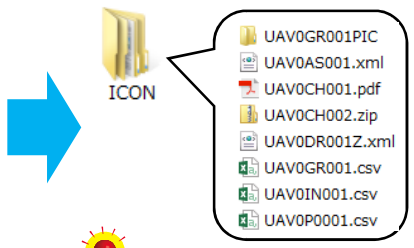
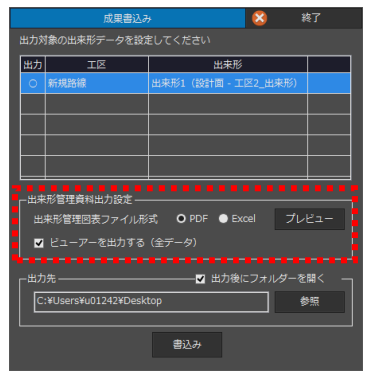
天端の ばつつき	規格値の±80% 以内のデータ数	377
	(99.7%)	
法面の ばつつき	規格値の±50% 以内のデータ数	370
	(97.9%)	
	規格値の±80% 以内のデータ数	559
	(100.0%)	
	規格値の±50% 以内のデータ数	532
	(95.2%)	



成果出力
出来形成果を出力します。

出来形管理図表 (PDF、Excel) や 3次元ビューアーの出力が行えます。

「ICON」フォルダに格納するデータが、命名規則に沿ったファイル名称で出力できます。

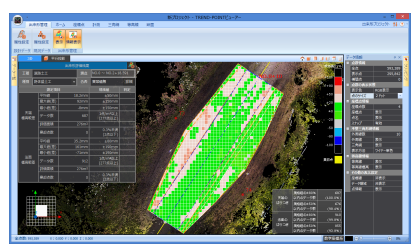


💡 命名規則に沿った成果作成が可能。

出来形管理図表

工種	道路土工	測点	NO.0 ~ NO.2+18.591
種別	路体盛土工	合否	規格値
天端 標高較差	平均値	15.6mm	±50mm
	最大値(差)	121mm	±150mm
	最小値(差)	-6mm	±150mm
	データ数	378	1点/m²以上 (277値以上)
法面 標高較差	評価面積	276m²	
	棄却点数	0	0.3%未満 (1点以下)
	平均値	31.5mm	±80mm
	最大値(差)	147mm	±190mm
	最小値(差)	-43mm	±190mm
	データ数	559	1点/m²以上 (277値以上)
	評価面積	276m²	
	棄却点数	0	0.3%未満 (1点以下)

出来形管理図表 (PDF、Excel)



3次元ビューアー

「ICT活用工事現場見学会」アンケート調査

本日は、「ICT活用工事現場見学会」に参加していただきありがとうございました。
今後の建設ICT導入研究会の活動に際して参考にさせていただきますので、アンケートにご協力をお願い致します。
該当する項目に○印またはご記入をお願い致します。

差し支えなければ、会社名、ご氏名をご記入ください。

会社名: _____

ご氏名: _____

Q1	業種 a:建設企業 b:コンサルタント企業 c:開発企業/リース会社 d:発注者・団体等 e:その他
Q2	年齢 a:19才以下 b:20才代 c:30才代 d:40才代 e:50才代 f:60才以上
Q3	会員 a:建設ICT導入研究会会員 b:会員以外 C:わからない
Q4	この見学会を何で知りましたか? a:ICT通信(メール) b:建設ICT総合サイト c:新聞記事 d:建設業協会等を通じて e:その他()
Q5	建設ICT導入普及研究会が主催する「現場見学会」への参加経験はありますか? a:はじめて参加した b:2回目 c:3回目以上 d:スタッフとして参加
Q6	この見学会にどんな事を期待して来られましたか? a:最新のICT技術が学べる d:開発者等と意見交換ができる。 b:ICT技術に実際に触れる事ができる。 e:見学会参加者の反応が見られる。 c:ICT土工に関する基準、要領や手順等を理解できる。 f:その他()
Q7	実際にこの見学会に参加していかがでしたか? a:非常に良かった b:良かった c:あまり良くなかった d:悪かった 上記の理由()
Q8	【UAV、LSによる地形計測の技術体験について】 本日の見学会で、不明な点はありましたか? a:不明な点があった b:なかった (aと答えた方)→具体的には?()
Q9	【MCバックホウ、MCブルドーザ、GNSS締固め管理の技術体験について】 本日の見学会で、不明な点はありましたか? a:不明な点があった b:なかった (aと答えた方)→具体的には?()
Q10	【座学(3次元設計データ作成、3次元出来形管理の技術体験について)】 本日の見学会で、不明な点はありましたか? a:不明な点があった b:なかった (aと答えた方)→具体的には?()
Q11	ICT土工に関する基準・要領類、「ICT土工の手引き」に関する質問や改善意見等ありましたら、ご記入ください。
Q12	ICT土工を現場へ導入する時の課題について、ご意見をご記入ください。 ()
Q13	見学会の改善点などご意見、または感想などを自由にご記入ください。

ご協力ありがとうございました。