

ICT 活用工事現場見学会

2022年11月10日(木)
 (雨天予備日:11月11日(金))
 三重県いなべ市

一 次 第 一

1. 開会挨拶(5分)	中部地方整備局/ 中部i-Construction 研究会	13:30
2. 事業概要説明(5分)	北勢国道事務所	13:35
3. 工事・技術概要説明(10分)	朝日土木(株)	13:40
4. 技術体験(45分)	中部i-Construction 研究会	13:50 (45分×3)
A:LSによる地形測量		
B:MC/MG 機械/UAVによる地形測量実演		
C:座学 (UAV 座学、3次元設計データ作成、3次元出来形管理)		
5. 質疑・応答(5分)	中部i-Construction 研究会	16:05
6. 閉会挨拶	北勢国道事務所	16:10

16:10 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
13:50~	C	B	A
14:35~	A	C	B
15:20~	B	A	C

ICT活用工事 現場技術見学会 in 三重県いなべ市 参加者一覧表

開催日時：令和 4年11月10日（木） 13：30～16：10 ※荒天の場合は11月11日（金）に延期

開催場所：三重いなべ市北勢町麻生田【現地集合及びWEB参加】

【現地参加者】

班名	組織(会社)名	参加人数	技術体験ローテーション		
1班	東急建設株式会社	1	13:50～	14:35～	15:20～
	太啓建設(株)	2	C【座学】UAV(ドローン)、 3次元設計データ作成・ 3次元出来形管理	A【座学・実演】レーザスキャナによる 地形測量	B【実演】MCブルドーザ、 UAV(ドローン)
	榊シーエン	1			
	(株)大竹組	1			
	株式会社富洋組	2			
	中部ロード・メンテナンス(株)	1			
	有限会社千田建設	1			
	株式会社新井組	2			
	株式会社久保田工務店	2			
	株式会社 北村組	2			
	大日本土木(株)	1			
	アイトム建設(株)	3			
	伊藤管機工業株式会社	1			
	西濃建設株式会社	2			
西建産業株式会社	3				
2班	杉山建設(株)	1	13:50～	14:35～	15:20～
	(株)所組	1	B【実演】MCブルドーザ、 UAV(ドローン)	C【座学】UAV(ドローン)、 3次元設計データ作成・ 3次元出来形管理	A【座学・実演】レーザスキャナによる 地形測量
	(株)東海プランニング	3			
	高砂建設株式会社	3			
	山田建設株式会社	2			
	有限会社トラス	3			
	(株)大林組	1			
	生川建設(株)	3			
	株式会社ハンエイ	3			
	馬瀬建設(株)	2			
	若築建設(株)名古屋支店	1			
	榊市川工務店	2			
(株)出口組	1				
3班	東海旅客鉄道株式会社	2	13:50～	14:35～	15:20～
	日本キャピラー合同会社	2	A【座学・実演】レーザスキャナによる 地形測量	B【実演】MCブルドーザ、 UAV(ドローン)	C【座学】UAV(ドローン)、 3次元設計データ作成・ 3次元出来形管理
	太陽建機レンタル(株)	2			
	中部土地調査株式会社	1			
	日本ロード・メンテナンス(株)	1			
	中部地方整備局 矢作ダム管理所	3			
	中部地方整備局 岐阜国道事務所	1			
	愛知県	3			
	愛知県豊田加茂建設事務所	1			
	伊勢市役所	1			
	三重県埋蔵文化財センター	2			
	公益財団法人愛知県都市整備協会	3			
	木曾岬町役場	2			
技術指導	(有)トラス、福井コンピュータ(株)				
技術指導	(株)前田製作所(コマツ名古屋)、(有)トラス		②【実演】MCブルドーザ、UAV(ドローン)		
技術指導	(株)CTS		③【座学・実演】レーザスキャナによる地形測量		
技術指導補助	中部復建(株)、(株)飛州コンサルタント、 TOTALMASTERS(株)名古屋支店				
発注者	国土交通省 中部地方整備局 北勢国道事務所				
受注者	朝日土木(株)				
事務局	国土交通省 中部地方整備局				

ICT活用工事 現場技術見学会 in 三重県いなべ市 参加者一覧表

開催日時：令和 4年11月10日（木） 13：30～16：10 ※荒天の場合は11月11日（金）に延期

開催場所：三重いなべ市北勢町麻生田【現地集合及びWEB参加】

【WEB参加者】

番号	組織(会社)名	参加形式	CPDS受講証 希望する→○ 希望しない→×	車 両 駐車台数
1	(株)アルス製作所	WEB	○	
2	中部地方整備局	WEB	×	
3	中部地方整備局三峰川総合開発工事事務所	WEB	×	
4	オリエンタル白石(株)	WEB	○	
5	株式会社田村組	WEB	○	
6	大成ロテック株式会社中部支社	WEB	○	
7	(有)木曾ハイウェーサービス	WEB	○	
8	国土交通省 中部地方整備局	WEB	×	
9	株式会社NTジオテック中部	WEB	×	
10	株式会社NTジオテック中部	WEB	×	
11	日進建設株式会社	WEB	○	
12	日進建設株式会社	WEB	○	
13	日進建設株式会社	WEB	○	
14	(株)カナエジオマテックス	WEB	○	
15	(株)横河ブリッジ	WEB	×	
16	(株)横河ブリッジ	WEB	○	
17	(株)横河ブリッジ	WEB	×	
18	中部復建株式会社	WEB	○	
19	中部復建株式会社	WEB	○	
20	中部復建株式会社	WEB	○	
21	株式会社 北村組	WEB	○	
22	株式会社 北村組	WEB	○	
23	日本キャタピラー合同会社	WEB	×	
24	大日本土木(株)	WEB	○	
25	太栄コンサルタンツ(株)	WEB	○	
26	太栄コンサルタンツ(株)	WEB	○	
27	五洋建設(株)名古屋支店	WEB	○	
28	五洋建設(株)名古屋支店	WEB	○	
29	五洋建設(株)名古屋支店	WEB	○	
30	株式会社小島組	WEB	○	
31	(株)浅沼組名古屋支店	WEB	×	
32	〃	WEB	×	
33	(株)松本組	WEB	○	
34	JFEエンジニアリング(株)	WEB	○	
35	JFEエンジニアリング(株)	WEB	○	
36	株式会社 所組	WEB	×	
37	(株)大林組	WEB	○	
38	株式会社 山辰組	WEB	○	

ICT活用工事 現場技術見学会 in 三重県いなべ市 参加者一覧表

開催日時：令和 4年11月10日（木） 13：30～16：10 ※荒天の場合は11月11日（金）に延期

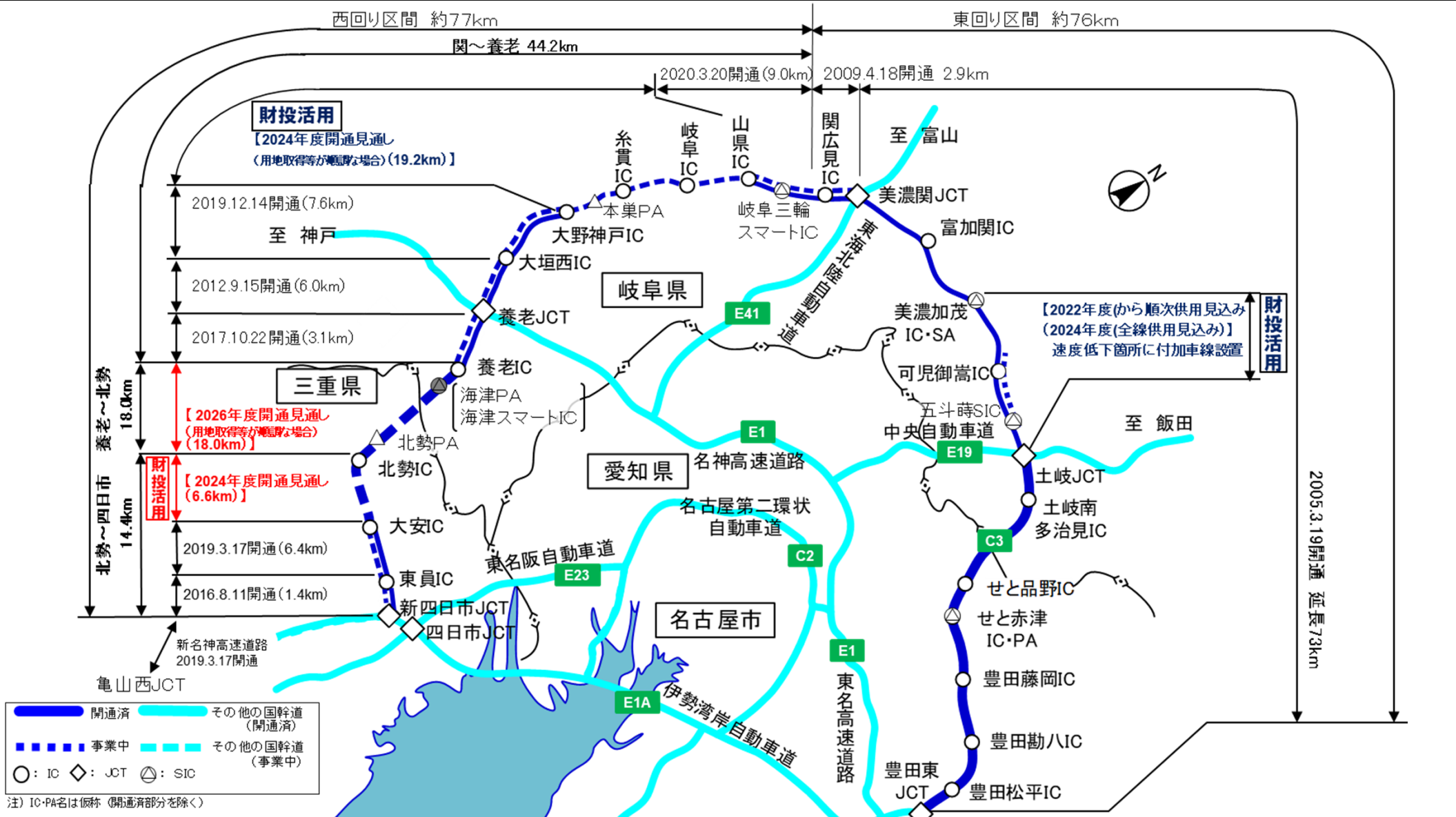
開催場所：三重いなべ市北勢町麻生田【現地集合及びWEB参加】

【WEB参加者】

番号	組織(会社)名	参加形式	CPDS受講証 希望する→○ 希望しない→×	車 両 駐車台数
39	徳倉建設株式会社	WEB	○	
40	別府建設株式会社	WEB	○	
41	別府建設株式会社	WEB	×	
42	愛知県	WEB	×	
43	有限会社アダプト	WEB	×	
44	鈴鹿市役所	WEB	×	
45	鈴鹿市役所	WEB	×	
46	鈴鹿市役所	WEB	×	
47	馬瀬建設(株)	WEB	×	
48	岐阜県庁	WEB	×	
49	岐阜県庁	WEB	×	
50	静岡河川事務所	WEB	×	
51	東急建設(株)	WEB	○	
52	前田建設工業(株)	WEB	○	
53	株式会社ジオテクノ関西	WEB	○	

東海環状自動車道 進捗状況

- 全体の約7割(延長約109km)が開通済み。
- 三重県内においては大安IC～岐阜県境まで工事を推進中。(NEXCO工事も含む)
- 大安IC～北勢IC間は2024年度(令和6年度)、北勢IC～養老IC間は2026年度(令和8年度)に開通予定



ICTを活用した測量機及び計測技術

- 最新の3次元計測手法 -



株式会社シーティーエス 中山俊彦

ICTを活用した測量機及び計測技術

UAV写真・UAVレーザー

ICT建機施工履歴データ



レーザースキャナー



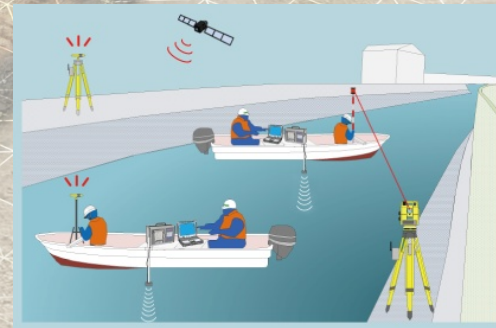
測量用GNSS



ノンプリズムTS



トータルステーション等



音響測深機

移動体搭載型レーザースキャナー



モバイル端末 (LiDAR)

出来形管理要領一覽(令和3年度版)

3次元計測技術を用いた出来形管理要領 対象工種および対象技術一覽

工種	技術	UAV	TLS	地上移動体搭載型LS	無人航空機搭載型LS	TS(ノンプリズム方式)	TS等光波方式	RTK-GNSS	音響測深機器	施工履歴データ
土工	面管理	空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(案) [令和2年3月]	地上型レーザーキャナーを用いた出来形管理要領(案) [令和2年3月]	地上移動体搭載型レーザーキャナーを用いた出来形管理要領(案) [令和2年3月]	無人航空機搭載型レーザーキャナーを用いた出来形管理要領(案) [令和2年3月]	TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理要領(案) [令和2年3月]	TS等光波方式を用いた出来形管理要領(案) [平成30年3月]	RTK-GNSSを用いた出来形管理要領(案) [平成30年3月]		○ [新規]
	断面管理						TS等光波方式を用いた出来形管理要領(案) [平成30年3月]	RTK-GNSSを用いた出来形管理要領(案) [平成30年3月]		
舗装工	面管理		地上型レーザーキャナーを用いた出来形管理要領(案) [令和2年3月]	地上移動体搭載型レーザーキャナーを用いた出来形管理要領(案) [令和2年3月]		TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理要領(案) [令和2年3月]				
	断面管理						TS等光波方式を用いた出来形管理要領(案) [平成31年4月]			
路面切削工										施工履歴データを用いた出来形管理要領(案) [令和2年3月]
河川浚渫工									音響測深機器を用いた出来形管理要領(案) [平成30年3月]	施工履歴データを用いた出来形管理要領(案) [平成30年3月]
護岸工		○ [新規]	○ [新規]	○ [新規]	○ [新規]		TS等光波方式を用いた出来形管理要領(案) [平成31年4月]			
表層安定処理等・中層地盤改良工										施工履歴データを用いた出来形管理要領(案) [平成31年3月]
固結工(スラリー攪拌工)										施工履歴データを用いた出来形管理要領(案) [令和2年3月]
法面工		○ [新規]	地上型レーザーキャナーを用いた出来形管理要領(案) [令和2年3月]	地上移動体搭載型レーザーキャナーを用いた出来形管理要領(案) [令和2年3月]		TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理要領(案) [令和2年3月]	TS等光波方式を用いた出来形管理要領(案) [平成30年3月]	RTK-GNSSを用いた出来形管理要領(案) [平成30年3月]		
トンネル工						TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理要領(案) [令和2年3月]				

※各出来形管理要領(案)をクリックすると、選択した要領の作業フローに移動します。

※要領名の記載があるものは、令和2年3月時点のものです。

国土交通省令和3年度3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)対象工種および対象技術一覽より

工種により利用する3次元測量を行う各技術には違いが有る。また、同じ計測技術でも工種により管理方法等に違いが有る。

それぞれ計測技術の特徴(長所・短所)、コスト、現場の状況等を総合的に判断し採用する技術を選定する。

出来形計測が複数回必要な場合、簡易型ICT工事の場合等、TS等出来形の断面管理を選定しても良い。

2種類のxmlデータを使い分ける事が重要
3次元設計データ(land-xml)
基本設計データ(ts-xml)

ICT施工技術の活用 (ICT活用工事)【土工】

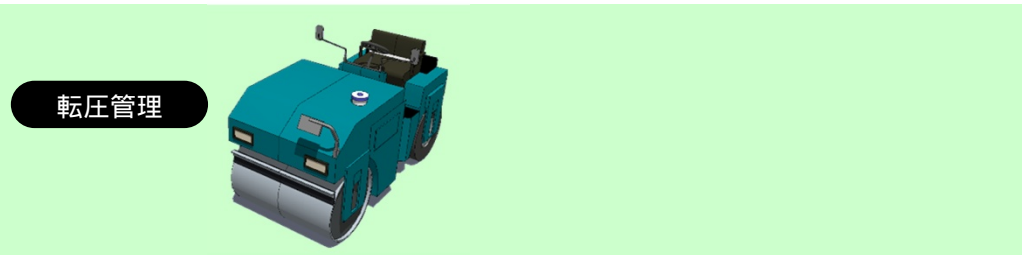
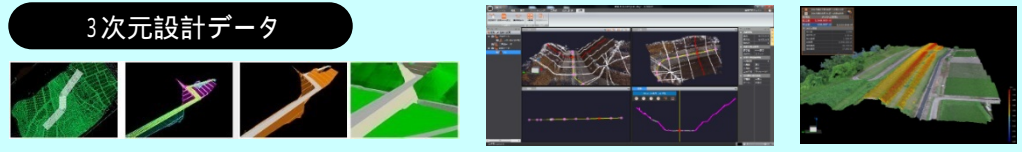
(工事名: 工事)

会社名: 建設(株)

当該工事の土工において、ICT施工技術を全ての施工プロセスの段階で活用する場合、「全て活用する」のチェック欄に「」と記入する。

チェック欄	施工プロセスの段階	適用技術・機種
全て活用する	3次元起工測量	<ul style="list-style-type: none"> 空中写真測量(無人航空機)を用いた起工測量 レーザースキャナーを用いた起工測量 トータルステーションを用いた起工測量 トータルステーション(ノンプリズム方式)を用いた起工測量 RTK-GNSSを用いた起工測量 無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた起工測量 その他の3次元計測技術を用いた起工測量 採用する具体の技術は受注後の協議により決定する。複数以上の技術を組み合わせて採用しても良い。
	3次元設計データ作成	3次元出来形管理に用いる3次元設計データの作成を実施しなければならない。
	ICT建設機械による施工	<ul style="list-style-type: none"> 3次元MC または 3次元MG ブルドーザ 3次元MC または 3次元MG バックホウ 採用する機種及び活用作業工種・施工範囲については、受注後の協議により決定する。当該工事に含まれる左記作業の工種のいずれかでICT建設機械を活用すれば良い。
	3次元出来形管理等の施工管理	<ul style="list-style-type: none"> 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理 レーザースキャナーを用いた出来形管理 トータルステーションを用いた出来形管理 トータルステーション(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理 RTK-GNSSを用いた出来形管理 無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理 その他の3次元計測技術を用いた出来形管理 採用する具体の技術は受注後の協議により決定する。複数以上の技術を組み合わせて採用しても良い。「3次元起工測量」で採用した技術と相違しても良い。
	3次元データの納品	<ul style="list-style-type: none"> TS-GNSSによる締固め回数管理 盛土の締固め作業が工事内容に含まれない場合は、本技術は本表の対象外とする。現場条件等から、TS-GNSSによる締固め回数管理技術の実施が適さないと判断される場合は、従来手法(砂置換法、RI等)で管理することを認める。

注1)ICT活用工事及びICT活用施工の詳細については、特記仕様書によるものとする。
 注2)「全て活用する」のチェック欄に「」と記載された場合のみ、加点評価の対象とする。
 注3)「ICT施工技術の活用」において加点評価された場合、本表の「適用技術・機種」欄に記載した技術・機種に適用する「有用な新技術の活用」または「技術開発」については重複評価はしない
 注4)本表適用技術・機種欄に掲載するICT施工技術を工事に活用する場合、技術提案(施工計画)では評価対象としない。但し、本表適用技術・機種欄に掲載するICT施工技術を応用(別の技術を組み合わせて効果を高める、または別の効果を発現する等を含む)した技術提案
 注5)特記仕様書により指定した技術については、評価項目・技術提案ともに加点・評価はしない
 注6)MCとはマシンコントロール機能、MGとはマシンガイダンス機能をいう。
 注7)「ICT建設機械による施工」だけを活用する場合は、本表によらず、受注後に提案されたい。



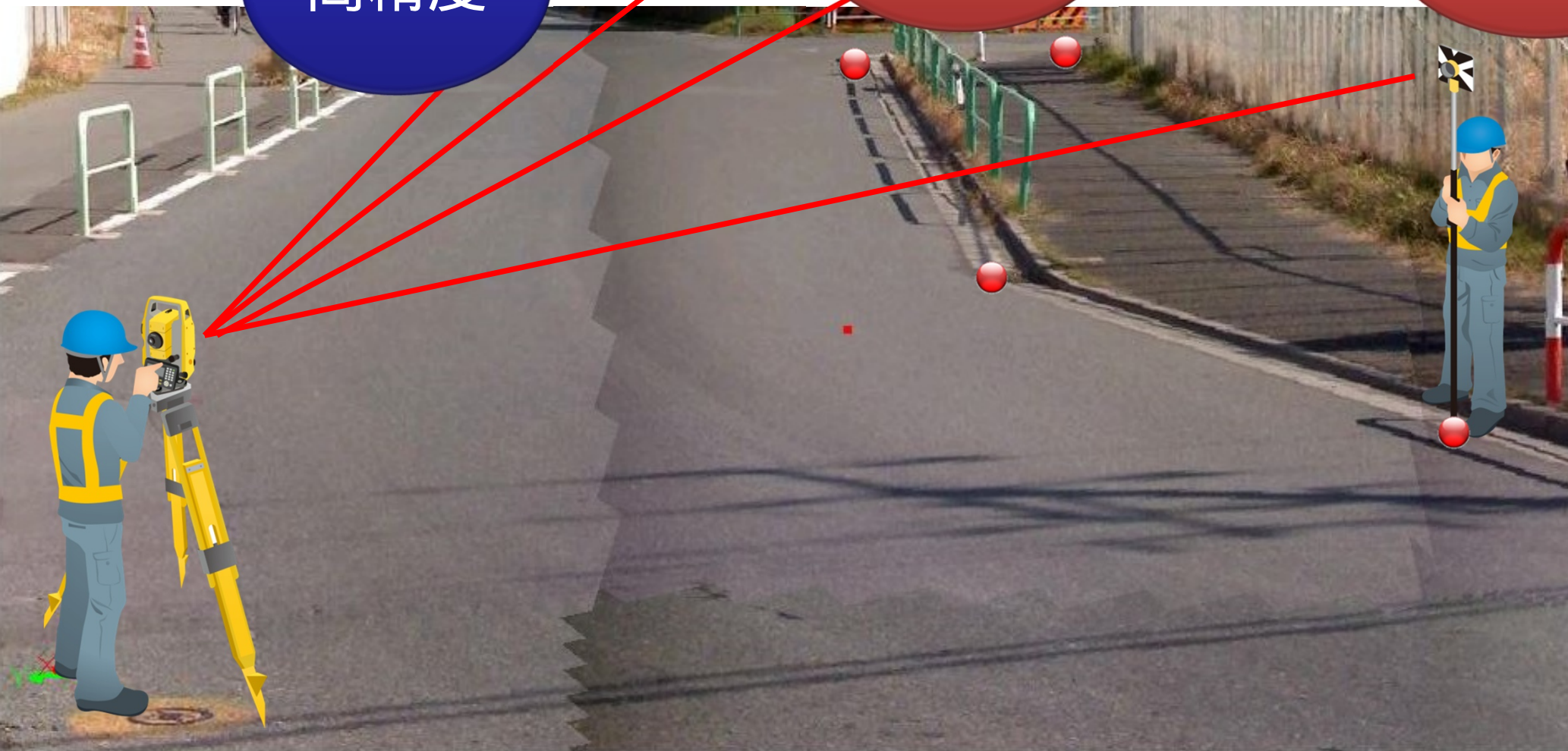
トータルステーションでの観測

高精度

時間

手間

コスト



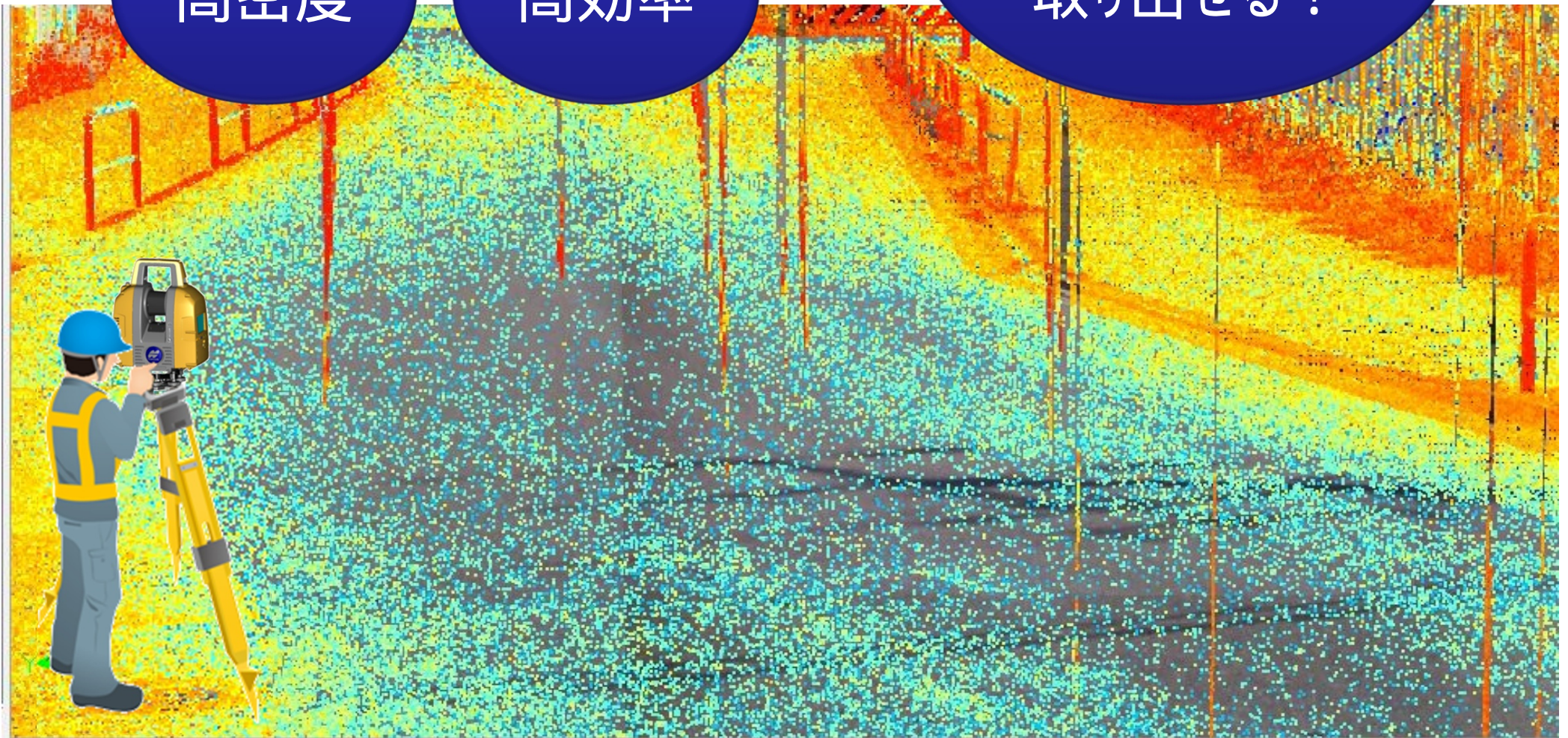
点から面へ

レーザースキャナーでの観測

高密度

高効率

後から
必要な情報が
取り出せる！



各種測量技術

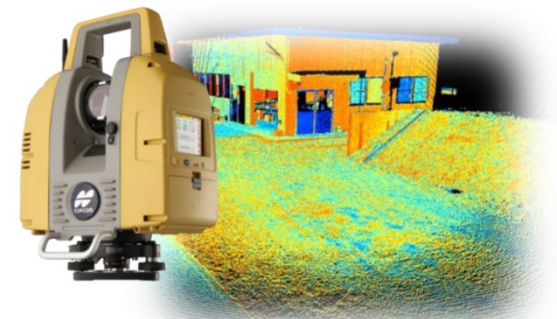
i-Construction「ICT活用工事」では世界測地系座標を元にした3次元の測量が必須です。
計測は「多点観測」と「単点観測」に大別されます。
代表的な計測技術のそれぞれの特徴は下記の通りです。

多点観測

- ・ 空中写真測量（無人航空機）を用いた計測
広範囲を短時間で計測(後処理に時間を有す)・精度は低い
- ・ レーザースキャナーを用いた計測
広範囲を短時間で計測・精度は高い

高効率で高密度の3次元計測が可能

専用の機材とノウハウが必要

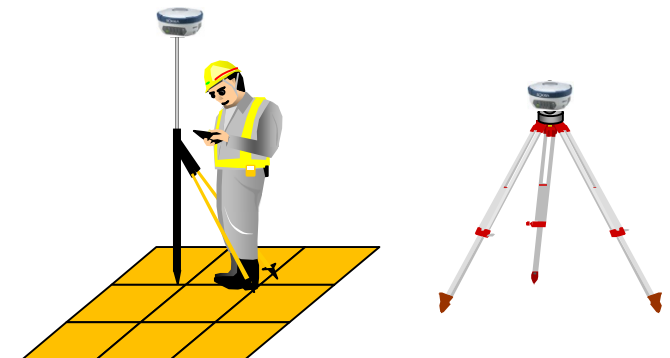
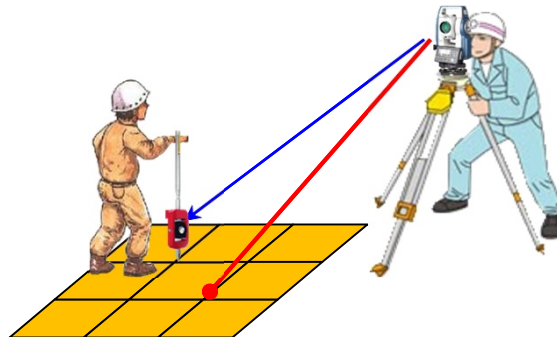


単点観測

- ・ TS等を用いた計測
- ・ TS（ノンプリズム方式）を用いた計測
広範囲の計測は不向き・精度は高い・機器を導入し
易い
- ・ RTK-GNSSを用いた計測
広範囲の計測は不向き・衛星受信状況の影響有り

既存（所有）の設備で計測が可能

広範囲計測はマンパワーと時間が膨大



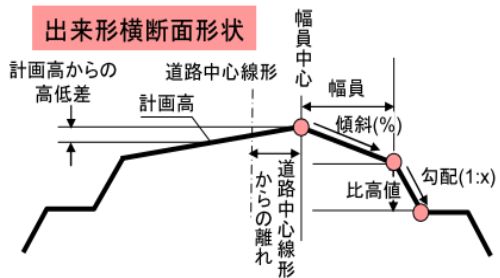
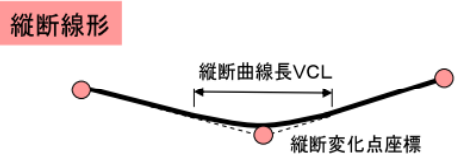
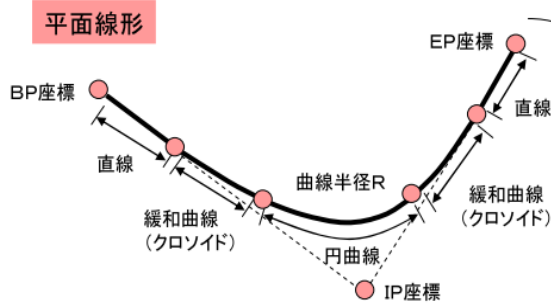
紙データ [測量はトランシットとレベル/角度+距離+高さ]

CALS/EC 電子データ (二次元) [測量はTSとレベル/XY座標と高さ]

「基本設計データ xml」

TS等出来形管理「断面管理」

面管理「3次元設計データ」



道路中心線形

中心線形や横断形状から構成要素間を補完計算

出来形横断面形状

TINで構成される面的なデータ



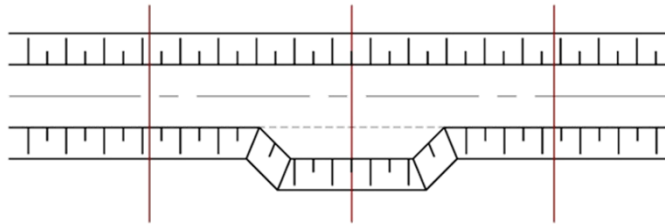
i-Construction「ICT活用工事」・・・基本は面管理、条件によっては断面管理を選択できる！

3次元設計データの種類と用途

3次元設計データは、大きく2種類あります。右へ行くほど高度な3Dデータとなります。

基本設計データ (ts-xml)

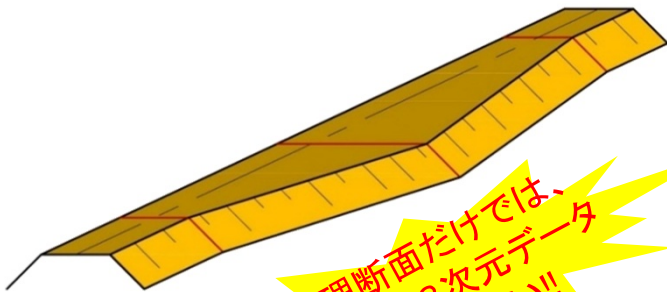
中心線と管理断面だけで3次元データを作成します。断面間は平均断面法で接続されるため、「おかしな3Dデータ」になってしまいます。



— 管理断面

用途：丁張り設置

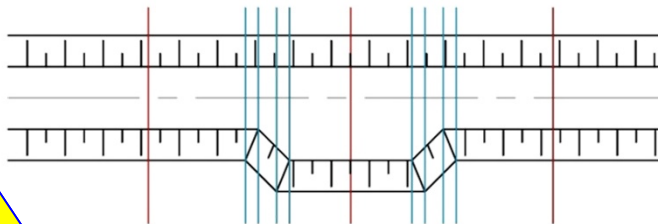
TS等(断面管理)出来形評価・立会検査



管理断面だけでは、リアルな3次元データは出来ない!!

基本設計データ+中間断面

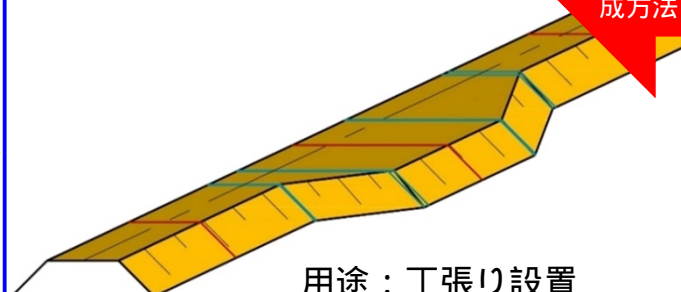
中間断面も反映させた基本設計データのため、現場の設計に限りなく近い形状の3Dデータとなります。



— 仮断面 (中間断面)

— 管理断面

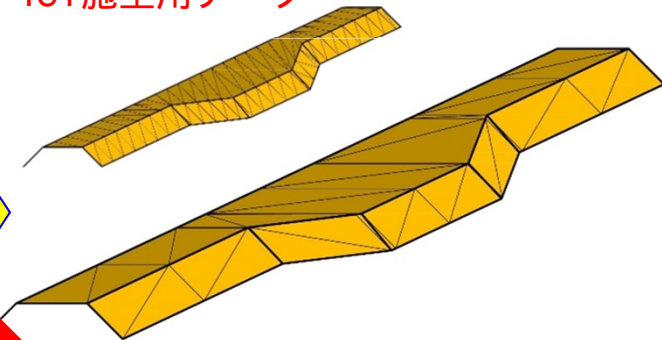
用途：丁張り設置
任意の出来形管理
ICT立会検査



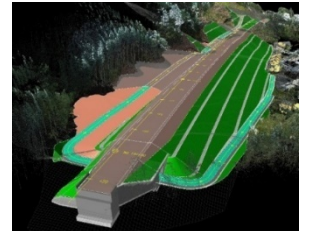
3次元設計データ (land-xml/tin)

面管理用の3次元設計データです。ICT施工に活用する為には、バケットの幅に合わせる等の工夫が必要となります。

ICT施工用データ



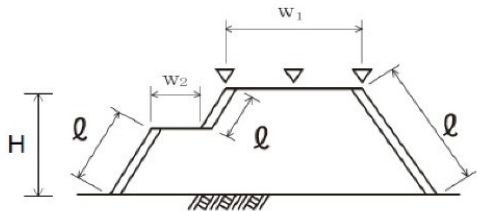
一般的にはどちらのデータも線形からの作成方法は同じ手順です



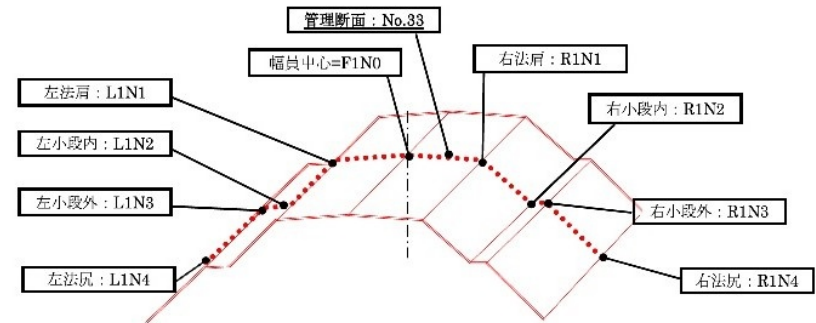
用途：ICT施工
ICT(面管理)出来形評価
ICT立会検査

発注図面より作成された3次元データを用い出来形を評価します。
出来形管理手法により3次元データ形式が違う【面管理=3次元設計データ、断面管理=基本設計データ】
また、測定基準、規格値等に違いがあります。(工種及び計測技術毎にも違い有り)

断面管理



<例：道路土工（盛土工）>
測定基準：測定・評価は施工延長40m毎
規格値：基準高(H)：±5cm
法長(l)：-10cm
幅(w)：-10cm



面管理

UAVの写真測量等で得られる3次元点群データからなる面的な竣工形状で評価



<例：道路土工（盛土工）>
測定基準：測定密度は1点/m²以上、評価は平均値と全測点
規格値：設計面との標高較差（設計面との離れ）
平場 平均値：±5cm 全測点：±15cm
法面 平均値：±8cm 全測点：±19cm
※法面には小段含む

従来と同等の出来形品質を確保できる面的な測定基準・規格値を設定

6-1-3 出来形計測箇所

本管理要領（案）に基づく出来形計測箇所は、下図に示すとおりとし、法肩、法尻から水平方向にそれぞれ±50mm以内に存在する計測点は評価から除外する。計測箇所は、3次元設計データに記述されている管理断面の始点から終点とする。

3次元データによる出来形管理において、土工部の法肩、法尻や変化点又は現地地形等の摺り合わせが必要な箇所など「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」（出来形管理基準及び規格値）によらない場合は、監督職員と協議のうえ、対象外とすることができる。

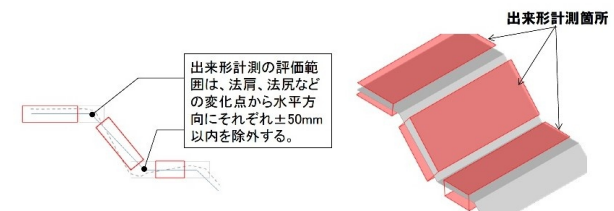
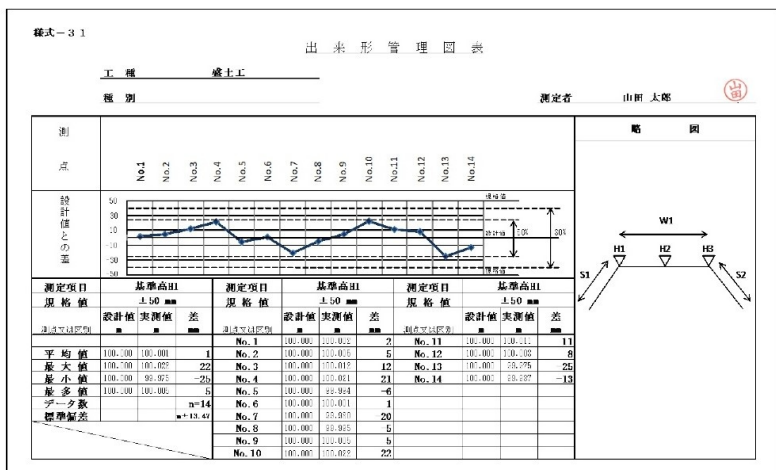


図2-11 出来形計測箇所

断面管理

管理断面上の出来形計測箇所を出来形管理用TS(基本設計データを搭載したデータコレクタ)で計測します。計測データより自動で帳票が作成されます。(帳票の書式は従来同様です)



面管理

3次元設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ(標高較差あるいは水平較差)により出来形の判定を行う。設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを評価範囲の平面上にプロットした帳票(出来形管理図表)を出来形管理資料として出力する

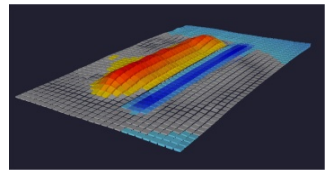
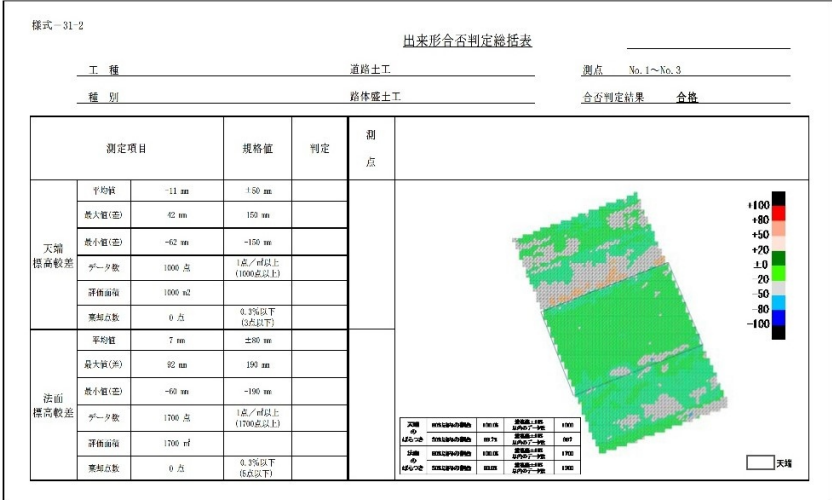


図2-14 出来形管理表 作成例 (合格の場合)

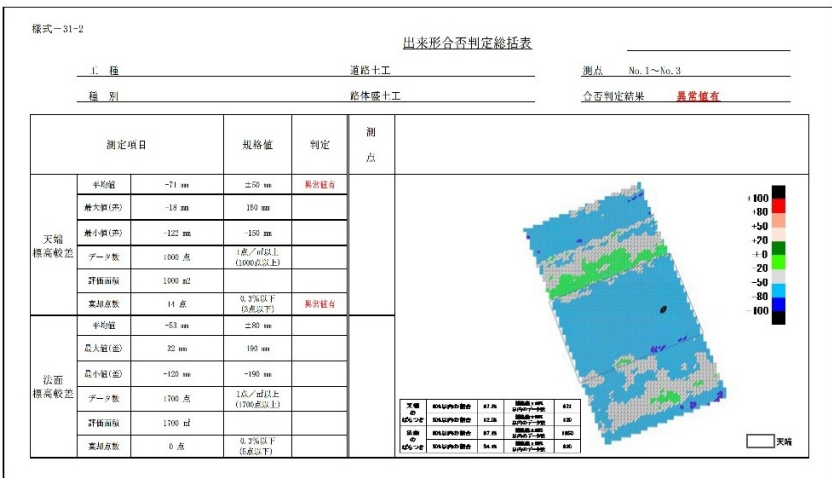


図2-15 出来形管理表 作成例 (異常値有の場合)

地上型レーザー scanner (TLS)



日本測量機器工業会規格 JSIMA115
…機器の座標測定精度を確認する

JSIMA

発行年月日: 21.10.000X
2021年9月16日

〇〇建設株式会社 殿

試験成績書
地上型レーザー scanner TLS

品名: GLS-2000
機番: TX01234
試験日: 2021年9月16日

測定項目	規格	結果
型番	K1000	K1000
型式	Gray Card	Gray Card
公称反射率	90% (±1%)	18% (±1%)

使用標準反射板

反射率	約80%以上	約50%
測定距離 (m)	3.84	3.84
測定精度 (mm)	3.5	3.5
測定精度 (mm)	1.0	1.0

使用標準測定用ターゲット
ターゲット名: Scan Master Ver.3
型式: ターゲット小

測定条件 (機器の設定)
解像度設定: 2m (条件: 10m)
平均値設定: 無

使用ソフトウェア (名称 Ver 製造会社)
名称: Scan Master Ver.3
会社名: トプコン

発行: 株式会社 〇〇建設
発行所: 〇〇建設株式会社
発行所住所: 〇〇建設株式会社
発行所電話番号: 〇〇〇〇〇〇〇〇
発行所FAX: 〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇

JSIMA

試験結果

品名: GLS-2000
機番: TX01234
試験日: 2021年9月16日

(1) 距離精度

反射率	約80%以上	約50%
測定距離 (m)	3.84	3.84
測定精度 (mm)	3.5	3.5
測定精度 (mm)	1.0	1.0

(2) 距離精度 (レンジノイズ)

反射率	約80%以上	約50%
試験距離 (m)	3.84	3.84
測定精度 (mm)	3.5	3.5
測定精度 (mm)	1.0	1.0

(3) 座標測定精度

±max. 2 mm

試験結果は上記の通りである事を証明致します。
*上記の試験結果は、試験条件に準じて測定された結果であり、実際の現場での使用には、必ずしもこの結果と一致するものではありません。

発行: 株式会社 〇〇建設
発行所: 〇〇建設株式会社
発行所住所: 〇〇建設株式会社
発行所電話番号: 〇〇〇〇〇〇〇〇
発行所FAX: 〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇

トータルステーション(TS)一体型



施工者は精度確認試験を行い
精度確認試験結果報告書を提出する
(工種により試験方法が違います)

参考資料-3 精度確認試験結果報告書

精度確認試験結果報告書

試験場所: 〇〇建設株式会社 〇〇建設株式会社

試験日時: 2021年9月16日

試験内容: 距離精度試験 (反射率: 約80%以上)

試験結果: 距離精度試験の結果は、規格値に適合している。

試験結果は上記の通りである事を証明致します。

発行: 株式会社 〇〇建設
発行所: 〇〇建設株式会社
発行所住所: 〇〇建設株式会社
発行所電話番号: 〇〇〇〇〇〇〇〇
発行所FAX: 〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇

TLSの機種ごとに性能(測定距離、ピッチ等)が違います。計測方法・データ処理方法もメーカー及び機種ごとに違う。要領に合わせて計測箇所の測量計画を行う事が重要となります。また、下部に記載されている性能確認及び精度確認は必ず提出しなければならない。

精度管理(点検記録)
メーカー若しくは第三者機関が発行する有効な書類を提出

CTS 修理報告書

〇〇建設株式会社 御中

株式会社 シーティーエス

発行年月日: 2021年9月16日
機番: TX01234
機種名: GLS-2000

修理内容: 距離精度試験の結果報告書の提出

項目	内容
距離精度試験	合格
座標測定精度	合格
距離精度試験	合格
座標測定精度	合格
距離精度試験	合格
座標測定精度	合格

交換部品: 無

検査者: 〇〇建設株式会社

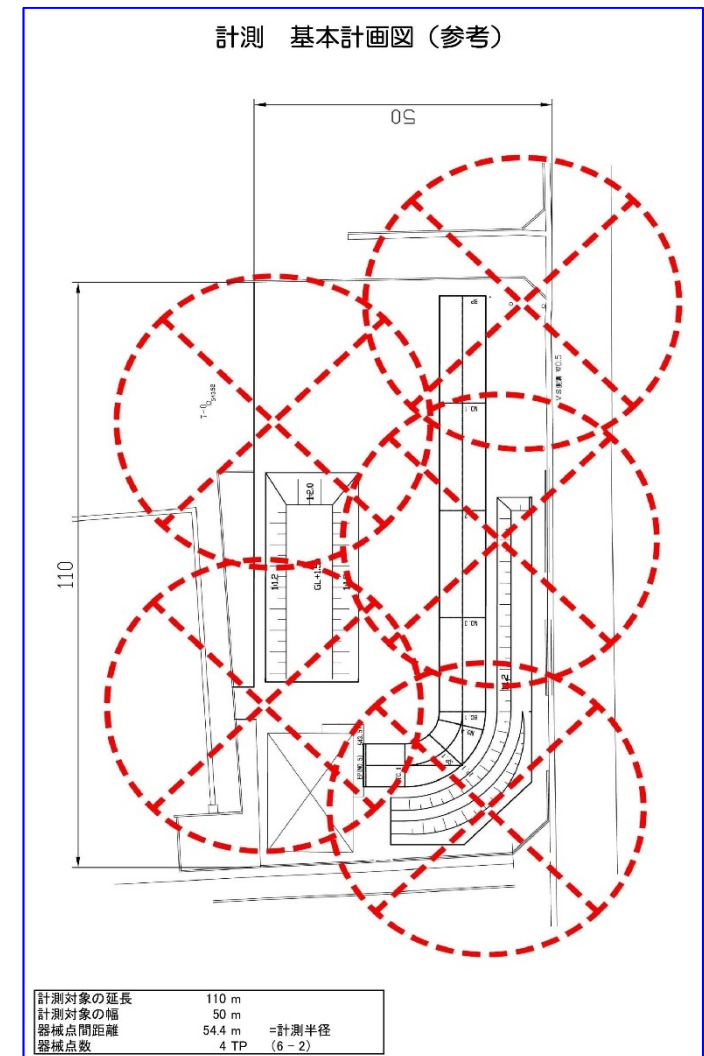
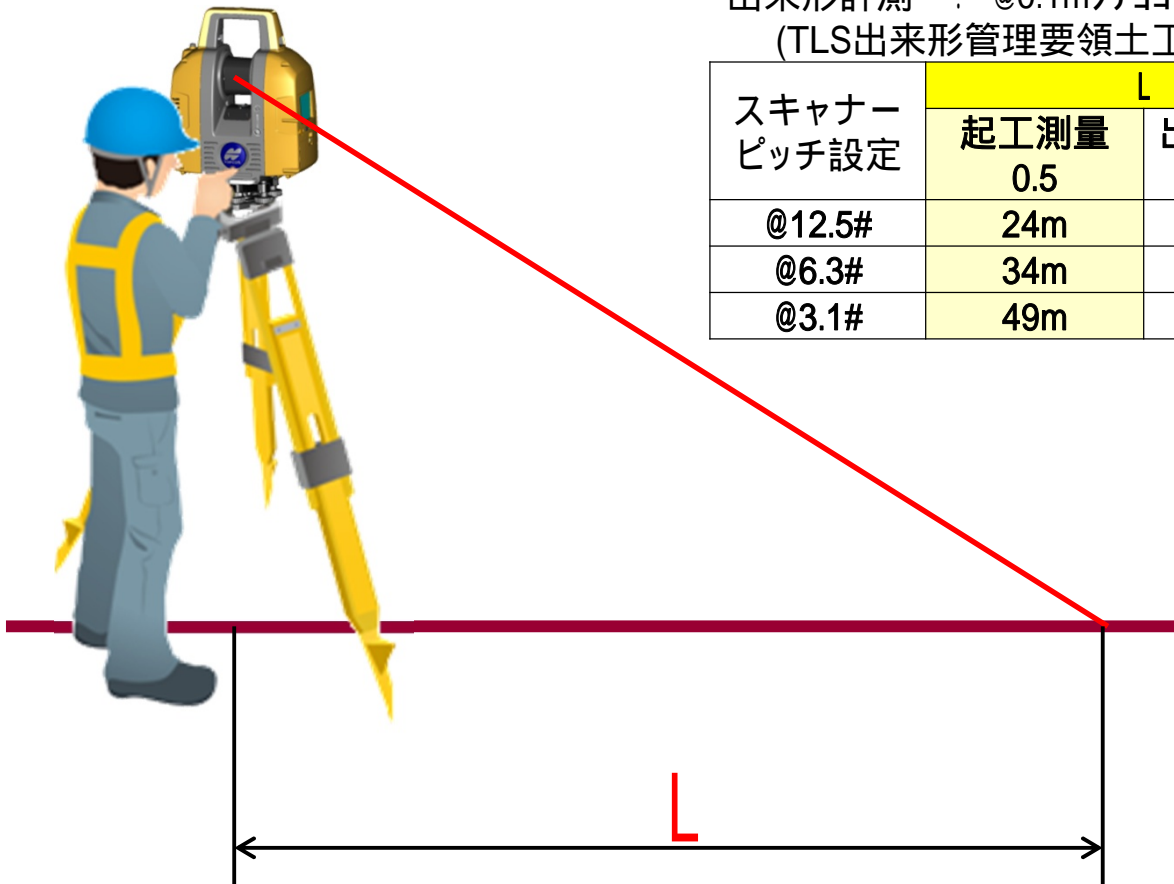
発行: 株式会社 〇〇建設
発行所: 〇〇建設株式会社
発行所住所: 〇〇建設株式会社
発行所電話番号: 〇〇〇〇〇〇〇〇
発行所FAX: 〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇

レーザースキャナー計測根拠

出来形管理要領の点群ピッチの基準を満たすために、計測根拠(作業計画)が必要となります。それには、TLSのピッチ設定に合わせた機械配置が最も重要な要素です。

起工測量 : @0.5mタテヨ
出来形計測 : @0.1mタテヨ
(TLS出来形管理要領土工編)

スキャナー ピッチ設定	L	
	起工測量	出来形計測
0.5	0.1	
@12.5#	24m	11m
@6.3#	34m	16m
@3.1#	49m	23m



無人航空機(UAV)



無人航空機(UAV)に搭載されたデジタルカメラを使用します。

デジタル写真1画素(1ピクセル)のサイズ[地上画素寸法]を考慮した飛行高度を保ち、写真と写真のラップ率を確保する為、一般的には自動航行によるフライトとなります。

「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」許可要件に準じた飛行マニュアルを施工計画書の添付資料として提出する必要があります。

UAVの保守点検を実施し、その有効期限内であることを示す記録を添付する。UAVの保守点検は、1年に1回以上、製造元等による点検を行うことが必要です。

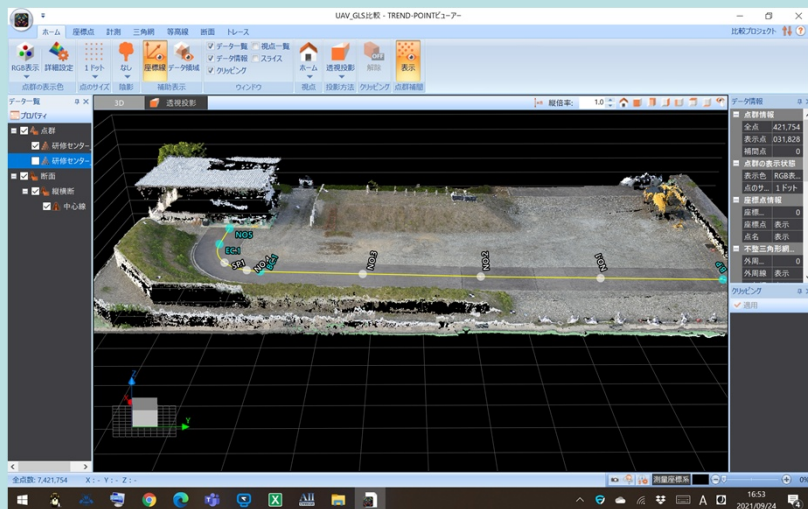
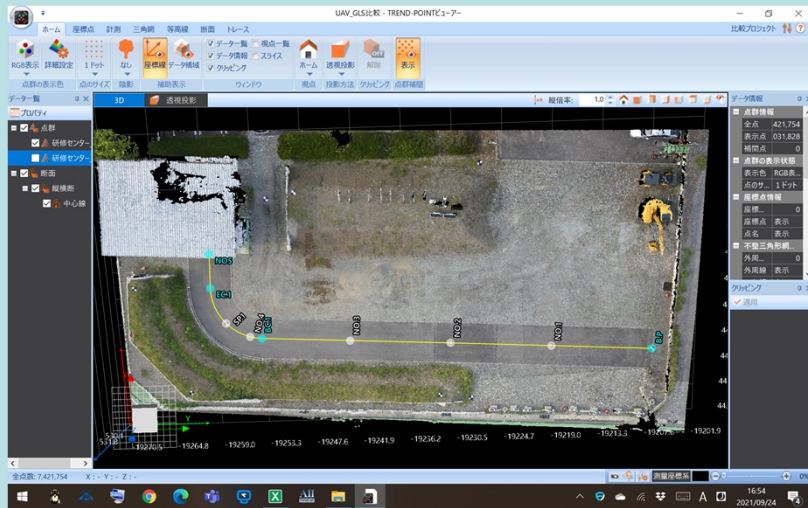
広範囲の測量に適していますが、UAVの操作技術、航空法の理解、カメラ(写真)の撮影理論、写真合成ソフトの運用、等の専門的な知識と技術が必要となります。

無人航空機(UAV)カメラ位置を直接計測できる手法

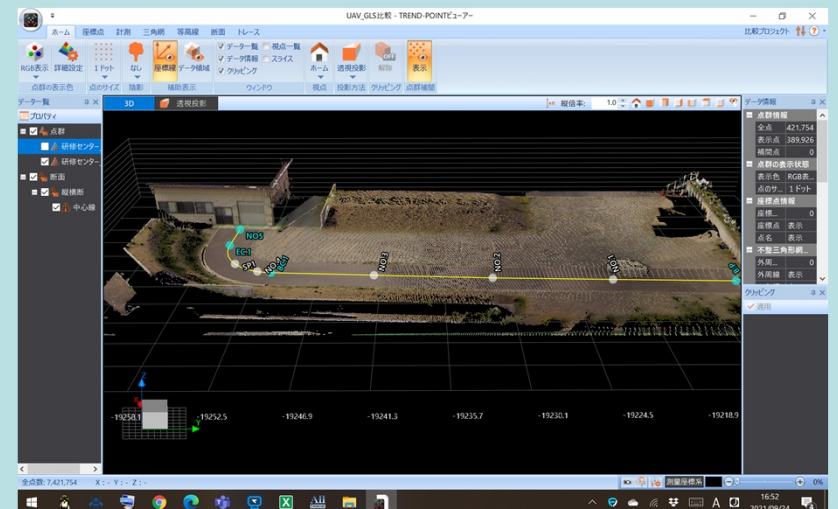
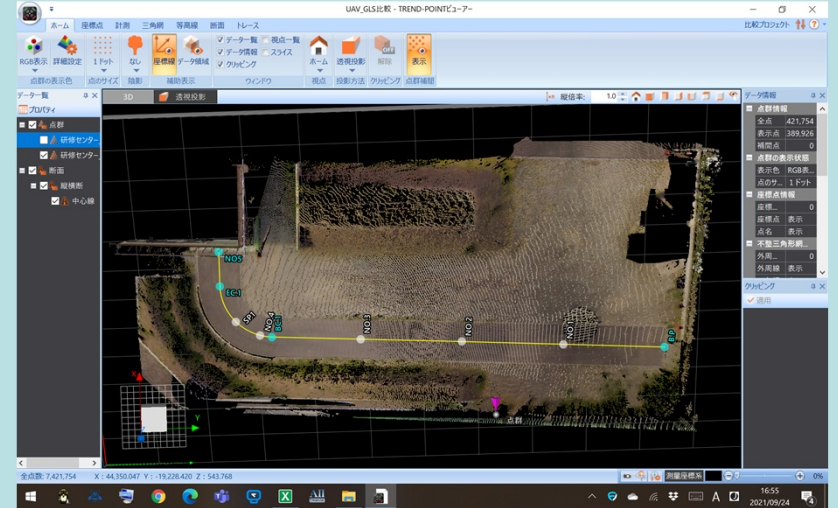


同じ場所をUAVとTLSを使い測量しました。それぞれのデータの違い、特徴を比べてみましょう！

空中写真測量(UAV)にて計測



レーザースキャナー(TLS)にて計測



国土地理院登録
一般(マニュアル)TS



国土地理院登録
自動追尾(モータードライブ)TS



国土地理院で規定が無いTS等



工種により利用できるTSの等級に違いあり(カタログ等を参照)
機器精度の証明として検定証明書あるいは校正証明書が必要

施工者は精度確認試験を行い
精度確認試験結果報告書を提出する



校正証明書あるいは検定証明書が有れば利用できる。(1年以内)

UAV及びレーザースキャナー等の多点観測にて出来形管理を行った際の立会検査時に利用する。

工事基準点、標定点、検証点の観測に利用できる。

出来形管理(面管理/土工)では、UAV及びレーザースキャナ等で計測した後、未計測な箇所等の補完計測で利用できる。(全体を計測する事は、物理的に難しい)

出来形管理(断面管理/土工・舗装工・護岸工)では、出来形計測の主役となります。

施工履歴データを用いた出来形管理(土工)では、日々の出来形確認に利用し、計測結果を報告する。

(様式-2) 精度確認試験結果報告書

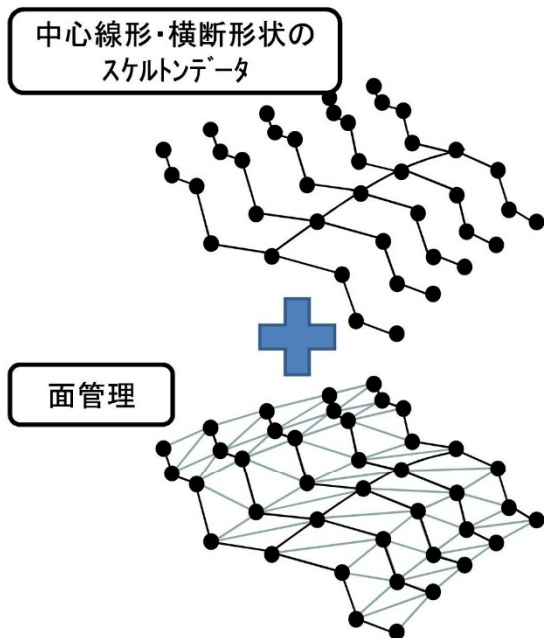
計測実施日:平成30年3月26日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者: (株)〇〇建設
精度: 本機-1H

精度確認の対象機器 メーカー: 株式会社〇〇〇社 商標登録名称: ABC-123 商標登録の製造番号: ABCD123	写真
検出機器 (真値を計測する測定機器) TS : 3級TS以上 機種名 (級別0級)	写真
測定記録 測定期日: 平成29年3月26日 測定条件: 天候 晴れ 気温 18℃ 測定場所: (株)〇〇〇〇 橋内道路改修工事にて 検出機器と既知点の距離: m	写真
精度確認方法 TSと国土地理院で規定が無いTS等光波方式の各機種間の較差	

TSを用いた出来形管理要領改訂(ICT土工対応)

- 小規模土工における3次元起工測量・出来形管理を広く普及しているTSで実施できるように既存の情報化施工用に策定済の要領に対して面管理の規定を追加し、ICT活用工事に利用可能とする
- 特定位置の測定が可能である一方で、多点観測が非効率であることから、点密度の規定をレーザースキャナ等と比べて緩和

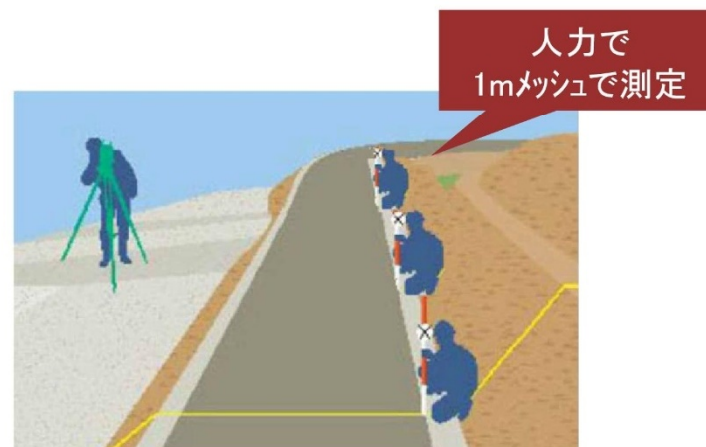
面管理の追加



【現行の規定】
情報化施工における
TSを用いた出来形管理

【改定素案】
(追加)
施工管理を面的に行う場合も対象とする。

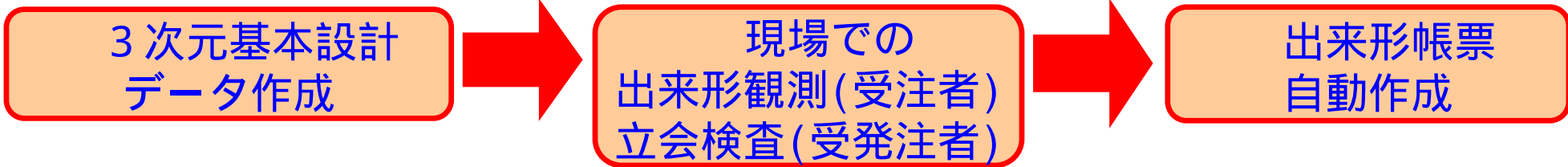
計測密度の設定



点密度で1m間隔以内(1点/㎡以上)で概ね等間隔で得られるよう計測する。

小規模土工やレーザースキャナや空中写真測量で欠測があった場合の補足に適用

TS等出来形(断面管理)の流れ(3つのプロセス)



基本設計データ

平面線形・縦断線形
標準横断形状
基本骨組構造(スケルトン)

基本設計データ(CAD)
ts.xmlデータ

出来形帳票作成(ソフト)
ts.xmlデータ

出来形帳票

平面図
縦断面図
標準断面図

3級以上のTS

出来形管理用TS データコレクタ

国土地理院登録
一般(マニュアル)TS



国土地理院登録
自動追尾(モータードライブ)TS

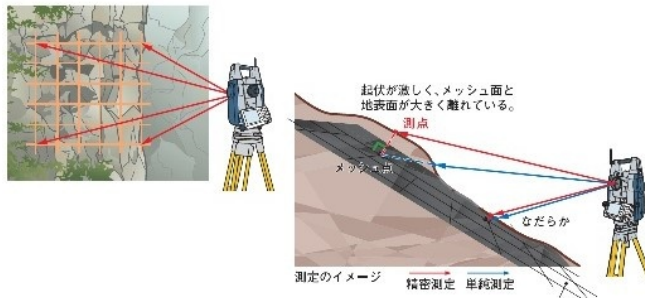


プリズム方式TSの多くの機種はボタン操作でノンプリズム方式に切り替えて利用できる
 国土地理院登録はプリズム方式の為、ノンプリズム方式を利用する際に施工者は精度確認試験を行い報告書の提出が必要である



メッシュ観測

計測エリアに指定した間隔でメッシュを作成、その交点(メッシュ点)を自動観測します。現場の作業状況に応じて、2つのモードから選択可能です。



モータードライブTSとメッシュ観測プログラムを利用する事により、レーザースキャナーで計測するイメージでの計測が可能です。計測スピードが遅いので狭い範囲での利用が期待できる。

(様式 2-9)

精度確認試験結果報告書

計測実施日: 令和〇〇年〇〇月〇〇日
 機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者: (株)〇〇測量
 精度 太郎 印

(1) 試験概要

精度確認の対象機器 メーカー : 株式会社ABC 測定器名称 : TS8800 測定装置の製造番号 : T0123	写真
検証機器 (真値を計測する測定機器) 級TS : 3級TS以上 ・機種名 (級別〇級)	写真
測定記録 測定期日: 令和〇〇年〇〇月〇〇日 測定条件: 天候 晴れ 気温 9℃ 測定場所: (株)〇〇〇〇 現場内にて 検証機器と既知点の距離: m	写真
精度確認方法 ・TS (プリズム方式) とTS (ノンプリズム方式) の各座標の較差	

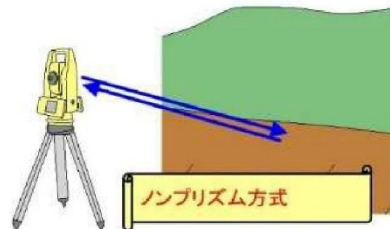
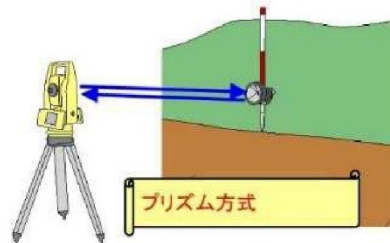
2-233

TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理要領新設(ICT土工対応)

- 小規模土工における3次元起工測量・出来形管理を広く普及しているTS(ノンプリズム方式)で実施できるように出来形管理要領を新設
- TS(ノンプリズム方式)の計測性能の精度確認方法を規定
- 特定位置の測定が可能である一方で、多点観測が非効率であることから、点密度の規定をレーザースキャナ等と比べて緩和

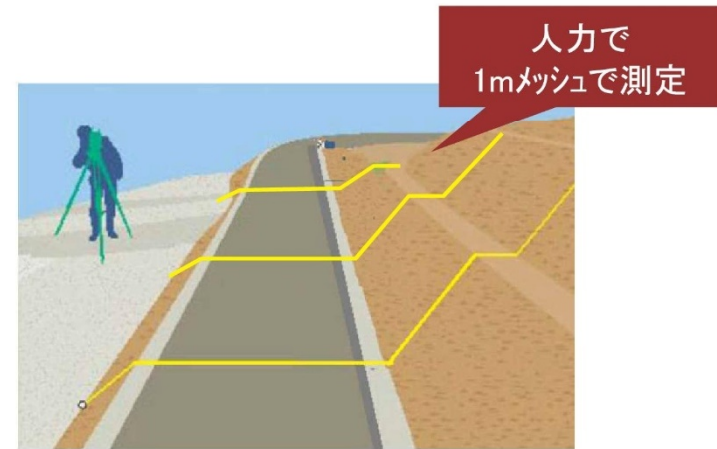
TS(ノンプリズム方式)本体の精度確認

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる2点以上の計測点で、TS(プリズム方式)とTS(ノンプリズム方式)で計測した結果を比較



【測定精度】
計測範囲内で平面精度±20mm、鉛直精度±20mm以内

計測密度の設定



点密度で1m間隔以内(1点/㎡以上)で概ね等間隔で得られるよう計測する。

小規模土工やレーザースキャナや空中写真測量で欠測があった場合の補足に適用

国土地理院登録もしくは同等性能
GNSS受信機



日本測量機器工業会規格 JSIMA113
計測性能はJSIMA113による成績書で証明される
併せて精度管理の状況も確認する事ができる

面管理でGNSSを利用する場合
出来形計測で1m x 1mに1点計測する。
狭い面積で、平場では有効な技術である。

断面管理でGNSSを利用する場合
出来形計測対象点を全て計測する。

要求精度

(面管理)鉛直方向 ± 30mm 平面方向 ± 20mm
(断面管理)鉛直方向 ± 10mm 平面方向 ± 20mm
の範囲で使用する。計測前に精度確認を実施し座
標にズレが有る場合、ローカライゼーションを行う。

UAV・TLS等の標定点計測・検証点計測及び立会
検査でGNSSを使用する場合施工者は精度確認
試験を行い精度確認試験結果報告書を提出する

JSIMA
発行番号 HON-GNSS-2007 (JY-000Ver1.0)
発行日 2021年 9月 21日

〇〇建設 殿

検査成績書
GNSS 測量機

品名: HiperV
機種番号: 1239 - XXXXX
アンテナ番号: 1239 - XXXXX
検査日: 2021年 9月 21日

社内検査の結果、下記の通り合格した事を証明致します。

使用した衛星: GPS衛星 GPS衛星及びGLONASS衛星

No.	検査項目	測定結果	許容値及び判定基準
1	ゼロベースライン測定	良	5mm以下
2	衛星受信確認	良	受信確認表示

本成績書は日本測量機器工業会規格(JSIMA 113:2009)に定められた測定方法に従って行われています。

備考: 使用した基線解析ソフトウェア [Topcon Tools 1.20]

会社名: 株式会社シーティーエス
検査責任者: 大内 忠仁
検査員: 栗野 電哉

測量機器製造番号 J1302002 検査員固有番号 J2302072

一統社団法人 日本測量機器工業会 認定型式 (4桁式の事業者番号) JSA 2517719

CTS 修理報告書 (KY-0208 Ver2.0)

〇〇建設 御中 株式会社 シーティーエス
388-0005 長野県上田市吉里740-23
TEL 0268-26-0822 FAX 0268-26-0892

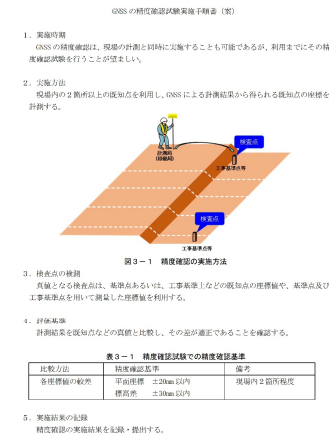
発行日 2021年 9月 21日
機種名 HiperV
問題発生 1239-XXXX 管理番号
修理区分 一般点検・修理

点検及び修理内容	点検	修理
外觀	点検	
受信機	点検	
アンテナ	点検	
電源	点検	
充電ケーブル	点検	
データケーブル	点検	
ソフトウェアによる受信確認	点検	
工場出荷時	点検	
検査成績書	発行	

交換部品

部品名	数量

備考: お預かりした機器は当社の基準で検査した結果、合格していることを証明します。



ICTバックホウ及びICTブルドーザ

後部に取り付けたGNSS 2基が、バックホウの位置と方向と高さを計測します。本体・ブーム・アーム・バケットに取り付けたセンサーが「腕」の伸ばし加減と「バケットの刃先」を算出します。この結果と、3D設計データとの差異をビジュアル化してモニターに表示します。システムに保存されている、刃先の中心座標値を点群データとして出来形に使用します。

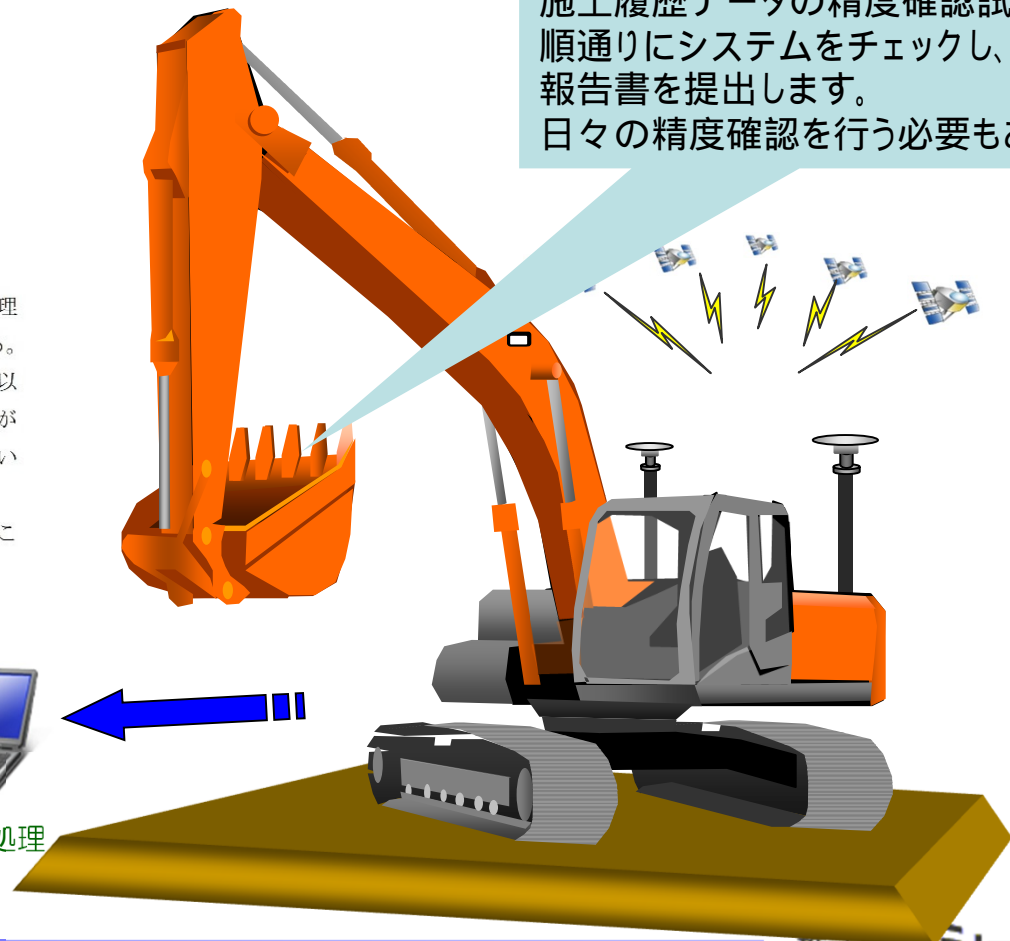
本年度より新たに【土工】が追加されました。
管理要領では日常の出来形確認が必須とされています。

測量機器同様に、刃先の中心がX,Y,Z座標を計測できます。
施工履歴データの精度確認試験実施手順通りにシステムをチェックし、試験結果報告書を提出します。
日々の精度確認を行う必要もあります。

6) 日常の出来形確認

施工履歴データにより出来形管理を実施する範囲の整形作業実施後、出来形が「出来形管理基準及び規格値」に記載の面管理の場合の規格値を満足していることを計測により確認する。出来形確認の計測方法には TS 等光波方式を用い、計測点数は1日の施工範囲に対して3点以上とする。計測は日々の施工完了後に計測を行うことを基本とするが、GNSS 衛星の測位状況が悪化しないことが予測されている場合や、数日の施工・計測により、良好な精度が得られている場合は、数日分の計測をまとめて1回で実施してもよい。

計測点は計測員が安全に立ち入れる範囲内で、1日の施工範囲に対して偏りなく配置すること。



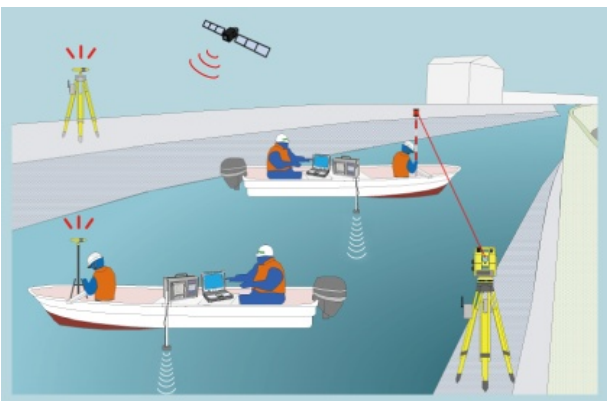
3次元設計データを搭載したタブレットパソコンとトータルステーション(TS等)用いて計測、記録した見本です。



ICT建機の施工履歴データから出来形評価用のデータを作成。今迄の様な出来形計測(UAV、TLS他)を実施しないでも良い。但し、TS等を用い毎日3点以上1日の施工範囲に対し偏りなく計測しなければならない。

	No.	名称	垂直距離	制限	X座標	Y座標	Z座標	路線位置
2021/9/24	1	測点1	-0.001	○	50.57410	49.72627	9.999228	NO.1+0.274 L 0.274
2021/9/24	2	測点2	0.016	○	50.57488	49.66013	10.01629	NO.1+0.275 L 0.340
2021/9/24	3	測点3	0.025	○	50.4268	49.61701	10.02452	NO.1+0.127 L 0.383
2021/9/24	4	測点4	0.081	基準外	50.33443	49.58804	10.08148	NO.1+0.034 L 0.412

音響測深機器(マルチビーム)



地上移動体搭載型レーザースキャナー



4足歩行ロボット+レーザースキャナー



UAV搭載型レーザースキャナー





iPhonePRO及びiPadPROに搭載されている
LiDAR「Light Detection And Ranging (光による検知と測距)」

モビルスキャン協会より無料で出来る計測マニュアルと動画が一般公開されました。
<https://mobilescan.jp/>

誰でも簡単に多点観測が可能になりました。
日々新しい計測機器が開発されて市場で販売されています。
また、様々な計測手法が考えられる事により、測量業界・建設業界の生産性向上に繋がっています。
多点計測で得られた点群データを誰でも自由に活用できます。

新しい計測技術については一定以上の精度が必要です。
機器の性能を理解する事と、計測方法により生じる誤差を踏まえた活用が望まれます。
トータルステーションは多点計測技術の精度を確認する為に必要となります。
きちんと点検・調整されたトータルステーションを使用しましょう！

Mr.Samuraiシリーズ **i-Construction**対応 NETIS申請予定

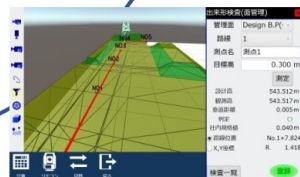
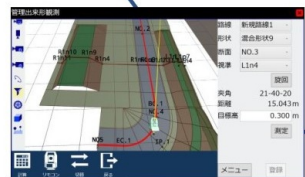
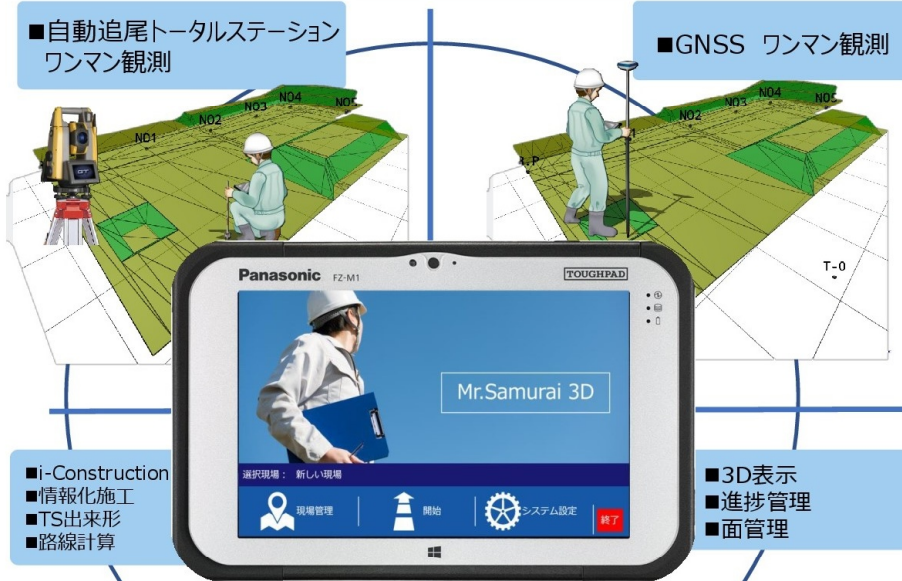


現場端末システム
Mr.Samurai 3D

CTS
Construction
Total
Support service

■自動追尾トータルステーション
ワンマン観測

■GNSS ワンマン観測

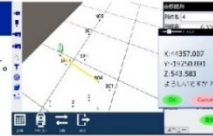


土木現場の効率化・省人化に！ ワンマン観測からi-Constructionまで

主なプログラム

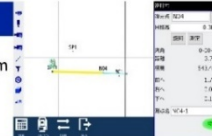
座標観測

座標観測は、簡単に任意点の座標値を記録することができます。観測した測点が3次元ビュー画面で確認できます。



逆打ち

杭打ち点と現在の位置との差は、ミラーマン目線で「右(左)へ〇〇m前(後)へ〇〇m」と動く方向をガイドします。



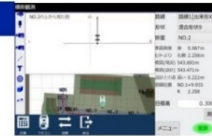
路線計算(幅杭,垂線)

路線SIMA、基本設計データ等を読み込むことにより路線内のどこでも幅杭の杭打ちや観測した測点から中心線への垂線計算を行うことができます。



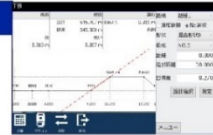
横断観測

選択した横断線を見ながら変化点を観測します。プラス杭での横断観測も可能です。



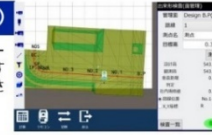
法面丁張

選択した法面設計と現況の標高差、離れとともに選択した断面から前後どのくらい離れているかを表示します。



出来形検査(面管理)

面データとして作成したLand-XMLファイルを読み込み、観測することで設計との標高差が表示されます。



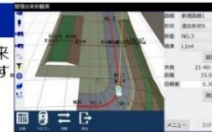
任意出来形

変化点を考慮した基本設計データ(xmlファイル)を読み込むことで、任意に観測した点と設計との差、及び路線のどの位置かが表示されます。



TS出来形

土工、舗装工のTSを用いた出来形管理(断面管理)が行えます。



最後に、一言 測量機器点検は 弊社におまかせ下さい・・・

測量機器管理センターのご紹介



当センターは、直線距離50m超の基線場を4基、3Dレーザースキャナー用の基線場を2基、コーリメータを10基(最大12基)屋内に設置。天候に左右されずに高い測定精度を維持するための点検・調整等のメンテナンスができるようになったことで、全国各地の建設工事会社等のお客さまに、常に高品質な当社の測量機器を使用していただける体制が整いました。

令和4年10月
無断転載・複製を禁じます

作成者 株式会社シーティーエス 中山俊彦

引用資料及び写真引用

国土交通省3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)他・株式会社トプコン・ライカジオシステムズ株式会社・株式会社ニコントリンプル・株式会社セキド

KOMATSU

ICT 建機

- ICT建機とは
- ICT建機稼動に必要なもの
- ICT建機の特徴

ICT建機

①常に測量しながら施工

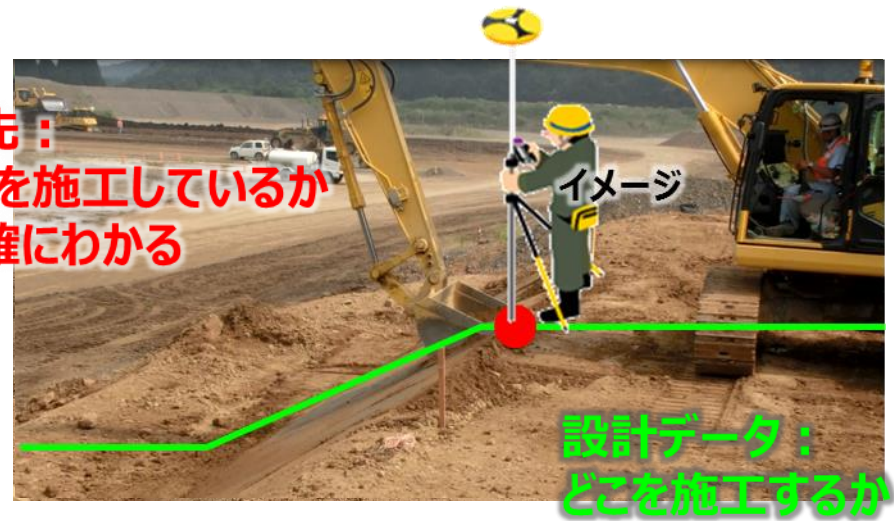
：いま作業機刃先が施工している『地球上の位置』がわかる
測量機能をもった建設機械

②自動制御機能搭載

：オペレータの作業機レバー操作の一部を自動化した建設機械

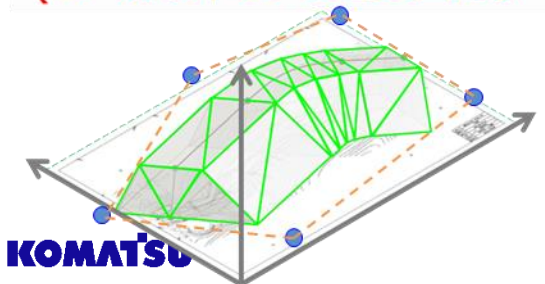
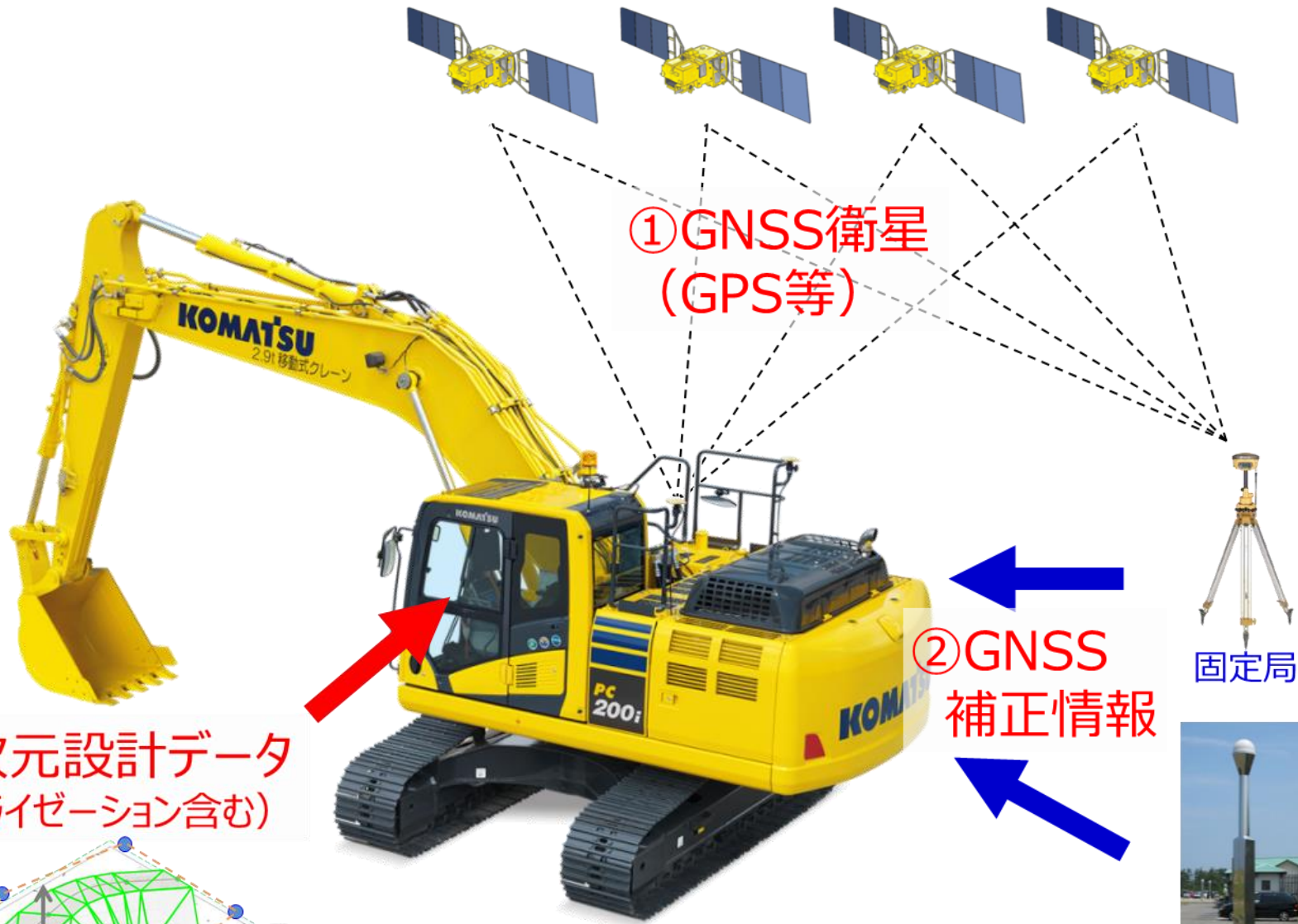


刃先：
どこを施工しているか
正確にわかる



設計データ：
どこを施工するか

ICT建機の稼動に必要なもの





➤ ICTブルドーザ

- ブレード操作を自動化、
前後進・ステアリング操作のみで施工
- ブレード位置制御 + 負荷制御 + スリップ制御
(作業機負荷を自動調整する機能)
- 掘削・運土から整地まで、
自動制御の適用範囲を拡大



➤ ICT油圧ショベル

- 作業機操作をセミオート化
- 自動停止制御 + 自動整地アシスト等の
マシンコントロール機能を搭載
- 設計面への掘込みを気にせず
粗掘削・仕上作業が可能

ICTブルドーザ



D37PXI-24
【湿地7t】



D51PXI-24
【湿地13t】



D61PXI-24
【湿地16t】



D65EXI/PXI-18
【普通18t/湿地20t】



D85EXI/PXI-18
【普通21t/湿地28t】



D155AXI-8
【普通32t】

ICT油圧ショベル



PC78USI-10
【バケット容量0.28m³】



PC200(LC)I-11
【バケット容量0.8m³】



PC300(LC)I-11
【バケット容量1.4m³】



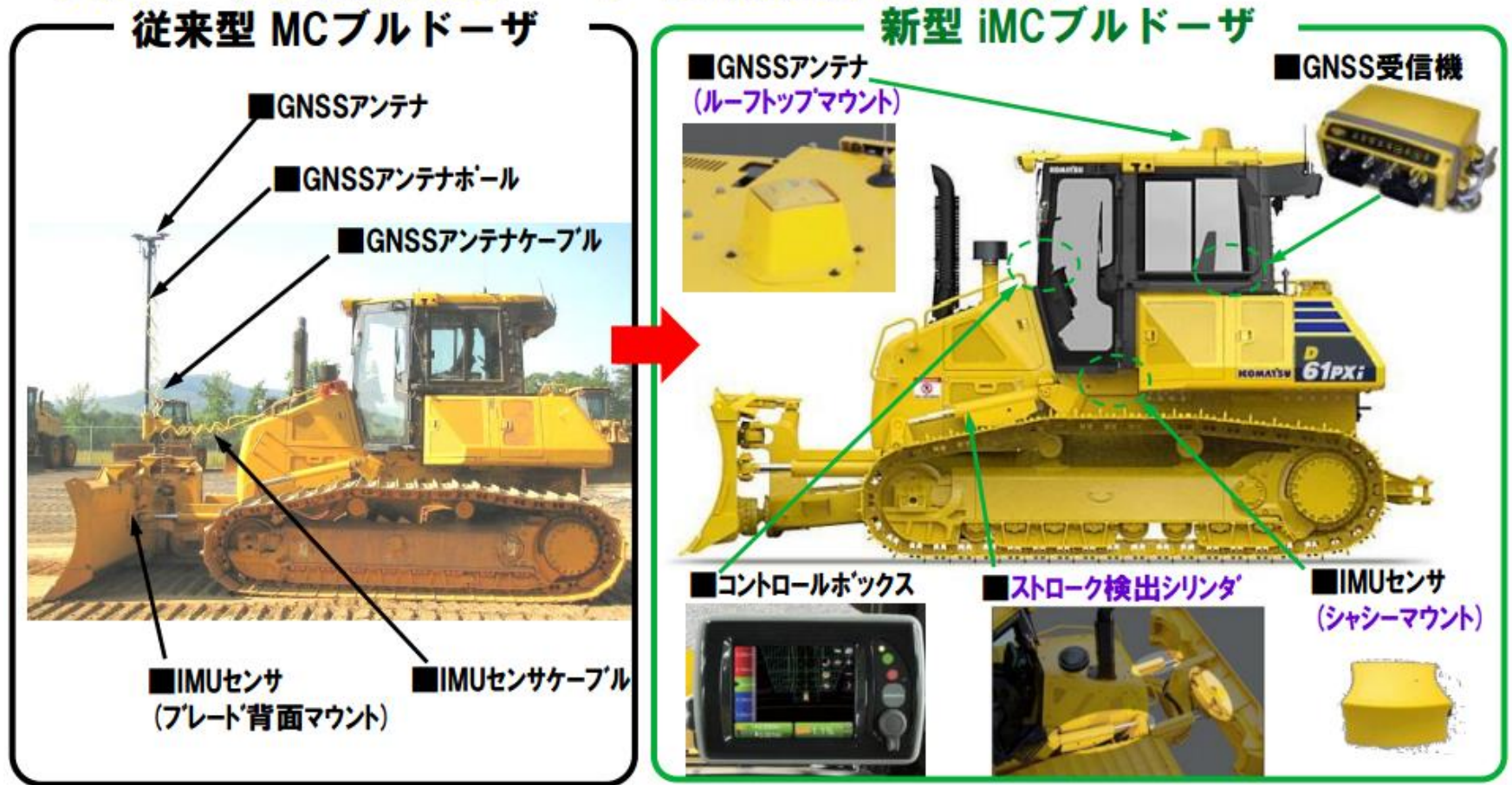
PC128USI-10
【バケット容量0.45m³】
※生産終了機種



PC138US-11
(Trimble3DMC)



・ブルドーザでの取り組み ----> ICT機器のレイアウト変更



- iMCの特長**
1. GNSSアンテナ、IMUセンサ、接続ケーブル類の信頼性向上・脱着不要化とランニングコスト低減
 2. シームレス自動掘削整地制御の実用化
 3. マッピング表示機能による施工進捗の見える化

全工程での全自動ブレード制御

従来の情報化施工

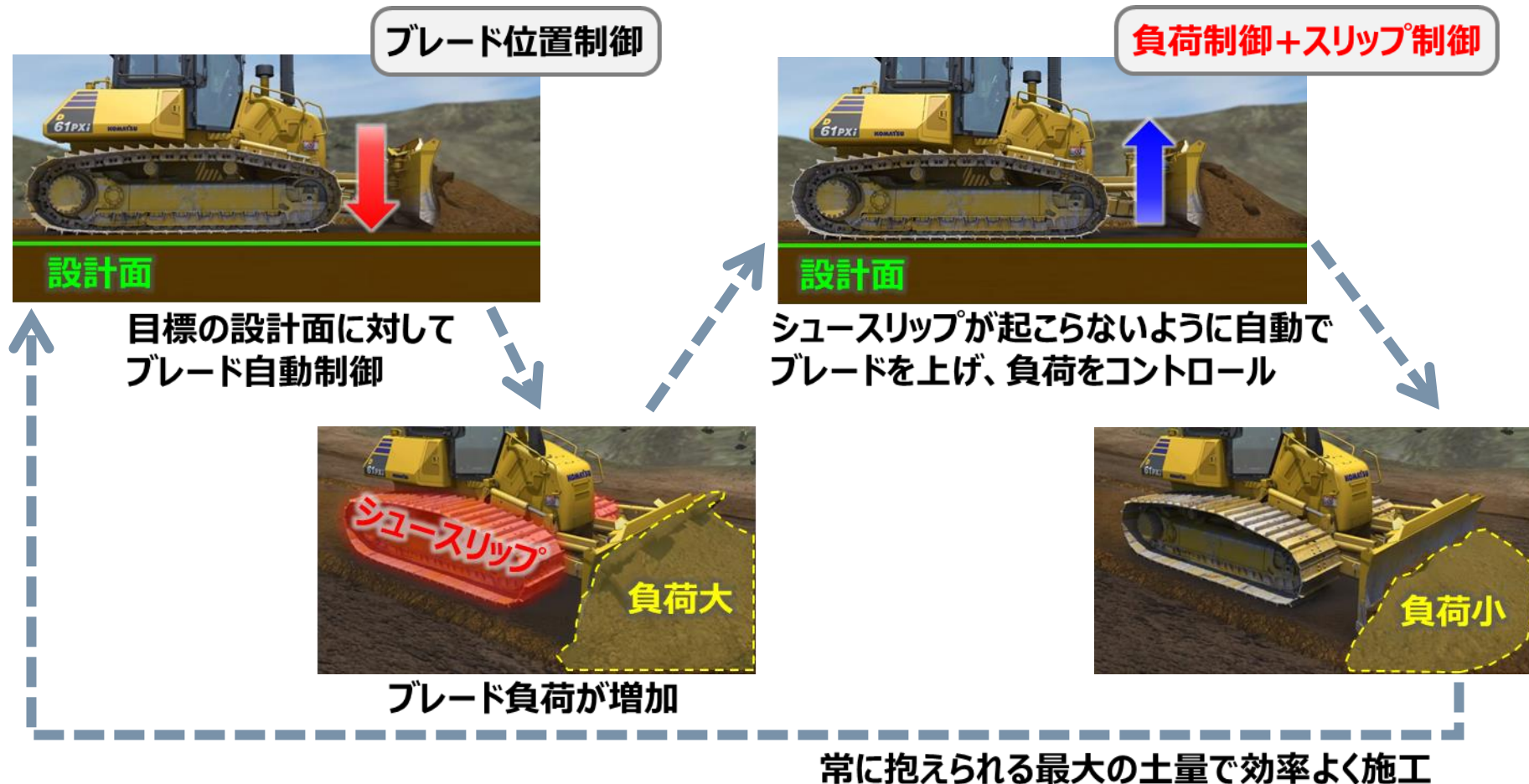


インテリジェント・マシンコントロール



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プルを操縦するだけで施工を完了。

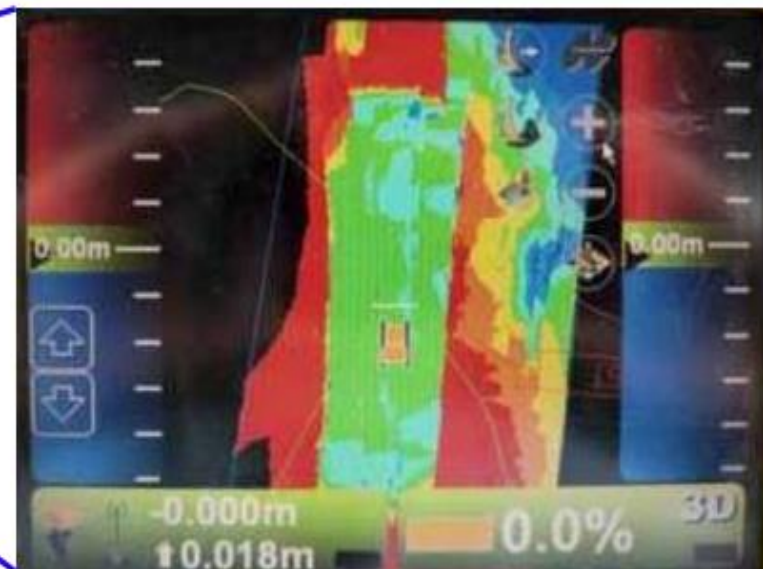
ブレード位置制御+負荷制御+スリップ制御



【ブレード位置制御+負荷制御+スリップ制御】：粗掘削から仕上整地まで

・ブルドーザでの取り組み

マッピング表示による進捗の見える化



特長： 1. 土砂移動方向の認識容易化
2. 出来形面及び施工進捗の把握が可能



● 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で停止します。

⇒バケット刃先の位置合わせが容易です。



オペ操作： ブーム下げ
自動制御： ブーム停止

オペ操作： バケット掘削
自動制御： バケット停止

● 自動整地アシスト

アーム操作した際に、
バケットが設計面を掘り込まないように自動でブームが上昇。

⇒アームレバー操作のみで仕上作業が可能。



レバー操作：アーム掘削

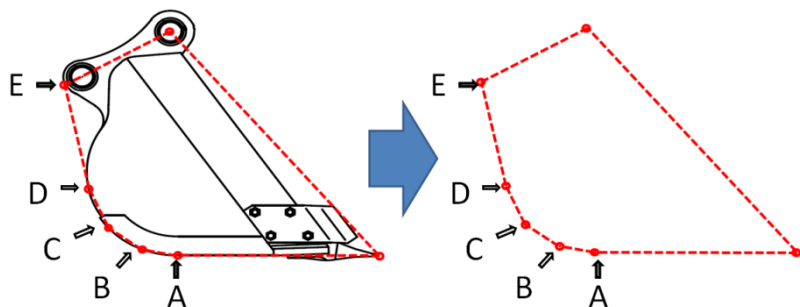
自動制御：ブーム上げ

2つの自動制御機能にて、
設計面への掘り込みを気にせず
掘削・整地作業が可能

適用例：溝掘削・法面掘削/整形・整地・積込等

基本となる機能：自動停止制御+自動整地アシスト+**最短距離制御**

最短距離制御



常に設計面から最短距離となる点を
自動で検出して、バケットを制御します。

⇒設計面に対して正対していなくても
設計面を傷つける心配がありません。

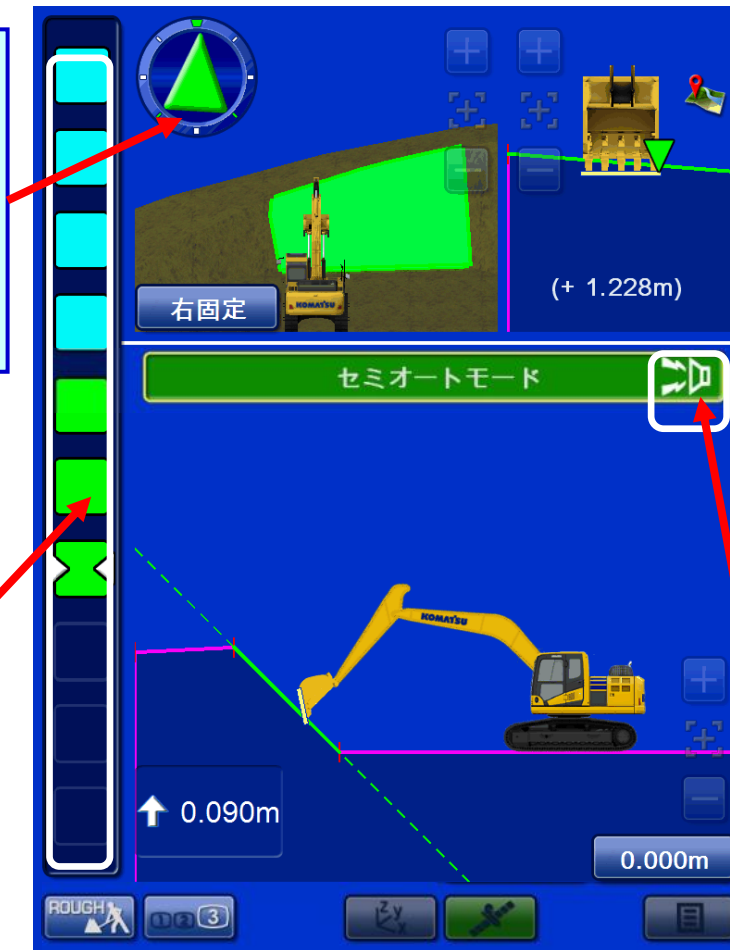
※正対：法面に対して正面を向いている

● 12.1インチ大型コントロールボックス

シンプル、使いやすい、分かり易い、作業画面の視認性向上

正対コンパス

施工する面と車体が正対していることを容易に視認



ライトバー

目標面と刃先距離を視認可能

イメージしやすい3D表示

車体、設計面とも実写に近い3Dで表示可能

サウンドガイダンス

刃先を注視しながら目標面と刃先距離を音で認識可能

スイッチ切替により、マシンガイダンスも可能



UAV(無人航空機)による 3次元計測



普及部会 リモート見学会WG
ICTアドバイザー
有限会社トプラス 坂島 均





中部i-Con研究会

編 学 座



中部i-Con研究会



ICT土工の流れ

1. 3次元起工測量 (UAV測量)



2. 3次元設計データ作成

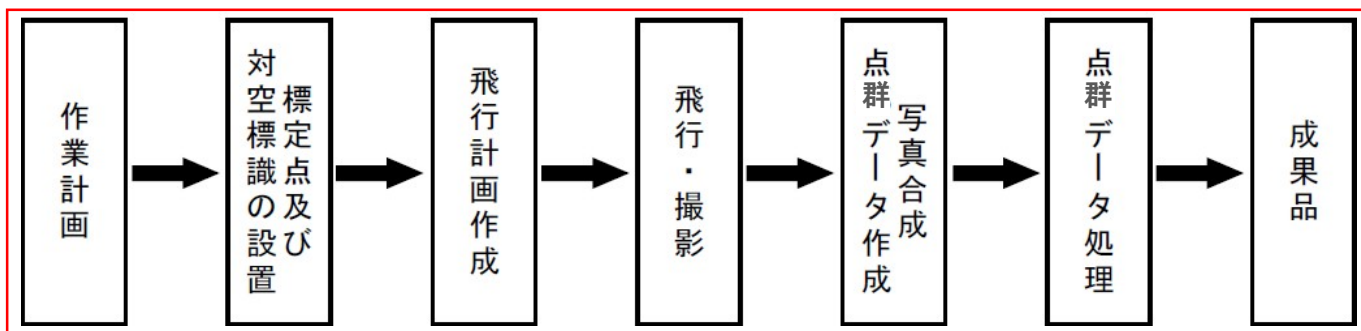


3. ICT建設機械による施工

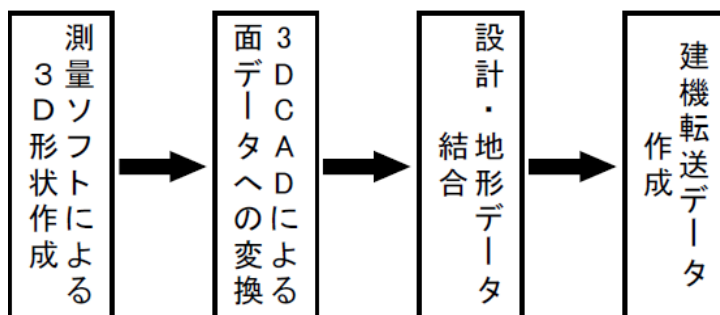


4. 3次元出来形管理等の施工管理 (UAV測量)

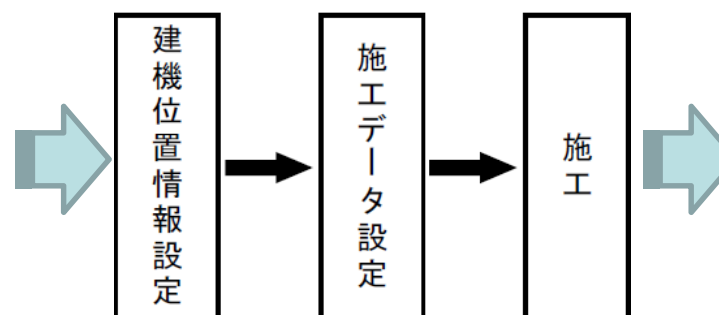
1. 3次元起工測量 (UAV測量) フローチャート



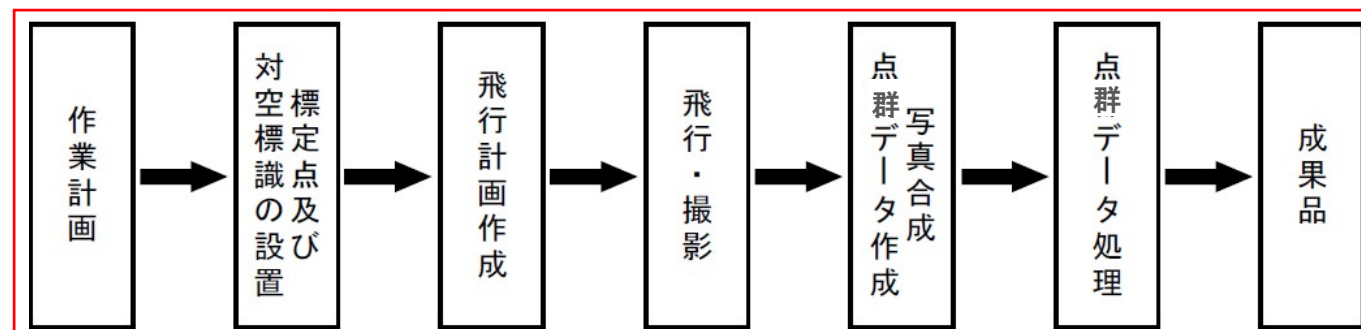
2. 3次元設計データ作成 フローチャート



3. ICT建設機械による施工 フローチャート



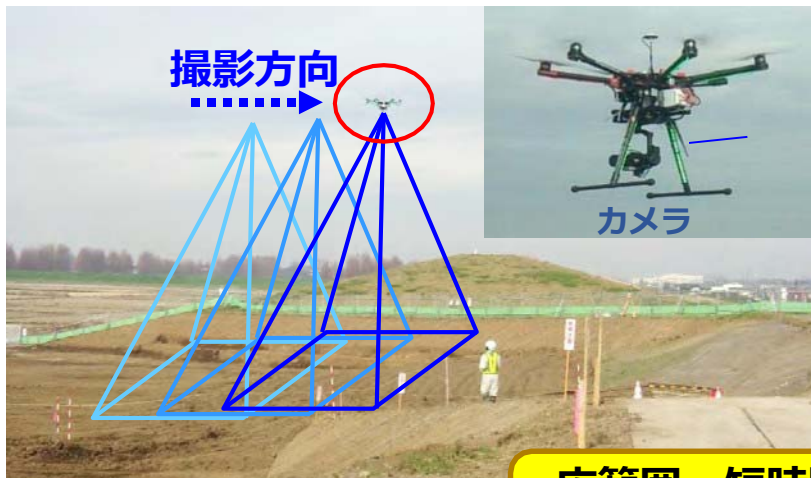
4. 3次元出来形管理等の施工管理 (UAV測量) フローチャート



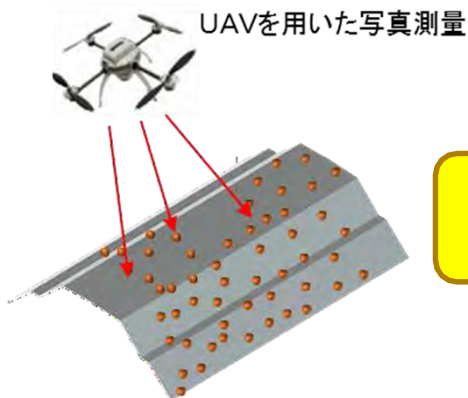
UAVによる3次元計測の目的

UAV(無人航空機)により効率的かつ高密度な計測で3次元地形図作成

①UAV(無人航空機)による撮影



広範囲・短時間で撮影が可能



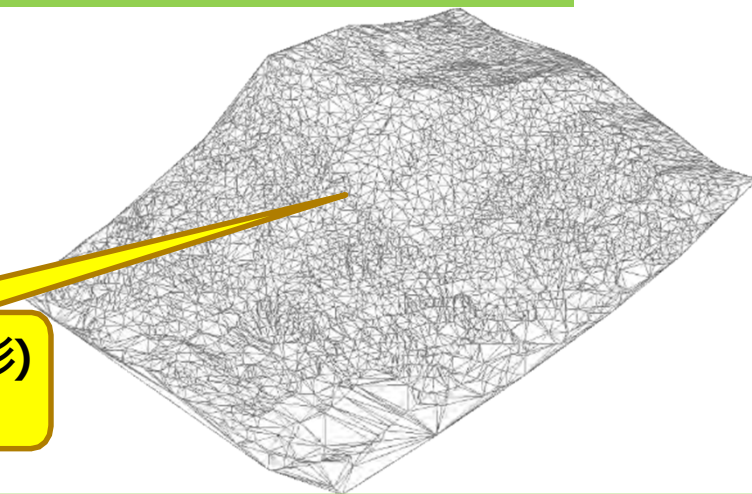
高密度に地表面データを点で取得

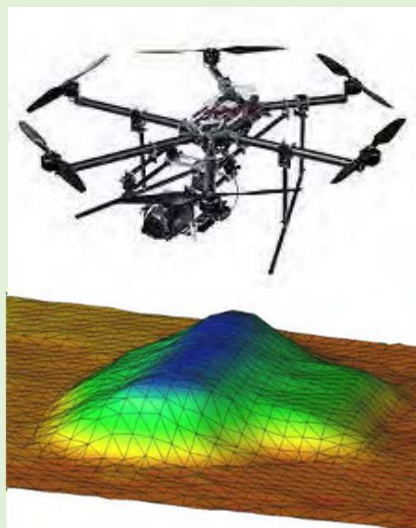
TIN(点を繋いだ三角形)で地形をモデル化

②点群データの作成

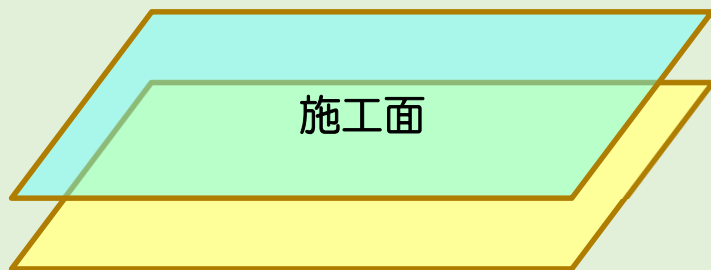


③サーフェスモデルの作成





- 公共測量（地形測量など）
- 起工測量（工事前の地形状況把握）
- 工事途中の出来高確認、数量算出
- 出来形管理



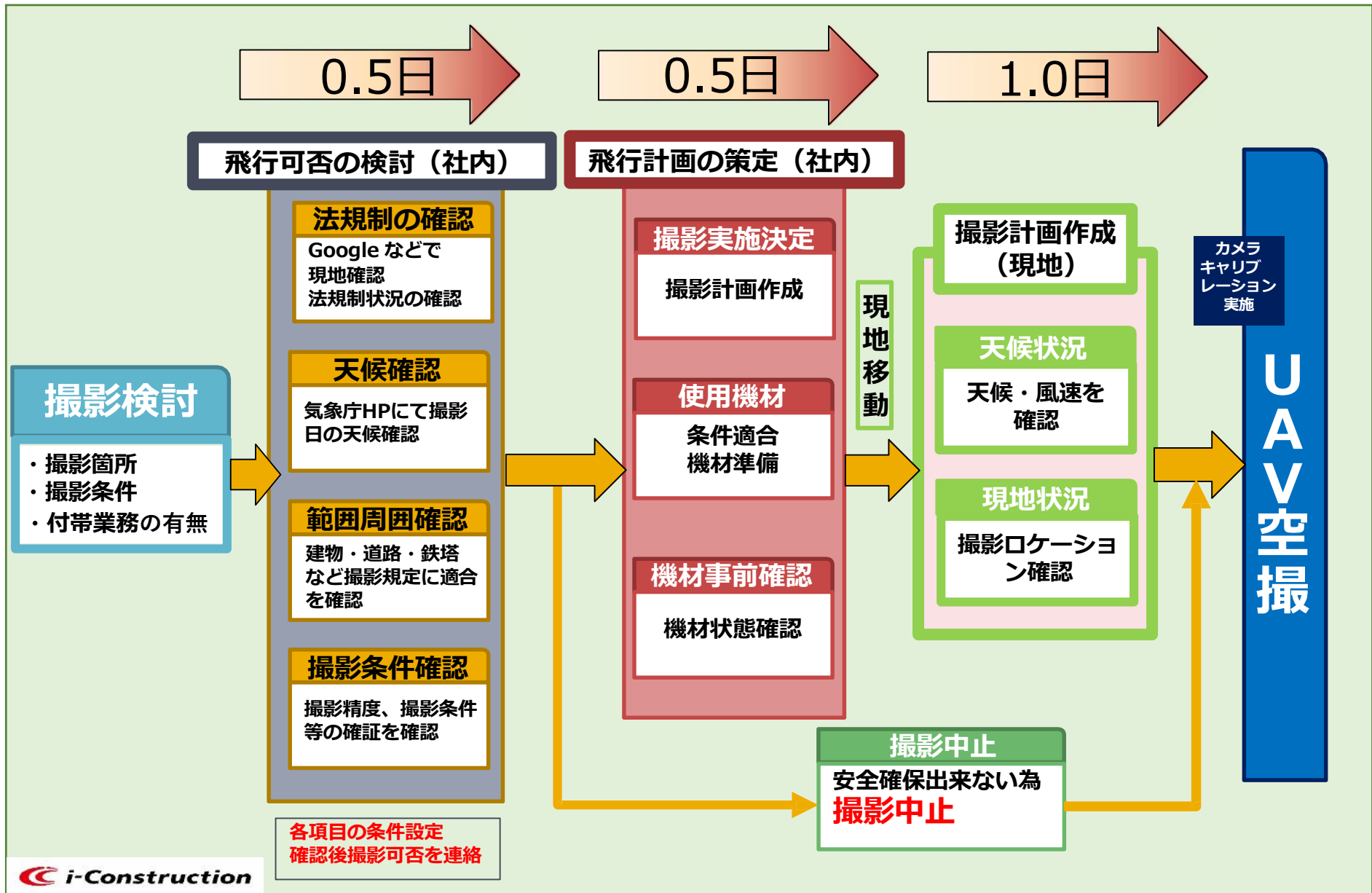
- 工事前のデータと設計データで施工する数量を確認する
- 工事前後のデータで施工数量（出来高）を知る
- 工事後のデータと設計データで施工精度（出来形）を知る





UAV撮影の検討

撮影計画から処理・成果までの計画



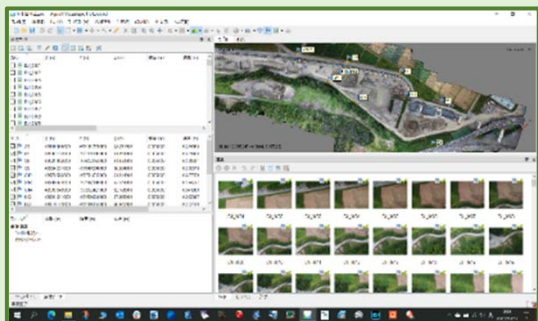


UAV撮影の検討

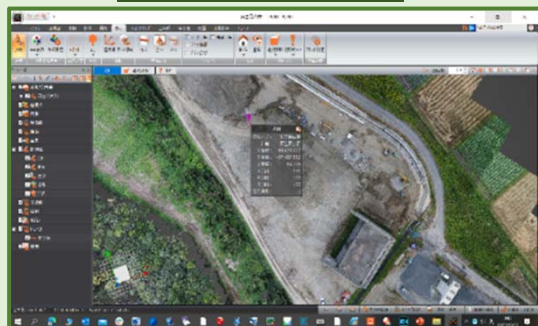
撮影から処理・成果までの計画

6時間~2日

3次元モデル作成



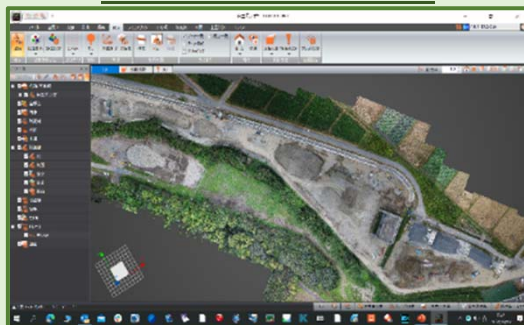
検証点の確認



※座標、長さ、面積等の計測が可能

1~2日

点群データ作成

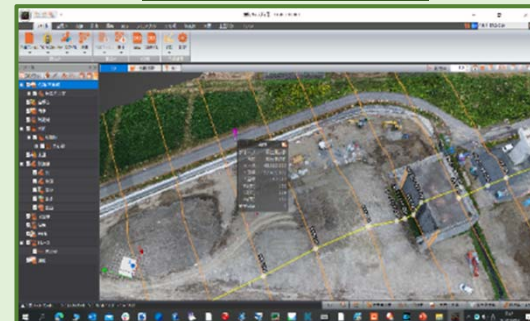


- ・樹木や重機等の不要点
- ・点密度の減少（間引き）



3~6日

縦横断面図作成



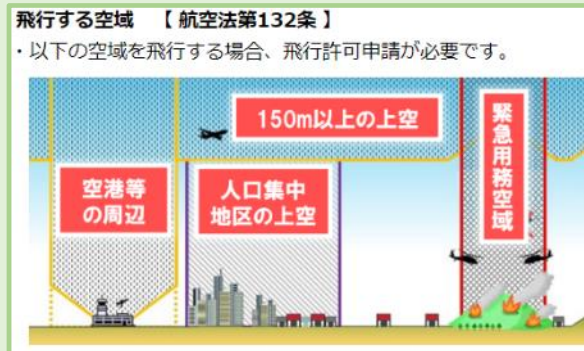
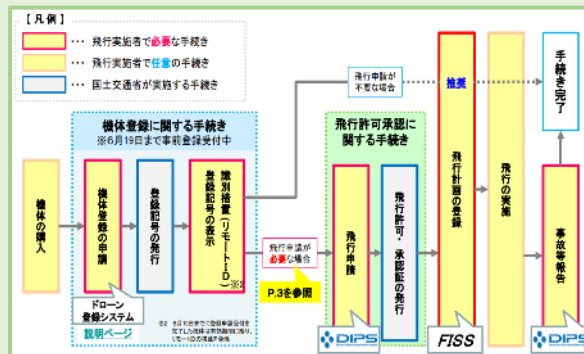
土量計算





令和4年6月20日から重量100g以上の機体が「無人航空機」の扱いに変わり、飛行許可・承認手続きを含む、航空法の規制対象になりました。

また、100g以上の無人航空機を下記空域、飛行方法により屋外で飛行させる際に必要な「飛行許可・承認手続き」は原則、オンラインサービス「ドローン情報基盤システム（飛行許可承認機能）〈通称：DIPS〉」へ飛行申請の提出が必要





<撮影飛行>

航空法に基づく許可要件に準じた飛行マニュアルを作成

* 無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領

可能な限り出来形の地形面が露出している状況での計測

* 計測対象範囲に作業員や仮設構造物、建設機械などが配置されている場合は、地形面のデータが取得不可能

次のような条件では適正な計測が行えないので留意

- * 強風や突風の恐れのある気象条件
- * 写真が鮮明に撮れないなど暗い場合
- * 日差しが強く影部が鮮明に撮れない場合
- * 草や木などで地面が覆われている場合
- * 高圧電線が近い現場でのUAV飛行の場合
- * UAV飛行中に鳥・虫など生物との衝突の恐れがある場合
- * 自動航行ソフトの位置と実飛行位置の誤差がある場合
- * UAV飛行エリア内でGPSの受信状態が違う場合

<自動航行が行えない場合の留意点>

計測精度を確保するための所定の条件

* 同一コースは、直線かつ等高線の撮影となるように飛行

* 撮影区域を完全にカバーするため、撮影コースの始めと終わりの撮影区域外をそれぞれ最低1モデル（2枚の空中写真の組み合わせ）以上形成できるように飛行



ドローンの種類

初心者でも扱いやすい「トイドローン」

模型航空機に分類される100g未満のモデルを指します。模型航空機は、機体の登録申請やリモートID機器の搭載が不要。

高機能カメラを搭載「空撮用ドローン」

クオリティの高い画像や映像の撮影が可能で、初心者向けというよりは中級者や上級者向けのドローンです。機体が200gを超える場合は航空法の対象になるので、飛ばす際には十分な知識と注意が必要です。

ヘリコプターのような「マルチコプター」

ヘリコプターのように3つ以上のプロペラを回転させて飛ぶタイプのドローンを「マルチコプター」といいます。

建設・農業の現場で活躍「産業用ドローン」 建設現場のような危険な場所での点検や、農業の薬剤の散布といった産業領域で活躍をするドローンが「産業用ドローン」です。撮影や操縦を楽しむ用ではなく仕事を担うドローンで、災害の現場でも活躍します。



■ ヘリコプターの原理

- ◆ ヘリコプターはシングルロータのため、回転方向と反対方向に力 (反トルク) が発生してしまう
- ◆ テールロータにより反トルクを打消し機体の回転を抑える
- ◆ 機体ロータの回転面の角度を変え前後左右に移動

構造が複雑

■ ドローンの原理

- ◆ ドローンは複数枚のロータを使用する
- ◆ 隣合うロータ同士が反対方向に回転し、反トルクを打消しあっている
- ◆ 機体ロータの回転数を変え前後左右に移動

構造がシンプル

出典元

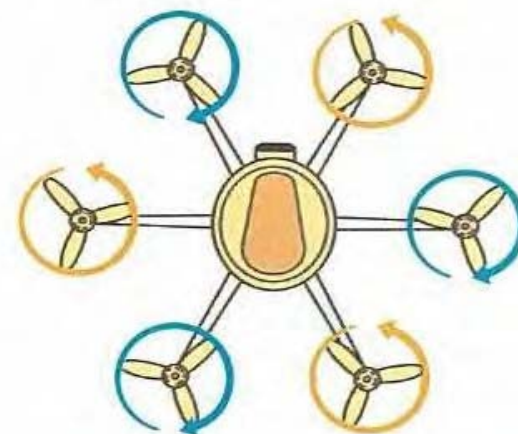
飛ぶ！撮る！ドローンの購入と操縦
はじめて買って飛ばすマルチコプター
高橋亨監修 株式会社技術評論社 出版

【ヘリコプターの原理】



メインローターで揚力を得て、テールローターで反トルクを打ち消して機首の向きを保ちます。

【ドローンの原理】



隣合うロータが反対方向に回転し反トルクを打ち消し





◆ 複数のローターの回転数を個別に制御することにより移動を可能にしている

個別にローター回転数を制御



ローターの数が多い程機体は安定する

前進 (エレベーター) の原理

回転速度の速い後方が上がり、速度の遅い前方が下がることで機体が前に傾き、前に進む。前後の回転数を逆にすると後方に進みます。

右移動 (エルロン) の原理

回転速度の速い左側が上がり、速度の遅い右側が下がることで機体が横に傾き、機体は平行に右に移動。反対も同じです。




左旋回 (ラダー) の原理

右回りのローターの回転速度が左回りのローターを上回ると、機体全体が左に旋回します。逆に左回り>右回りにすると右に旋回します。





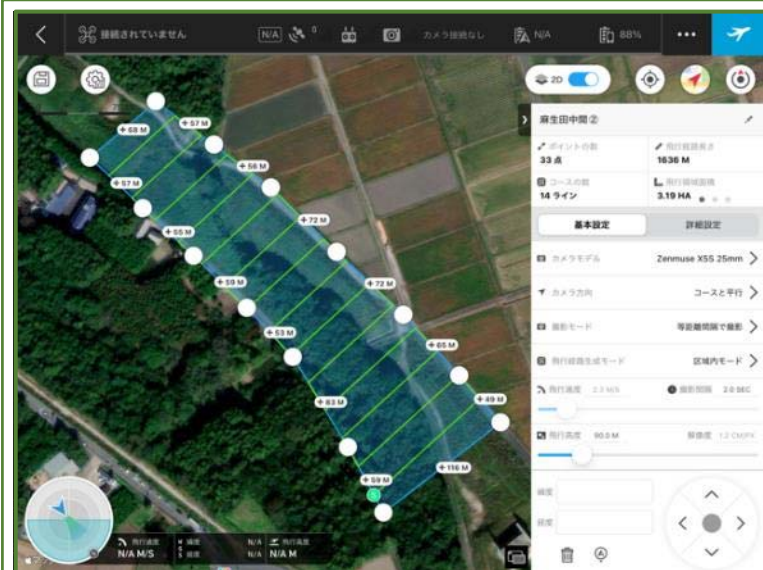
UAV（無人航空機）の一例

名称	Matrice300 RTK	Inspire2	Phantom4PRO
			
最大ペイロード	2.7 kg	—	—
飛行時間	55分	27分	約 30分
対角ホイールベース	643 mm	605mm	350 mm
重量	約 6.3 kg (TB60バッテリー2個) 搭載時	3440g	1391g
バッテリー	TB55-7660MAH-22.8V 2本	TB50(4280mAh) 22.8V	PH4-5870MAH -15.2V
DJI ジンバルカメラ	Zenmuse XT2 / Z30 / H20 / H20T	ZenmuseX5S/X7	1" CMOS;有効画素数：20M
安全機構	6方向検知&測位技術	前方・下方	前後方・左右
飛行可能風速	15 m/s	10m/s	10m/s



UAV自動航行による撮影方法・計画

- 撮影計画より自動操作を行うための設定をおこなう。
- 自動操作によるUAVは、設定情報に沿って飛行する為、経路上の地点情報(緯度と経度)が重要となる。



風速計で飛行可能か否かの確認を行う。



自動航行時でもプロポを着陸時及び緊急時に使用



アプリによる自動航行

※使用するバッテリーに合わせた無理の無い飛行計画を立てる必要がある。
(バッテリーの余裕が必要)





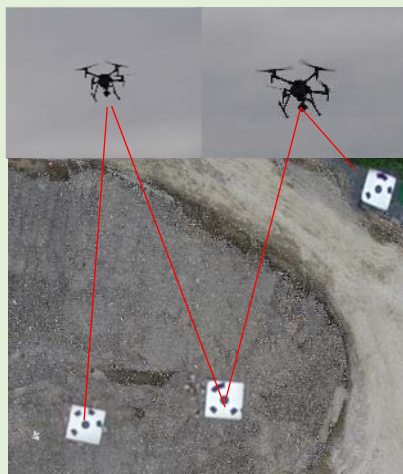
UAVによる3次元計測の手順(概要)



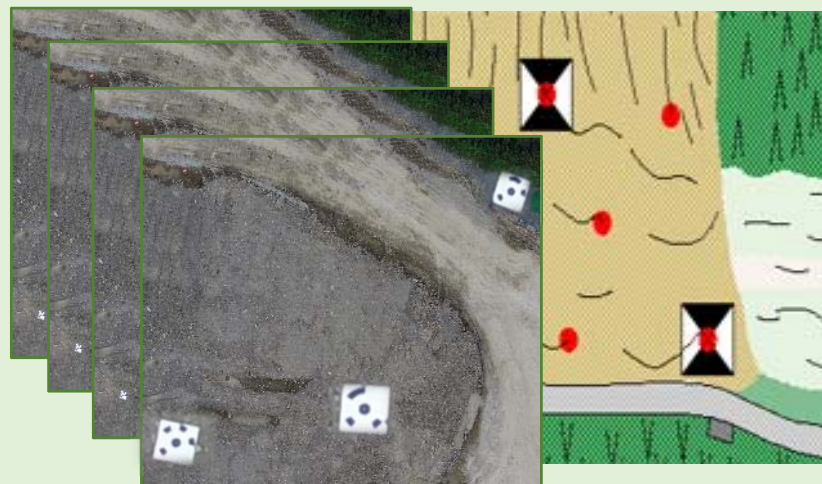
中部i-Con研究会

デジタルカメラ画像を利用して測量する技術（デジタル写真測量）を指し、UAVに搭載したデジタルカメラで、空中から撮影する測量技術である。

①標定点を設置し
解析ソフトで校正した
デジカメでステレオ撮影

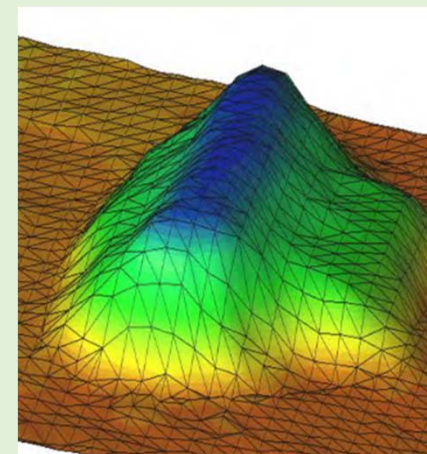


②ステレオデータ
から同一点を抽出



③標定点と抽出点の
位置関係から座標を
求める(点群データ)

④点群データから
3D現況データを作成



【デジタル写真測量】

- ・2箇所以上から撮影した写真(ステレオ写真といいます)から物体の三次元の形を計測することを写真測量といいます。
- ・デジタルカメラのデジタル画像に写真測量の原理を応用した技術をデジタル写真測量といいます。



中部i-Con研究会

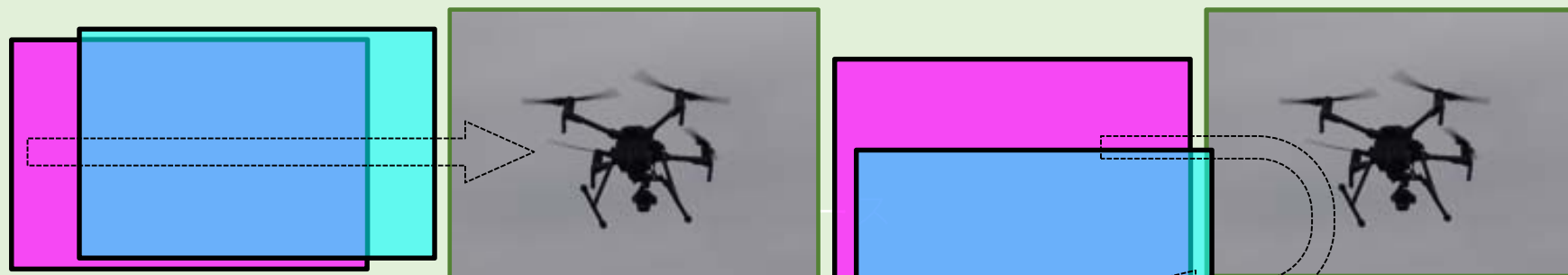


点群データを求めるにはデジタル写真をステレオで撮影する必要がある。

ラップ率

ステレオ写真は進行方向80%以上・隣接コース60%以上ラップする。

※実施ラップ率（進行方向）が80%以上であることが確認できなければ、実施ラップ率（進行方向）は90%以上とする。



進行方向80%以上
UAVの飛行速度と撮
影間隔を決定

隣接コース60%以上
レーン間隔決定

※UAV速度、レーン間隔、シャッター間隔を決定し飛行計画に盛り込む。





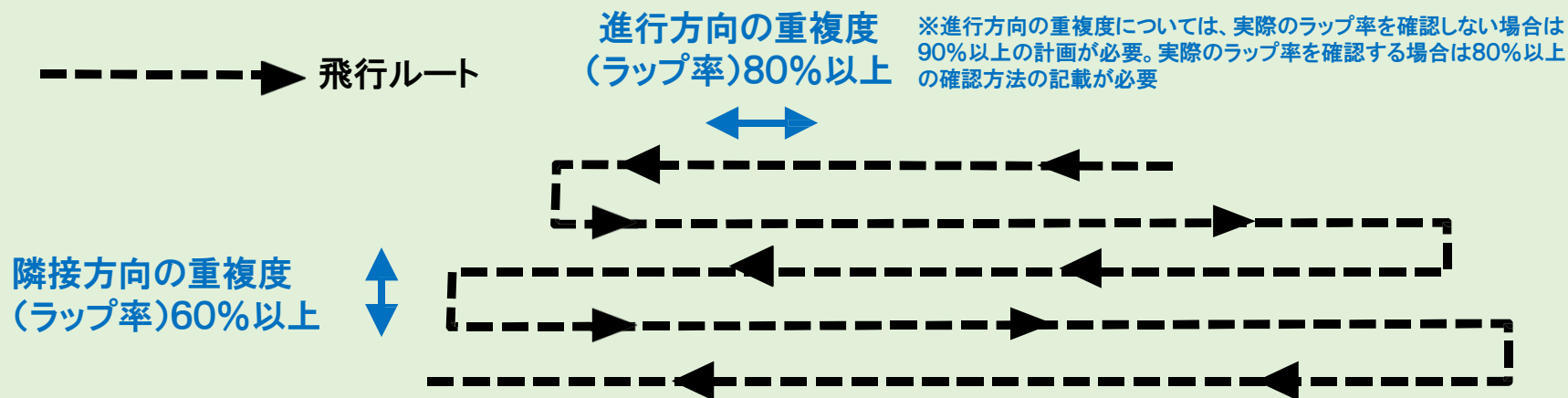
ラップ率の補足

所定の計測条件を満足する（重複度ラップ率、地上画素寸法が確保できる飛行経路および飛行高度を算出するソフトウェアの使用）**飛行計画の立案**

高低差があり等高度で1回で撮影ができない、モデル全体の地上画素寸法が確保できない場合は、飛行を数回に分けることを検討する。

山間部の場合は、GNSS電波の補足ができないこともあるため、自動航行ができなくなることも想定して手動航行も準備する。

計測条件	
対地高度	50m程度
地上画素数	1cm/画素以下
進行方向の重複度 (ラップ率)	80%以上※
隣接方向の重複度 (ラップ率)	60%以上





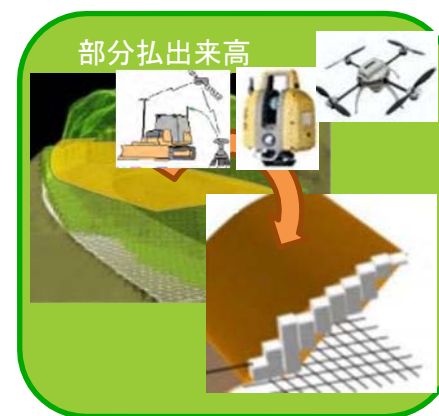
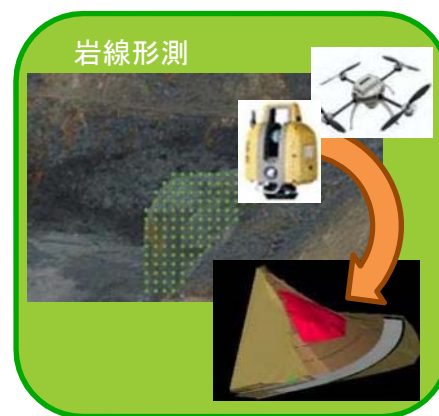
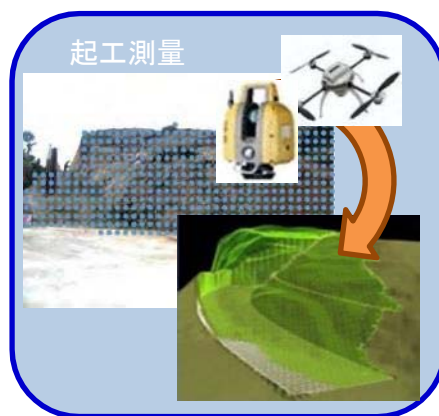
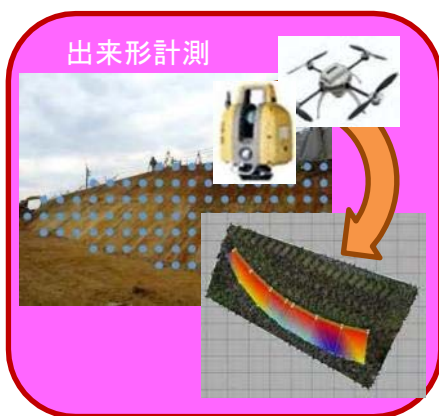
UAVによる3次元計測の要求精度



中部i-Con研究会



工種別	UAV		地上型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	±20mm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	精度確認試験は、 当該現場での計測最 大距離において、1 0m以上離れた2つ の評価点の点間距離 の測定精度で評価す る。	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



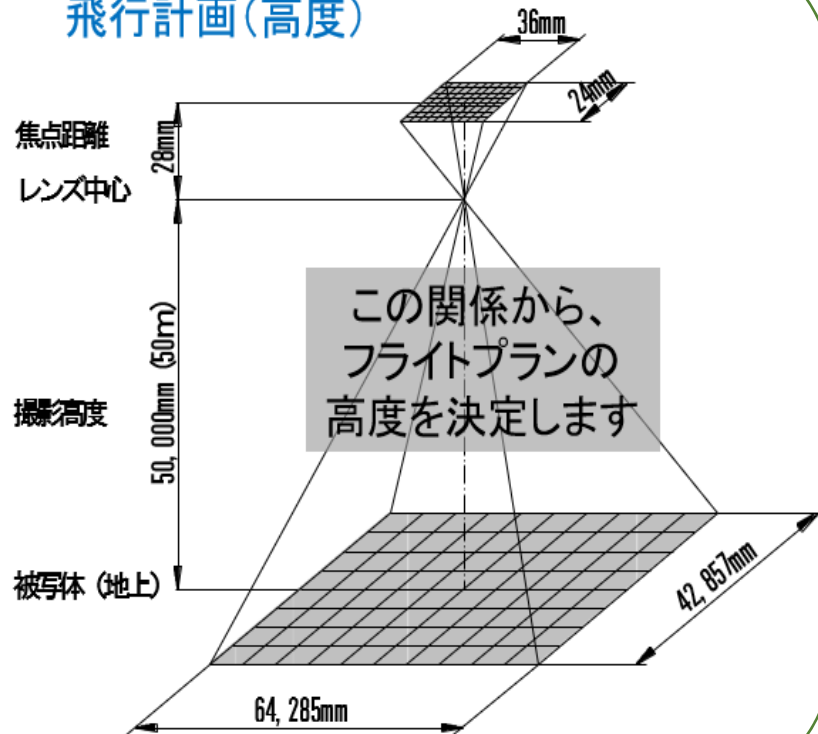
部の画素寸法は、「UAV出来形要領」 3-1起工測量(P25)の『地上画素寸法は、別途定める「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」を参考に要求精度が0.1mであることを踏まえて適宜設定する。』を受け、「①UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」第57条撮影計画運用基準第1項(P25)より引用しています。



カメラ・レンズの選択と計算

計測性能： 地上画素寸法が1 cm/画素以内(出来形)・2cm/画素以内(起工測量)
 測定精度： ±5cm以内(出来形)・±10cm以内(起工測量) (精度確認必要)
 必要に応じて製造メーカー等による機能維持のための点検を実施すること。

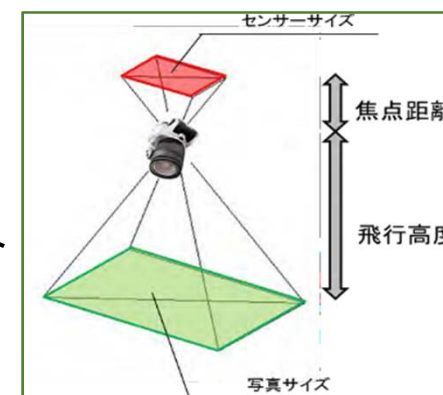
飛行計画(高度)



○デジカメの仕様を
 センサーサイズ35ミリ
 画素数3600万
 ピクセル 7360×4912
 焦点距離28ミリとした場合

撮影高度: 50mの場合
 被写体倍率: 1785.714
 (焦点距離と高度の関係)

被写体横サイズ: 64.285m
 被写体縦サイズ: 42.857m
 被写体サイズをピクセルで割ると
 1ピクセル横: 8.734mm
 1ピクセル縦: 8.724mm ...1cm満足



➡ このカメラにおける最大高度は50m程度





飛行高度計画 (前頁の計算例)

イメージセンサー	センサーサイズ
イメージセンサー(水平) h1	36.0mm
イメージセンサー(垂直) V1	24.0mm
イメージセンサー(面積) $h1 \times V1 = A$	864.00 m^2 $864,000,000 \mu\text{m}^2$
焦点距離 L	28mm (0.028m)
高度(被写体までの距離) H	下表による
カメラ画素数	36,152,320 (36.15M) 7360 × 4912
1ピクセル(面積) $A \div \text{カメラ画素数}$	$23.899 \mu\text{m}^2$
1ピクセル当りのサイズ	4.899μm 0.000004899m

撮影高度 50.0m	撮影高度(m) = 地上画素寸法(m) ÷ 1ピクセル当りのサイズ(m) × 焦点距離 (地上画素寸法は1ピクセル1cm以内と規定)
	撮影高度(m) = $0.01 \text{ (m)} \div 0.000004899 \text{ (m)} \times 0.028 \text{ (m)} = 57.2 \text{ m}$
	撮影高度57.0m以内で地上画素数1cm以内を満足する

撮影範囲(水平) 64.28m	被写体までの距離(m) × イメージセンサーの水平サイズ(mm) ÷ 焦点距離(mm) $50.0 \text{ (m)} \times 36.0 \text{ (mm)} \div 28.0 \text{ (mm)} = 64.28 \text{ m}$
撮影範囲(垂直) 42.89m	撮影範囲(水平)(m) × カメラ画素数(垂直) ÷ カメラ画素数(水平) $64.28 \text{ m} \times 4912 \div 7360 = 42.89 \text{ m}$
隣接方向 ラップ率(60%) 38.57m	撮影範囲(水平) × 隣接方向ラップ率(60%) $64.28 \text{ (m)} \times 0.6 \text{ (%) } = 38.57 \text{ m}$
撮影間隔距離 (隣接方向) 25.71m	撮影範囲(水平) - 隣接方向ラップ率(60%) $64.28 \text{ (m)} - 38.57 \text{ (m)} = 25.71 \text{ m}$ 3.8m 進行方向間隔(インターバル撮影で対応)





標定点・検証点

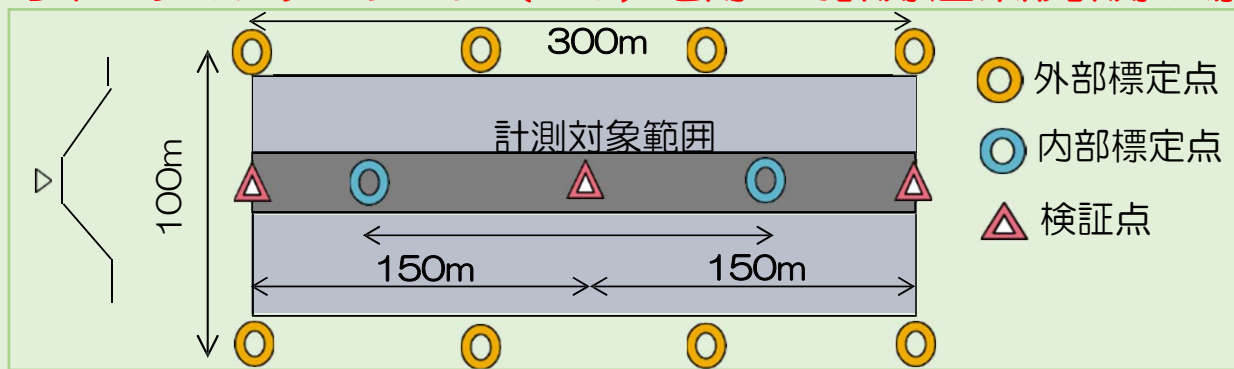
<設置条件>

- 外部標定点は、計測対象範囲を囲むように隣接する外側標定点間の距離を100m以内の間隔となるよう設置。
- 内側標定点は各標定点と200m以内の間隔となるよう設置。
- 検証点は天端上に200m以内の間隔となるよう設置。

標定点として設置したものと交互になるようにすることが望ましく計測範囲が狭い場合については最低2箇所設置。精度確認用の検証点は標定点として利用できません。

<計測方法>

標定点及び検証点は、所定の精度（4級基準点及び3級水準点と同等以上）が得られるようトータルステーション（TS）を用いて計測（出来形計測の場合）



※ 標定点とは、空中写真と測量の基準となる基準点および工事基準点と対応付けするために必要となる位置座標を持つ点。

※ 検証点とは、空中写真によって取得した位置座標の計測精度を確認するために必要となる位置座標を持つ点。



ポイント

所定の出来形計測精度を確保するために

① 計測条件を満足する飛行計画の立案

対地高度、重複度ラップ率、地上画素寸法など

② 設置条件に基づく標定点・検証点の設置

外側標定点、内側標定点、検証点の間隔や位置

③ 標定点及び検証点の計測

所定の精度（4級基準点及び3級水準点と同等以上）
が得られるようTSを用いた計測(出来形計測の場合)

④ 使用機器の性能確認

カメラキャリブレーション及び精度確認試験の実施





実演編



飛行計画・設定 (例)

アプリ DJI GS Pro

The screenshot displays the DJI GS Pro interface for a flight plan named '麻生田地区出来形計測' (Asanoda Area Output Shape Measurement). The main view shows an aerial map with a blue flight path and 16 white circular waypoints. The waypoints are labeled with altitudes: +33 M, +32 M, +40 M, +57 M, +42 M, +85 M, +30 M, +48 M, and +105 M. A building is visible in the center of the flight area.

On the right side, the settings menu is open, showing the following details:

- ポイントの数: 16点
- 飛行経路長さ: 769 M
- コースの数: 8ライン
- 飛行領域面積: 1.13 HA

The settings are divided into '基本設定' (Basic Settings) and '詳細設定' (Detailed Settings). The 'カメラモデル' (Camera Model) is set to 'Zemuse X5S 25mm', which is circled in red with the annotation 'カメラ・レンズの選択' (Camera/Lens Selection). The '飛行高度' (Flight Altitude) is set to '70.0 M', also circled in red with the annotation '飛行高度' (Flight Altitude). The '解像度' (Resolution) is set to '0.9 CM/PX', circled in red with the annotation '解像度 0.9CM/PX'. Below this, the text '解像度 出来形計測 1.0CM/PX以内 起工測量 2.0CM/PX以内' (Resolution Output Shape Measurement 1.0CM/PX or less, Start Work Measurement 2.0CM/PX or less) is visible.

At the bottom of the settings menu, the latitude and longitude are displayed: 緯度 35.122473703 and 経度 136.533893875.





飛行計画・設定 (例)

アプリ DJI GS Pro

接続されていません

N/A

カメラ接続なし

N/A

98%

2D

麻生田地区出来形計測

飛行時間

撮影予定枚数

飛行予測時間
8分24秒

撮影予定枚数
152

必要なバッテリー
約1セット

撮影間隔距離
F: 3.7 M / S: 19.5 M

基本設定

詳細設定

航路上のオーバーラップ率 90%

ラップ率

航路間のオーバーラップ率 60%

コースアングル 42°

マージン 0.0 M

ジンバルピッチ -90.0°

ミッション完了時動作

ホバリング

緯度 35.122473703

経度 136.533893875

飛行速度 N/A M/S

緯度 N/A

経度 N/A

飛行高度 N/A M





飛行計画・設定 (例)

アプリ DJI GS Pro

The screenshot shows the DJI GS Pro interface with a flight plan overlaid on an aerial map. The flight plan consists of 16 points and 8 lines, covering an area of 1.13 HA. The flight distance is 769 M. The camera settings are displayed on the right side of the screen.

飛行計画: 麻生田地区出来形計測

飛行距離: 769 M

ポイントの数: 16点

コースの数: 8ライン

飛行領域面積: 1.13 HA

カメラ・レンズの選択

Zenmuse X5S 25mm

センサー解像度	5280*3956 px ²
センサーサイズ	17.4*13.1 mm ²
焦点距離	25.0mm / Real
撮影時間間隔	2.0 - 65535.0 s

変更 編集

使用したパラメータ

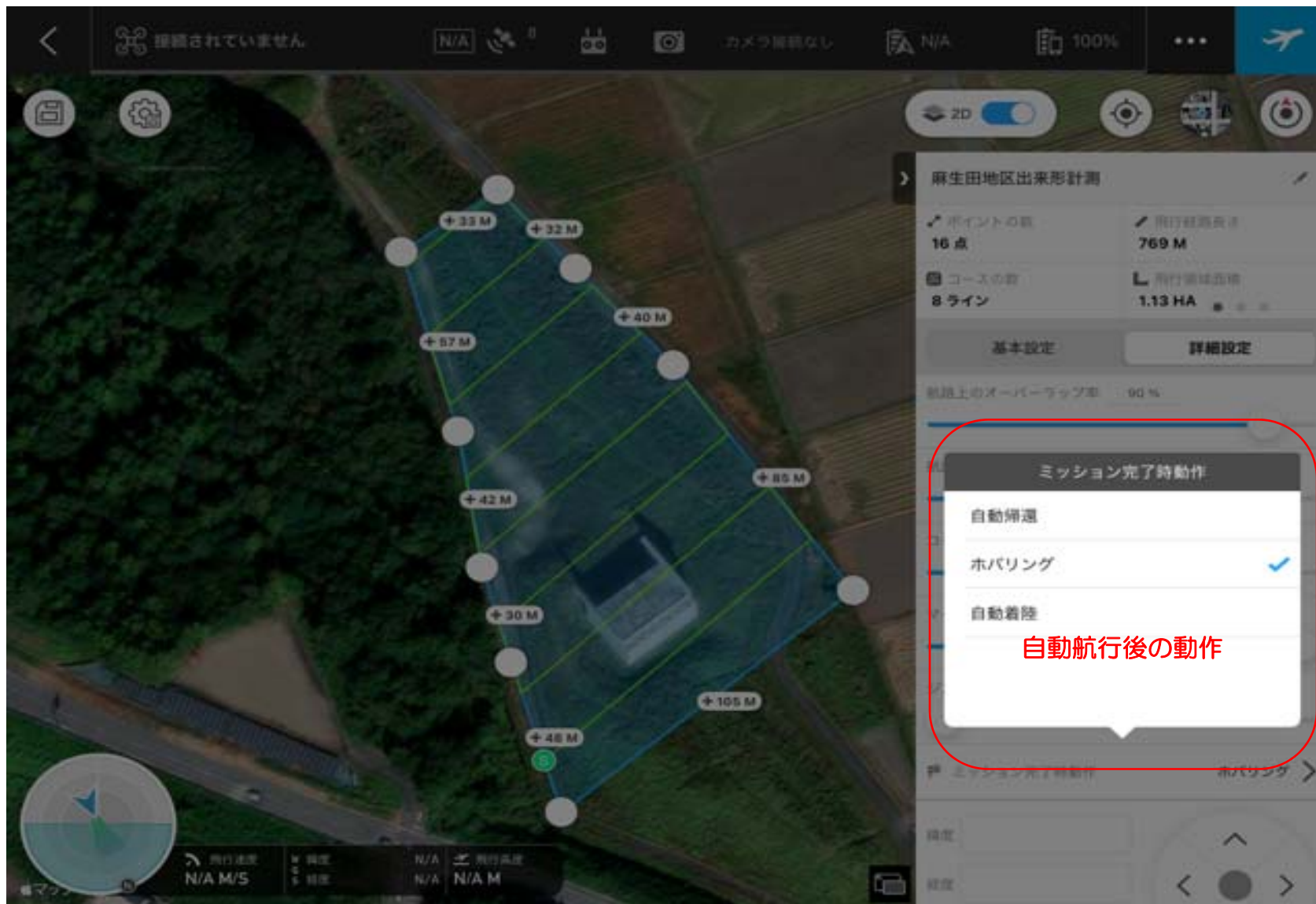
- Zenmuse X7 35mm
35.0mm / 実焦点距離
- Zenmuse X5S 45mm
45.0mm / 実焦点距離
- Zenmuse X5S 25mm
25.0mm / 実焦点距離
- Zenmuse X5S 15mm
15.0mm / 実焦点距離





飛行計画・設定 (例)

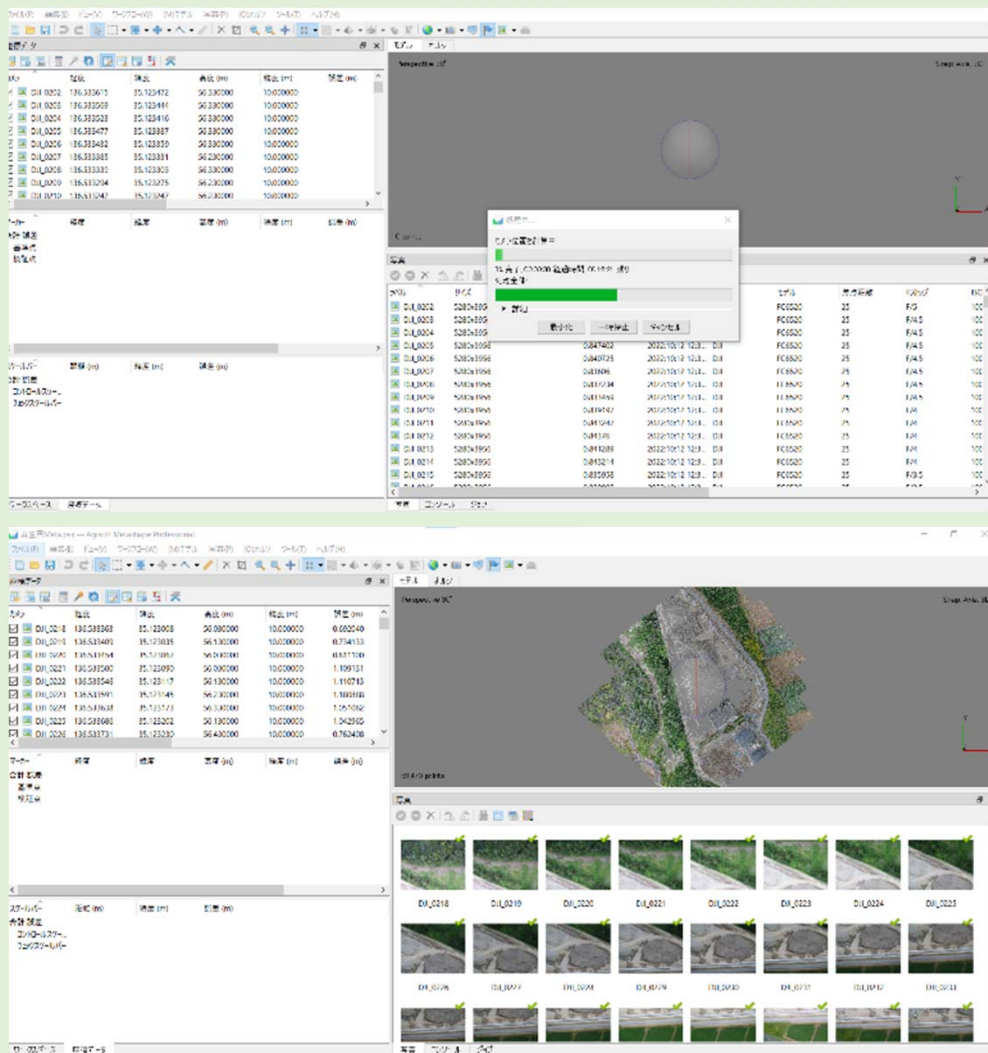
アプリ DJI GS Pro





写真から3次元モデル作成

Agisoft Metashape (例)



写真を取り込み



品質の悪い
写真を取り除く



カメラキャリブ
レーション



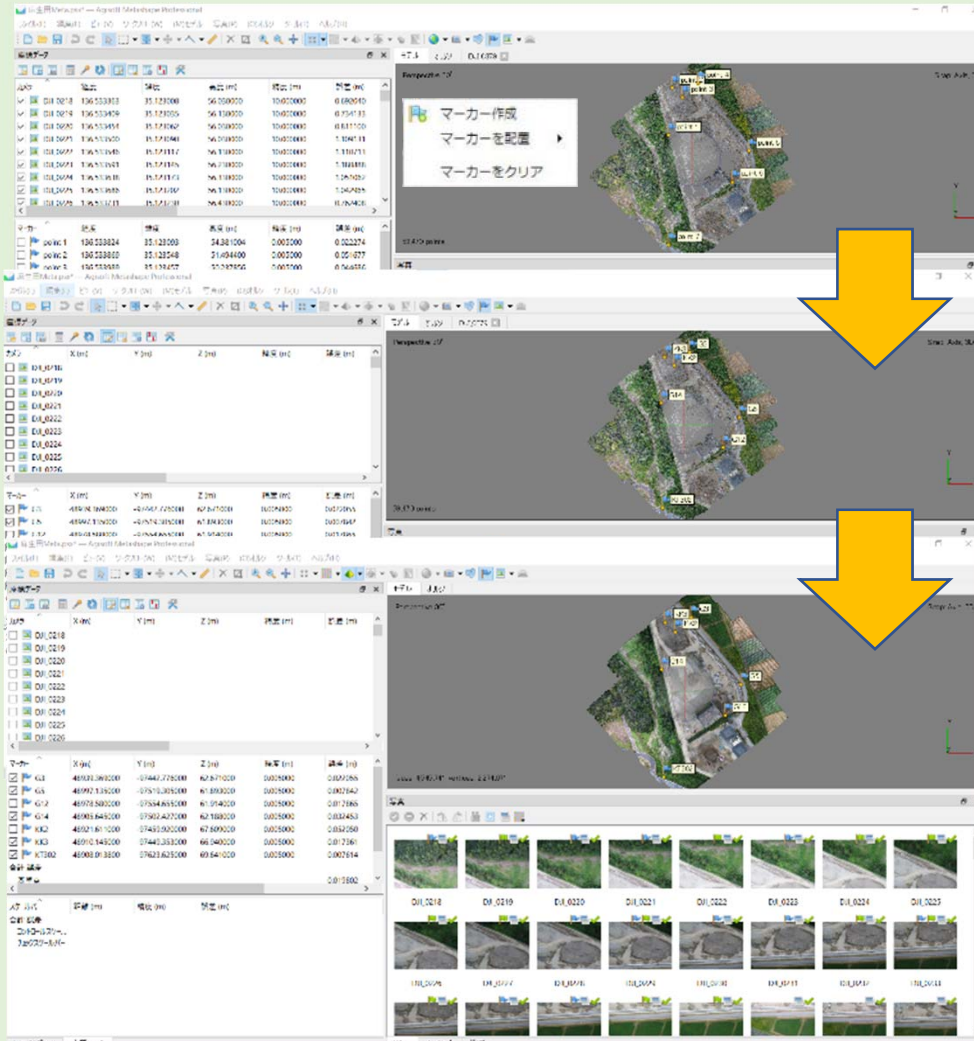
写真のアライメント
ポイント
クラウド作成





写真から3次元モデル作成

Agisoft Metashape (例)



マーカー設置



GCPの追加

GCPとは地上の位置情報のことです。



座標系の変換



高密クラウド構築

ポイントクラウド高密度化



3Dモデル



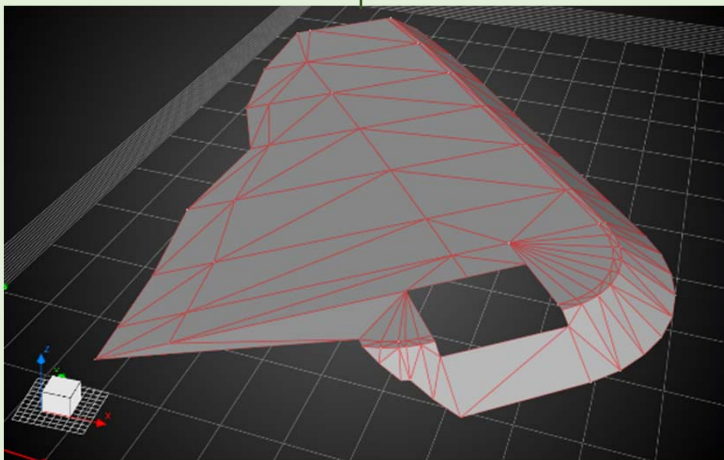


TREND-POINT (例)

点群



+



=

土量計算

完成イメージ

問題点抽出

出来形評価



3次元設計データ



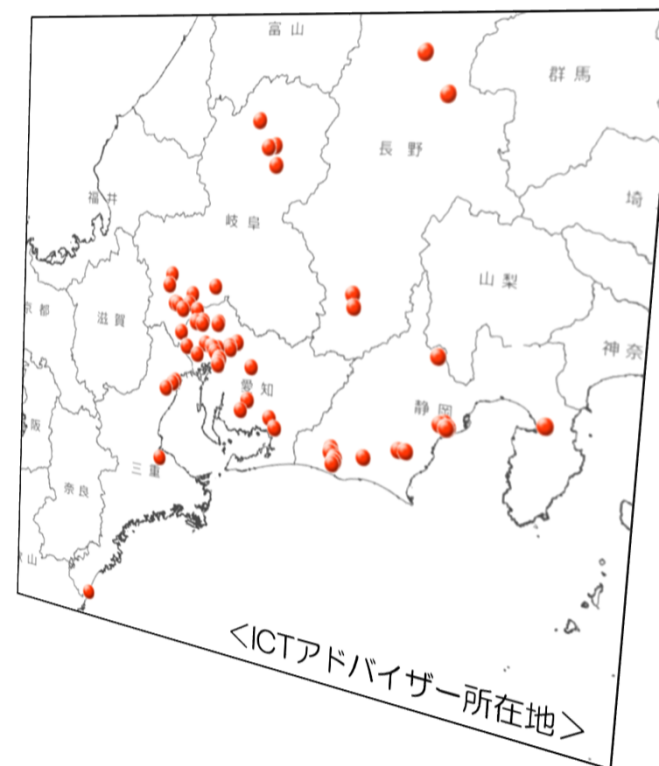


おわりに



中部i-Con研究会

ご清聴ありがとうございました。
お問い合わせは以下のどちらかまで



- お近くのICTアドバイザー

URL : https://www.cbr.mlit.go.jp/kensetsu-ict/data/adviser_meibo_r03.pdf

- 中部i-Construction研究会事務局

mail : cbr-ict@mlit.go.jp , TEL : 052-953-8180



中部i-Con研究会

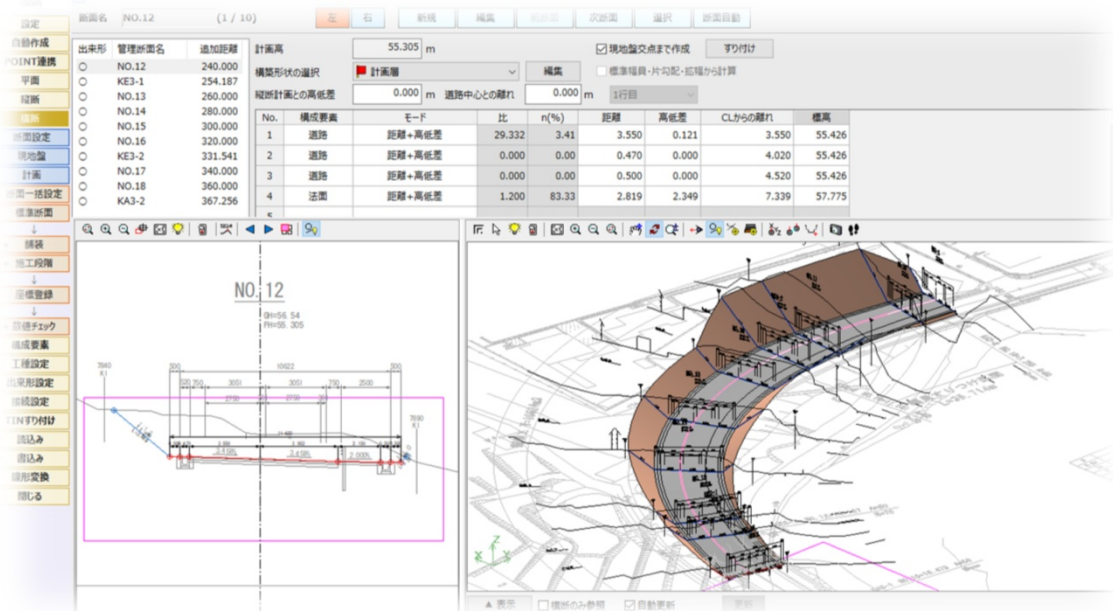
3次元設計データ作成技術の紹介

(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 2 2 建設CAD + 3次元設計データ作成OP
- ・ TREND-POINTVer10 点群処理ソフト



建設CAD 3次元設計データ作成手順

初めに	3次元設計データ作成の流れ	P. 2
1	発注図書の読み込み・基本操作	P. 3
2	図面の確認・照査	P. 4～6
3	主要座標点の入力（路線主要点・工事基準点など）	P. 7
4	平面線形の入力	P. 8
5	縦断線形の入力	P. 9～10
6	横断形状の入力	P. 11～14
7	データ出力	P. 15

3次元設計データ作成の流れ

発注図書（CAD）の取り込み

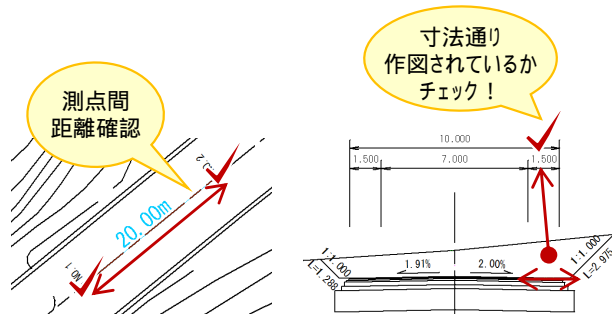
3次元設計データ作成機能があるCADソフトに、図面データ（CAD）を取り込みます。

DXF・DWG・JWW・P21・SFCなどのファイル形式があります。
（EX-TREND武蔵ではすべて取り込み可能）



図面の確認・照査

図面の縮尺や平面図の座標系が合っているか確認します。
横断の図形形状が寸法どおりに作図されているか確認・修正します。



主要点座標入力

【座標入力】 役杭・IP点・基準点を登録します。



路線線形入力

【線形入力】 曲線要素表を元に入力します。



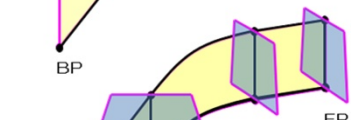
縦断線形入力

【縦断入力】 勾配変化点の入力
横断で入力した各測点のCL高から自動作成もできます。



横断形状入力

【横断入力】 図面から断面形状取得、または幅員・勾配を数値入力



出来形管理設定

データ出力

Land XML

3D DXF

基本設計 XML

オリジナルデータ

3D数量・出来形 MC/MG

施工管理・点検・検査

TS出来形管理



1-1 . プログラムの起動

“建設CAD”のアイコンをダブルクリックします。



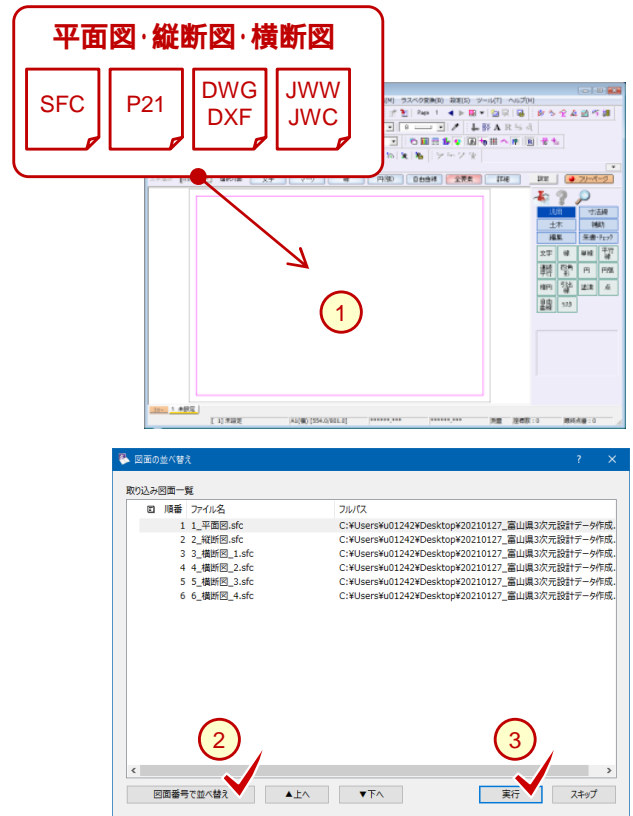
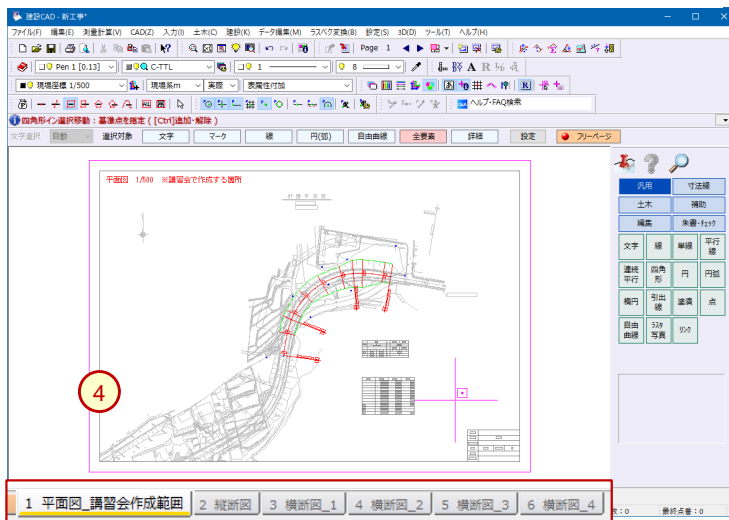
1-2 . 図面の取込み

「1_平面図.sfc」「2_縦断面図.sfc」「3_横断面図_1.sfc～6_横断面図4.sfc」の図面ファイルをドラッグ&ドロップで開きます。

[図面番号で並べ替え] をクリックし、[実行] をクリックします。

[OK] をクリックします。

図面が取り込まれ、画面下にページタブが追加されます。



1-3 . マウス操作

【マウスホイールによる画面操作】

拡大縮小：ホイールを前後に動かすと、画面が拡大縮小されます。

表示移動：ホイールボタンを押したままマウスを動かすと、表示範囲が移動します。

【両ボタンドラッグによる画面操作】

マウスの左右ボタンを同時に押す：

押した個所を画面の中央に表示します。

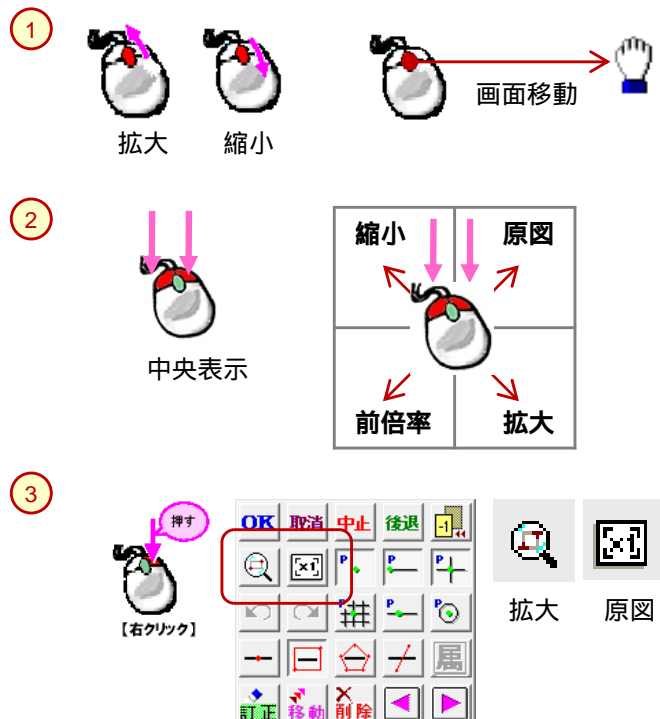
マウスの左右ボタンを同時に押してドラッグする：

拡大・縮小・原図表示・前倍率表示できます。

【ポップアップメニューを使う】

右クリックで表示される [ポップアップメニュー] より

拡大・縮小・原図表示が選択できます。



2-1 . 平面図の照査 (座標)

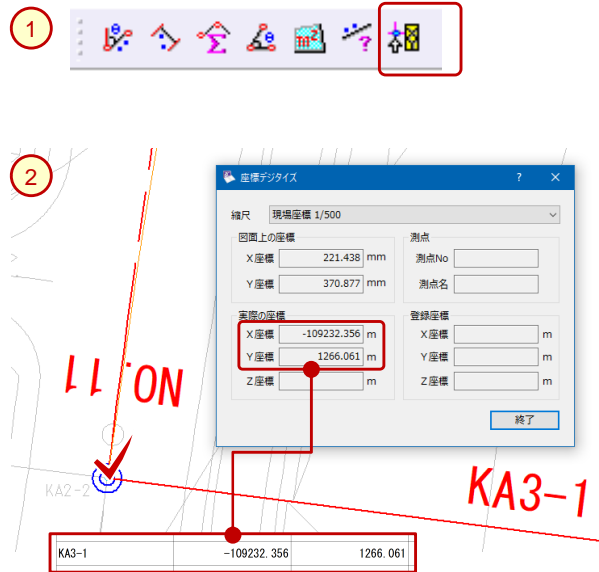
平面図の座標が合っているかを確認します。

ツールバーのアイコンより [座標デジタイズ] をクリックします。

メニューバー [ツール] - [計測] - [座標デジタイズ] から選択できます。

計測箇所をクリックすると座標値が表示され、目視確認できます。

図面内の [座標リスト] や計算書で確認していきます。



補足 座標系が合っていない場合は？

座標系が合っていない場合は、座標が分かる2点を指定し、その座標値を入力することで、座標系を合わせることができます。

現場座標と合っていない

ツールバーのアイコンより [縮尺追加] をクリックします。

[CAD指定] をクリックします。

座標が分かる2点を平面図上で指定します。

指定した2点の座標を入力し、[OK] をクリックします。

座標から「縮尺」「原点座標」「回転角」が自動計算されます。



2-2 . 平面図の照査 (曲線要素)

平面線形入力に必要な情報を確認します。

[エlement法 入力に必要な座標・要素]

[座標]

BP : Beginning Point	線形の始点
EP : End Point	線形の終点
BC : Beginning Curve	単曲線の始まり
EC : End Curve	単曲線の終わり
KA : Klothoiden Anfangspunkt	クロソイド曲線の始まり
KE : Klothoiden Endpunkt	クロソイド曲線の終わり

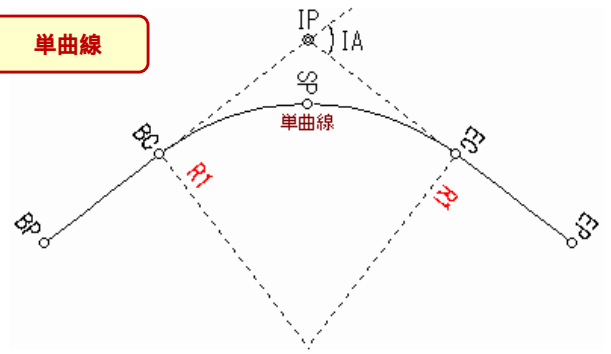
[要素]

R : radius	半径
A : Parameter	クロソイドの拡大率

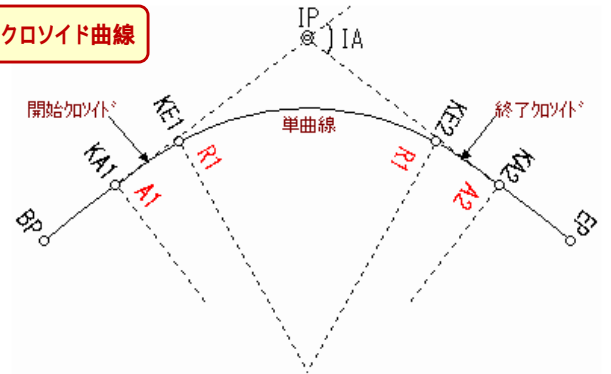
図面内の [座標リスト] [曲線要素] を確認します。
 計算書で提供される場合や、座標が分からない場合
 CAD上から座標値取得する事もできます。

①

単曲線



クロソイド曲線



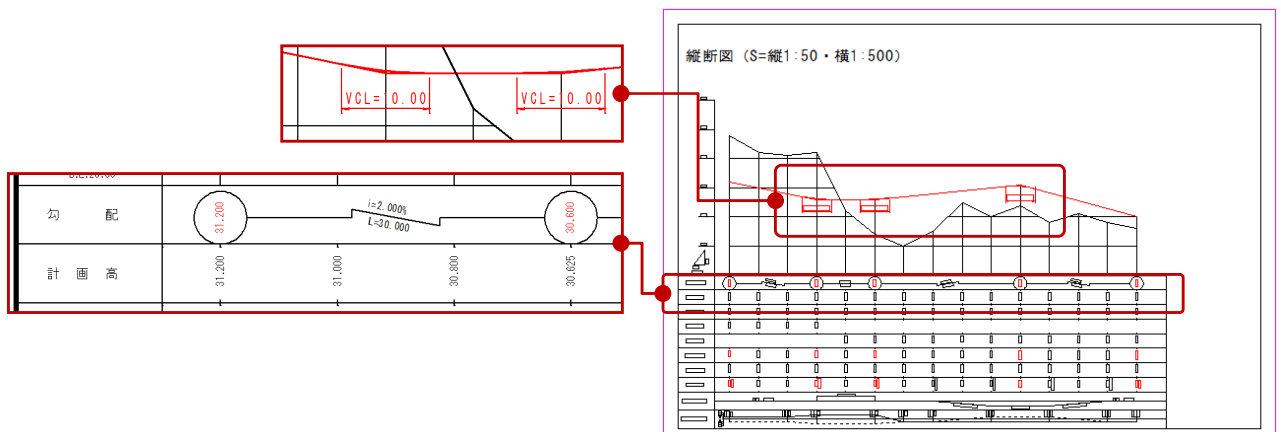
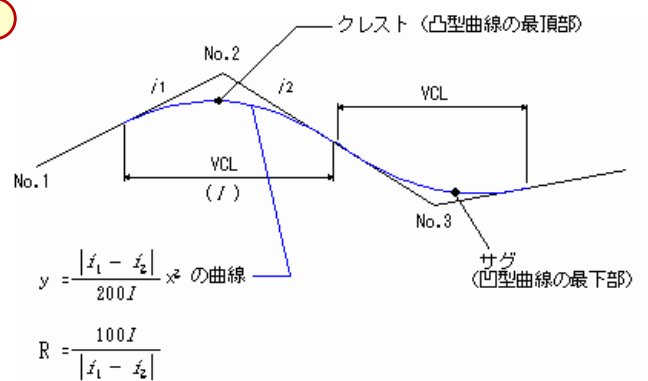
2-3 . 縦断面図の照査

縦断面線形入力に必要な情報を確認します。

計画変化点の測点名・追加距離・高さ (計画高) の他、
 クレスト凸・サグ凹部分に曲線がある場合は、パラメータを確認します。

VCL : vertical curve Radius	縦断面曲線長
R : radius	縦断面曲線半径

①



2-4 . 横断図の照査（距離）

横断図の形状が記載寸法と合っているか確認します。

ツールバーのアイコンより [2点間の距離方向角] をクリックします。

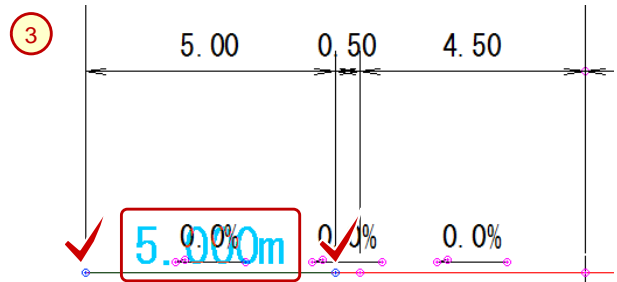
メニューバー [ツール] - [計測] - [2点間の距離方向角] から選択できます。

横断線の変化点を見やすくするために、ツールバーのアイコンより [線の変化点を表示] をクリックします。

メニューバー [設定] - [表示モード] - [線の変化点を表示] から選択できます。

計測箇所をクリックすると距離が表示され、目視確認できます。

文字として配置する時は、インプットバーの [配置] をクリックします。



2-5 . 横断図の照査（標高）

横断図の標高が合っているか確認します。

コマンドバーより [土木] - [断面] - [標高値配置] をクリックします。

縮尺を設定して、[OK] をクリックします。

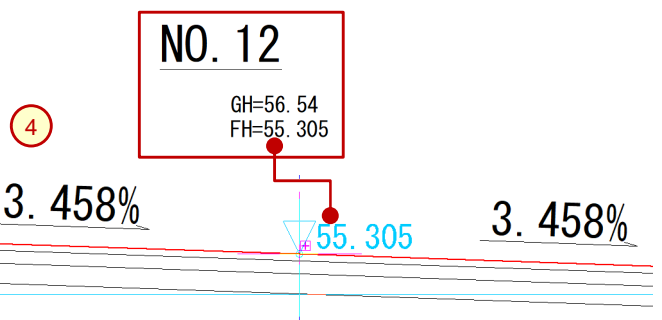
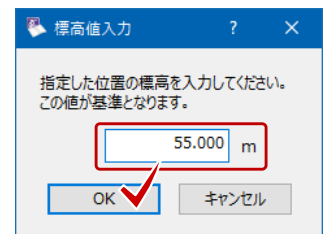
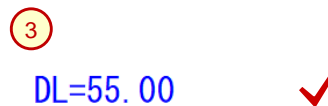
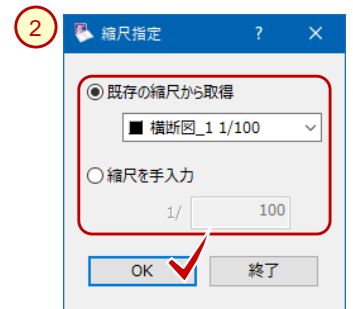
高さの基準となる位置（DL線など）を指定し、標高を入力します。

[OK] をクリックします。

標高を確認したい位置にマウスカーソルを合わせます。

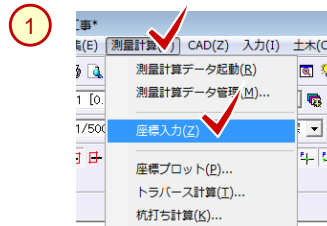
クリックすると、標高値が配置されます。

インプットバーの「引出線」にチェックをつけると、引出線で標高値が配置できます。

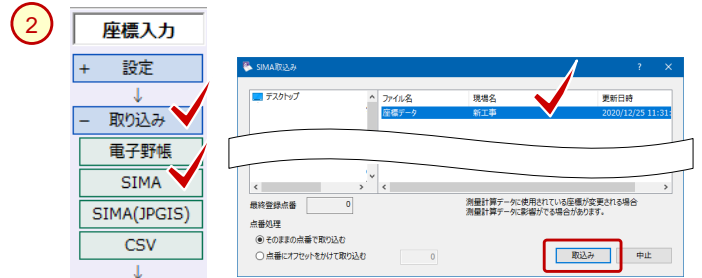


3-1. 座標の登録

メニューバー [測量計算] - [座標入力] をクリックします。

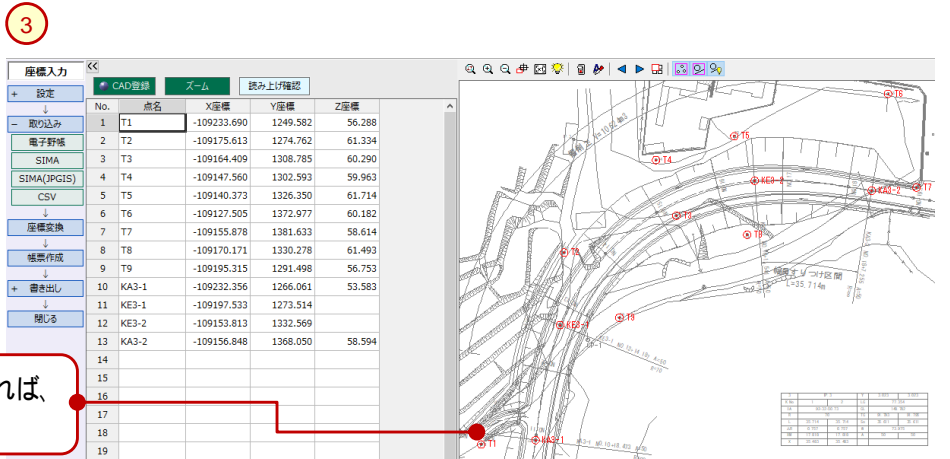


[取り込み] - [SIMA] をクリックします。



取り込むファイルを指定して、[取込み] をクリックします。

TXTやEXCELからコピー、セルに貼り付け、CADから取得など、ソフトウェアによって便利機能が異なります。

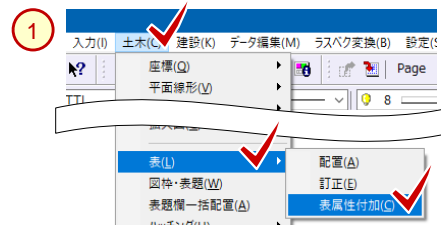


平面図の座標系と一致していれば、重なって表示されます。

補足 CADデータの有効活用

CADに配置されている座標一覧表などは、EXCELへ出力することができます。EXCELからコピーすることで、入力手間の軽減だけでなく、入力ミスも防ぐことができます。

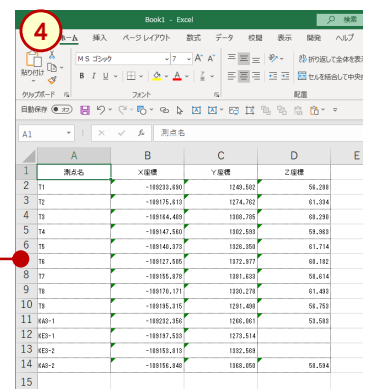
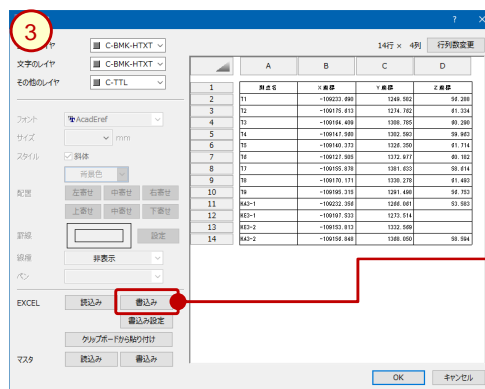
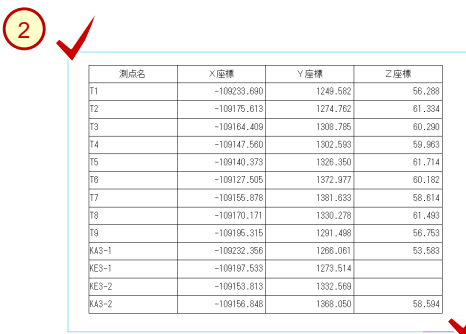
[土木] - [表] - [表属性付加] をクリックします。



2点指定でCAD上に配置されている表を指定します。

EXCEL [書込み] をクリックします。

EXCELに出力されます。

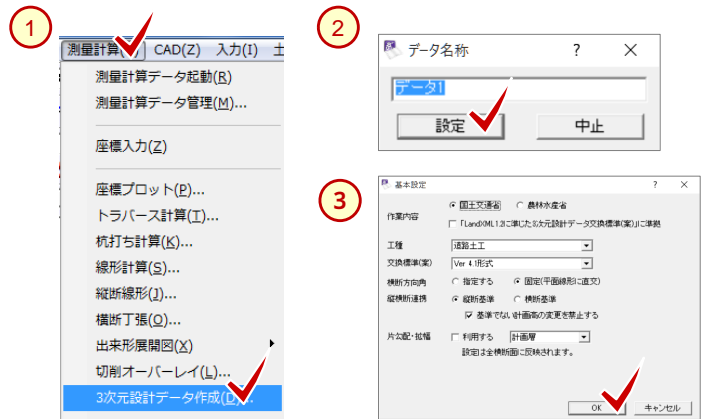


4-1 . 3次元設計データ作成プログラムの起動

メニューバー [測量計算] - [3次元設計データ作成] をクリックします。

[データ名称] ボックスが表示されます。
[設定] をクリックします。

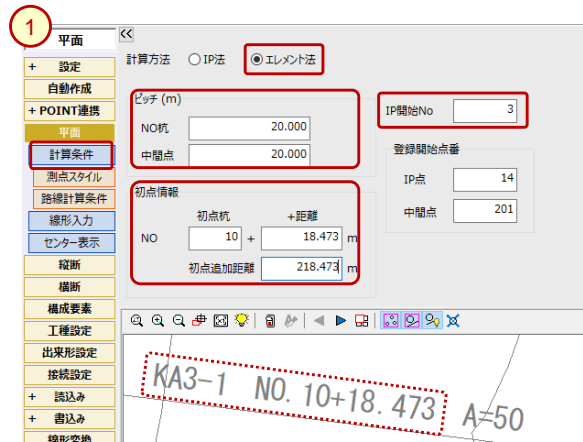
設定を確認して [OK] をクリックします。



4-2 . 初期設定

[平面] - [計算条件]

計算方法や測点ピッチ、初点情報などを入力します。

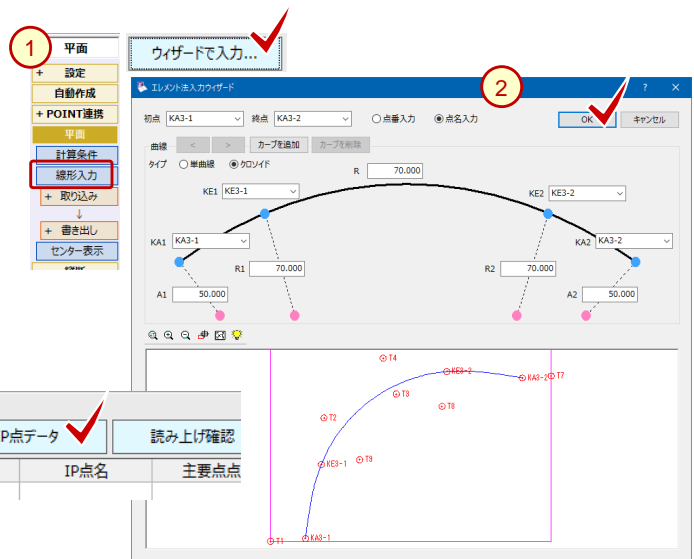


4-3 . 線形入力

[平面] - [線形入力] - [ウィザードで入力] をクリックします。

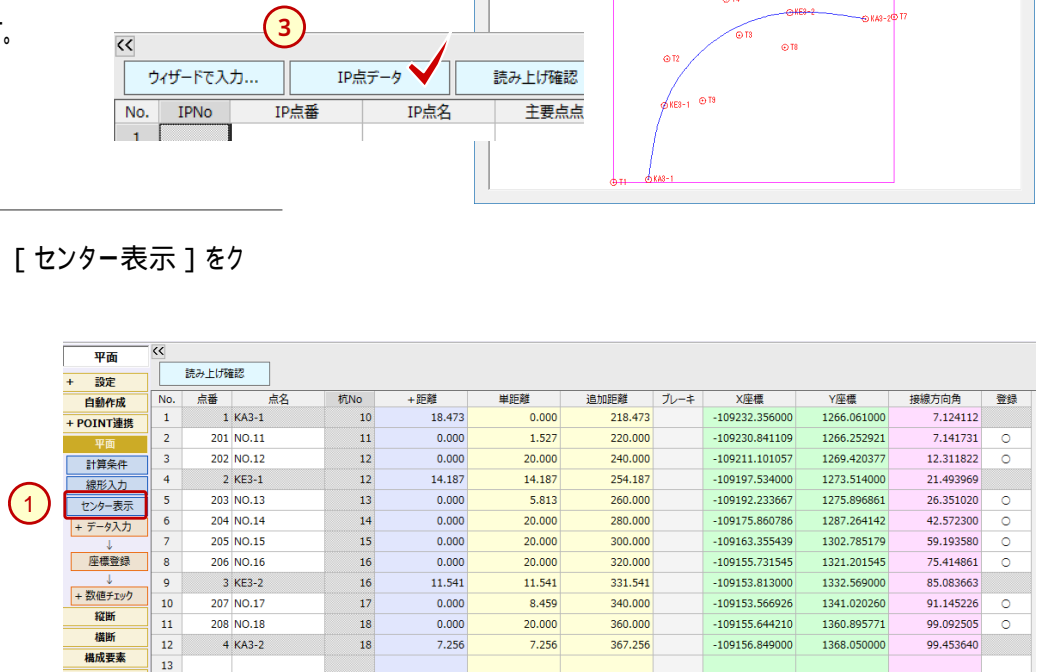
路線の [始点] [終点]
曲線の [変化点] と [R] [A] を入力し、[OK] をクリックします。

[IP点データ] をクリックします。



4-4 . 測点の確認

[平面] - [線形入力] - [センター表示] をクリックし、測点を確認します。



5-1 . 計画高の入力

[縦断] - [計画] をクリックします。

[計画入力] タブで、

・計画変化点

[測点名] or [単距離] or [追加距離]

・計画高

・VCL・R を入力します。

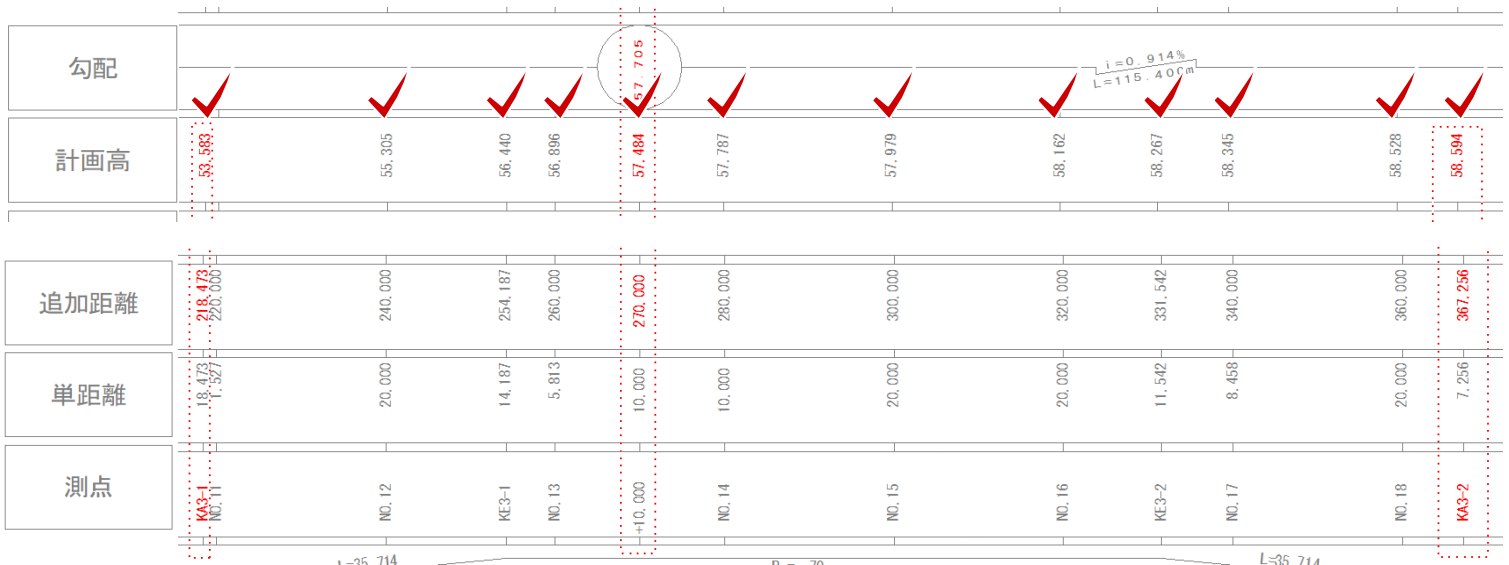
縦断		計画名称		追加距離変更時							
+ 設定		計画1		<input checked="" type="radio"/> 計画高を固定 <input type="radio"/> 勾配を固定							
自動作成		計画入力		縦断計画高確認							
+ POINT連携		No.	測点名	+ 距離	単距離	追加距離	地盤高	計画高	前点からの勾配	VCL	R
平面		1	KA3-1		218.473	218.473		53.583			
縦断		2			51.527	270.000		57.705	8.00	25.000	353.000
① 計画		3	KA3-2		97.256	367.256		58.594	0.91		

5-2 . 計画高の確認

[縦断] - [計画] [縦断計画高確認] タブをクリックします。

縦断図の計画高と比較確認してみましょう。

縦断		計画名称		追加距離変更時							
+ 設定		計画1		<input checked="" type="radio"/> 計画高を固定 <input type="radio"/> 勾配を固定							
自動作成		計画入力		縦断計画高確認							
+ POINT連携		No.	測点名	+ 距離	単距離	追加距離	地盤高	計画高	前点からの勾配	VCL	R
平面		1	KA3-1		218.473	218.473		53.583			
縦断		2	NO.11		220.000	270.000		53.705			
① 計画		3	NO.12		240.000	300.000		55.305			
+ 数値マスク		4	KE3-1		254.187	260.000		56.440			
片勾配・弧幅		5	縦曲始		257.500	270.000		56.705			
横断		6	NO.13		260.000	280.000		56.896			
構成要素		7	計画点		270.000	280.000		57.483			
工種設定		8	NO.14		280.000	300.000		57.787			
出来形設定		9	縦曲終		282.500	300.000		57.819			
接続設定		10	NO.15		300.000	320.000		57.979			
+ 読み込み		11	NO.16		320.000	331.542		58.162			
+ 書き込み		12	KE3-2		331.541	340.000		58.268			
線形変換		13	NO.17		340.000	340.000		58.345			
閉じる		14	NO.18		360.000	360.000		58.528			
		15	KA3-2		367.256	367.256		58.594			



補足 縦断面図からの文字列取得

縦断面計画の入力は、縦断面図に記載してある文字列から取得することもできます。

入力するセルにカーソルを合わせます。

[プロットから文字列を取得] ボタンをクリックします。

取得したい文字列をクリックします。

No.	測点名	+距離	単距離	追加距離	地盤高	計画高	前点からの勾配	V C L
1	KA3-1		218.473	218.473		53.583		
2								
3	KA3-2		97.256	367.256		58.594	3.37	
4								
5								

単距離	追加距離
218.473	218.473
51.527	270.000
97.256	367.256

補足 縦断面表を解析して、縦断面計画を入力

縦断面表の項目欄をマウス指定することで、縦断面線形情報の取得も可能です。

[CADから数値を取得] ボタンをクリックします。

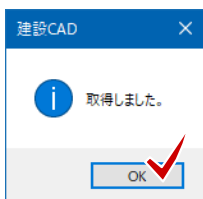
縦断面表の項目名 (測点名・追加距離・計画高) を指定していきます。

右クリック [OK] で確定します。

[OK] をクリックします。

項目名	値
勾配	
計画高	
地盤高	
切土高	
盛土高	
追加距離	
単距離	
点名	

4



No.	測点名	+距離	単距離	追加距離	地盤高	計画高	前点からの勾配	V C L	R
1	BP		0.000	0.000		10.000			
2	NO.6		120.000	120.000		12.272	1.89	35.000	332.000
3	NO.10		80.000	200.000		22.218	12.43	35.000	228.000
4	EP		75.934	275.934		20.000	-2.92		
5									



POINT

3D設計データは、ICT導入のはじめの1歩！様々な現場活用ができます。
目的に合わせて、取得する横断形状を確認しましょう！

出来形管理用データ

土工の仕上りライン



掘削管理用データ

床掘ライン



構造物設置用データ

構造物形状



6-1 . 形状作成する測点箇所の確認

[横断] をクリックします。

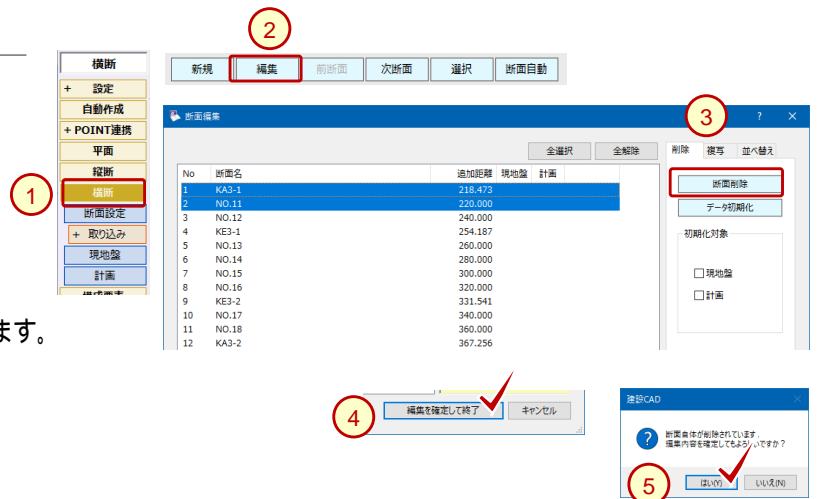
[編集] ボタンをクリックします。

作成不要断面を選択し、削除します。
今回は、KA3-1、NO.11を削除

断面を追加する場合は、[選択] ボタンから行えます。

[編集を確定して終了] をクリックします。

[はい] をクリックします。



6-2 . 横断図の配置

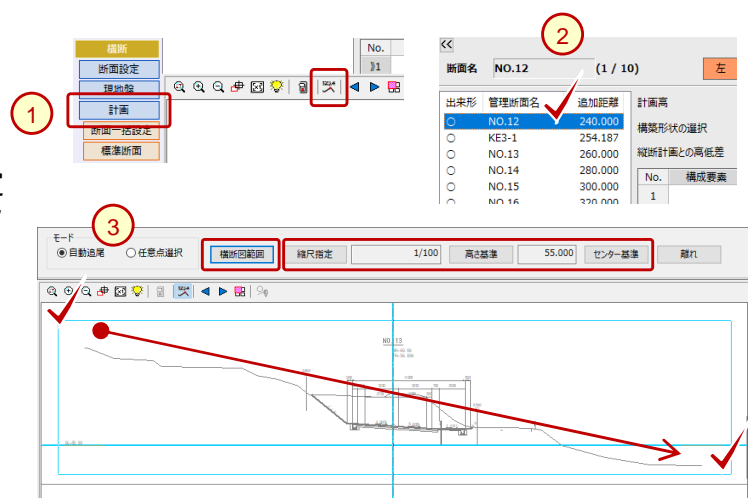
[横断] - [計画] より、
[CADから数値を取得する] ボタンをクリックします。

横断図を配置する測点を選択します。

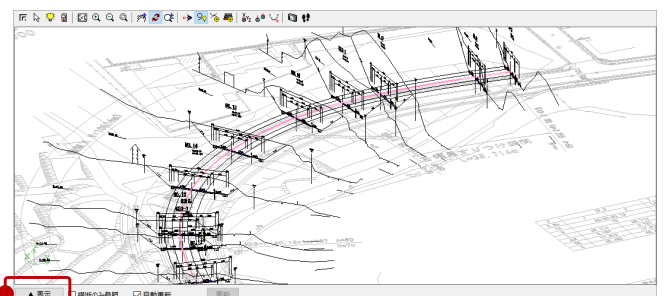
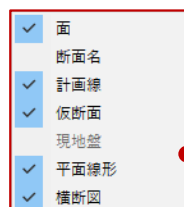
[横断図範囲] をクリックし、対象の横断図を範囲指定
します。(点名、DL線、センター線を含むように範囲を指
定します)

図面より、縮尺や高さ基準、センター基準が自動で取得
されます。

上記を断面数分、繰り返します。



横断図が表示されない場合は、
[表示] ボタンより、
「横断図」をONにします。



6-3 . 横断形状の入力

入力する測点を選択します。

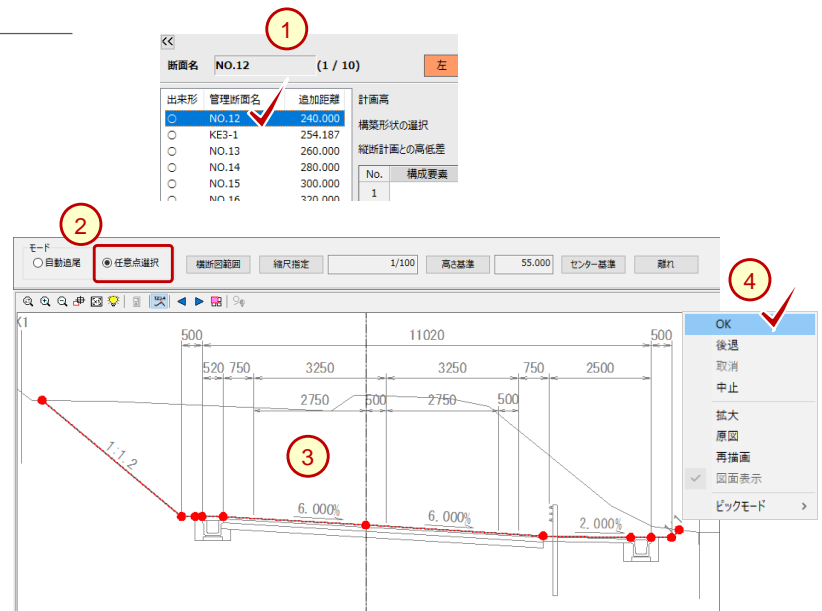
[モード]で「任意点指定」を選択します。

取得形状をトレースしていきます。

右クリック [OK] で確定します。

上記を断面数分、繰り返します。

全断面入力後、[CADから数値を取得する] ボタンをクリックし、入力を終了します。

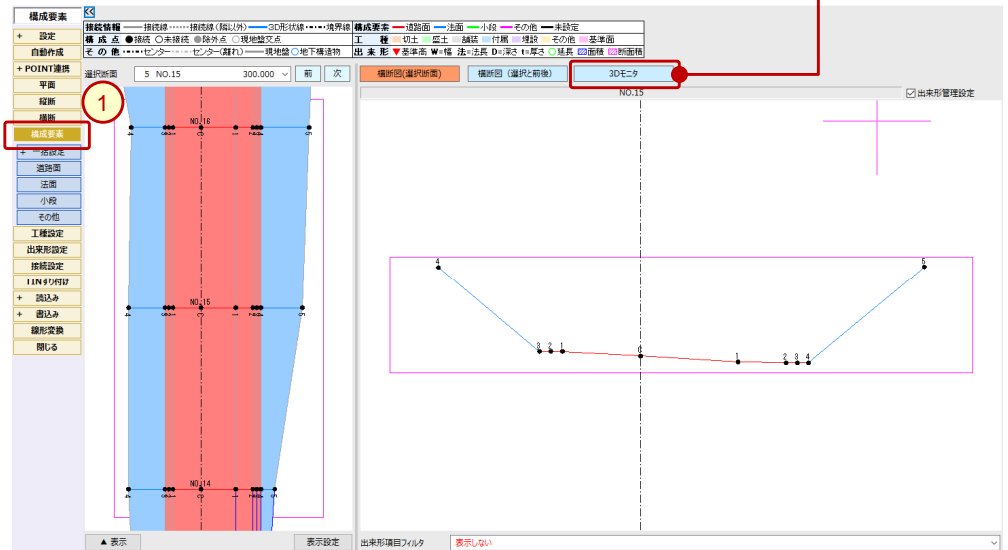


6-4 . 構成要素の入力

[構成要素] をクリックします。

[横断] - [計画] で空欄となっていた「構成要素」に、道路や法面等の情報が入力されます。

[3Dモニタ] をクリックすると、3Dで形状確認できます。



2

No.	構成要素	モード	比	n(%)	距離	高低差
1		距離+高低差	29.332	3.41	3.550	0.121
2		距離+高低差	0.000	0.00	0.470	0.000
3		距離+高低差	0.000	0.00	0.500	0.000
4		距離+高低差	1.200	83.33	2.819	2.349



No.	構成要素	モード	比	n(%)	距離	高低差
1	道路	距離+高低差	29.332	3.41	3.550	0.121
2	道路	距離+高低差	0.000	0.00	0.470	0.000
3	道路	距離+高低差	0.000	0.00	0.500	0.000
4	法面	距離+高低差	1.200	83.33	2.819	2.349

6-5 . 横断形状の確認

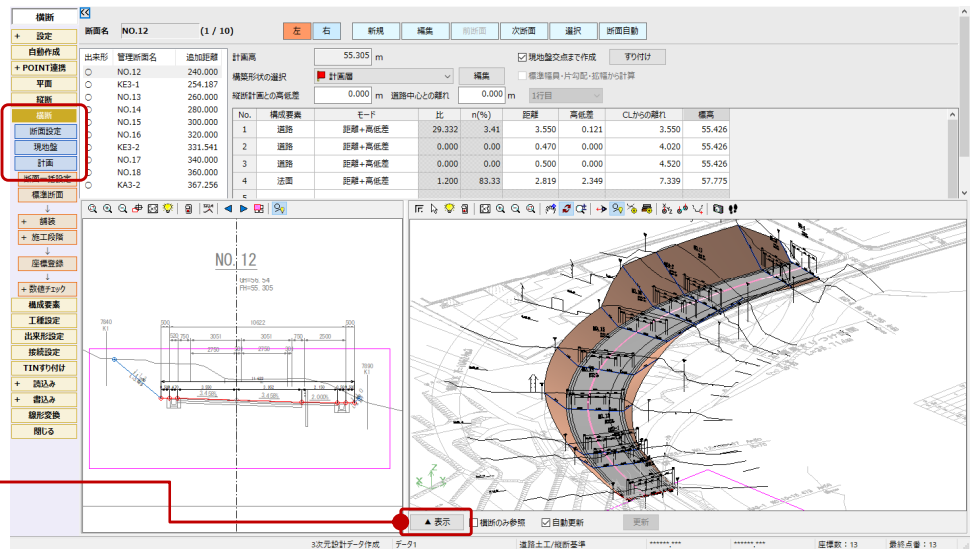
[横断] - [計画]

- ・寸法・勾配の数値
- ・横断図
- ・3D形状 が、確認できます。

訂正必要箇所は、数値訂正します。

「断面名」をONにすると、3Dビューに測点が表示されます。

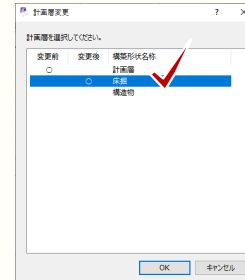
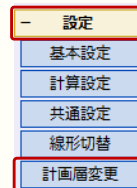
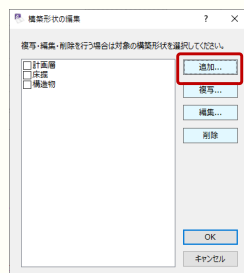
- 面
- 断面名
- 計画線
- 仮断面
- 現地盤
- 平面線形



複数形状の入力

- [横断] - [計画]
- [構築形状の選択] - [編集]
- [追加] ボタンから、作成形状を登録します

横断形状をトレースする前に
[設定] - [計画層変更] にて、取得数値を
セットする形状を選択しておきます。



補足 3次元設計データの重畳

発注図書を基に作成した3次元設計データと起工測量のデータを重ね合わせて、法面部の擦り付け計算を行います。建設CADとTREND-POINTのリアルタイム連携で、現況データの取得から計画のすり付けなどの手間を大幅に軽減できます。

5) 地形情報

3次元計測技術等による起工測量結果を3次元設計データ作成ソフトウェアに読み込み、作成した3次元設計データと重畳し比較した上で、**盛土及び切土と地形の擦り付け部分が発注図に含まれる現況地形と異なる場合については、監督職員と協議を行い、その結果を3次元設計データの作成に反映させる。**

3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案） 令和3年3月より

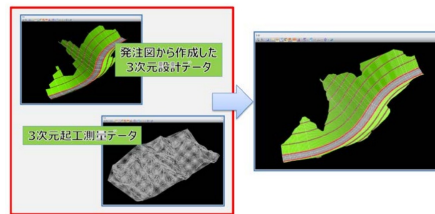
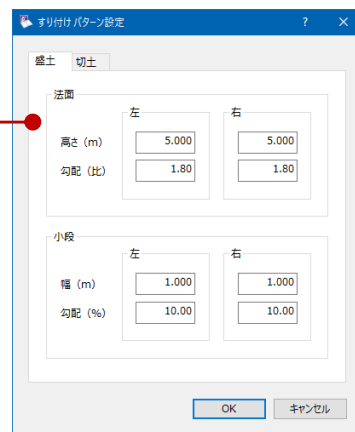
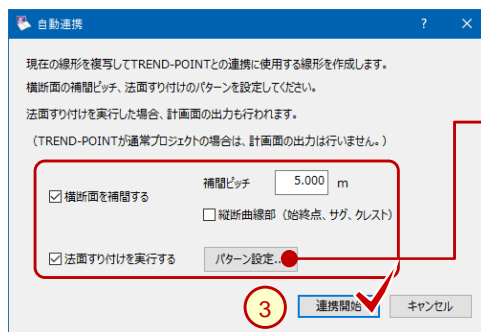
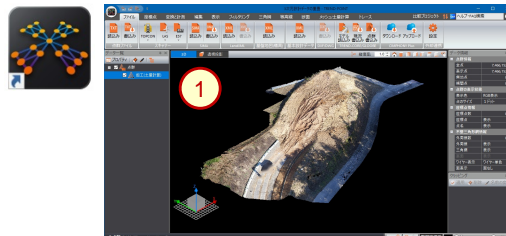


図2-3 3次元データの重畳イメージ

あらかじめ、現況データを取得するTREND-POINTのデータを起動しておきます。

[POINT連携] - [自動連携] をクリックします。

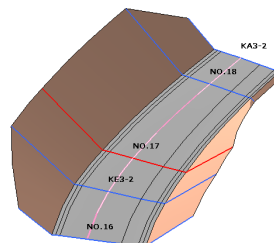
補間ピッチ・擦り付けパターンを設定して [連携開始] をクリックします。



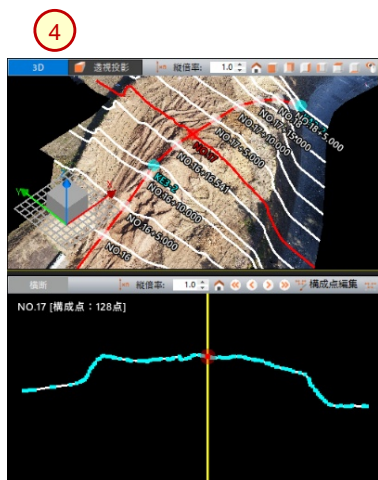
「補間ピッチ」に応じて、TREND-POINTに線形データを送信し、現況データを作成します。

現況データを取得し、現況と計画を「パターン設定」に応じて擦り付けします。

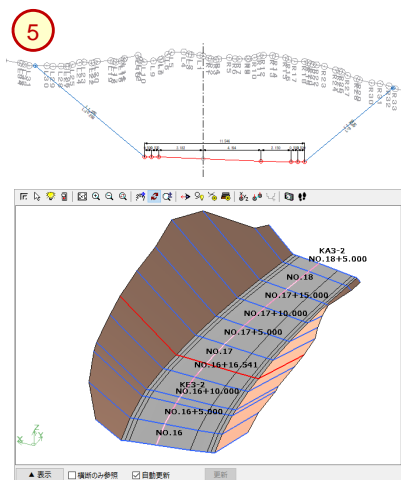
擦り付けした計画データが、TREND-POINTに送信されます。



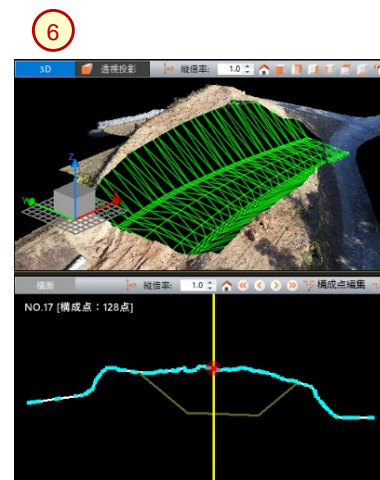
擦り付け前の
設計データ



【TREND-POINT】
現況データを作成



【建設CAD】
現況と計画の擦り付け



【TREND-POINT】
擦り付け後の計画データを読み込み

7-1. 目的に合わせてデータ出力

主なデータ出力形式

[基本設計]

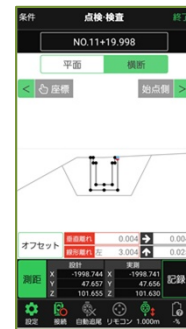
- ・TS出来形管理
- ・施工管理用現場端末へ

[LandXML]

- ・MC/MG
- ・3D土量数量算出
- ・3D出来形管理
- ・BIM/CIMデータ出力

書込み ✓
基本設計
道路中心線形
LandXML
「3D」データ
Google Earth
その他形式

施工現場でスグ活用できる



現場端末(3Dデータ)
& TS等の計測機器で・

- ・指定位置への誘導
- ・設計とXYZ差を
現場でスグにチェック

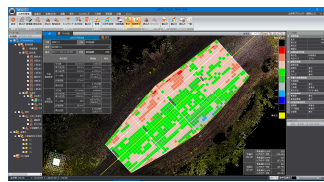
現場端末の見え方

そして・様々なICT活用へ

[ICT施工]



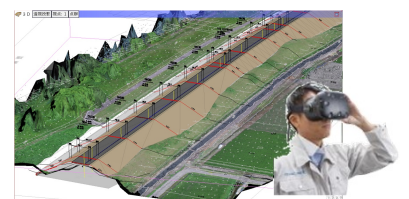
ICT施工



3D出来形管理・3D数量算出



TS出来形管理



BIM/CIM・VR連携

i-Construction
初めの一步、ご一緒に！



お問合せはお気軽に

本日は ICT 活用工事現場見学会にご参加いただき誠にありがとうございます。
今後の参考とさせていただきますたくアンケートにご協力をお願いいたします。

アンケートフォームはこちら

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfanSvuYQAZnWWJyRfJOECLgAV4dCYAwVldnEm4rWoV4KhM-g/viewform?usp=sf link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfanSvuYQAZnWWJyRfJOECLgAV4dCYAwVldnEm4rWoV4KhM-g/viewform?usp=sf_link)

印刷してテキストを持参される方は以下の QR コードよりアクセスをお願いします。

