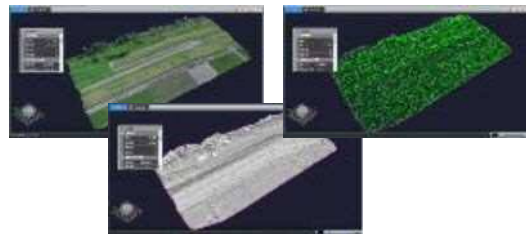


# i-Construction ICTを活用した建設現場の活用事例について

(一社)日本建設機械施工協会中国支部  
 施工技術部会 實田泰之  
 (JCMA i-Construction 認定講師)



1

# i-Construction ICTを活用した建設現場の活用事例について

- \* i-Construction とは
- \* ICT活用工事 とは
- \* i-Constructionの現状とその効果

(一社)日本建設機械施工協会  
 中国支部 について

**i-Construction 体験セミナー(ICT土工・ICT舗装工)**

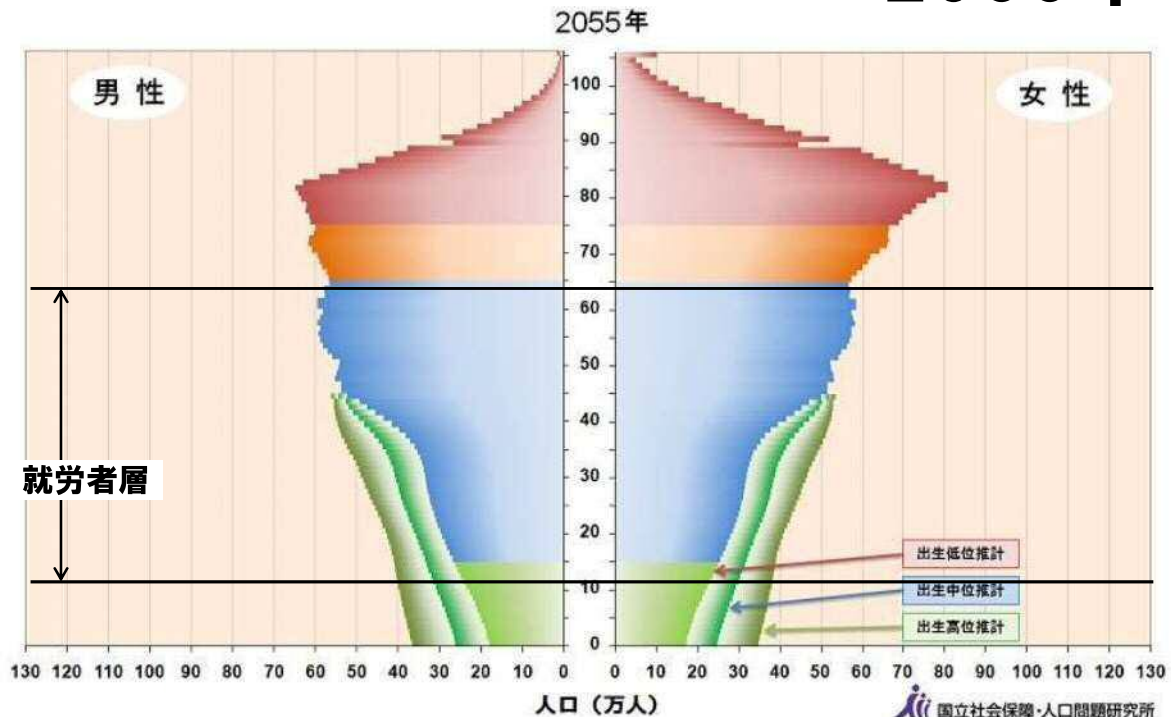
i-Construction の普及促進を目的として、発注機関・施工業者の現場従事者を対象に**実機体験セミナー**を実施。  
 ICT建設機械や測量システムを実際にさわることでICT導入のメリットなどを理解する。

発注機関体験セミナー	施工業者体験セミナー
●日時：平成27年10月22日(水) 12:00~18:30 ●会場：(会場)大井町建設協会(会場)大井町建設協会 ●対象：(対象)発注機関(土木・建設)関係者 ●内容：(内容)ICT活用事例、ICT活用事例、ICT活用事例 ●講師：(講師)ICT活用事例、ICT活用事例、ICT活用事例 ●費用：(費用)参加費無料(交通費別途)	●日時：平成27年10月22日(水) 13:00~16:30 ●会場：(会場)大井町建設協会(会場)大井町建設協会 ●対象：(対象)施工業者(土木・建設)関係者 ●内容：(内容)ICT活用事例、ICT活用事例、ICT活用事例 ●講師：(講師)ICT活用事例、ICT活用事例、ICT活用事例 ●費用：(費用)参加費無料(交通費別途)

写真：現場でのICT活用事例

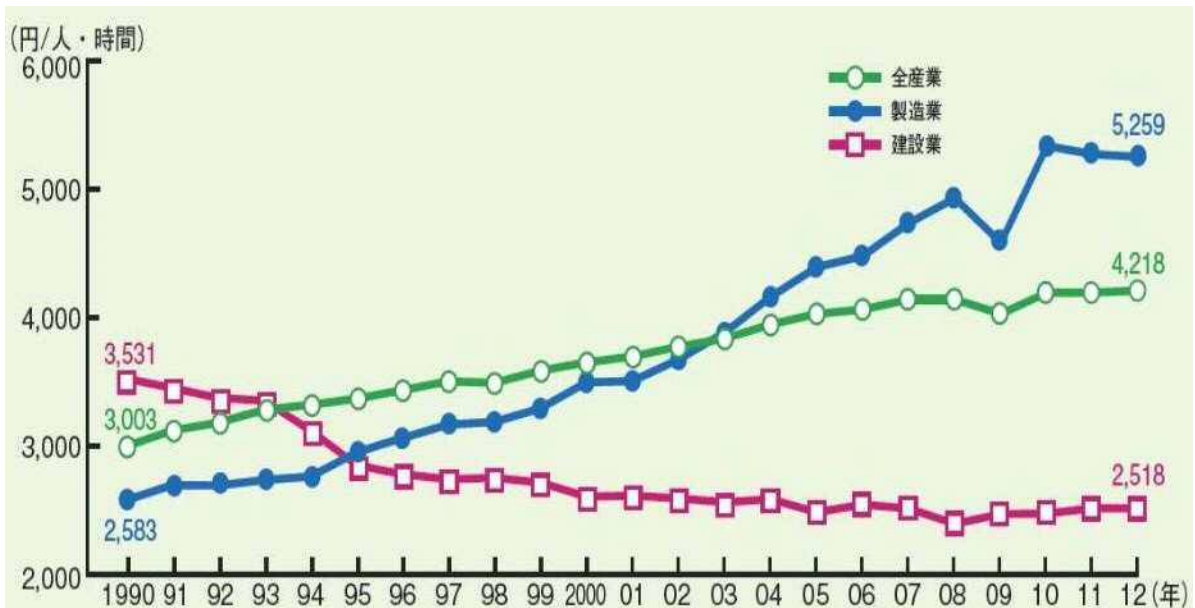
2

# 日本の人口ピラミッド 2055年



資料：1920～2010年：国勢調査、推計人口、2011年以降：「日本の将来推計人口（平成24年1月推計）」。

## 他産業に比べ極めて低い生産性に見る可能性



(注) 労働生産性=実質粗付加価値額 (2005年価格) / (就業者数×年間総労働時間数)

資料出所：内閣府「国民経済計算」、総務省「労働力調査」、厚生労働省「毎月勤労統計調査」

他産業は、生産システムの高度化により生産性を着実に向上させている。  
建設業は、逆に生産性の低下を来している。

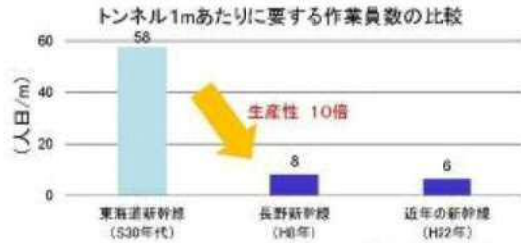
## 建設現場における生産性の現状

### ○土木工事における生産性の変遷

○トンネルは、約50年間で生産性を10倍に向上。一方、土工やコンクリート工などは、生産性向上の遅れた部分が残っている。

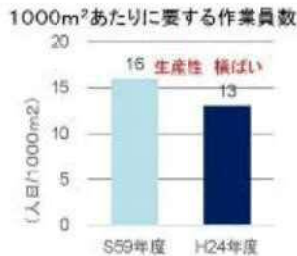
#### ■トンネル工事

山岳トンネルの場合



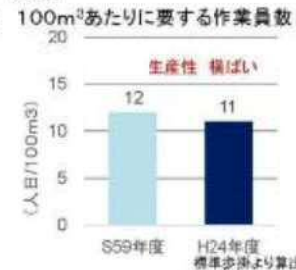
#### ■土工

盛り土法面整形工(粘土・粘土質)の場合



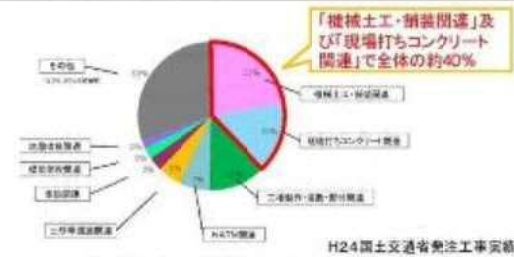
#### ■コンクリート工

コンクリートポンプ車打設工(鉄筋構造物)の場合



### ○建設現場における職種別技能労働者の割合

○土工とコンクリート工で直轄工事の全技能労働者の約4割を占める。



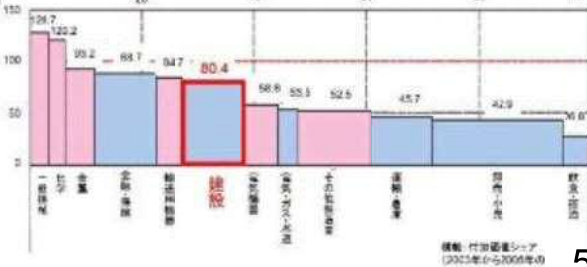
### ○我が国の産業別の労働生産性水準

○建設産業では約8割程度の水準(対米比)。

我が国の産業別の労働生産性水準(対米国比、米価=100)(出典: 通商白書2013)

掲載: 労働生産性水準(米価=100)

(2003年から2006年の平均)



備考: 製造業は各、非製造業は青で色づけています。

資料: ILO HLEM5から転載。

## i-Constructitonとは

### 今こそ生産性向上のチャンス

#### □労働力過剰を背景とした生産性の低迷

- バブル崩壊後、建設投資が労働者の減少を上回って、ほぼ一貫して労働力過剰となり、省力化につながる建設現場の生産性向上が見送られてきた。

#### □生産性向上が遅れている土工等の建設現場

- ダムやトンネルなどは、約30年間で生産性を最大10倍に向上。一方、土工やコンクリート工などは、改善の余地が残っている。(土工とコンクリート工で直轄工事の全技能労働者の約4割が占める)(生産性は、対米比で約8割)

#### □依然として多い建設現場の労働災害

- 全産業と比べて、2倍の死傷事故率(年間労働者の約0.5%(全産業約0.25%))

#### □予想される労働力不足

- 技能労働者約340万人のうち、約110万人の高齢者が10年間で離職の予想

- 労働力過剰時代から労働力不足時代への変化が起ると予想されている。
- 建設業界の世間からの評価が回復および安定的な経営環境が実現し始めている今こそ、抜本的な生産性向上に取り組む大きなチャンス

### プロセス全体の最適化

#### □ICT技術の全面的な活用

- 調査・設計から施工・検査、さらには維持管理・更新までの全てのプロセスにおいてICT技術を導入

#### □規格の標準化

- 寸法等の規格の標準化された部材の拡大

#### □施工時期の平準化

- 2ヶ年国債の適正な設定等により、年間を通じた工事件数の平準化

### プロセス全体の最適化へ

従来 : 施工段階の一部

今後 : 調査・設計から施工・検査、さらには維持管理・更新まで

### i-Constructionの目指すもの

- 一人一人の生産性を向上させ、企業の経営環境を改善
- 建設現場に携わる人の賃金の水準の向上を図るなど魅力ある建設現場に
- 死亡事故ゼロを目指し、安全性が飛躍的に向上

## 全体最適の導入 ~コンクリート工の規格の標準化等~

### ○効率的な工法による省力化、工期短縮(施工)

(例)鉄筋をプレハブ化、型枠をプレキャスト化することにより、型枠設置作業等をなくし施工

製備打ちの効率化

従来の方法

(例)各部材の規格(サイズ)を標準化し、定型部材を組み合わせて施工

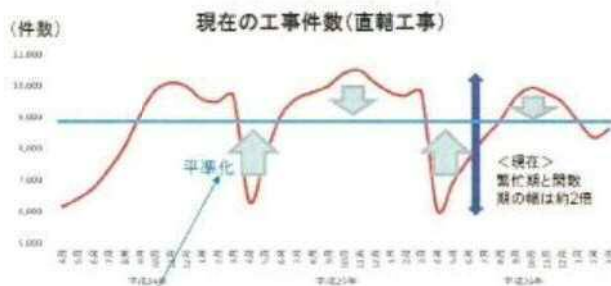
プレキャストの効率化

## 施工時期の平準化(課題と取組方針)

### 課題

予算が単年度制度のため、年度末に工期末が集中し繁忙期となる一方、年度明けは閑散期となり、技能者の遊休(約50~60万人<sup>※</sup>)が発生。

※ おしなべて技能者が休職不能日数(土日・祝日、悪天等)以外を平均17日/毎月)として、工事費あたり(10の人工(A・日)の標準的なものから推計)



### 平準化による効果

#### <労働者の処遇改善>

- ・年間を通じて収入が安定
- ・繁忙期が平準化されるので、休暇が取得しやすくなる

#### <企業の経営環境改善>

- ・ピークに合わせた機械保有が不要になり、維持コストが軽減

### 取組方針

- ◆ 計画的な事業のマネジメントのもと、平準化を考慮した発注計画を作成

#### <前提条件>

- 降雨や休日等を考慮し、工事に必要な工期を適切に設定
- 建設資材や労働者を確保できるよう、受注者が着手時期を選定できる余裕期間を設定

上記を踏まえ

- 計画的な事業執行の観点から、今まで単年度で実施していた工事の一部を、年度をまたいで2カ年で実施。
- 年度末にかかる工事を変更する場合は必要に応じて繰越制度を活用

- ◆ 地方自治体への普及・展開

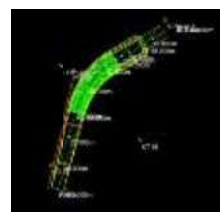
- 発注者協議会等において、地方自治体の取組を支援

# ICT活用工事とは

VIDEO

## ICT活用工事（土工） 5つのプロセス

- ① 3次元起工測量      ② 3次元設計データ



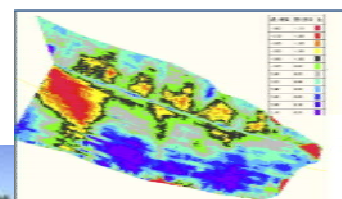
- ③ ICT建設機械  
による施工



- ④ 3次元出来形管理等  
の施工管理



- ⑤ 3次元データの  
納品



①ドローン等による3次元測量

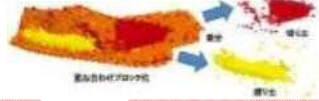


ドローン等による写真測量等により、短時間で面的(高密度)な3次元測量を実施。

②3次元測量データによる設計・施工計画



3次元測量データ(現況地形)と設計図面との差分から、施工量(切り土、盛り土量)を自動算出。



③ICT建設機械による施工

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。



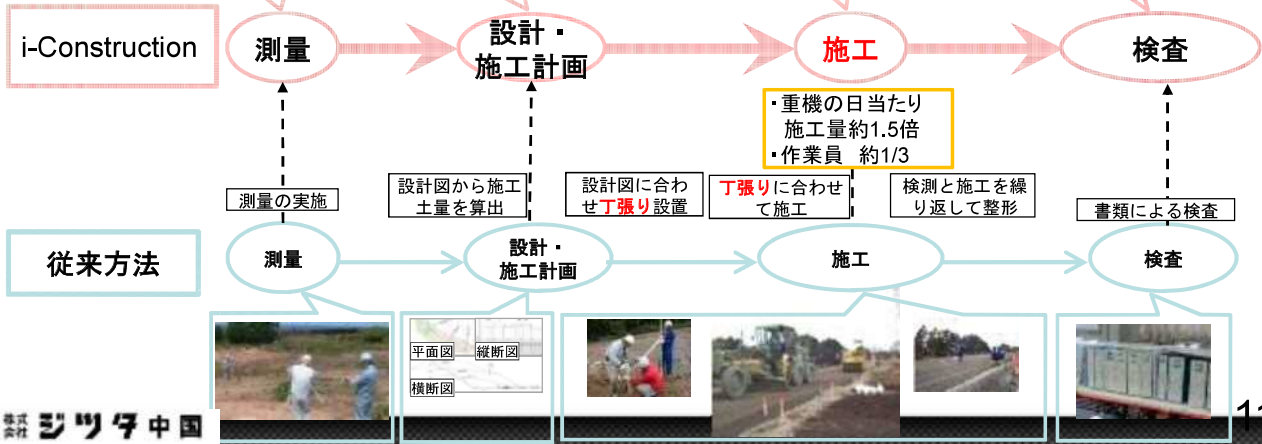
※IoT(Internet of Things)とは、様々なモノにセンサーなどが付され、ネットワークにつながる状態のこと。

④検査の省力化

ドローン等による3次元測量を活用した検査等により、出来形の書類が不要となり、検査項目が半減。



発注者

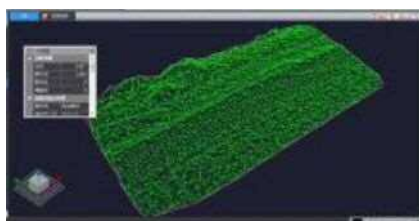
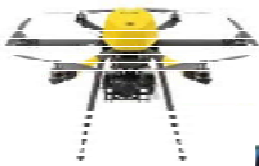


起工測量 三次元現況データの取得

◎ UAV空中写真測量 or レーザースキャナ(LS)による3D測量

起工測量は、工事着手前の現況地形を把握することを目的として、測量したデータから面データを作成する。

計測方法は UAV空中写真測量あるいはLSを利用するが併用する事も可能(要協議)



## 進化する i-Construction

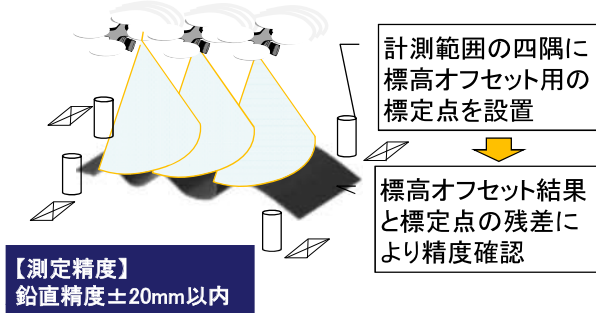
### 無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(案)(土工編)

#### ■ 新技術の現場導入としてドローン搭載レーザースキャナーを適用可能とする要領の新設

- 空中写真測量と比べて標定点数を圧倒的に減らし、大幅な計測時間短縮を実現可能
- 伐採前の起工測量等地上型レーザースキャナーの不得意とする現場条件に対応可能

#### 対象技術の例

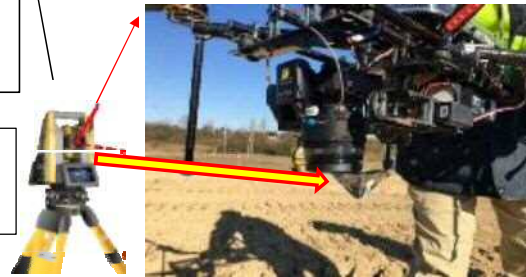
・UAVレーザースキャナー



・UAV写真測量(カメラ位置定位)

4級基準点・3級水準点  
の精度でカメラ位置定位

標定点  
省略可



【効果】(※)約10,000m<sup>2</sup>の出来形管理  
(標定点計測外業)

空中写真測量の標定点作業時間:

90分(13箇所)

無人航空機搭載型レーザースキャナー

四隅のみ測量:25分(4箇所)

【効果】(※)約10,000m<sup>2</sup>の出来形管理  
(標定点計測外業)

測量作業時間:90分(13箇所)

検証点のみ測量:25分(4箇所)

## TS トラッキング UASとは？

### ドローン測量の革新 ～「i-Construction」現場のドローン測量を大幅に省力化！

「現場に1台」普及するモータードライブトータルステーションの有効活用



#### TSトラッキングUAS

高精度なトータルステーションの利用  
により、標定点が不要に!

全ての工程で活躍する  
モータードライブトータルステーション





## <現行の手法>

計測範囲を包含し、辺長100m以内に1点の密度で標定点の設置が必要



MAGNET Collage

内業は簡単!!  
しかし...



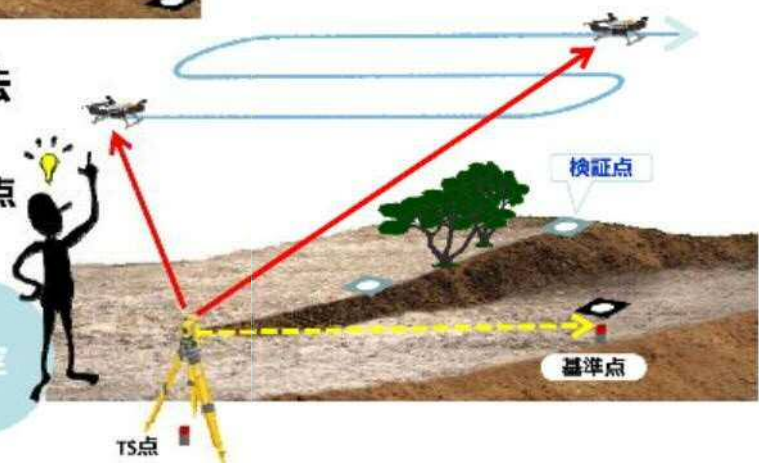
標定点設置と測量の外業は大変

## TS トラッキング UASによる手法

標定点の設置不要!!  
空撮写真に写り込む基準点が1点  
あれば、より一層精度が向上!!

### 【提案】

TSの後視点となる基準点に対空  
標識を設置すれば一石二鳥!!





それぞれの取得した点群からみる違い



ドローン空撮 vs レーザースキャナ 点群特性の違い

ドローン空撮点群	レーザースキャナ点群
木の下の点は取れない	木の下に突き抜けた点がある
広い範囲を観測できる	フィルタで木草を消して地表を出せる
600m	観測範囲はドローンに比べると狭い
少々高低差であれば観測への影響は少ない	高低差がある場合やフラット面は器械据替が多い(〇印器械据替)

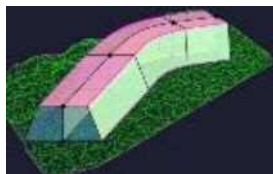
© 2016 Terra Drone Corporation, All Rights Reserved.

テラドローン(株)提供

3Dデータ作成

◎ 発注図書を基に3次元設計データを作成する

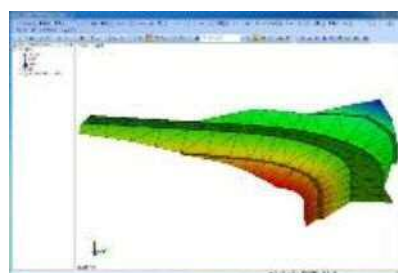
3次元設計データは目的に応じて複数作成する場合がある。



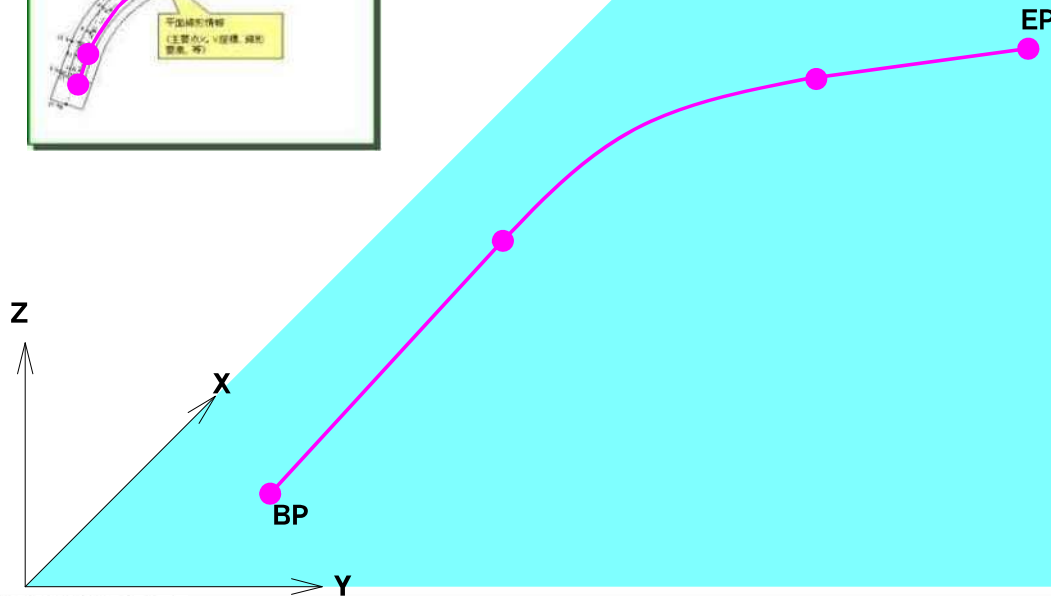
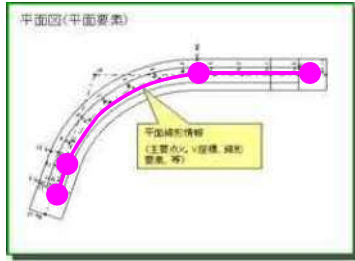
1. 設計照査を行うための3D設計データ  
設計図書どおりの形状を3Dデータ化して起工測量データと重ね、設計内容、数量を確認すると共に、必要に応じて設計変更を実施する

2. ICT建機用の設計データ

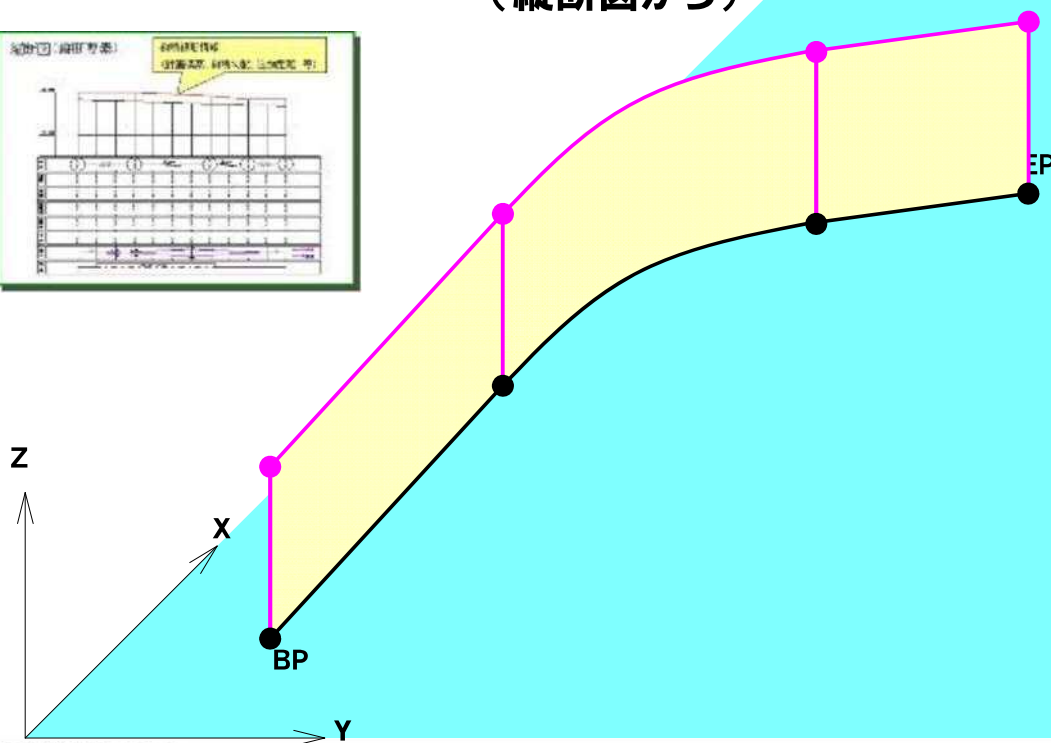
設計照査用の3D設計データは最終形状(工事完成形状)なので、ICT建機の作業内容に合わせた3Dデータを作成する



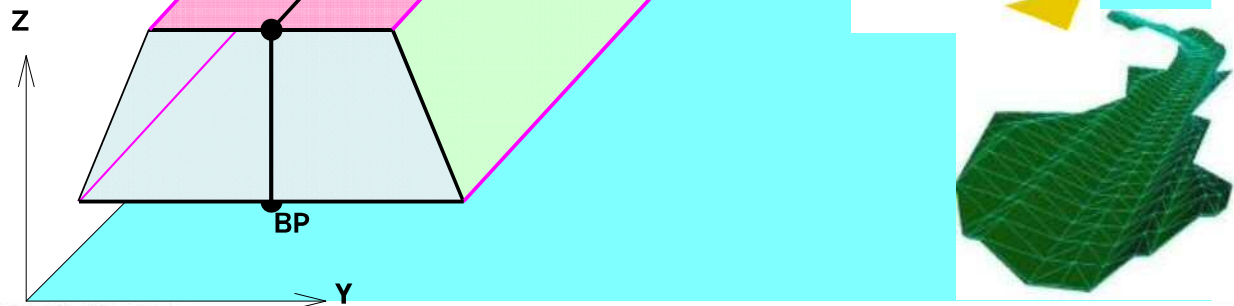
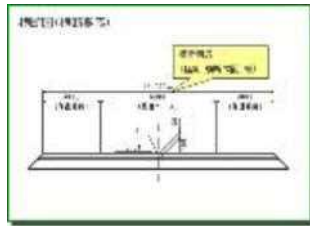
## 路線設計データの考え方 (平面図から)



## 路線設計データの考え方 (縦断面図から)



## 路線設計データの考え方 (横断面図から)



## ICT建機施工

本体・ブーム・アーム・  
バケットの動きを計測

GNSS固定局からの  
補正情報を受信

GNSS衛星 (GPS衛星+GLONASS  
衛星) のデータを受信

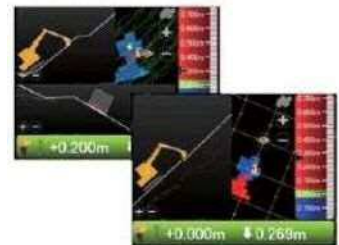


ディスプレイ上に設計データとバケットの刃先の離れをリアルタイムに表示。オペレータが操作。

## ディスプレイ画面

### 掘削時

あらゆる作業にご利用いただけるガイダンスを行います。画面の表示も必要な情報を選択して表示ができます。



## GNSSを利用した測位 GPSからGNSSへ

GPS = Global Positioning System : アメリカが所有、管理する人工衛星

- ☆ 1960年代 アメリカ海軍により航行衛星の開発が始まる
- ☆ 1970年代 GPS衛星打ち上げ開始。(Global Positioning System)
- ☆ 1990年代 GPS配備完了、本格的実用化の時代に入る。  
※ ロシアではGLONASSを開発。

☆ 測位衛星の種類 (GNSS)

- ・ アメリカ ⇒ GPS
- ・ ロシア ⇒ GLONASS
- ・ ヨーロッパEU ⇒ ガリレオ
- ・ 日本 ⇒ 準天頂衛星 (みちびき)
- ・ 中国 ⇒ 北斗



測位を精度良く、長い時間実現するため  
GPSのみの利用から、全世界の衛星を利用する

GNSS = Global Navigation Satellite System 「汎地球測位航法システム」

## 衛星測位の観測手法による精度

☆ 単独測位 [10m程度]

☆ 相対測位 ———— ディファレンシャル [1~3m]

——— 干渉測位

——— スタティック [5mm+1ppm·D]

——— 短縮スタティック [5mm+1ppm·D]

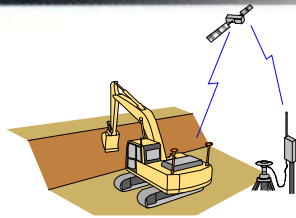
——— キネマティック [10~20mm+2ppm·D]

——— RTK (リアルタイムキネマティック)  
[±20mm]

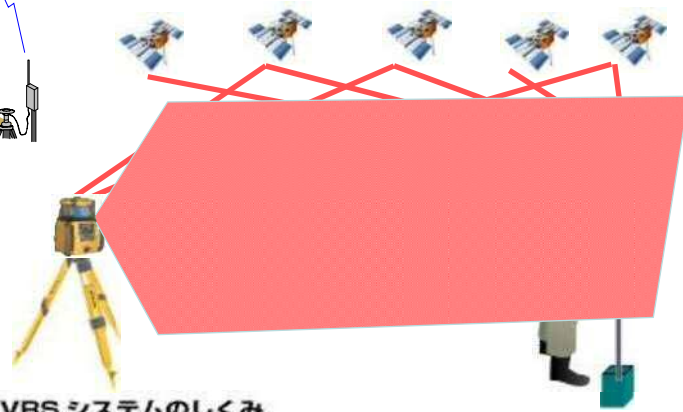
——— ネットワーク型RTK-GPS  
[±20mm]

ICT施工の分野では計測と同時に移動しながらの高精度な測位が求められるため、RTK方式又はネットワークRTK方式を利用している。

### RTK-GNSS



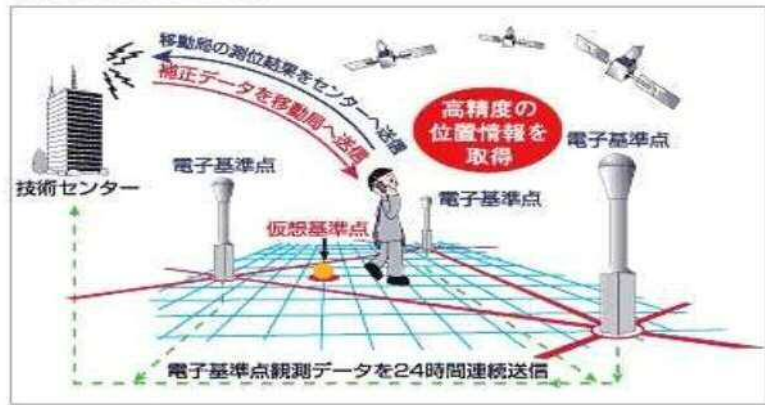
- ・固定局+移動局
- ・ランニングコストなし
- ・水平精度±10mm  
高さ精度±15mm



VRS システムのしくみ

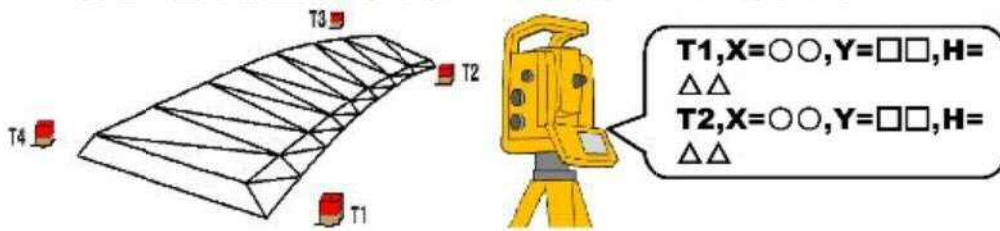
### ネットワーク型RTK

- ・移動局のみ
- ・通信端末必要
- ・ランニングコストあり
- ・水平精度±10mm  
高さ精度±15mm
- ・ローカライズ必要



### 自動追尾TS(トータルステーション)

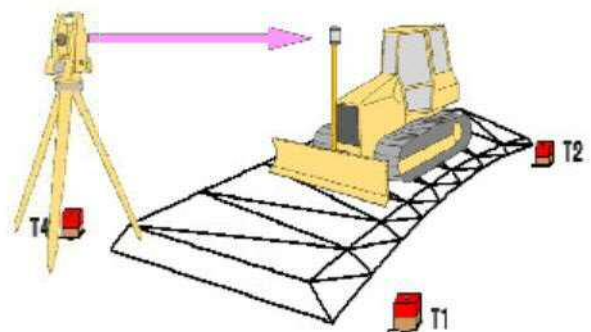
- TSに現場の基準点座標と水準点データ(3次元データ)を与える



- 基準点(工事基準点)を利用してTSを設置する



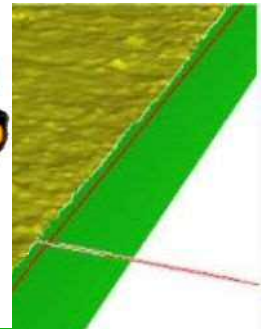
- ターゲットを視準して、ICT建機モードで計測開始



3D

MC

マシンコントロール:3DMC (イメージ)



設計面上を走行

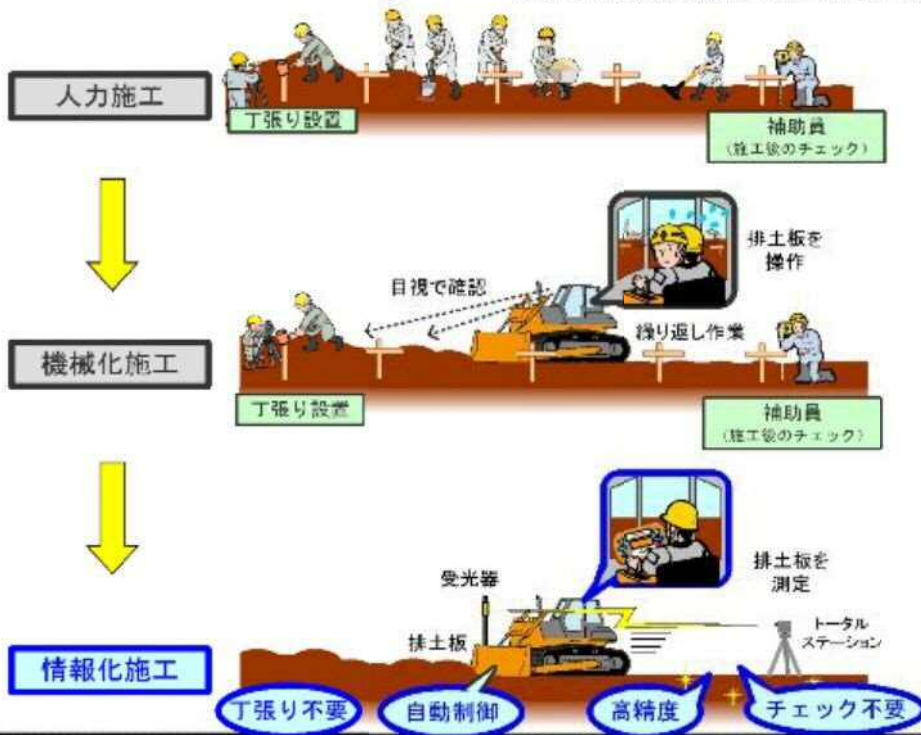
排土板自動制御

誰でも均一精度

### 情報化施工のイメージ(例:3次元マシンコントロール)

機械化施工にICTや制御技術、測量技術を融合した「**建設施工革命**」

※ICT:情報通信技術(Information and Communication Technology)



# 従来では・・・



20mごとに設置  
カーブではさらに短い間隔が必要

法長が長いと、  
同じ測点で何度も設置する事も有り

内法、外法、天端など作業の内容ごとに必要

壊れて再設置する事も・・・



# 3D-MGの場合

モニターに3次元データが出るので、イメージしやすい。

丁張りの待ち時間が無く  
ていいよ！



# 中国地方 建設現場の生産性向上研究会

## 設置目的・メンバー・検討項目・体制

### ■設置目的

中国地方において、i-Constructionの取組みを具体的に進めるため、ICTの全面的活用について検討する研究会を設置。(平成28年3月22日開催)

### ■メンバー

委員長: 広島大学大学院 河原能久教授(学識経験者)

行政: 企画部長、技術調整管理官、技術開発調整官

河川・道路・港湾空港部 官クラス、各県・政令市

直轄広島近隣事務所長

国土地理院 中国測量部 次長

各県政令市 技術管理課等課長

建設業界: (一社)日本建設業連合会、

(一社)各県建設業協会、

(一社)建設産業専門団体、(一社)PC建設業協会、

(一社)日本橋梁建設協会、(一社)日本道路建設業協会、

(一社)全国測量設計業協会連合会、(一社)建設コンサルタンツ協会、

(一社)全国地質調査業協会連合会、(一社)日本建設機械施工協会、

(一社)港湾技術コンサルタンツ協会、(一社)日本埋立浚渫協会

### ■検討項目

測量、設計、施工、検査の各段階における検討。

※検討項目は、次項参照。

### ■体制・WG

各段階の検討を進めるための「測量・設計WG」と「施工・検査WG」を設置

### ■各県i-Construction推進連絡会

各県内の国、自治体、業界関係団体が一体となり、i-Constructionの普及促進に向けた課題等検討

### 【研究会の体制】



# 中国地方整備局 ICT活用工事 実施状況について

○平成29年度は、ICT土工を引き続き推進するとともに、**ICT舗装**を実施。

○**ICT土工 90工事**、**ICT舗装 10工事** を発注予定

○平成30年1月20日現在、**ICT土工30工事**、**ICT舗装3工事**で実施。

### 平成29年度の状況 (ICT土工、ICT舗装)

#### ICT活用工事 発注状況 (平成30年1月20日現在)

発注方式	発注者 指定型	施工者		合計
		希望Ⅰ型	希望Ⅱ型	
ICT土工 (公告済み件数 /発注予定件数)	11/11	31/32	46/47	88/90
ICT舗装 (公告済み件数 /発注予定件数)	0/0	1/4	6/6	7/10

※1月20日現在、発注手続中工事件数 34件(ICT土工)、4件(ICT舗装)

#### ICT活用工事 実施状況 (平成30年1月20日現在)

	契約済み件数	協議中	ICT実施件数 / 契約済み件数			未実施	
			発注者 指定型	施工者 希望Ⅰ型	施工者 希望Ⅱ型		
ICT 土工	54工事	9工事	5/5	15/18	10/22	30/34	15工事
ICT 舗装	3工事	0工事	0/0	1/1	2/2	3/3	0工事

### 平成28年度の実施結果 (ICT土工)

#### ICT活用工事実施結果

発注方式	発注者 指定型	施工者 希望Ⅰ型	施工者 希望Ⅱ型	合計
公告件数	3	27	112	142
うち、ICT活用 工事件数	3	24	41	<b>68工事</b>
ICT活用試行工事 (H27年度公告で既契約)				<b>14工事</b>
ICT土工 実施				<b>82工事</b>

#### 【H28年度工事におけるICT土工実施率】

実施率 : **48%** (68工事/142工事)

県別件数(※)※はうち試行工事

- 鳥取県 20工事(3工事)
- 島根県 35工事(5工事)
- 岡山県 11工事(2工事)
- 広島県 13工事(4工事)
- 山口県 3工事

合計 82工事(14工事)



## UAVを用いた公共測量マニュアル(案) ICT土工の基準類改訂について 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領 他

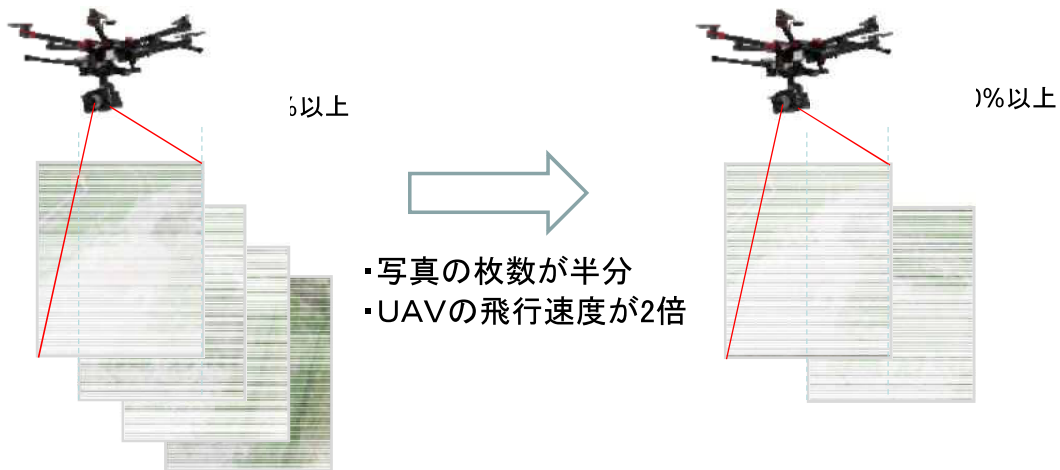
■ 現場からでてきた課題・意見を迅速に検証し、必要な制度・運用を「改善」

【見直した基準の例】

○ UAV測量では、写真が90%以上の重なり(ラップ率)を求めていたが、80%以上に変更(進行方向の場合)

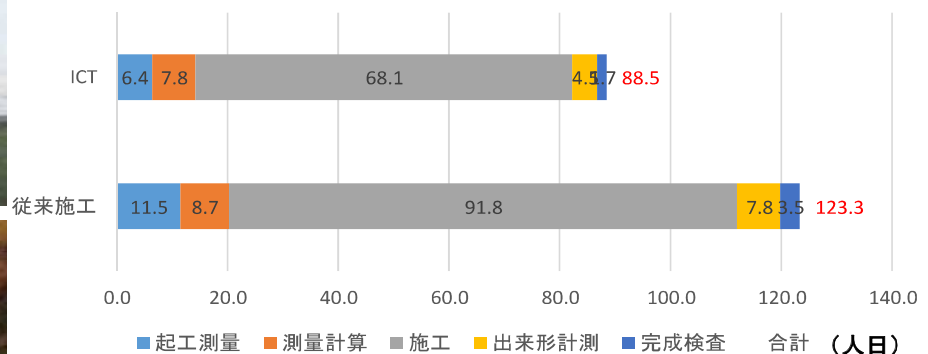
○ 基準の見直しにより、必要な写真の枚数が1/2になり撮影時間やデータ処理時間が短縮

ラップ率の緩和(イメージ)



## ICT土工の活用効果(時間短縮)

□ 起工測量から完成検査まで土工にかかる一連の延べ作業時間について、**平均28.3%**の削減効果がみられた。



- ・ ICT 施工 平均日数 88.5 人日 (調査表より実績)
- ・ 従来手法 平均日数 123.3人日 (調査表より自社標準値)

・ のべ時間 28.3 % 削減

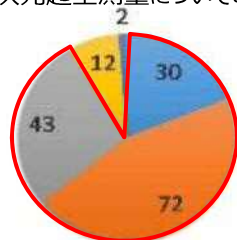
※ 平均土量 30,294 m<sup>3</sup>

※ 回収済 N = 181 での集計結果

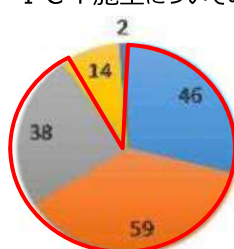
## ICT土工の活用効果に関する評価(満足度)

- 3次元起工測量、ICT施工、出来形管理については90%以上の施工者が、帳票作成の省力化については、80%以上の施工者が、「期待していた程度の効果が得られた」より上位の評価をしている。

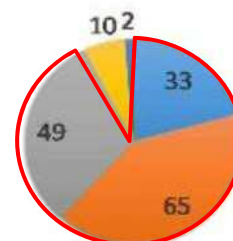
3次元起工測量についての評価



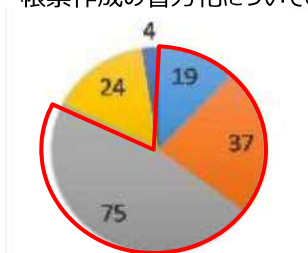
ICT施工についての評価



出来形管理の効率化についての評価



帳票作成の省力化についての評価



### 凡例

- 著しい効果が得られた
- 期待していた以上の効果が得られた
- 期待していた程度の効果は得られた
- 期待したほどは効果が得られなかった
- 期待した効果が全く得られなかった

## Sitelink 3D™ Total Job Site Management System

### リアルタイムトータル現場管理システム

Sitelink3Dはリアルタイムで事務所の Sitelink3D .net、3D-OFFICE、またはモバイルデバイスと現場の3D-MCシステムをインターネット接続して、事務所⇄現場重機間のジョブファイル転送、重機の追跡、レポート作成、リモートマシンサポート、プロジェクト管理を行うことができます。



## Sitelink 3D™ Total Job Site Management System

Sitelink 3D で出来る事。

事務所にいながらリアルタイムで全ての現場重機の状況把握・管理が可能です。  
また現場の重機に問題が発生した時や、新しい設計データが必要なときも、  
リアルタイムで解決を行うことが出来ます。



### ファイルの転送

- ・現場重機への新しいファイルの送信
- ・現場重機からのデータや施工情報受信



### メッセージ

- ・現場オペレーターとのメッセージ送信・受信
- ・現場グループへのメッセージ



### リモートアクセス

- ・現場オペレーター支援
- ・現場オペレータ不安解消・信頼度アップ
- ・オンラインオペレータートレーニング実施。



### リモートサポート

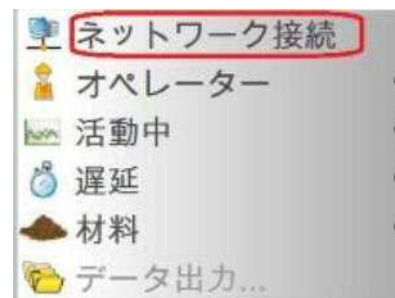
- ・オンラインマシンサポート
- ・遠隔ファームウェアアップデート
- ・遠隔ソフトウェアアップデート



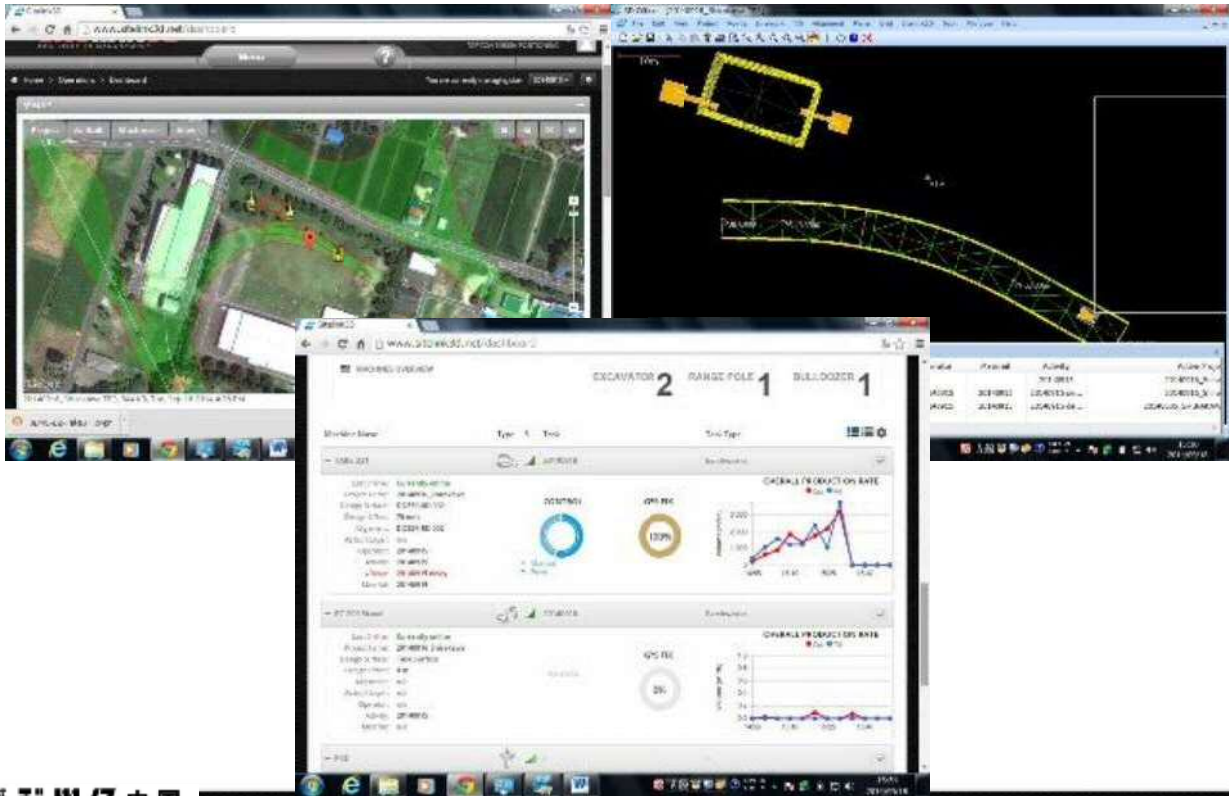
### トラッキング：重機情報の追跡機能

- ・事務所：重機の現在位置の把握
- ・重機内：他の重機位置の表示
- ・リアルタイム Cut/fill マッピング
- ・リアルタイム測量データの表示

## Sitelink 3D™ Total Job Site Management System



# Sitelink 3D™ Total Job Site Management System



# Sitelink 3D™ Total Job Site Management System

## • SiteLinkを使った遠隔サポートシステムの構成

