



学校法人片柳学園
日本工学院八王子専門学校



平成28年度 文部科学省委託事業
「成長分野等における中核的専門人材養成の戦略的推進事業」

社会基盤分野における次世代ニーズに係る
中核的専門人材養成プログラム開発プロジェクト

i-Constructionを学ぶCIM活用講座

～①CIM概論とi-Construction概要～

2017.1.18



【CIM活用セミナー】

CIM概論とi-Construction概要

キャタピラージャパン株式会社 コンストラクション&デジタルテクノロジー 箕輪 佳祐



CAT® CONNECT



セミナーを始める前に : 自己紹介

職務経歴

- 2008年3月 : 芝浦工業大学 工学部 機械工学第二学科卒業
- 2008年4月 : 新キャタピラー三菱入社
(サービス技術にて、4・5トンミニショベル担当)
- 2010年1月 : プロダクトサポート部門に移動
(鉱山機械及び、専用システム担当)
(コンディションモニタリング担当-主に足回り部品)
(サービスマンの業務効率の改善担当)
- 2016年1月 : コンストラクションデジタル&テクノロジーに移動
(情報化施工及び、i-Construction関連担当)
(Cat Connectソリューション担当)



CAT® CONNECT



セミナーを始める前に : フリーディスカッション

皆さまが感じている不安とは？

BIM / CIM

MC / MG

ICT / IoT

i-Construction

3次元データ

情報化施工

生産性向上



CAT® CONNECT



セミナーを始める前に : 講師からのお願い

- 全てを覚えようとせずに、イメージを掴んで下さい
⇒ 技術、状況/環境、基準は、日々変わるものです。
100を理解し、覚える必要は、ありません
詳細は、各種資料※¹に記載が御座います。
イメージを掴んで頂きたいです。
- 抵抗感を払拭して下さい
⇒ やり方を変え、更なる改良を目指すことが目的です。
土木技術者の専門性が必要な事は、変わりません。
マインドを変え、トライしてみましょう。

Be Present
積極的参加をお願いします!!

目次

1. 建設業の現状と課題
2. BIM / CIMについて
3. i-Constructionについて
4. Cat Connectについて

1. 建設業の現状と課題

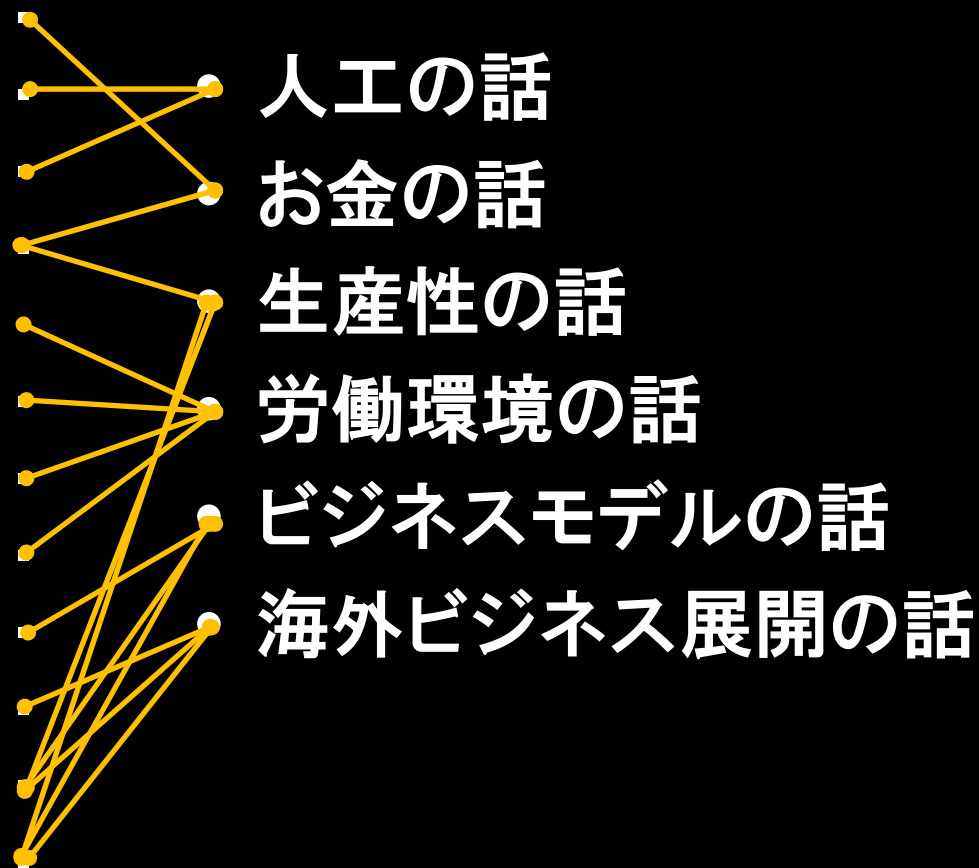


CAT® CONNECT



現状の確認

- 建設投資額の減少
- 建設業就業者の減少
- 技能者の育成
- 労働生産性の改善
- 業界イメージの向上
- 安全性の向上
- 就業率と離職率の改善
- 賃金と福利厚生の改善
- インフラ整備とメンテナンス
- 国際競争力の強化
- 規格・基準の整備とパッケージ化
- ICT技術の普及



人工の話

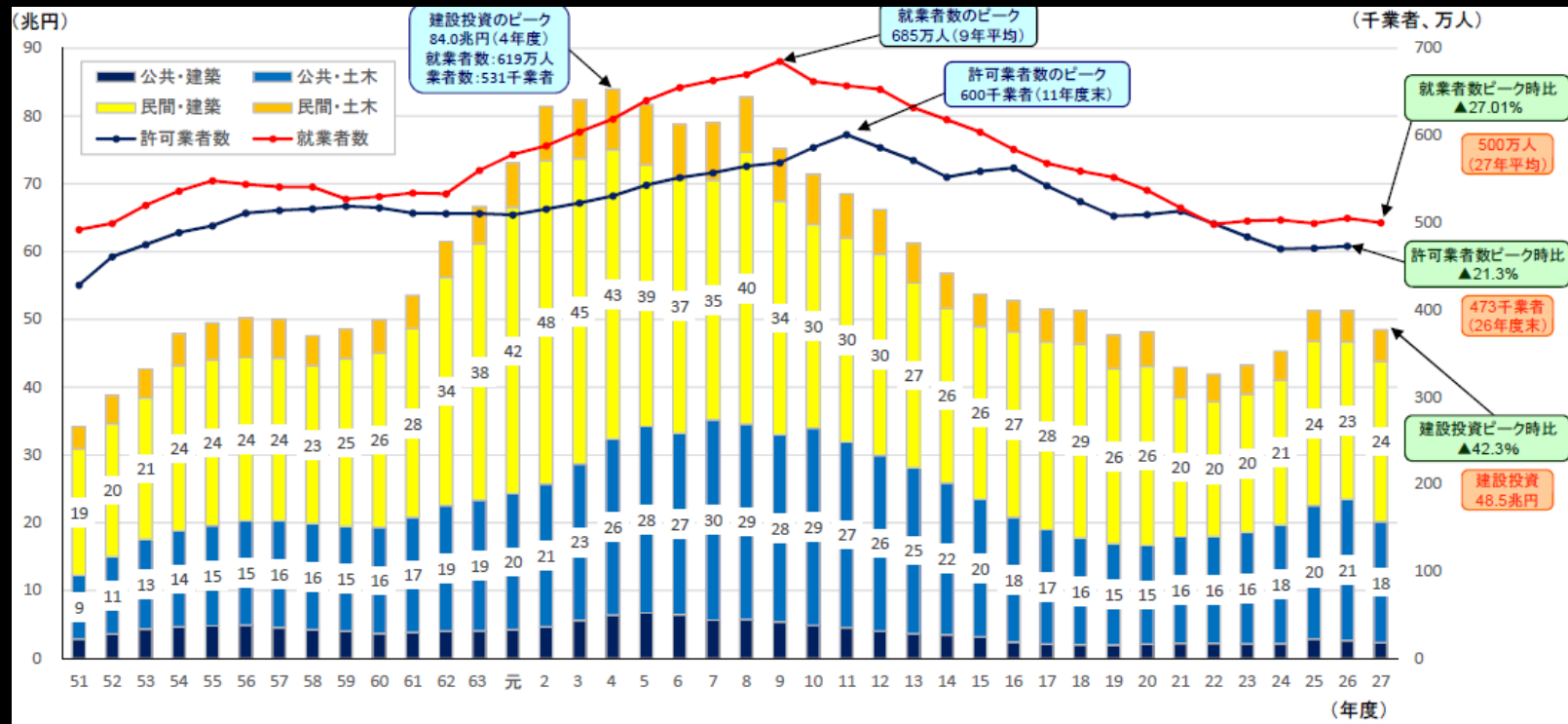


図1 建設投資額と許可業者数及び就業者数

ピーク時との比較

1) 投資額 **-42%**

2) 業者数 **-21%**

3) 就業者数 **-27%**



CAT® CONNECT



人工の話

生産年齢人口とは？

人口統計で、生産活動の中心となる15歳以上65歳未満の人口を意味する言葉である。

ポイント

- **今後10年以内に約130万人が、建設業から離職する見込みである。(2014年 : 340万人)**
- 離職者数と新規就業者数の割合が適切でなく、現状の建設業就業者数を維持する事は、困難である。

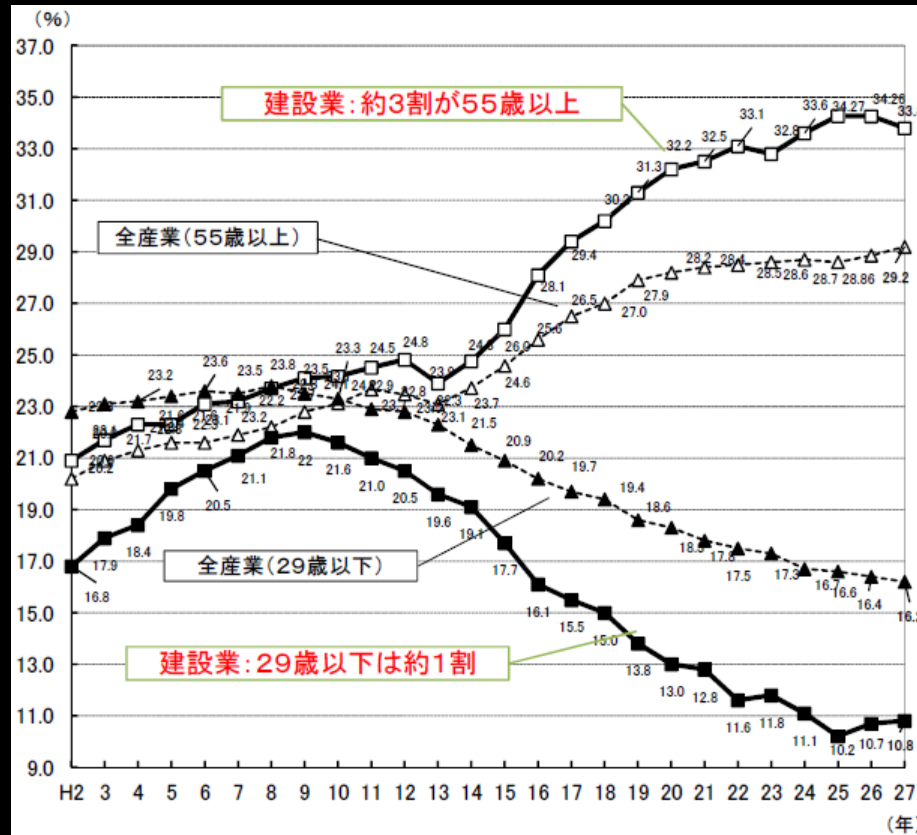


図2 建設業就業者の高齢化

人工の話

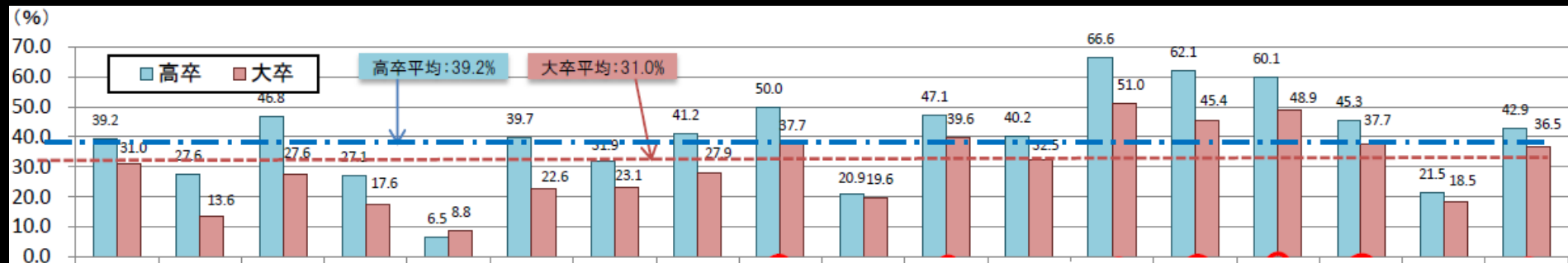


図3 平成22年3月新規学校卒業者の産業別卒業3年後の離職率

- 1) 入職者数（新規学卒者）： 約4万人（高卒： 1.8万人 大卒： 2.3万人）
- 2) 若年離職率： 約25%（高卒： 46.8% 大卒： 27.6%）

※1)は、平成26年度データ、2)は、平成22年度データを参照

$$2.5\text{万人（在職者）} = 4.0\text{万人（入職者）} - 1.5\text{万人（離職者）}$$

人工の話

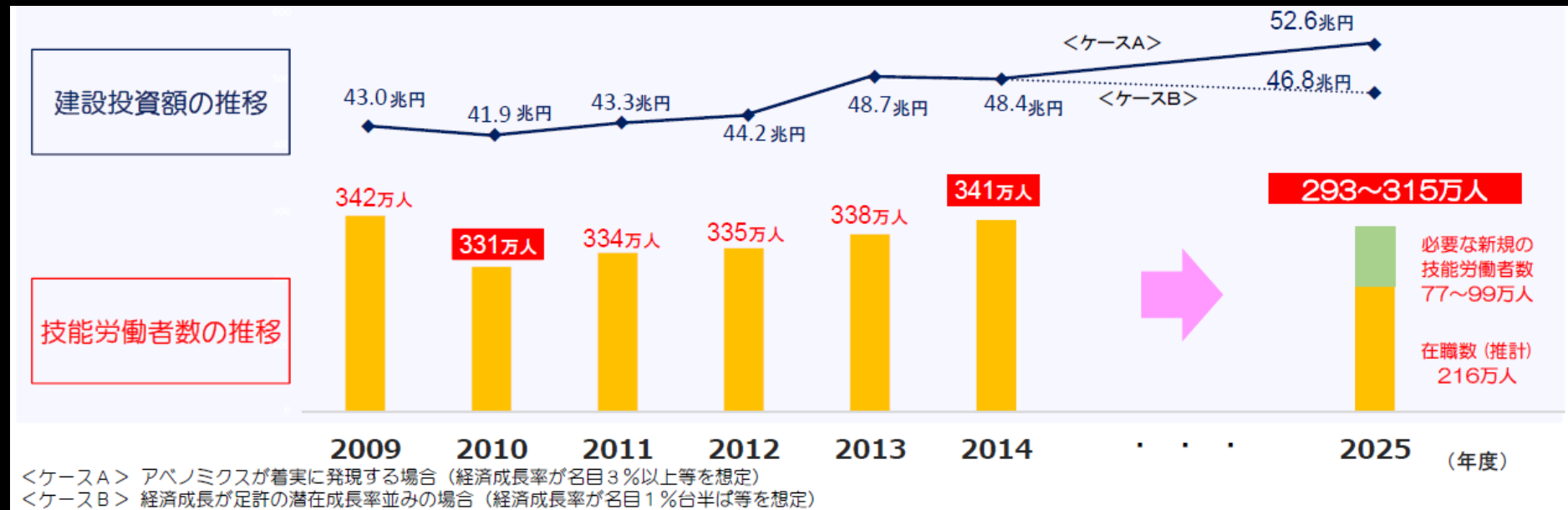


図4 技能労働者数の現状と見通し

2025年度に向けた課題

- 35万人の**省力化**
- 90万人の新規入職者の確保（うち20万人は、女性）
- 293～315万人の技能労働者(建設業就業者)

お金の話

皆さんに質問

どの様にすれば皆さんのお給料は、増えるのでしょうか？

- A1 : 昇進による固定給の増額
- A2 : 工事受注数の拡大（工事高、売上高の増加）
- A3 : コストの削減（原価削減による利益の留保）
-
-

企業(会社)の利益率の向上・改善が鍵となる

お金の話

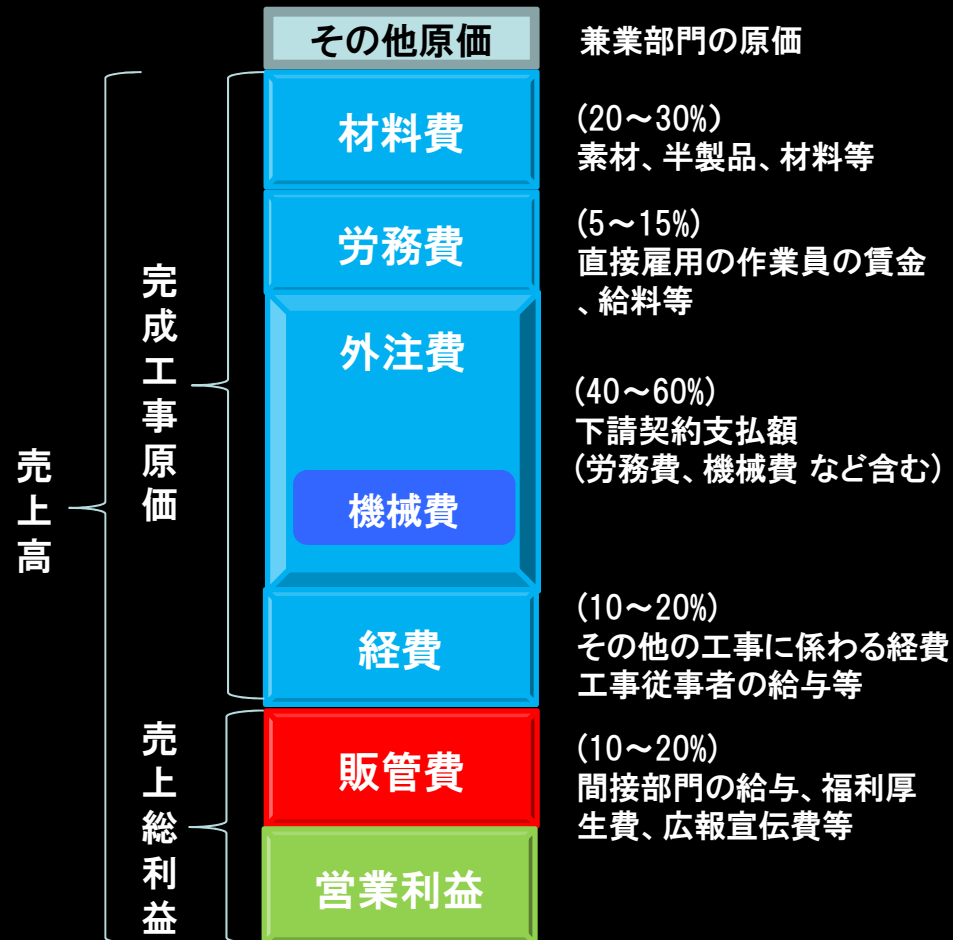


図5 建設業の費用内訳 (元請)

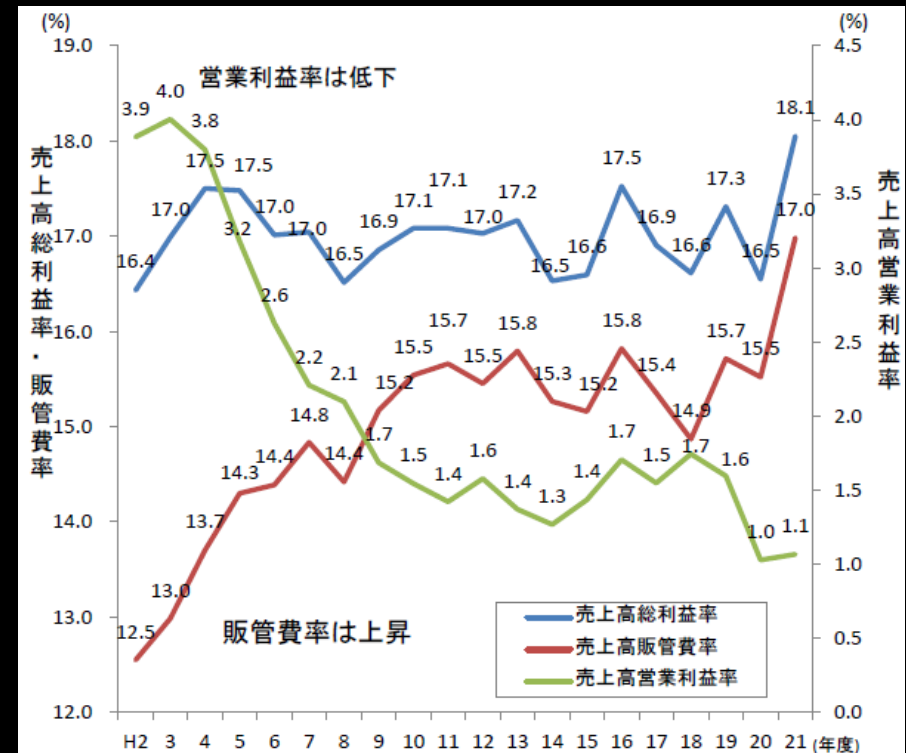


図6 建設業売上高における費用比率

お金の話

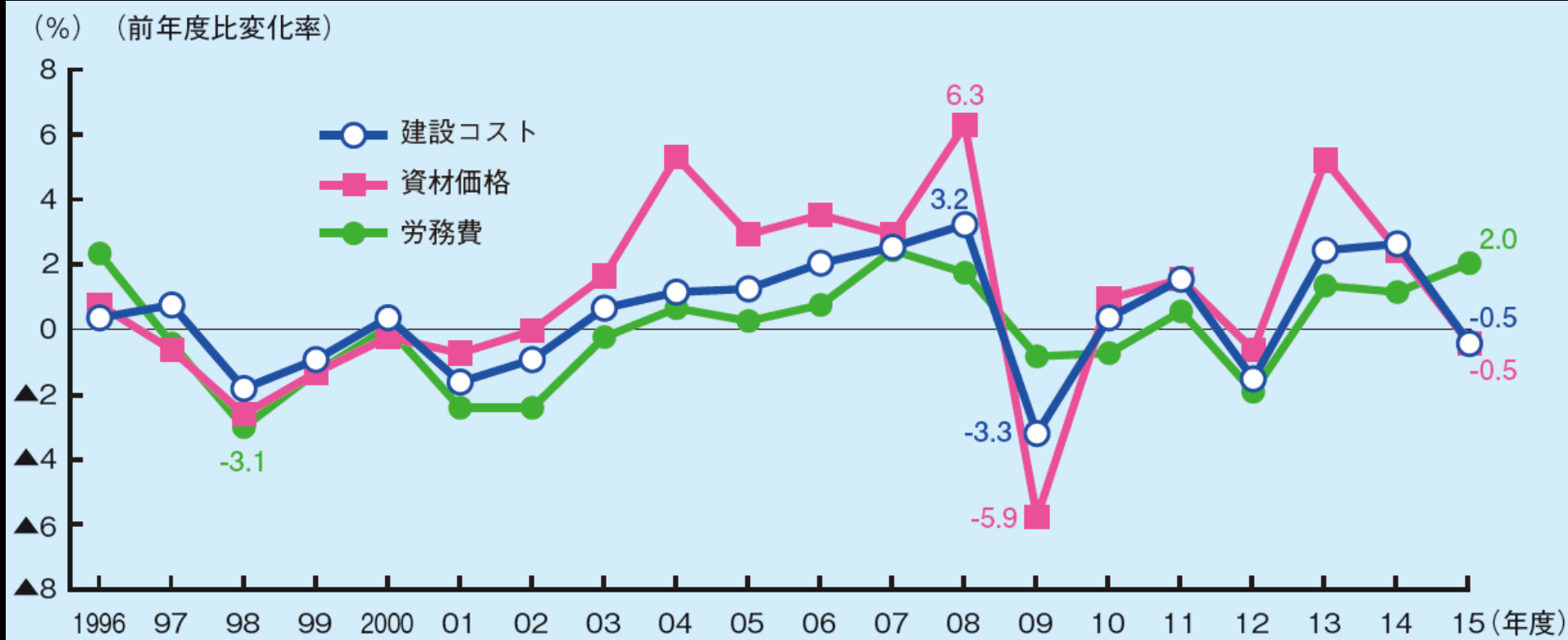


図7 建設コスト変化率の推移

お金の話

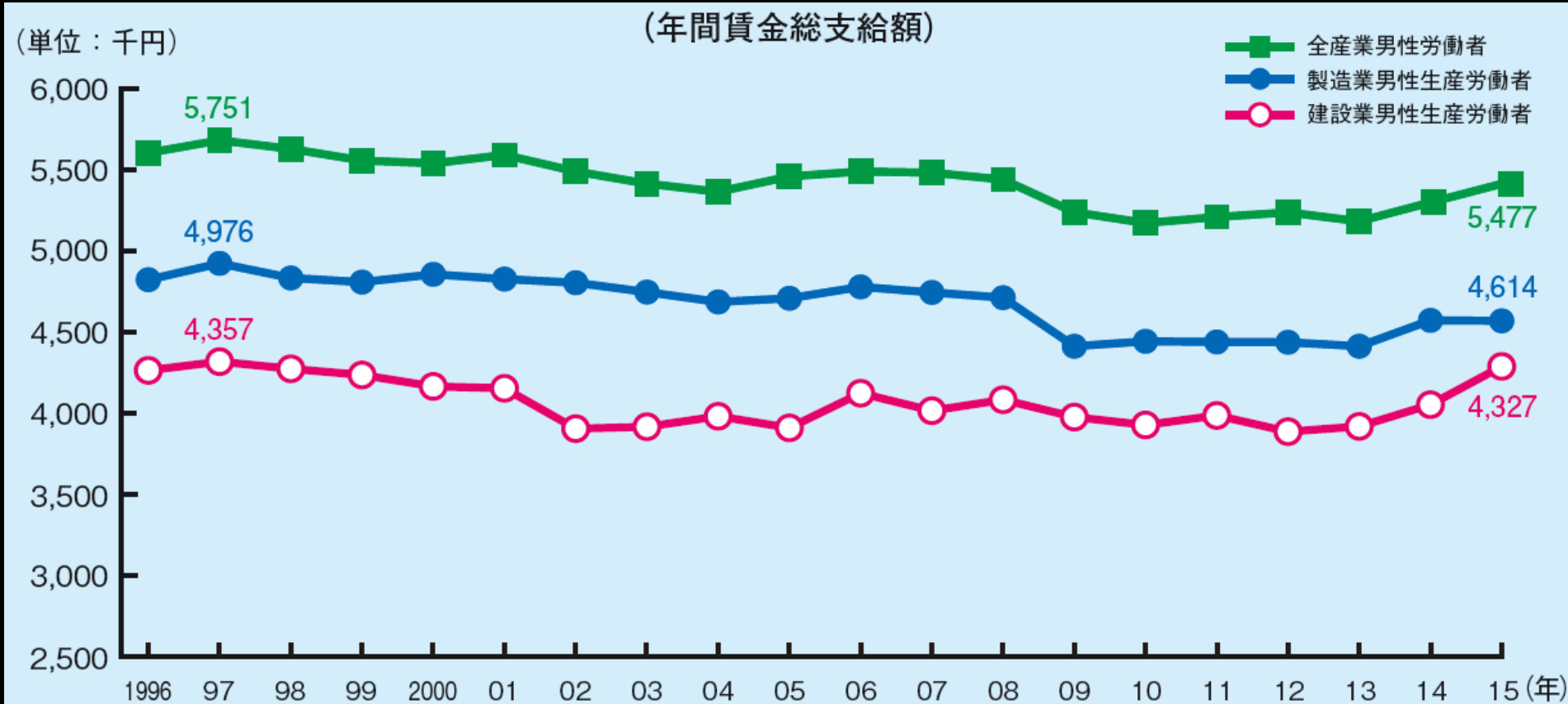


図8 労働賃金の推移

お金の話

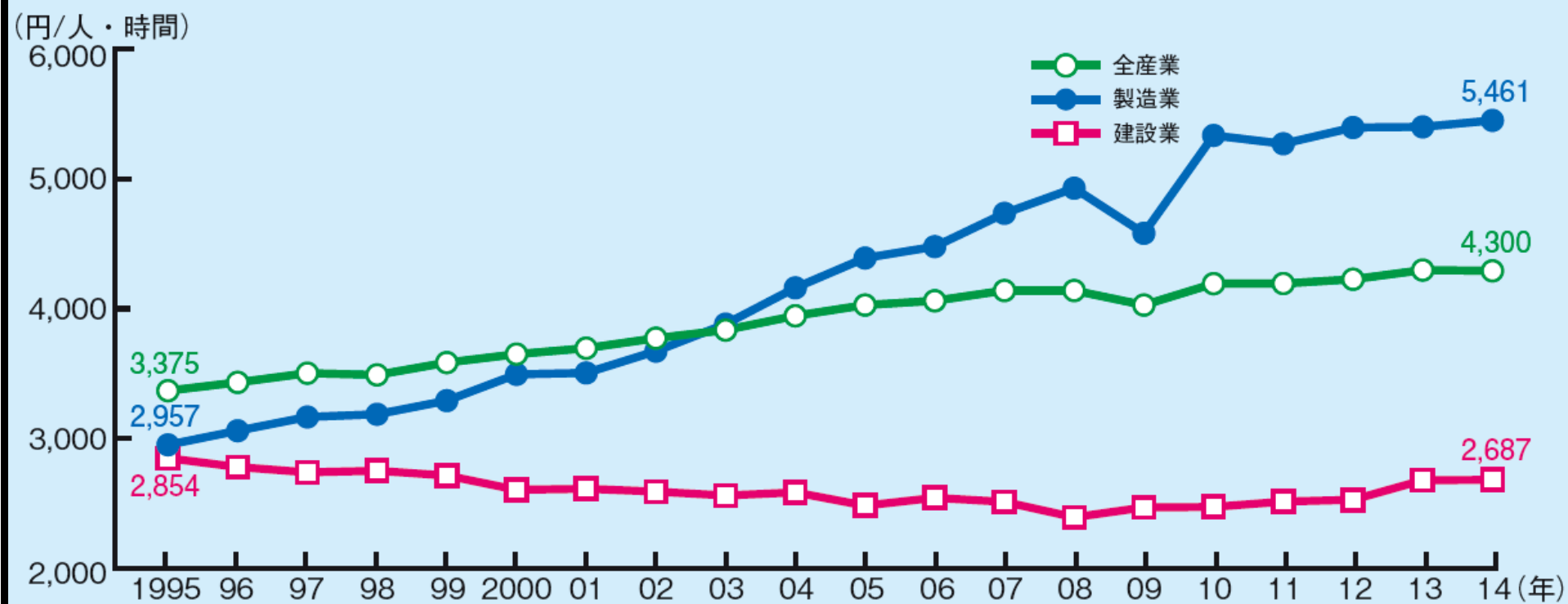


図9 労働生産性の推移

お金の話

お金を増やす為のポイント

- 付加価値の高い仕事

付加価値 = 完成工事高 - (材料費+労務費+外注費)

- 生産性の高い仕事

人的生産性 =
$$\frac{\text{付加価値 (金額)}}{\text{社員数 (人数) \times 労働時間 (Hr)}}$$

付加価値、生産性の高い仕事が鍵となる

生産性の話

労働力過多から不足の時代へ

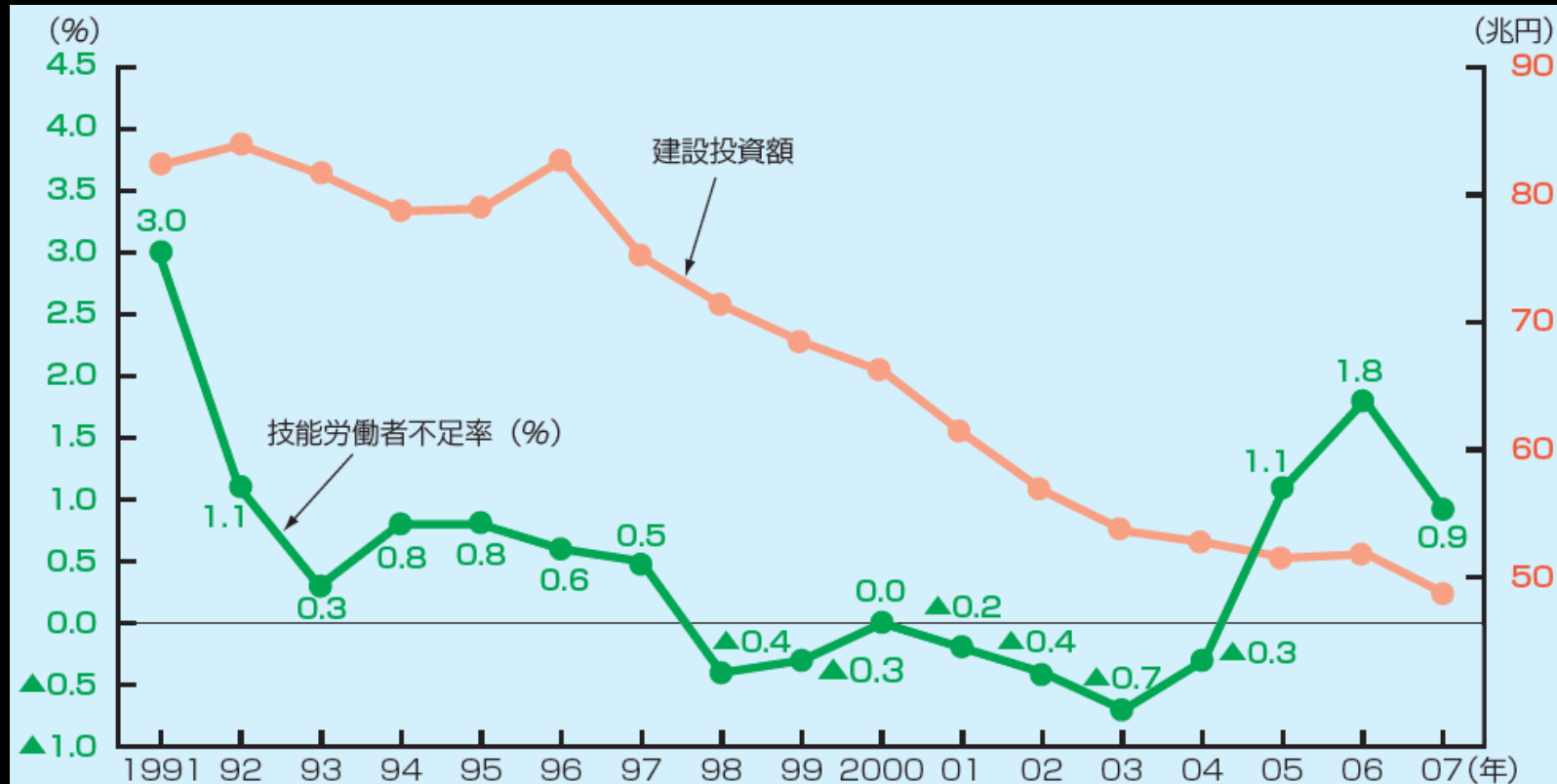


図10 建設需要と技能工需要

従来以上の仕事量を従来未満の人員で!!

生産性の話

建設業における生産性の変化

■ トンネル工

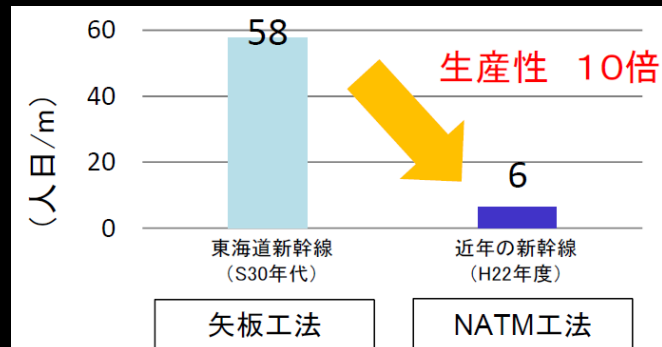


図11 トンネル1mあたりに要する作業員数

■ 土工

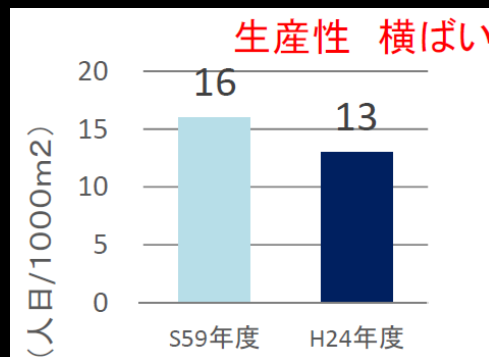


図12 1,000㎡あたりに有する作業員数

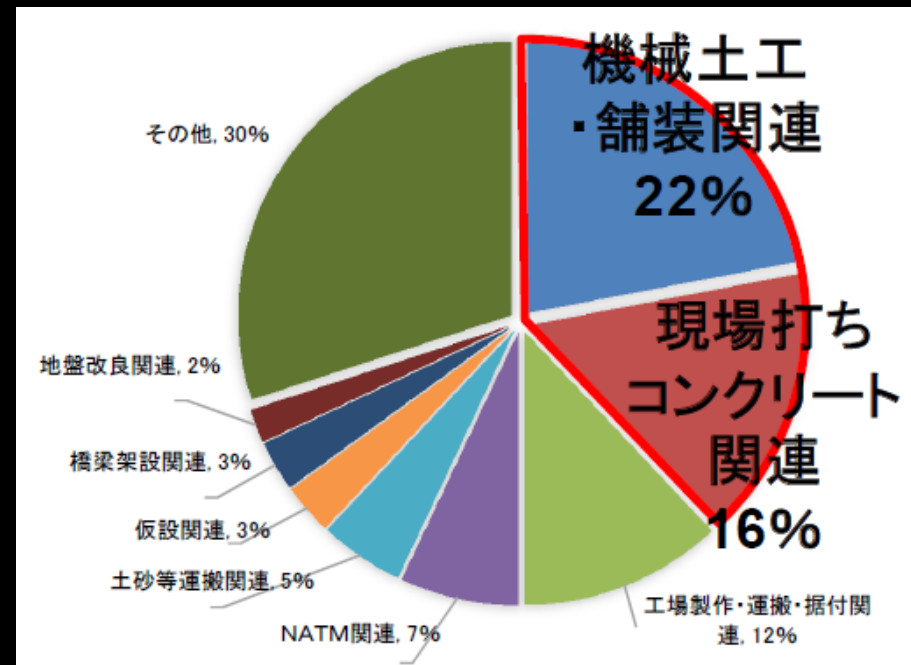


図13 平成24年度国土交通省発注工事实績

生産性の話

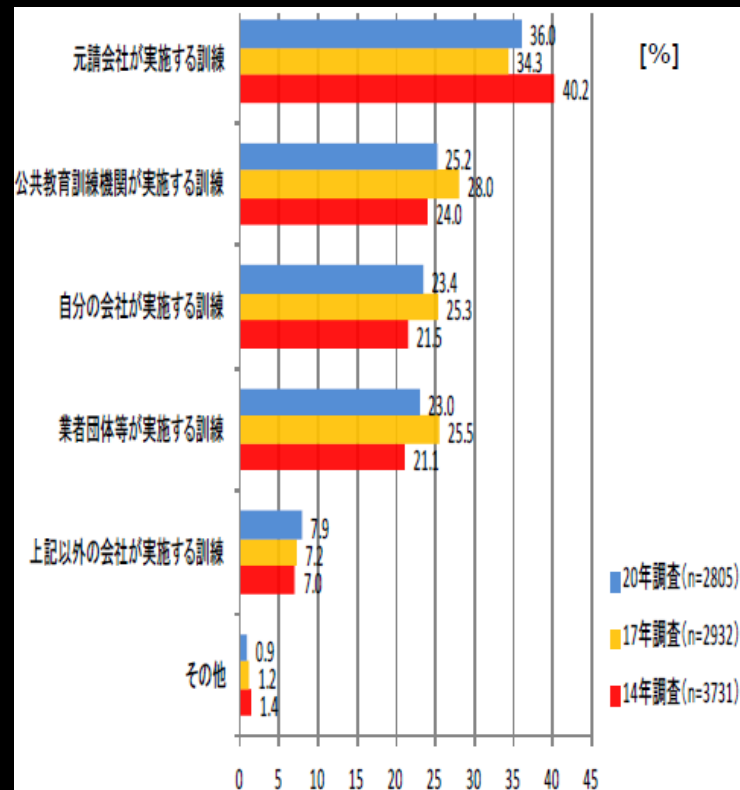


図14 過去3年間に受講した教育・訓練の実施主体

教育機会と種類

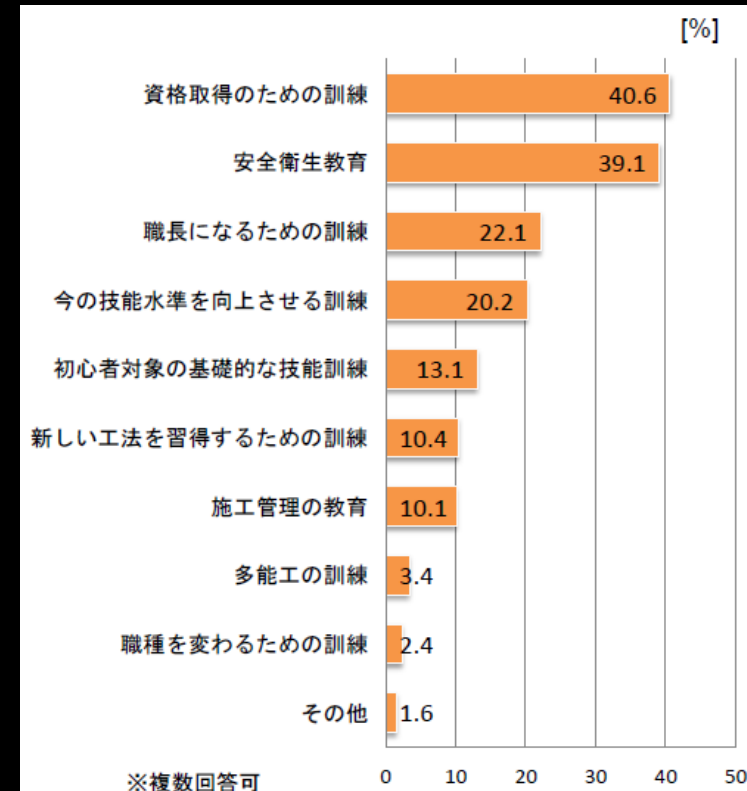


図15 過去3年間に受講した教育・訓練の内容

生産性の話

担い手と育成

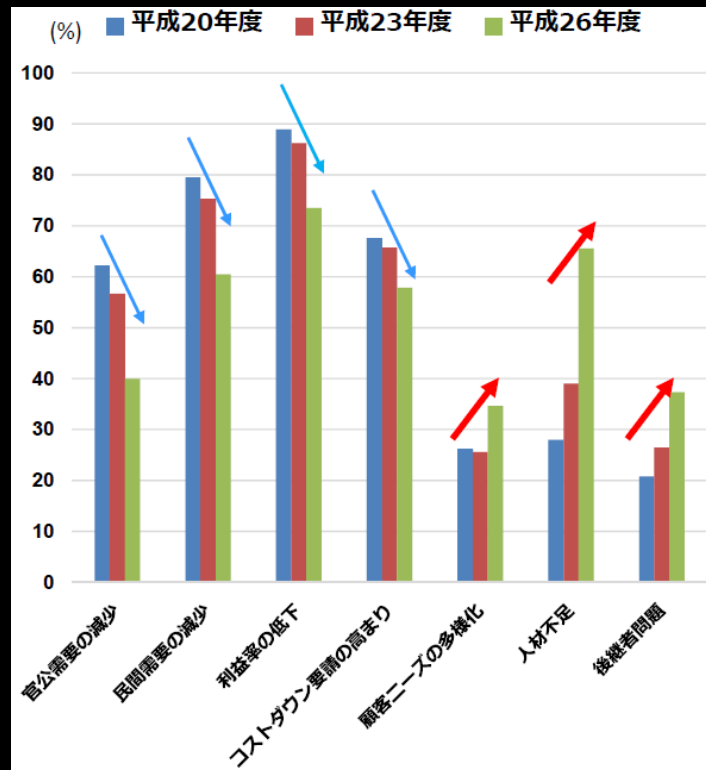


図16 建設業の経営上の課題

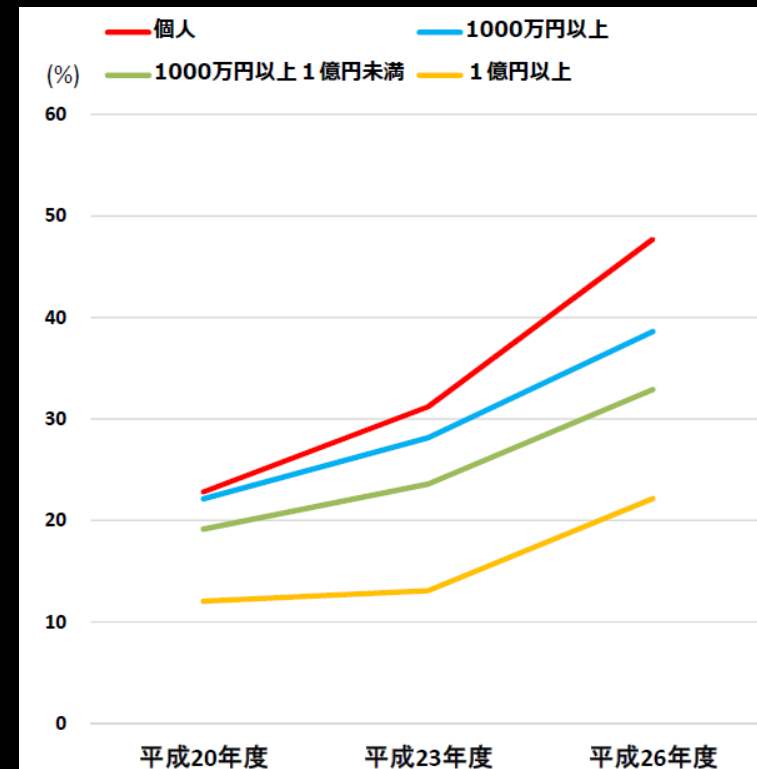


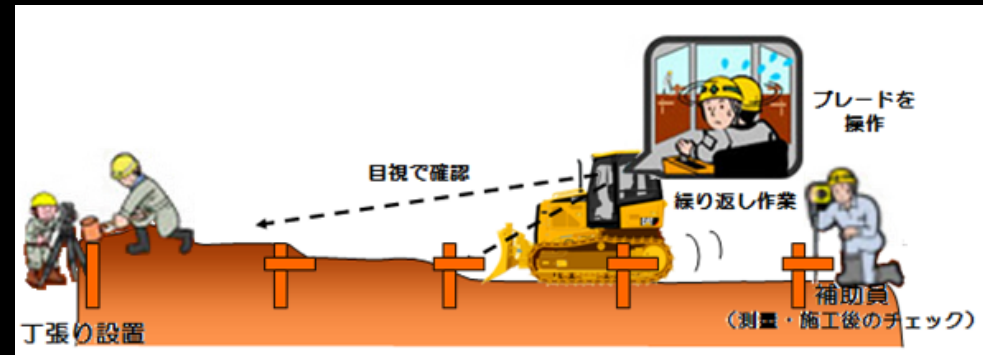
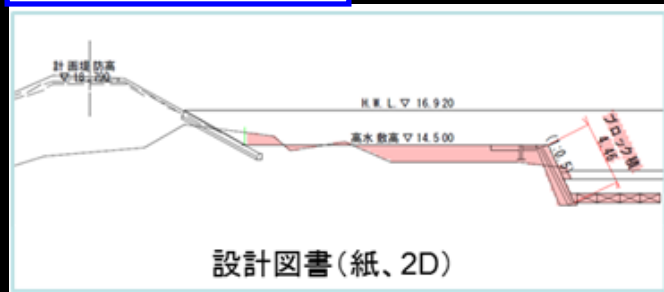
図17 後継者問題を課題とする建設業数の推移

日本の94%の土木建設企業の従業員数は、10名以下である

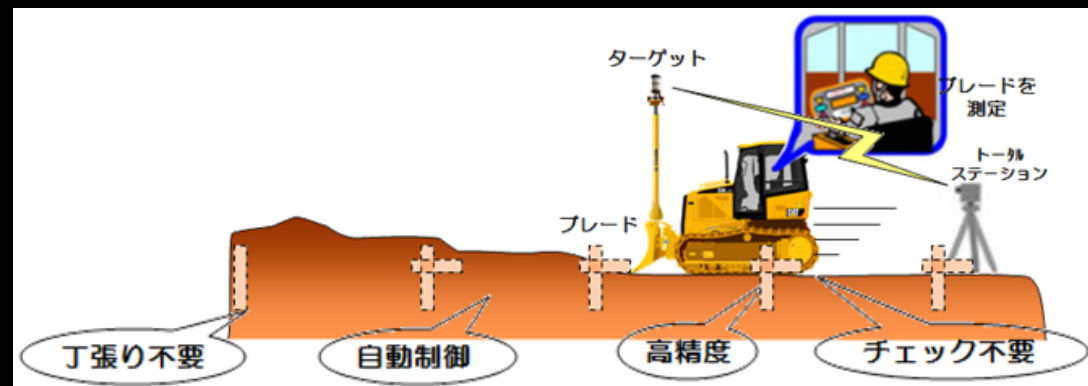
生産性の話

情報化施工の登場

従来施工



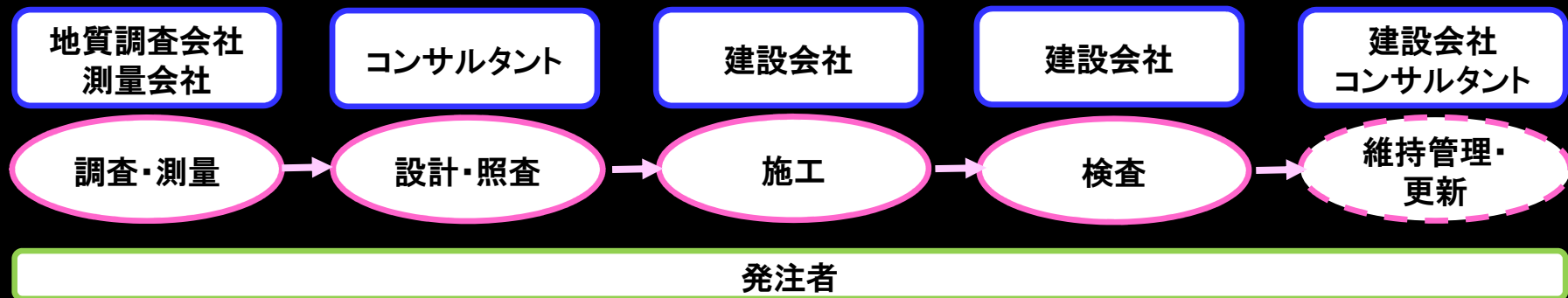
情報化施工



3Dデザイン、MC/MGの活用で、施工時間を約4割削減

生産性の話

土木分野のプロセスと特徴



土木分野の特徴

- 公的・重厚長大
- 単品現地生産・長期間
- 分散 ⇔ 統合(製造業)
- 重層下請方式
- 官主導・国内指向

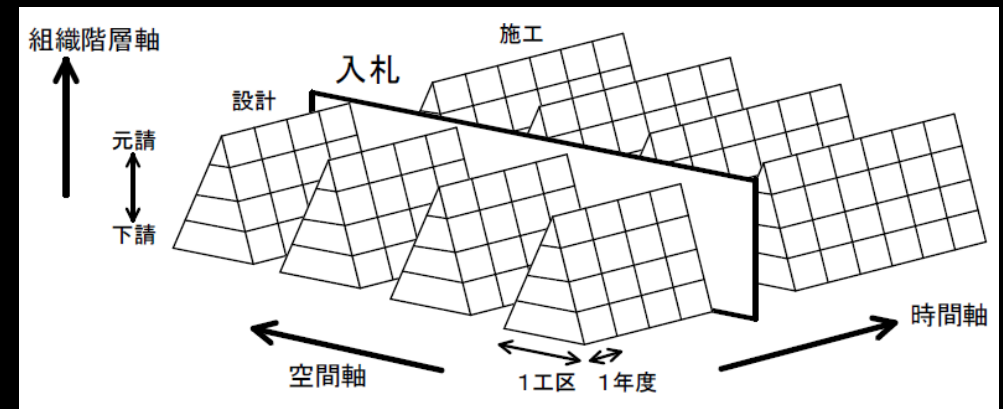
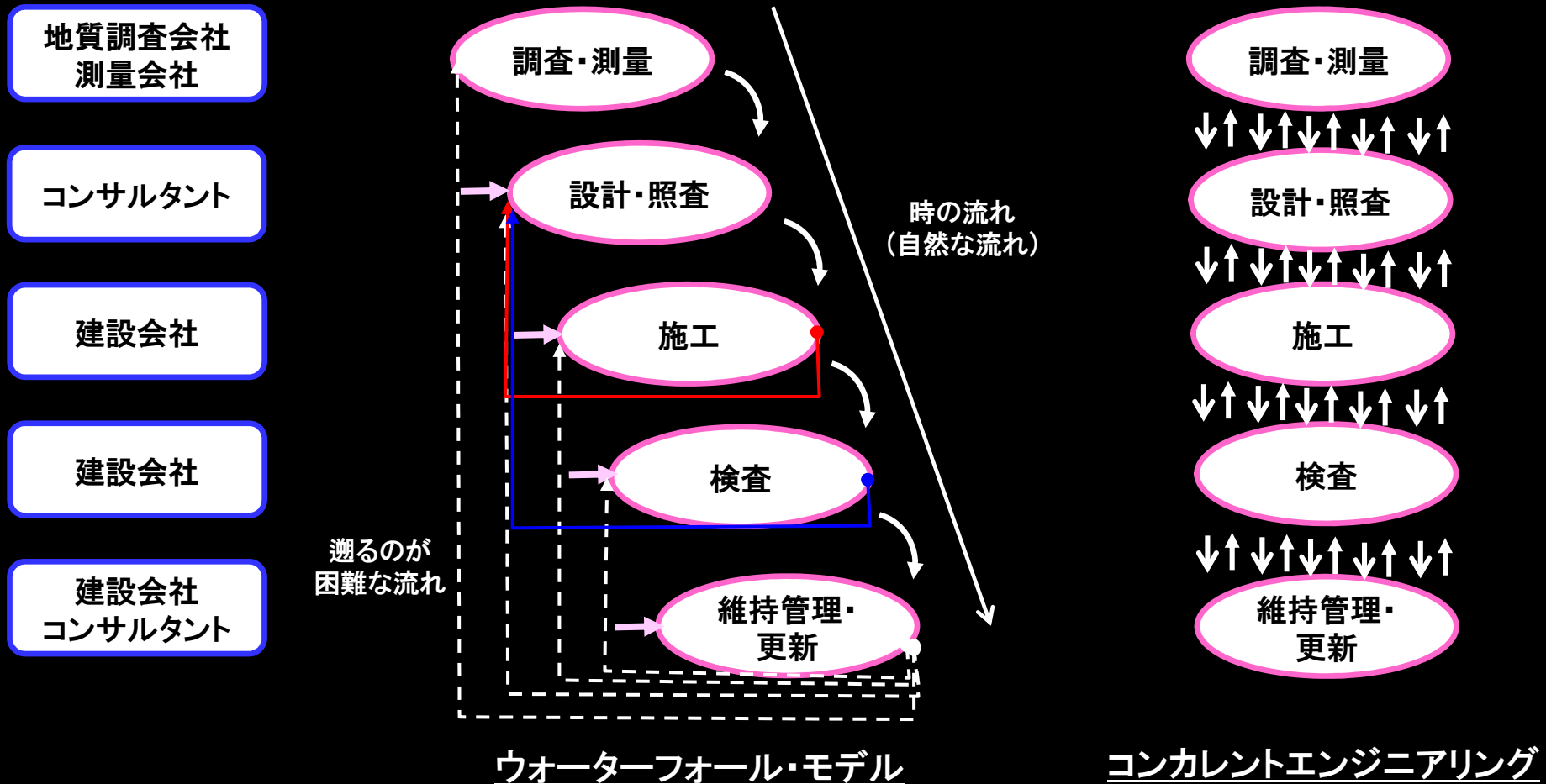


図18 土木事業は分散傾向

生産性の話

ウォーターフォール・モデルと コンカレントエンジニアリング



生産性の話

「自動化の島」問題

イメージ: メインシステムとコンバータ

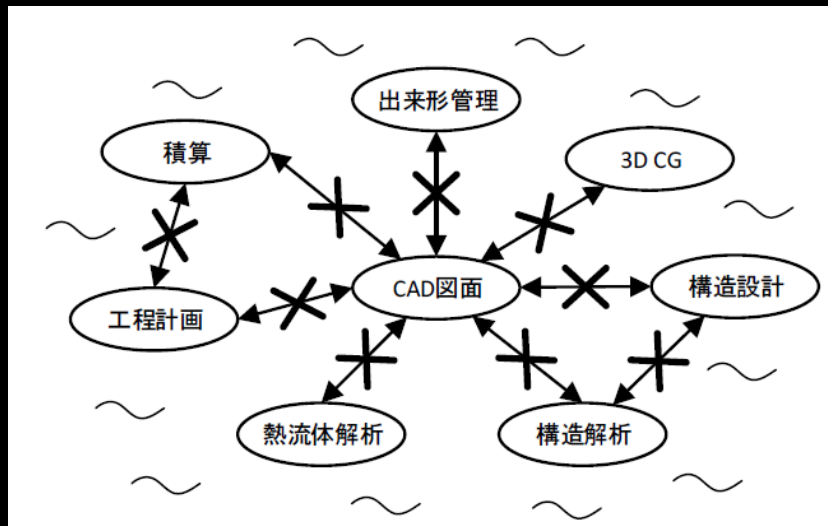


図19 概念図:「自動化の島」問題

- Android vs iOS
- iTunesから音楽を移行するコンバータ(App)は、存在する
- しかし、AndroidでiTunesを使用することは出来ない

従来以上に何を“共通言語”とするかが、重要となる

生産性の話

設計・施工と情報伝達の歴史

時代	大昔	19世紀・20世紀	21世紀
次元	3次元 (頭の中)	2次元	3次元 (コンピュータ)
メディア	絵・模型	図面 (製図)	3D CAD 3D プリンタ
情報伝達の主体	人対人	人対人 人対機械	機械対機械 (M2M)
設計・施工の分担	一体または、 非常に近い	別々、 部分最適化	協調、 全体最適化

図20 設計・施工における次元と分担の推移

BIM / CIM (仕様統一) の考えに基づく3Dデータが鍵となる

生産性の話

フロントローディング

システム開発や製品製造の分野で、初期の工程において後工程で生じそうな仕様の変更等を事前に集中的に検討し品質の向上や工期の短縮化を図ること。

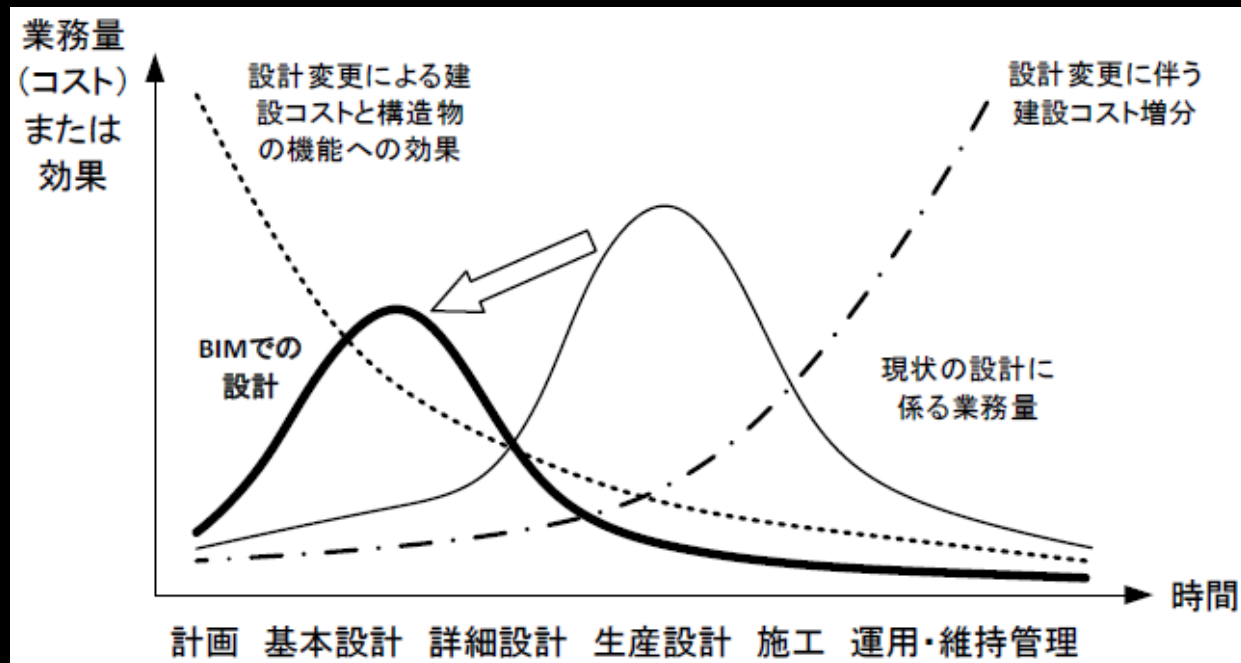


図21 フロントローディングの概念図

生産性の話

部分最適から全体最適へ必要な変化

- シームレス化（縦割り構造、自動化の島問題）
- ウォーターフォール・モデルからコンカレントエンジニアリング
- フロントローディングによる効率化

BIM / CIM で仕様の統一と効率化を図る

労働環境の話

再確認:なぜ人手不足なのか?

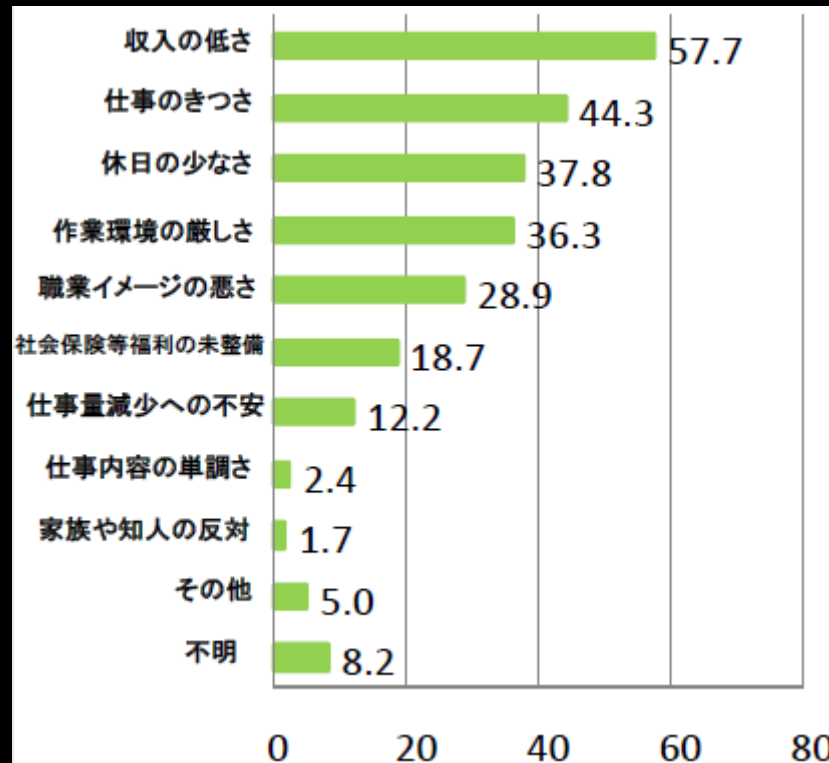


図22 若手の建設技能労働者が入職しない原因

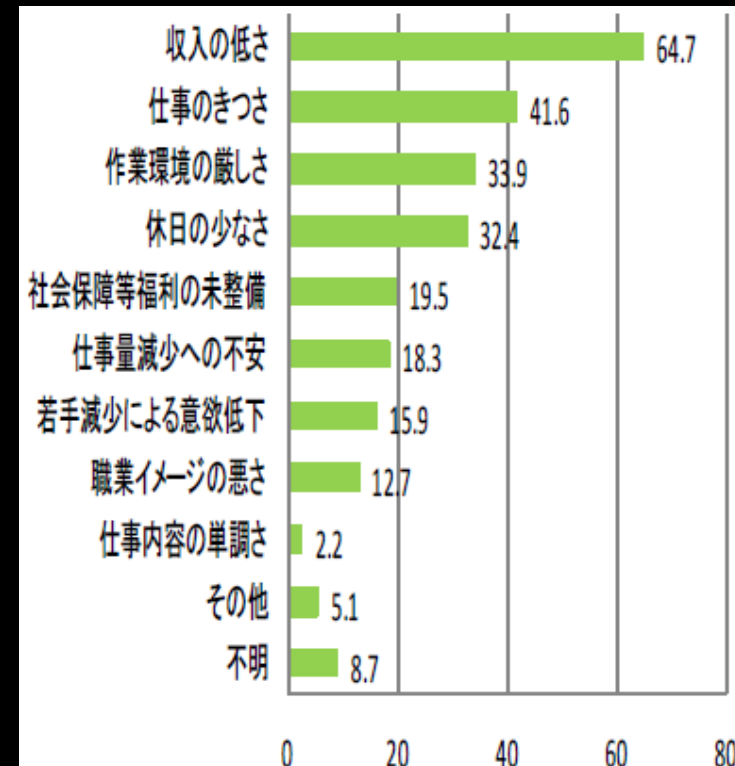


図23 若手・中堅の建設技能労働者が離職する原因

労働環境の話

業務時間と休日数

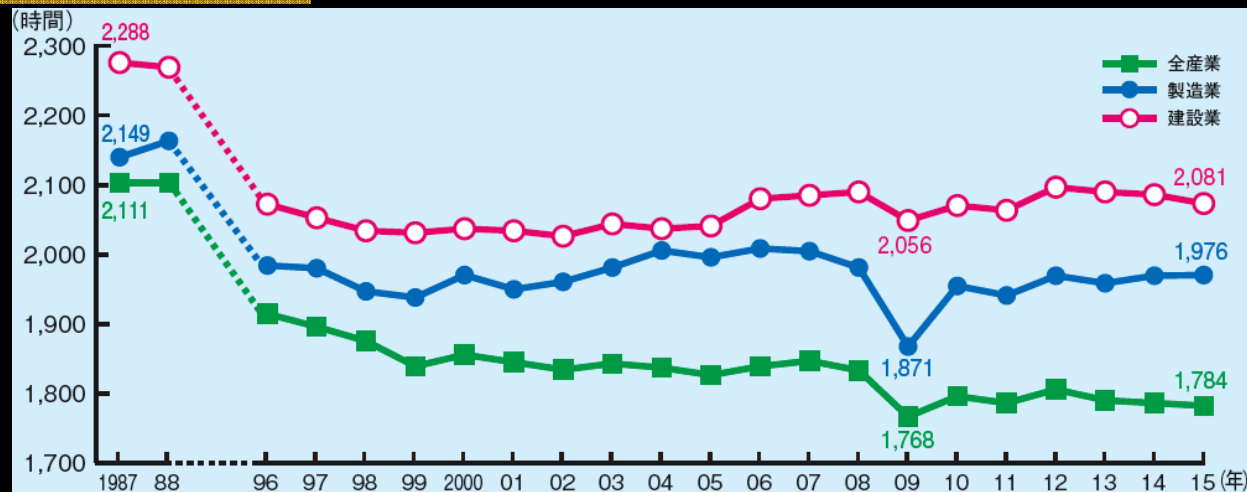


図24 年間労働時間

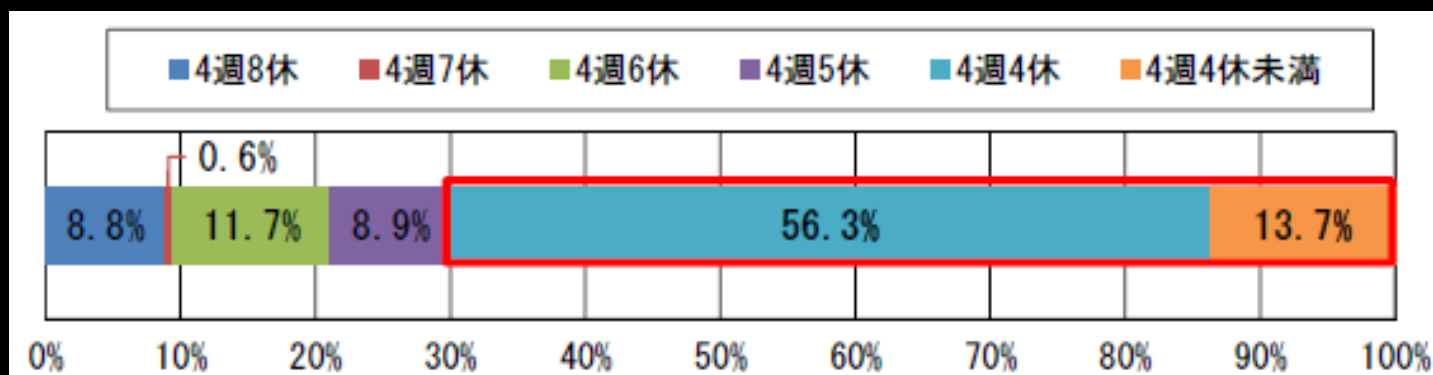


図25 就業者中に占める女性の比率

労働環境の話

産業別女性就業率

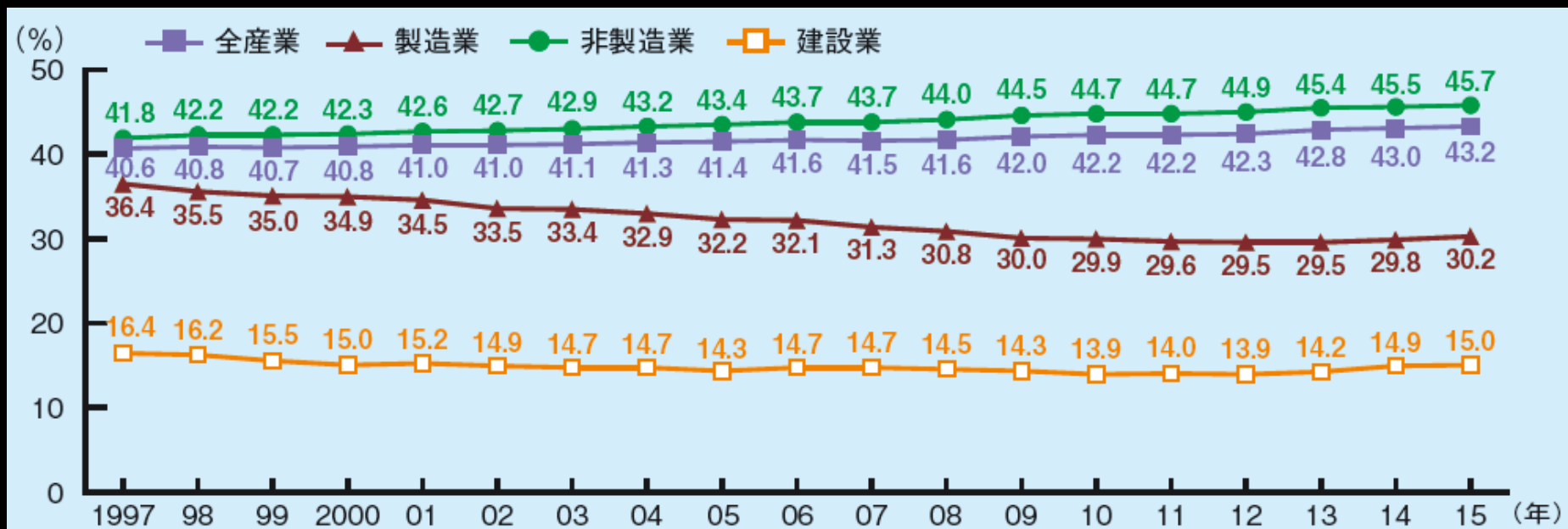


図26 就業者中に占める女性の比率

労働環境の話

安全性

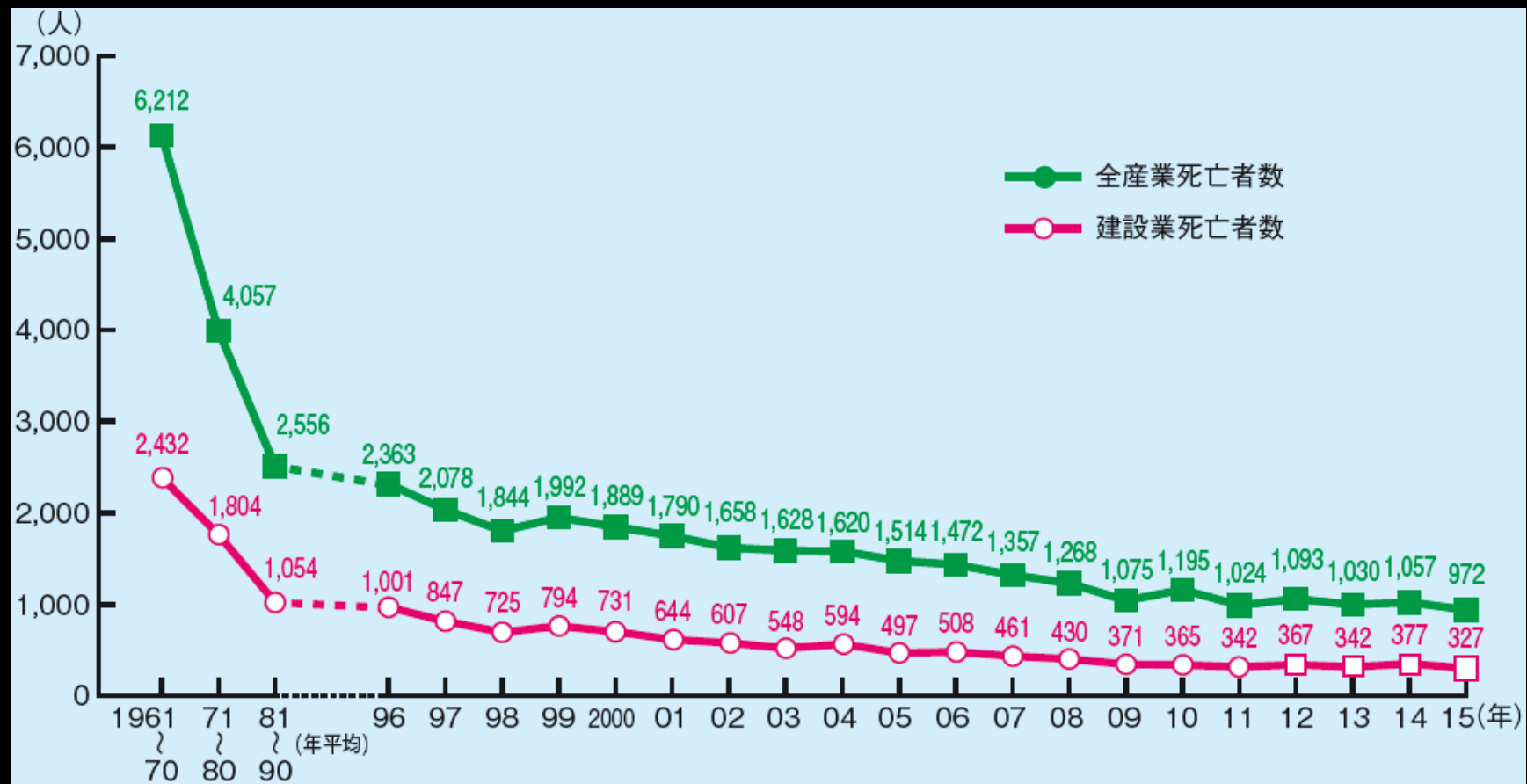


図27 労働災害発生状況の推移

労働環境の話

- 業務効率化による残業時間の削減と、休日の取得
- ルーティンワークからの脱却
- 創造性を求められる土木業の再創造
- 人の輪問題の解決による安全性の向上

従来のCADオペレータの概念を越えた領域への挑戦

ビジネスモデル の話

従来

- 新規インフラ整備重視
- 部分最適（施工費用）
- アナログ式管理
- 国内指向
- 国内規格（JIS規格など）
- モノや能力を個々に提供
- 各々での効率化

これから

- インフラメンテナンスの重要視
- 全体最適（ライフサイクルコスト）
- ICT活用によるデジタル式管理
- 海外への積極展開
- グローバルスタンダード（ISOなど）
- モノを繋いだ能力を**パッケージ化**
- 基準に従った効率化

ビジネスモデル の話

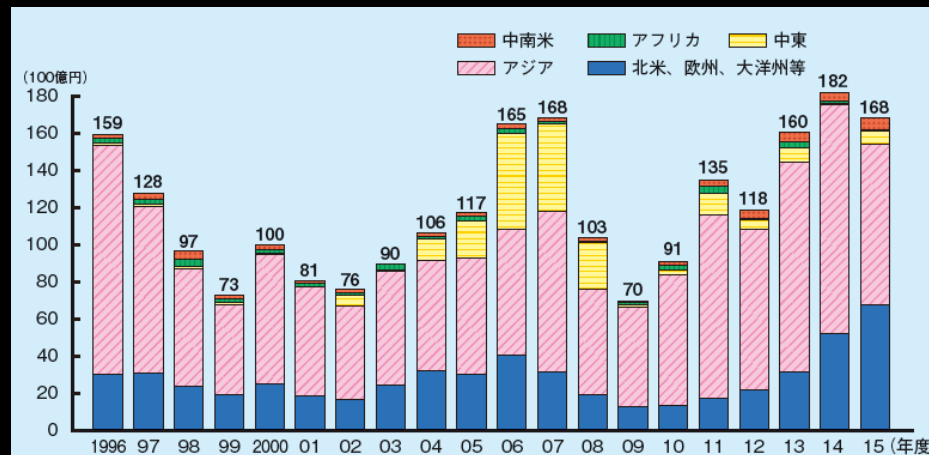


図28 海外受注工事の推移

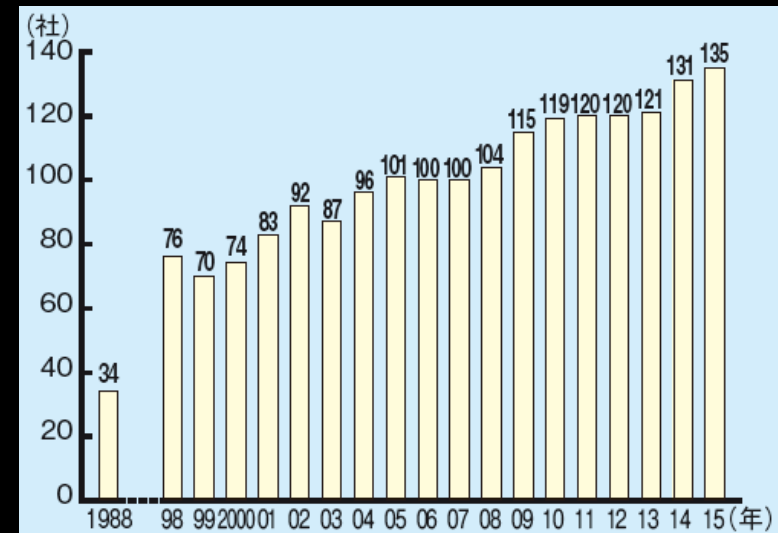


図29 日本国内の外国企業数（建設業）

【参考情報】 2012年における国外売上高の比率

1) 欧州 : 62.1% 2) 米国 : 78.0% 3) 日本 : 13.5%

*1)は、大手11社 2)は、大手2社 3)は、大手4社からの参考値

ビジネスモデル の話

産業別生産性の比較

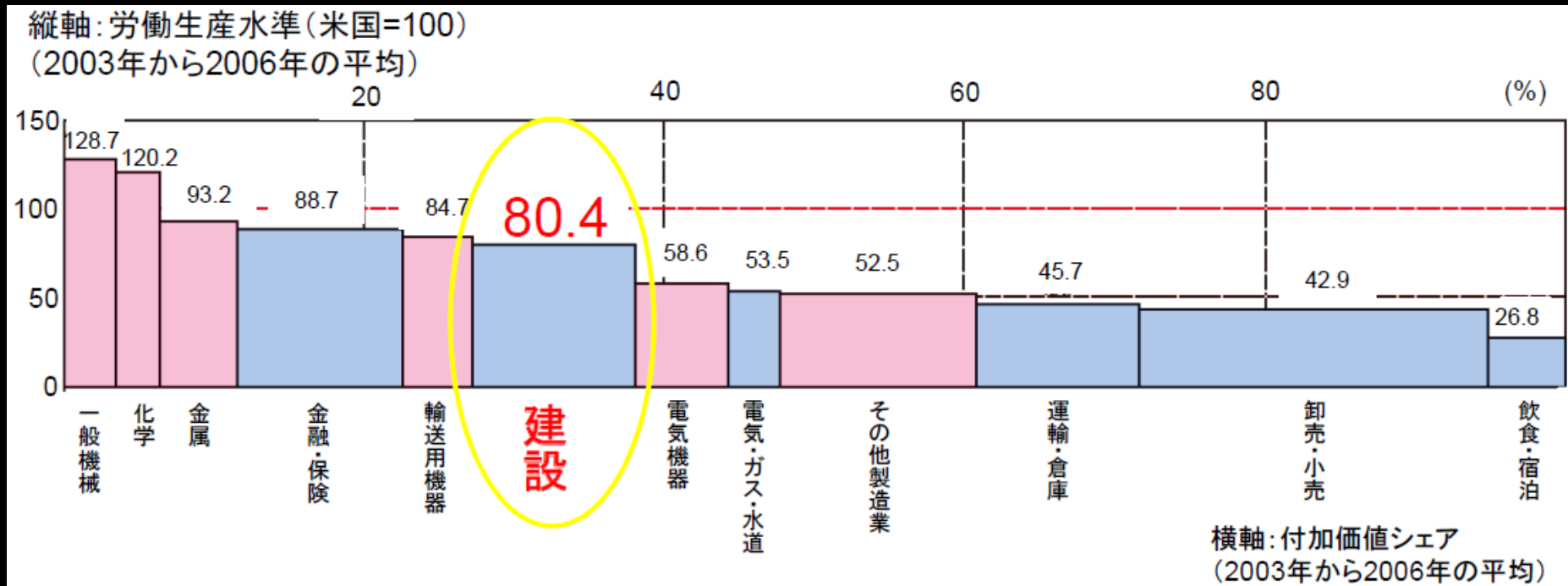


図30 我が国の産業別労働生産性水準(対米国比)

ビジネスモデル の話

例：鉄道車両ビジネス

日本に海外メーカーが普及しない理由
＝ 海外で日本メーカーが普及しない理由

- 独自の各種システムの基準
- 海外新規技術の積極的採用
- 技術の海外展開
- グローバルサプライチェーンからの離脱
- 規準・標準作成の参画活動への出遅れ (IFC-Railway)

企業連合体(JV)での提案スタイルで、受注へ繋ぐ

2. BIM / CIMについて

BIMとは？

Building Information Modelingの略称であり、標準化された3次元のプロダクトモデルを中心に、様々なソフトウェア群がデータを一元的に共有・活用しながら統合的に設計・施工・維持管理を進めていくという新しい仕事の方法である。3次元プロダクトモデルとは、単なる3次元CADデータによる形状情報だけではなく、オブジェクト指向技術に基づく各種属性情報をデータとして貯蔵し、名称や仕上げ、材料・部材の仕様・性能、コスト等様々な情報を包括するマネジメント手法である。

BIMとは？

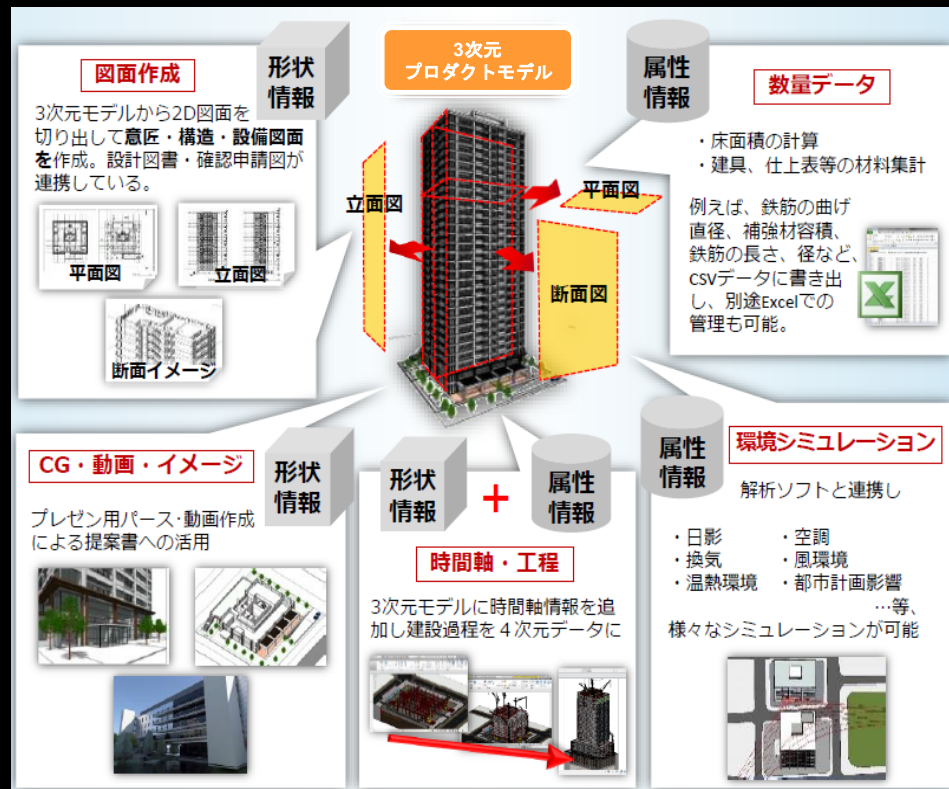


図31 BIM概念図

プロダクトモデル

- 単なるCADデータの互換フォーマットではなく、製品や構造物の全体から部品・部材レベルにわたり形状や材料、仕様、部材間の関係などの情報をオブジェクト指向技術に基づいて表現した汎用的なデータモデル(仕様)

形状情報

- 物の形状を表す幾何データ (モデル) (3D CADデータなど)

属性情報

- 個別のモノを集めて概念化し、抽象化された一つの言葉をクラスと呼び、それらに基づく実体をインスタントと呼ぶ。各インスタンスを特徴付ける情報を属性(アトリビュート/プロパティ)と呼ぶ。

BIMとは？

オブジェクト指向技術とイメージ

オブジェクト指向技術

- 物をモノとして定義し、それらに属性や振る舞いを設定し、それらの相互作用によりシステムを構築していく技法。

クラス（抽象化）

橋梁

アトリビュート（属性）

+ 橋名
+ 位置
+ 橋長（寸法）
+ 完成年月日
+ 管理者
+ 施工会社
+ 主な材料

インスタンス（実体）

レインボーブリッジ



横浜ベイブリッジ



東京ゲートブリッジ



- ISO-STEP
 - プロダクトモデルに関するISO基準である、ISO10303の俗称であり、Standard for the Exchange of Product model data (プロダクトモデルデータ交換に関する基準)の略である。プロダクトモデルを曖昧さをなるべく排除し、形式的に記述する言語としてEXPRESS言語の記述方式を定めている。また、スキーマ(構造物について一般化されたプロダクトモデル)を図で表現する際は、図式言語であるEXPRESS-Gを用いて記載する。
- IFC (Industry Foundation Classes)
 - ISO16739で定め**建築構造物のプロダクトモデル**の仕様を定めた規格。ISO-STEPのEXPRESS及び、EXPRESS-Gの規定に従っており、これによりビルディングに関するプロダクトモデルのデータを様々なソフトウェアがインポートしたり、エクスポートしたり出来る様になった。(IFC-Road、IFC-Railwayなど)

BIMとは？

土木・建築学の棲み分け

日本の土木工学 (社会基盤施設)

1. 構造
2. 水理・水文
3. 土質・地盤
4. 交通、計画、**景観設計**
5. コンクリート、材料
6. 施工、建設マネジメント
7. 環境

欧米の土木工学
Civil Engineering

日本の建築学 (ビル・家屋)

1. 意匠、計画
2. 構造・地盤
3. 設計・環境

欧米の建築学
Architecture

BIMとは？

なぜBIMは、建築で普及したのか？

- 規格が設定され、基準が出来たから
- IFCは、元々ビルの国際標準を創る動きから始まったから
- ソフトウェアベンダーの積極的対応
- buildingSMARTやIAIなど国際的な業界コンソーシアムの設立
- マーケットニーズへの対応

土木への対応が、待ち望まれていた

CIMとは？

Construction Information Modelingの略称であり、計画・調査・設計段階から3次元モデルを導入し、その後の施工、維持管理の各段階においても3次元モデルに連携・発展させ、あわせて事業全体にわたる関係者間で情報を共有することにより、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図るものである。3次元モデルは、各段階で追加・充実され、維持管理での効率的な活用を図り、LCC(ライフサイクルコスト)を改善する新しい仕事の方法である。

CIMの概念

3Dモデルの比較

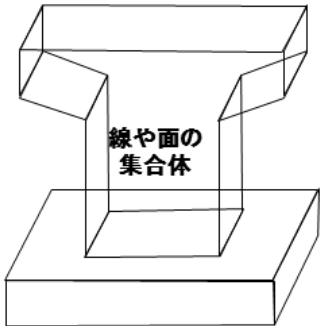
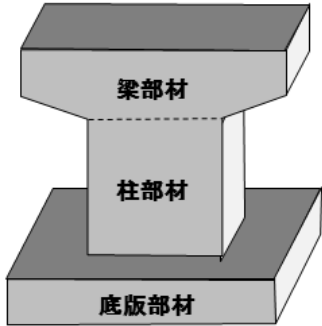
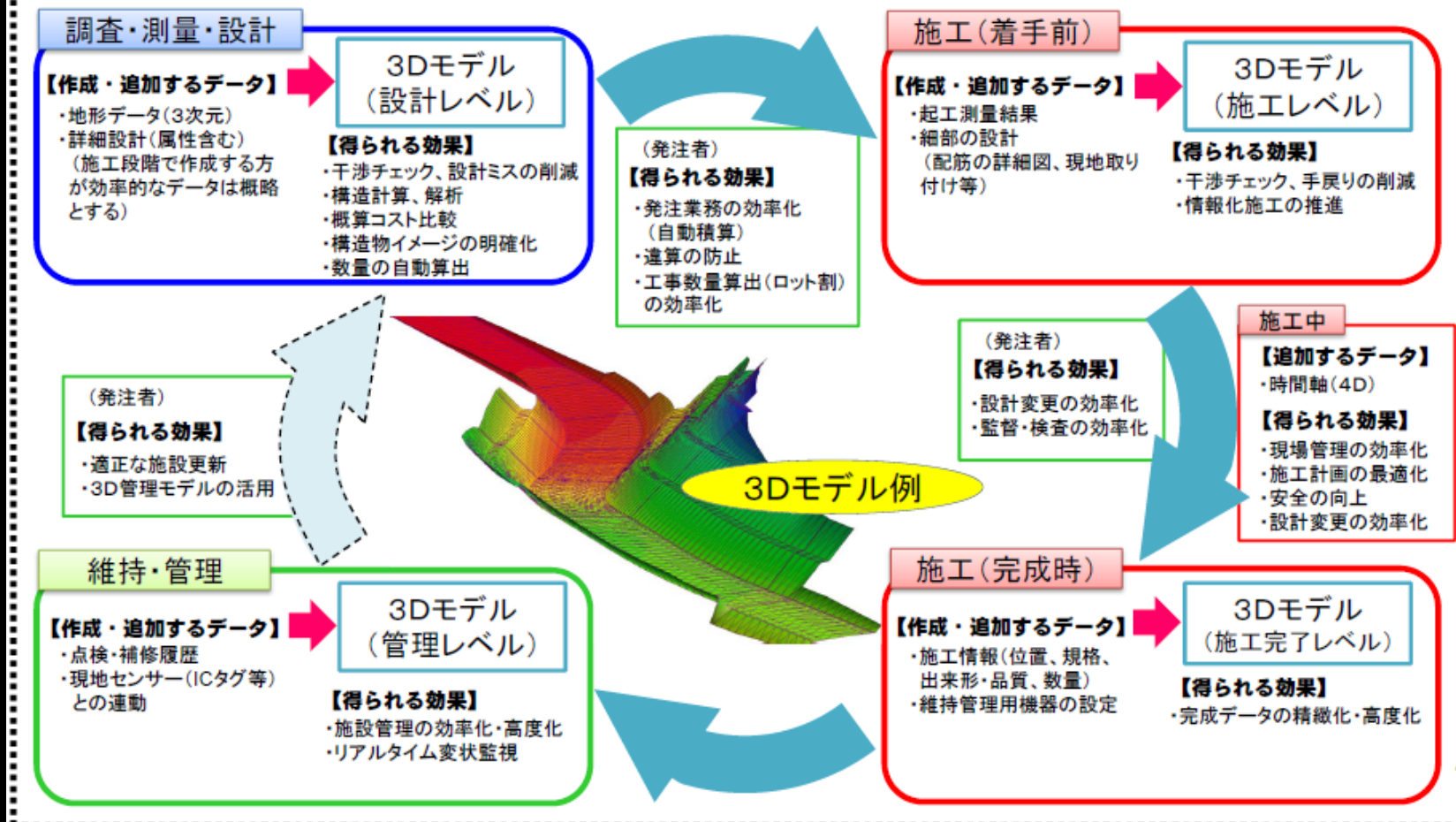
従来の3次元モデル (3D CAD)	将来的な3次元モデル (CIM)
<p>幾何学的な形状の集合体</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2次元図面を電子化したもの ・形状情報しか有しない  <p>線や面の 集合体</p>	<p>構造物・部材の集合体</p> <ul style="list-style-type: none"> ・形状・属性情報を持つ、3次元モデル ・ソフトで、構造物を認識出来る  <p>梁部材 柱部材 底板部材</p>
<p>形状情報</p> <p>線形データ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・線種 (line、Circle…) ・始点座標 (X、Y、Z) ・終点座標 (X、Y、Z) ・レイヤー、色、幅… 	<p>形状情報 + 属性情報</p> <ul style="list-style-type: none"> ・部材の種類 (梁、柱、底板など) ・部材サイズ ・属性 (材質、強度、面積、体積など)

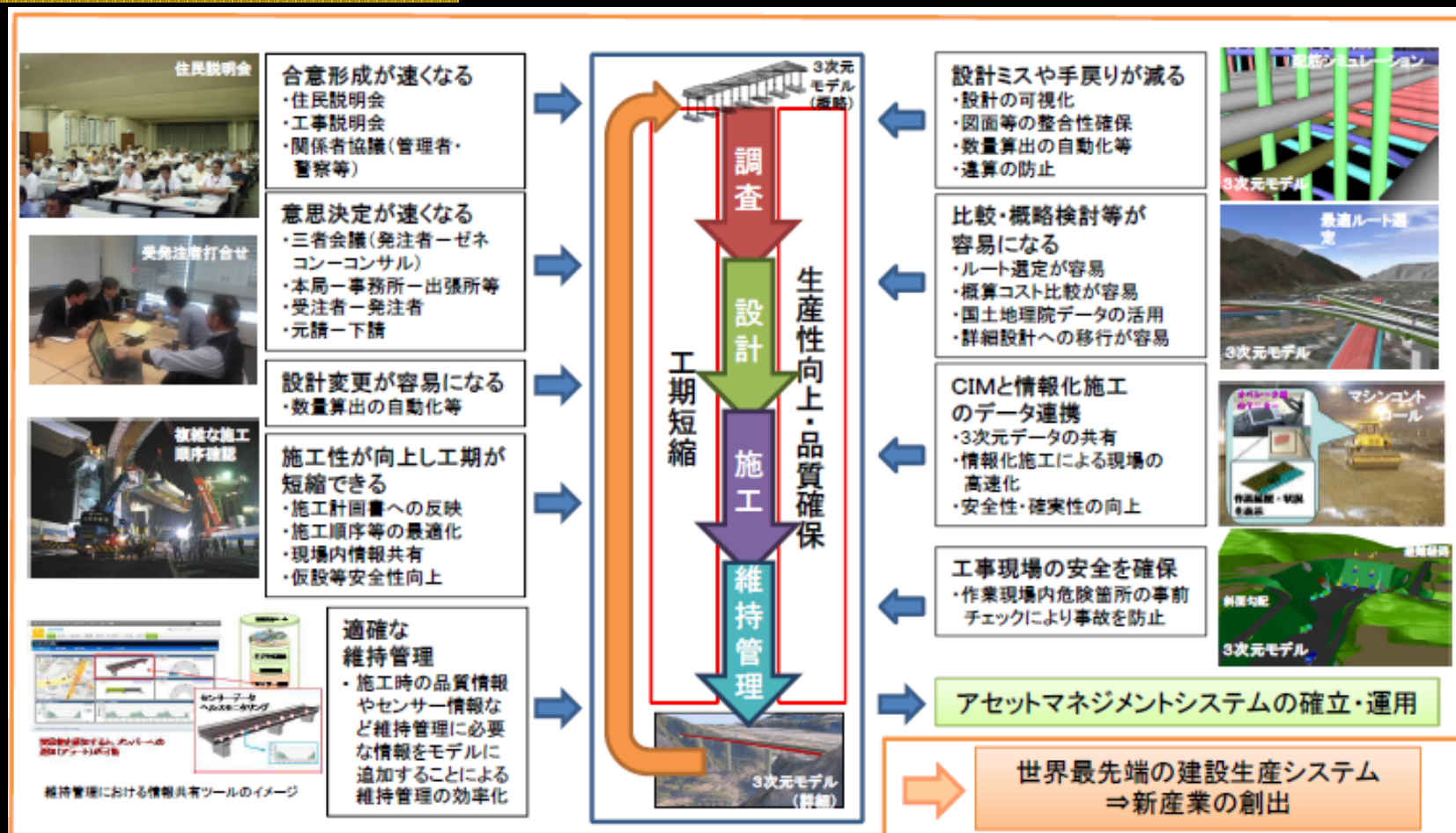
図31 BIM概念図

CIMの概念

3Dモデルの連携・段階的構築



CIM導入の効果



CIM導入の効果

3Dモデルの地元説明への活用

設計

- 地元説明会において3Dモデルを活用し、計画の説明を実施
- 特に模型は地元の方の反応も良く、計画の理解促進に寄与

3Dモデルをスクリーンに投影



3Dモデルを提示(PC画面のスクリーン投影)しながら、計画変更箇所を説明

3Dプリンタで出力した模型



これ(3D模型)があるから
良く分かるわあ！！

3Dモデルを3Dプリンタで出力した模型を活用し、道路や水路の高さを説明、復旧方法を議論

2014.02.12 安芸津BP 地元説明会

CIMガイドライン

CIM導入ガイドラインの内容



CIM導入ガイドライン骨子(目次構成)

第1部 共通編

1章 総則

- 1.1 CIM導入の目的、導入方針
- 1.2 当面・将来の目指す姿
- 1.3 CIMの効果的な活用方法
- 1.4 CIMモデルの考え方・詳細度
- 1.5 CIMモデルの提出形態
- 1.6 用語の解説

2章 測量

- 2.1 設計に求められる地形モデル(精度等)
- 2.2 地形モデル等の作成方法
- 2.3 地形モデル活用のための測量方法

3章 地質・土質

- 3.1 設計に求められる地質・土質モデル
(種類、データ構成等)
- 3.2 地質・土質モデルの作成方法
- 3.3 分野別の留意事項

- 全てを義務化するものでなく、流動的な運用、対応を可能とし、導入時点(H29～)に必要な仕様、目安等を明記する。
- 導入(H29)以降も、運用状況、検証結果に基づき、適宜改定する。

第2部 各分野編 (土工、河川、ダム、橋梁、トンネル)

1章 総則

- 1.1 適用範囲
- 1.2 モデル詳細度
- 1.3 CIMの効果的な活用方法

2章 調査・設計

- 2.1 事前準備
- 2.2 モデルの作成仕様(形状、属性情報等)
- 2.3 2次元図面の取扱い

3章 施工

- 3.1 事前準備
- 3.2 モデルへの施工情報の付与
- 3.3 出来形計測への活用等
- 3.4 監督検査への活用
- 3.5 2次元図面の取扱い

4章 維持管理

- 4.1 維持管理でのCIM運用の考え方
- 4.2 既存システム等との連携の考え方
- 4.3 新たな点検・計測技術等の展開を踏まえたCIMの活用方向性

5章 設備



CAT® CONNECT



CIMガイドライン

国際標準化の対応



■実施計画

○国際標準化の対応の必要性(目的)

- ・異なるソフトウェア間における3次元モデルのデータ連携(交換)、共有の確保
- ・土木分野における建設産業の海外展開、インフラシステム輸出等への対応

○委員会・WGの検討計画

- ・国際標準化の対応について、これまでの関係団体の活動経緯等を基に、検討に関わるメンバー、各々の役割を明確化したうえで、**日本としての体制を構築する。**
- ・国際標準化に関わる動向を共有し、**日本としての対応方針を策定**のもと、計画的な対応を進める。

(国際標準化に関する動向)

□国際検討組織

- ・buildingSMART International*1(bSI)が先行し、IFC*2と呼ばれる規格を検討中
- ・IFCの検討として、BIM(建築)分野では2013年にISO16739として標準化された

□IFCの主な検討状況

土木分野では、下記の検討が進められている

線形 (Ifc-Alignment)、道路・鉄道 (Ifc-Road & Railway)、橋梁 (Ifc-Bridge)、トンネル (Ifc-Tunnel)

□現在の国内の検討組織

(一社)buildingSMART Japan (旧IAI日本) が、bSIの日本支部の位置づけとして、主体的に対応

*1 buildingSMART International

建築、土木業界における情報の共有化、相互運用を目的としたIFCの策定、普及に取り組んでいる国際的な非営利組織(現在、日本を含め16機関が参加)

*2 IFC (Industry Foundation Classes)

建物の形状や寸法とともに、部材の種類や仕様などの「属性情報」を含んだ「共有オブジェクトモデル」を通じて各種ソフト間をつなぎ、相互運用を可能にするための国際標準フォーマット



CAT® CONNECT



CIMガイドライン

入札契約制度検討



■ 入札契約方式の現況

品確法改正 (平成26年6月): 工事の性格、地域の実情に応じて、入契方式が選択可能に
公共工事の入札契約方式の適用に関するガイドライン (平成27年5月): 多様な方式を紹介
国土交通省直轄工事における技術提案・交渉方式の運用ガイドライン (平成27年6月)

《多様な入札契約方式》

- ・事業促進PPP方式
- ・設計・施工一括発注方式(DB)
- ・技術提案・交渉方式(ECI等)

《実施状況等》

- ・事業のスピードアップや施工方法の改善に一定の効果
- ・設計・施工一括発注の件数減少
- ・新たな方式についても実績がまだ少ない

《CIM活用検討》

- ・設計・施工検討の合理化・効率化
- ・地元説明(計画説明、工事説明)、関係機関協議の円滑な実施
- ・干渉チェックなどリスク管理
- ・出来形管理の効率化
-

⇒ コンカレントエンジニアリング、
フロントローディングの
考え方の実践

■ 平成28年度の実施計画

多様な入札契約方式の検証状況を踏まえ、**CIMの導入における考え方、**
CIMの活用策を検討する



CAT® CONNECT



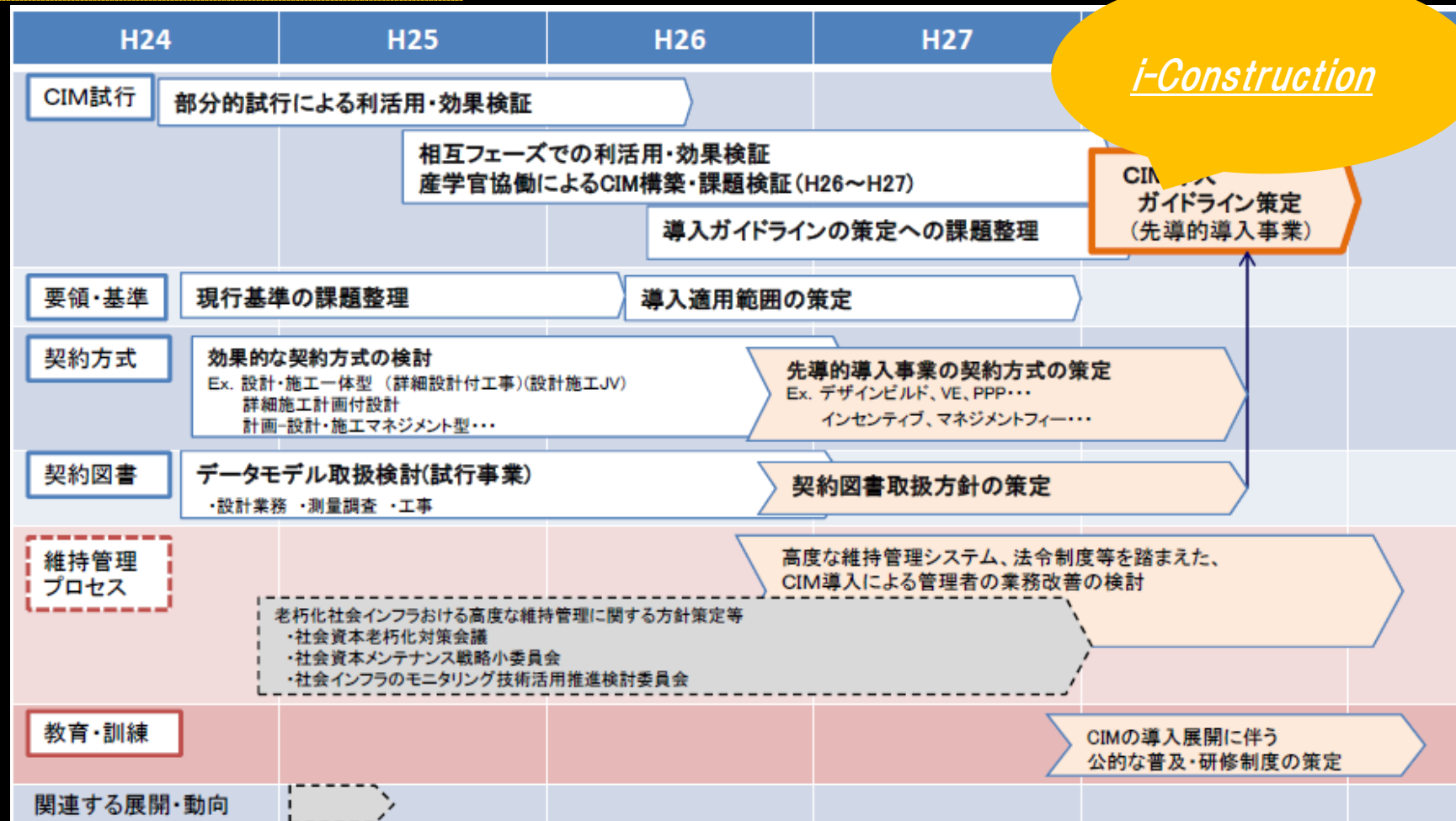
CIMガイドライン

◆主な構成(案)・・・モデリング仕様やCIMの活用方法を記載

主な構成(案)		主な記載内容(案)
共通編	総則	CIMの導入目的、段階的な導入の考え方、ロードマップ、納品方法 等
	測量	設計に求められる地形モデルの精度、地形モデルの作成方法、測量方法 等
	地質・土質	設計に求められる地質モデル(種類、属性情報等)、地質モデルの作成方法 等
各分野編	総則	適用範囲、効果的な活用場面・方法、モデル詳細度の考え方 等
	設計	CIMモデルの作成仕様(形状、属性情報等) 等
	施工	CIMモデルへの施工情報付与、出来形計測・監督検査への活用 等
	維持管理	維持管理での活用の考え方、既存システムとの連携の考え方 等
	設備	(今後検討:設備モデルの活用場面、活用方法 等)

H26年度	H27年度	H28年度	H29年度
	産学官CIM検討	CIM導入ガイドライン策定	CIM導入・展開
	・ガイドライン骨子作成 ・"素案作成(橋梁等)	・ガイドライン作成 ・H29年度以降のCIMを先導的に導入する事業の 考え方・普及の目標及び進め方の整理	導入事業の考え方、普及の 目標及び進め方に 基づく導入・展開

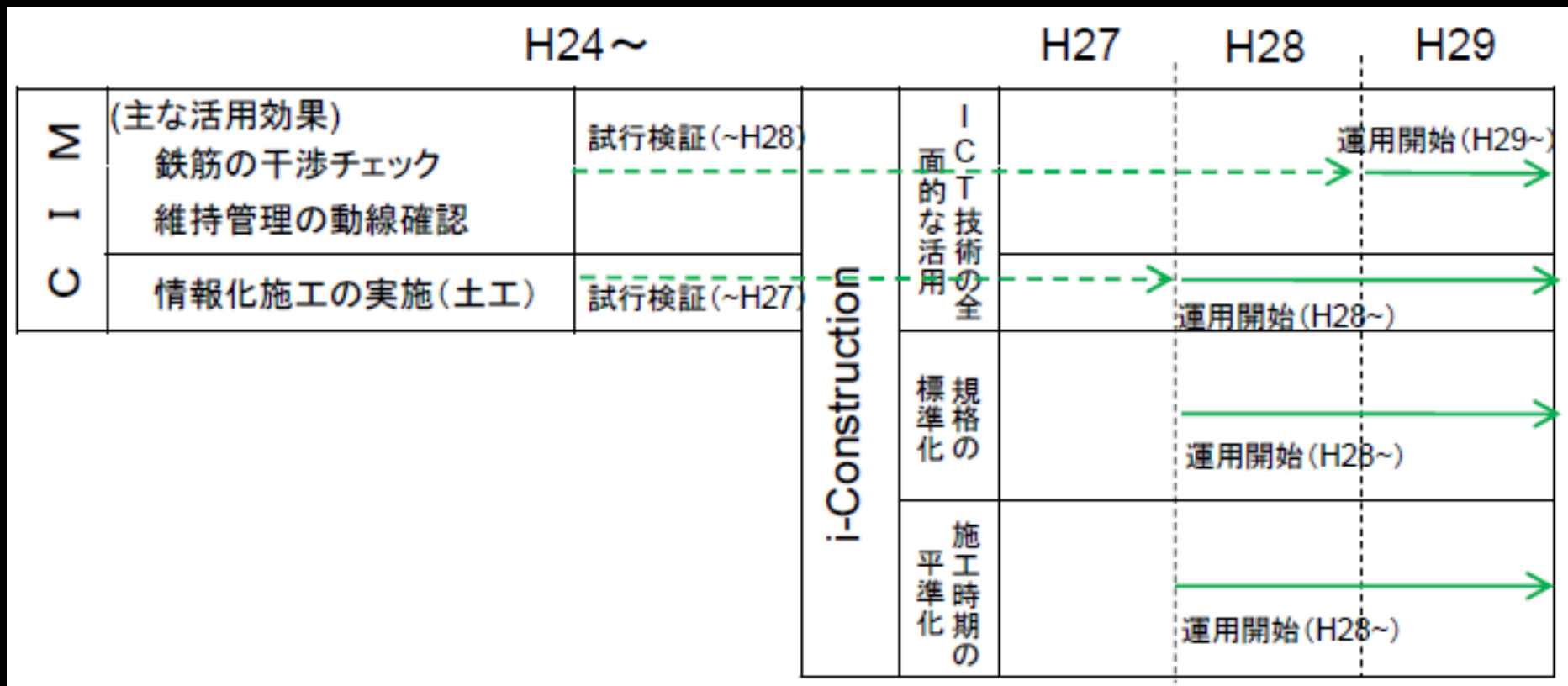
CIM導入ロードマップ



i-Construction

CIM導入ロードマップ

CIMとi-Constructionの関係



機械に繋がるデータ流れをフォーカス

CIMとは？

- BIMの考えに基づいた日本独自の土木マネジメント手法
- 海外ビジネスでの競争力の強化にフォーカス（基準・スタイル）
- 規格、ガイドラインの整備は、完了していない
- ランニングスタディー・チェンジのスタイルで推進
- 平成28年よりCIM導入に向けた新基準の整備をスタート（i-Constructionに関する15の新基準）

先行導入的テスト版CIM = i-Construction

3. i-Constructionについて



CAT® CONNECT



i-Conの概要

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こ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

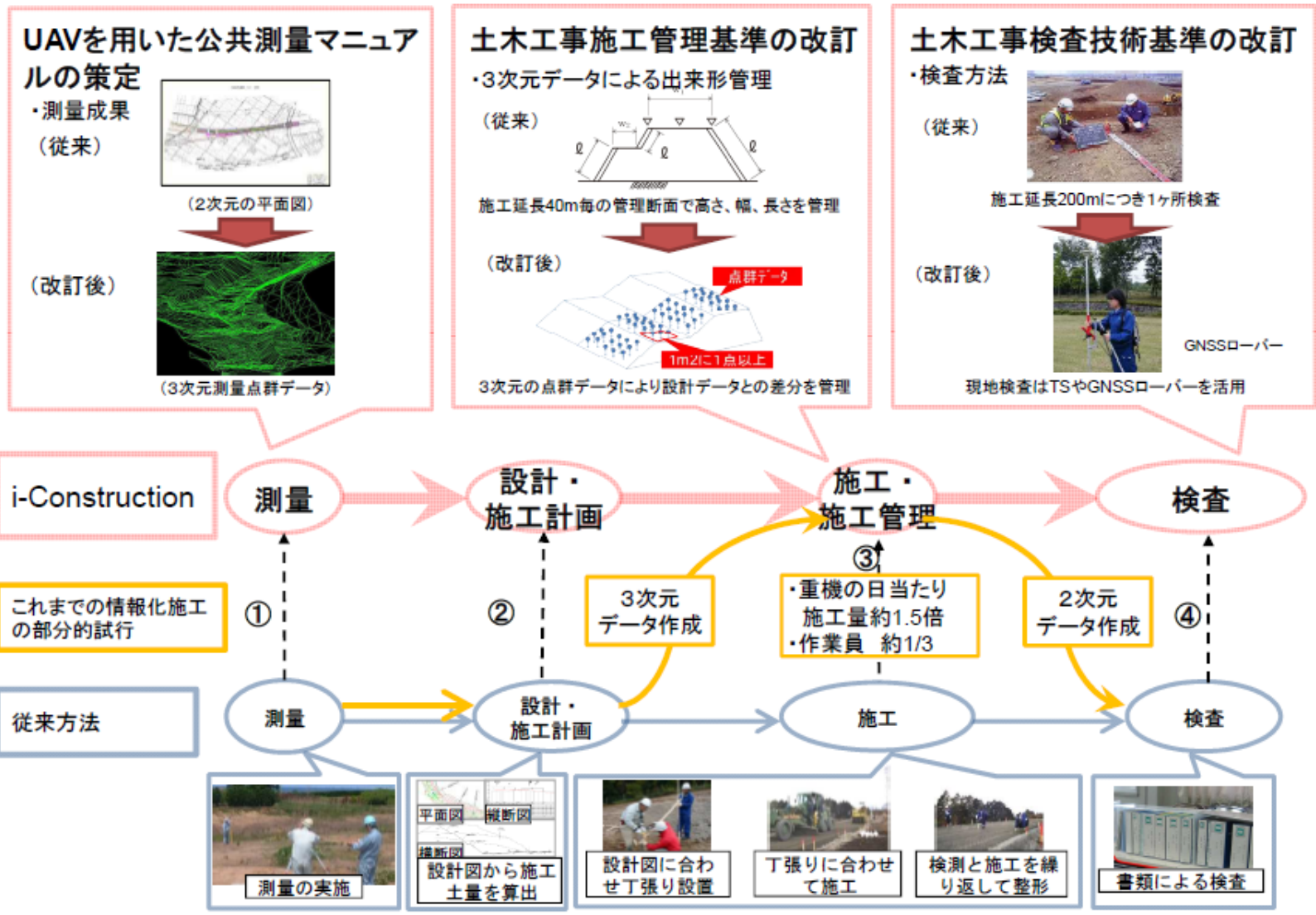
i-Constructionの目指すもの

- 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

15の新基準

		名称	新規	改訂	本文参照先(URL)
調査・測量、設計	1	UAVを用いた公共測量マニュアル(案)	○		http://psgs2.gsi.go.jp/koukyou/public/uav/index.html
	2	電子納品要領(工事及び設計)		○	http://www.cals-ed.go.jp/cri_point/ http://www.cals-ed.go.jp/cri_guideline/
	3	3次元設計データ交換標準(同運用ガイドラインを含む)	○		http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/design.html
施工	4	ICTの全面的な活用(ICT土工)の推進に関する実施方針	○		http://www.mlit.go.jp/common/001124407.pdf
	5	土木工事施工管理基準(案)(出来形管理基準及び規格値)		○	http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou/pdf/280330kouji_sekoukanrikijun01.pdf
	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)	○	○	http://www.nilim.go.jp/lab/pbg/theme/theme2/sr/suryo.htm http://www.mlit.go.jp/common/001124406.pdf
	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)	○		http://www.nilim.go.jp/japanese/standard/form/index.html
	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)	○		http://www.mlit.go.jp/common/001124402.pdf
	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)	○		http://www.mlit.go.jp/common/001124404.pdf
検査	10	地方整備局土木工事検査技術基準(案)		○	http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou.html
	11	既済部分検査技術基準(案)及び同解説		○	http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou.html
	12	部分払における出来高取扱方法(案)		○	http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou.html
	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)	○		http://www.mlit.go.jp/common/001124403.pdf
	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)	○		http://www.mlit.go.jp/common/001124405.pdf
	15	工事成績評定要領の運用について		○	http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou.html
積算基準		ICT活用工事積算要領	○		http://www.mlit.go.jp/common/001124408.pdf

ワークフローと成果物の変化



ワークフローと 成果物の変化

お客様のニーズ毎にカスタマイズされた3Dデータ(測量、設計、マシンコントロール)サポートをご提供すると共に、建設機械のIoT化を通じ車両から得られた情報を、クラウドを用いて活用する事により、建設生産プロセスを網羅するデジタル化されたソリューションをご提供し、お客様のビジネスの更なる発展に貢献します。

国土交通省が主導する
「i-Construction」に対応する
施工トータルソリューションです。

Cat Connect Construction

01 3D測量

お客様のニーズ現場状況に
適合する多彩な計測方法

- GNSS(GPS)測量機
- UAV(ドローン)
- レーザースキャナー

02 3Dデータ 作成

専用ソフトウェアで
3Dデータを容易に作成

03 事前照査

視角化されたデータで
施工前に設計・
施工計画を確認
(形状、土量計算)

04 施工

ICT建設機械が高品質・
高効率施工を実現

- 施工品質の向上
- 施工期間の短縮
- 現場作業の省力化
- 安全性の向上

05 リアルタイム 管理

クラウド(VisionLink)が現場
とオフィスを繋ぎリアルタイム
管理を実現
出来高部分払いにもお役立ち
(施工データ、機械データ)

06 納品準備～ 施工データ 管理

測量や施工に関する
全データを集約し、
納品の手続きや施工後の
メンテナンスに有効な
データを作成、保管



CAT® CONNECT



ワークフローと 成果物の変化

Step1 : 測量

狭い範囲の測量

TSやGNSS測量器を
利用した現地測量



UAVやLSを用いた量



広い範囲の測量

有人航空機を利用
した空中写真測量



条件に応じた多彩な選択が可能となった

ワークフローと 成果物の変化

Step1 : 測量



この現場が、どのようなデータになるのか？



CAT® CONNECT



ワークフローと 成果物の変化

Step1 : 測量

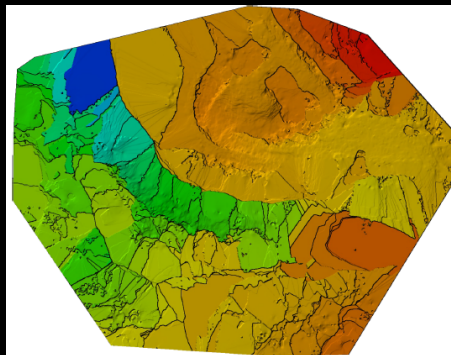
点群データ

LASファイル



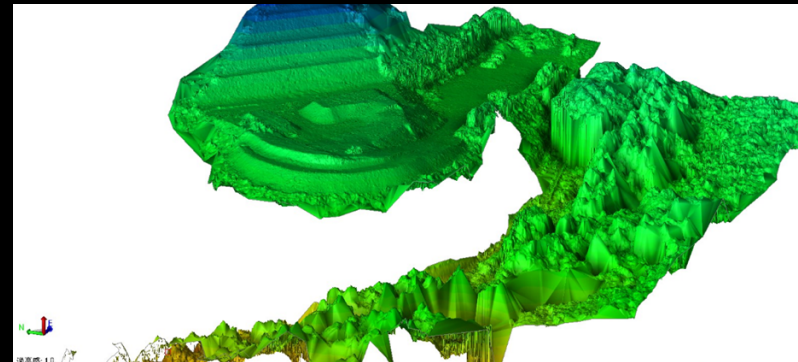
ヒートマップ

デジタルエレベーションモデル

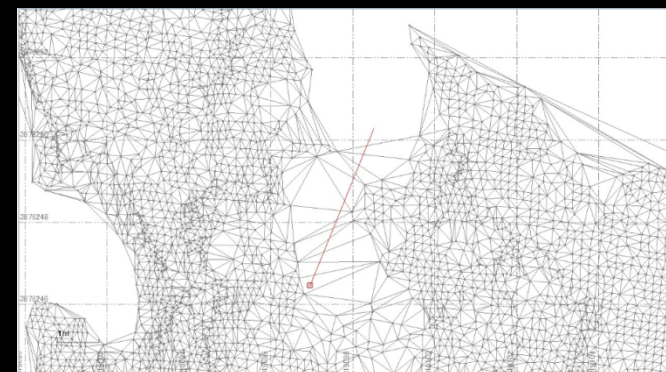


3次元測量データ

TiNデータ

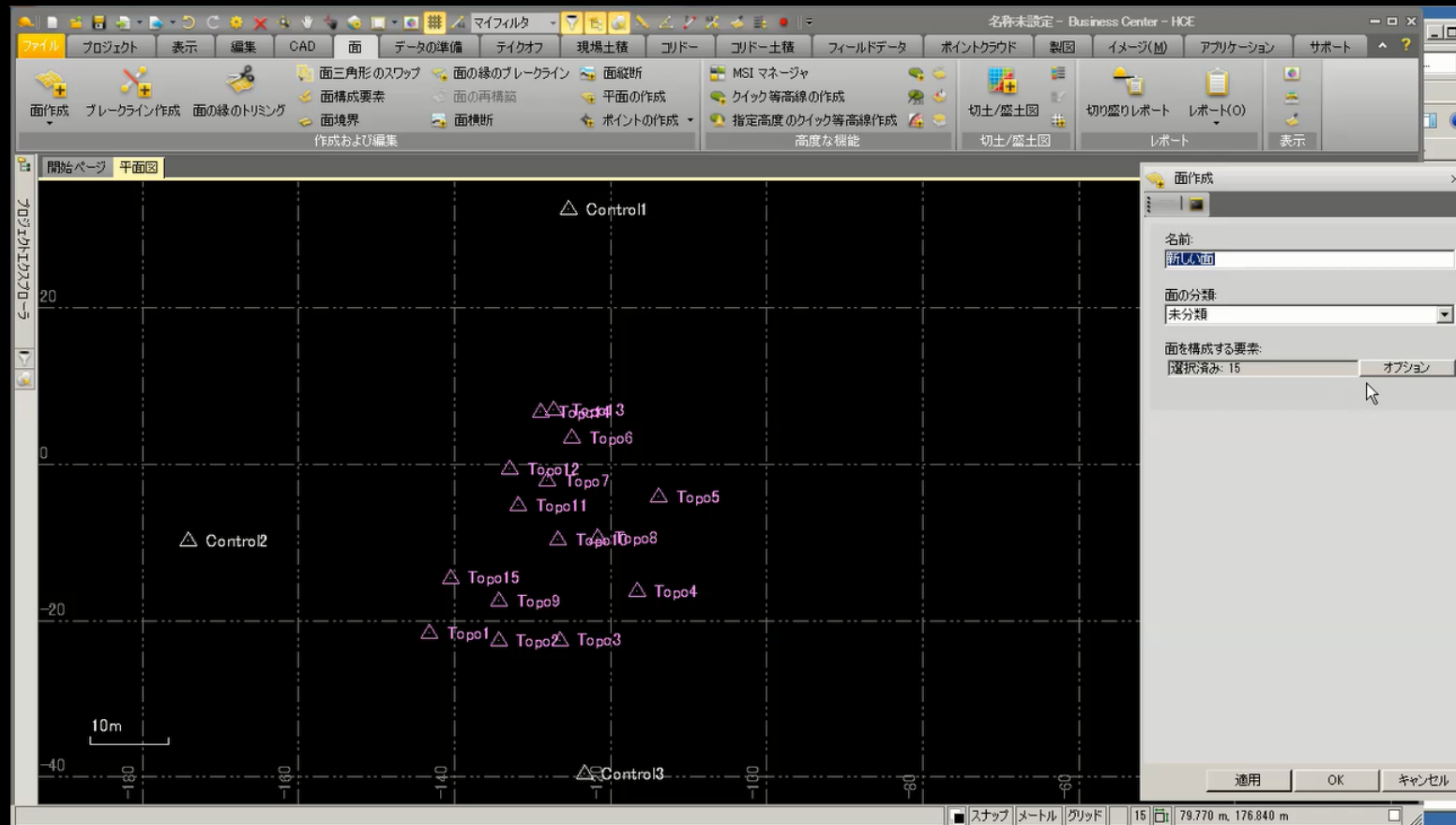


1回の測量で多彩なアウトプットが可能
縦断図、横断図の作成が不要



ワークフローと 成果物の変化

Step2 : 設計データの作成



点群データ ⇒ 線形データ ⇒ TINデータ ⇒ マシン用データ

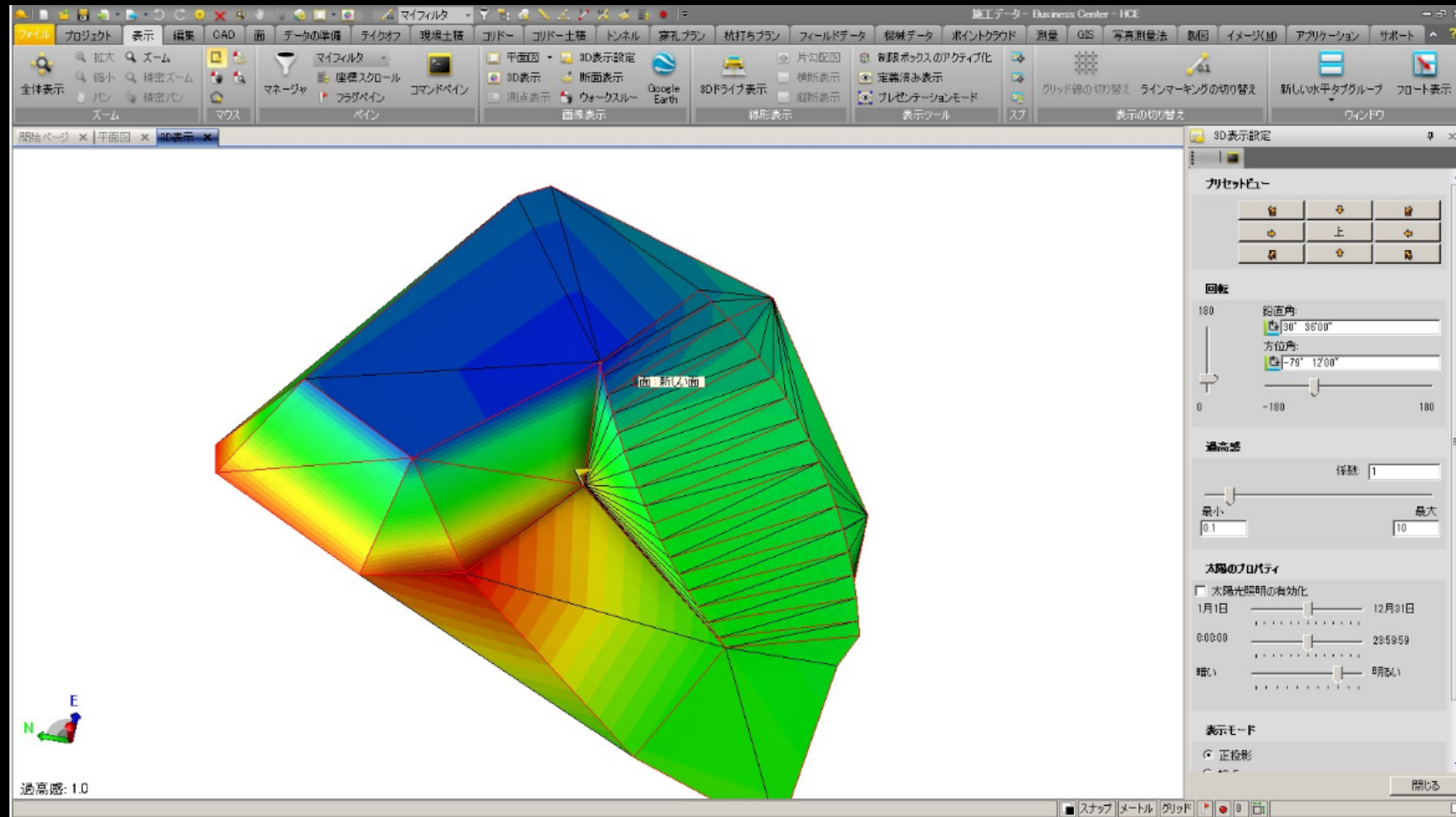
Step2 : 設計データの作成

マシンコントロール/マシンガイダンス用データ

- ・SVDファイル : 設計データ (面データ)
- ・SVLファイル : 背景図データ、レーンガイダンス用データ
- ・CFGファイル : 座標系データ *GNSSシステムを使用する場合
- ・avoid.svlファイル : 回避区域ファイル (任意)

ワークフローと 成果物の変化

Step2 : 設計データの作成



ワークフローと 成果物の変化

Step3 : 設計・施工計画の照査

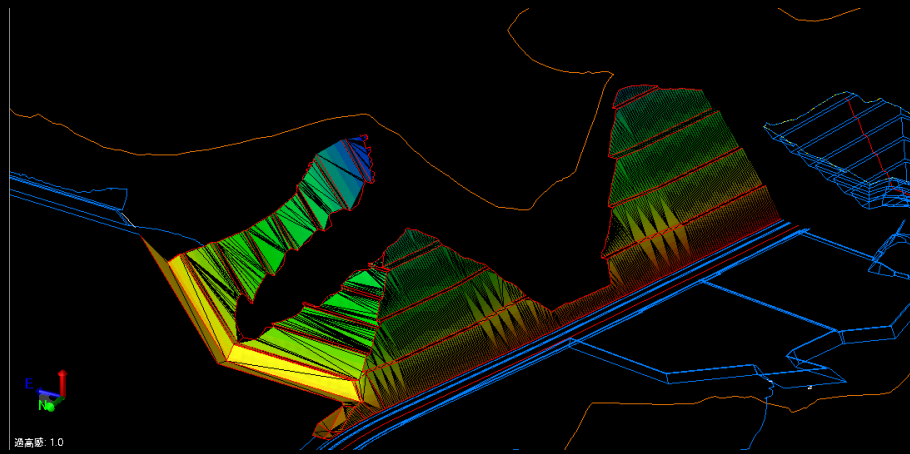


図32 3Dデータを活用した干渉や走路チェック

プロジェクトファイルデータ		座標系
名前:		名前:
サイズ:	2016/05/16 13:36:26 (UTC 9)	測地系:
変更日:	東京 (標準時)	シーン:
タイムゾーン:		シオイド:
参照番号:		水準原点:
説明:		
コメント:		
コメント:		
コメント:		
切り盛り容積レポート		
未分類面 比較対象 未分類面		
面		
BH現地座標(20160616 222523)		分類: 未分類
厚木TEST		分類: 未分類
面形状に基づく土量		
切土した材料:		5,902.4 m3
盛土した材料:		220.0 m3
余剰:		5,682.4 m3
<p>メモ: 切土表層は「厚木TEST」が「BH現地座標(20160616 222523)」よりも低い表層として定義されます。盛土表層は「厚木TEST」が「BH現地座標(20160616 222523)」よりも高い表層の容積として定義されます。</p> <p>メモ: 上記の容積は、選択した面の幾何学的配置からのみ計算されたものです。上記の数値には表層プロパティは適用されていません。</p>		
日付2016/06/30 23:15:46		プロジェクト: Business Center - HCE

図33 土量算出シュミレーション

ワークフローと 成果物の変化

Step4 : ICT建機による施工

丁張り作業や
都度確認作業
の省略による
効率化



CAT[®] CONNECT



ワークフローと 成果物の変化

Step4 : ICT建機による施工

条件 = 勾配 : 3 割勾配 (18°) / 幅 : バケット 2 杯分



スタンダード機



2D CGC 搭載機



3D アップグレード



CAT® CONNECT



ワークフローと 成果物の変化

補助金制度のご紹介



Caterpillar®の
情報化施工は
補助金対象。

先進的な省エネルギー技術を備えた建機機械の導入に
最大300万円の補助を行う事業が始まります。
キーワードは「情報化施工」と「クリーンディーゼル＝最新排ガス規制」。
キャタピラーの建機でエコノミーなエコロジー、はじめませんか？

～300万円
(最大)



- 実施期間： 2015～2020年度（予定）
- 前提条件： 2020年燃費基準100%達成建設機械
オフロード法2011年規制
オフロード法2014年規制
- 対象条件：
- ① ハイブリット機構
 - ② 情報化施工（2D、3D）
 - ③ 電気駆動
 - ④ その他の先進的省エネ技術
- 対象機種：
- ① 油圧ショベル
 - ② ブルドーザー
 - ③ ホイールローダ

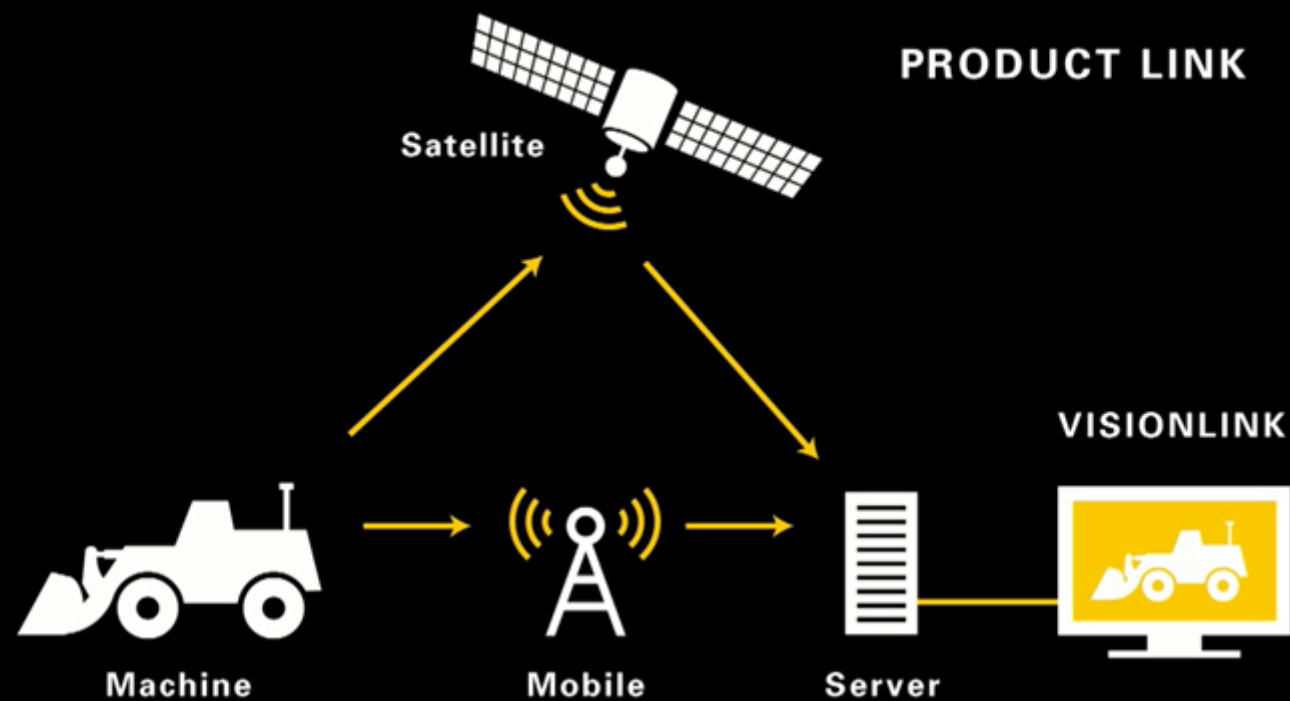


CAT® CONNECT



ワークフローと 成果物の変化

Step5 : リアルタイム施工管理



ワークフローと 成果物の変化

Step5 : リアルタイム施工管理

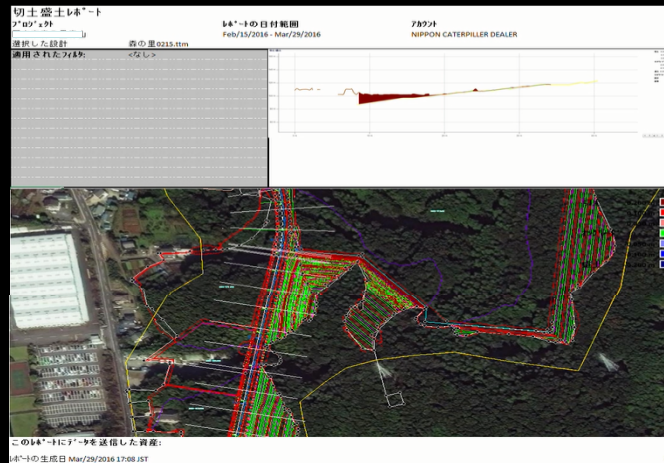


図34 定型フォーマットでの施工履歴管理

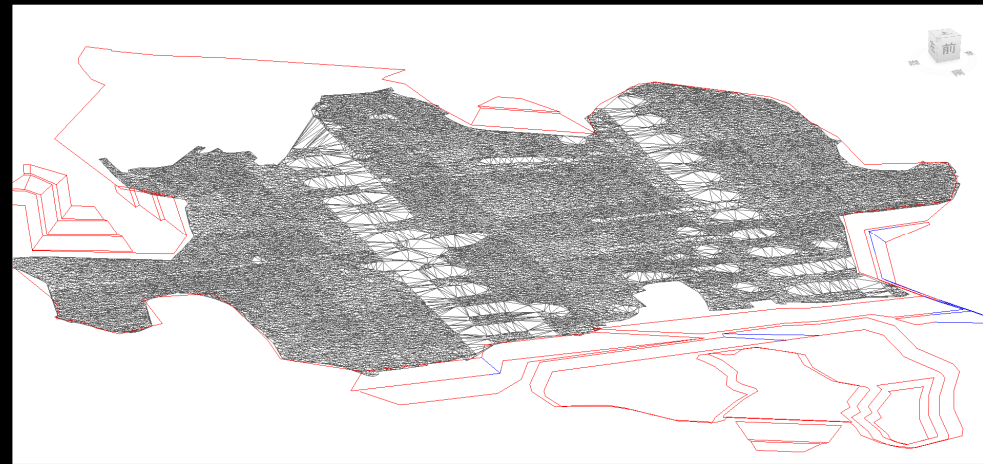


図35 座標タグデータ活用による施工レイヤーの作成

従来困難であった、“**出来高部分支払**”に対応

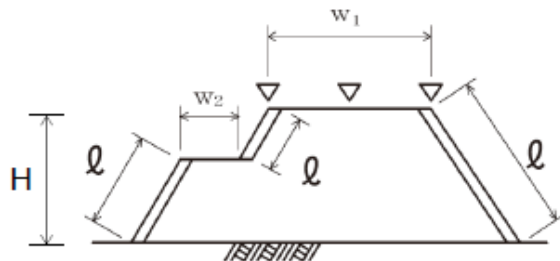
1. **施工履歴データ**による土工の出来高算出要領
2. 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領
3. レーザースキャナーを用いた出来形管理要領

ワークフローと 成果物の変化

Step6 : 検査・納品

従来

既存の出来形管理基準では、代表管理断面において高さ、幅、長さを測定し評価



<例：道路土工（盛土工）>

測定基準：測定・評価は施工延長40m毎

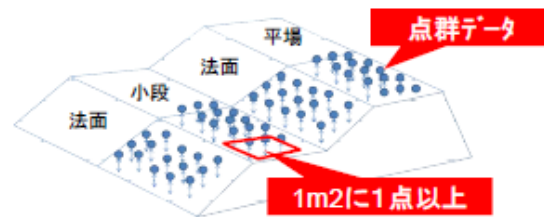
規格値：基準高(H)：±5cm

法長 (l)：-10cm

幅 (w)：-10cm

i-Construction

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

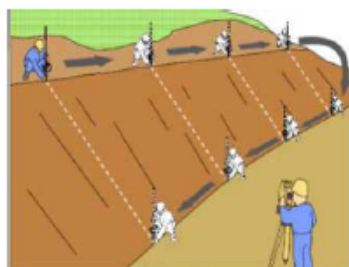
3次元データによる出来形管理への変更

ワークフローと 成果物の変化

Step6 : 検査・納品

検査日数が大幅に短縮

人力で計測



10断面 / 2 km



監督・検査要領（土工編）
（案）等の導入により、
検査にかかる日数が
約 1 / 5 に短縮
（2kmの工事の場合 10日→2日へ）

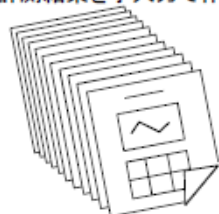
G N S S ローター等で計測



1断面のみ / 1現場

検査書類が大幅に削減

工事書類
（計測結果を手入力で作成）

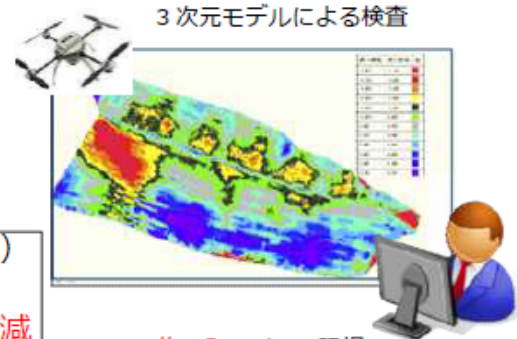


受注者
（設計と完成形の比較図表）
50枚 / 2 km



監督・検査要領（土工編）
（案）等の導入により、
検査書類が 1 / 5 0 に削減

3次元モデルによる検査



1枚のみ / 1現場

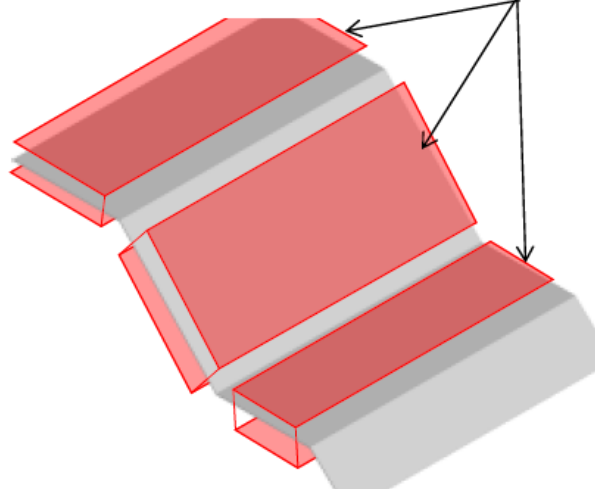
効率化と簡略化の実現

ワークフローと 成果物の変化

Step6 : 検査・納品

現況(3Dデータ)と、設計(完成3Dデータ)を比較する
事で、起工測量／出来形検査等を行う。

出来形計測箇所



出来形合否判定総括表

ソフトウェア要求仕様書Ver. 対応

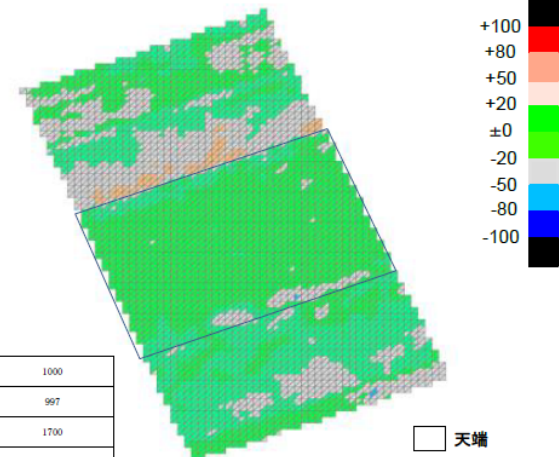
道路土工

測点 No. 1~No. 3

盛土

合否判定結果 異常値有

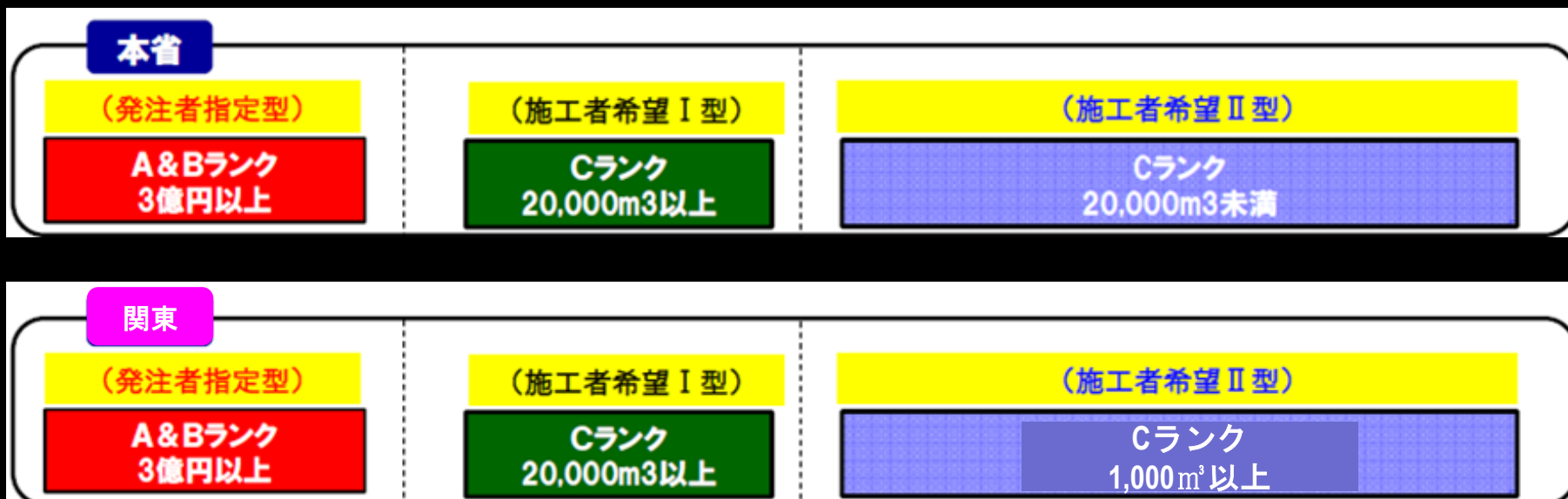
規格値	判定	測点	
±50mm	異常値有		
±100mm			
±100mm	異常値有		
1点/m2以上 (1000点以上)			
評価面積	1000m2		
棄却点数	0	0.3%未満 (3点以下)	異常値有
法面 標高較差			
平均値	7mm	±80mm	
最大値(差)	92mm	±140mm	
最小値(差)	-60mm	±140mm	
データ数	1700	1点/m3以上 (1700点以上)	
評価面積	1700m2		
棄却点数	0	0.3%未満 (5点以下)	



天端の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1000
	規格値の±50% 以内のデータ数	997
法面の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1700
	規格値の±50% 以内のデータ数	1360

ICT活用工事の 発注方法

・関東地方整備局の場合



※ICT活用工事設定していない一般土木工事(1,000m³未満等)についても協議によりICT活用工事の設定が可能

- ◆ICT活用工事
 - ①3次元起工測量
 - ②3次元設計データ作成
 - ③ICT建機による施工
 - ④3次元出来形管理等の施工管理
 - ⑤3次元データの納品

ICT活用工事の 発注方法

・関東地方整備局の場合

土木(対象工種)を含む「一般土木工事」

○河川土工、砂防土工、海岸土工、道路土工(掘削工、盛土工、法面整形工)を対象とし、対象工種を出来形管理基準及び規格値(従来管理)により出来形管理する工事。

入札公告時に
「ICT活用工事」に設定
※土工量1,000m³以上

予定価格が
3億円以上

No

土工量
20,000m³以上

No

Yes

Yes

【施工者希望Ⅰ型】

《①～⑤を全面活用する場合》

- (1)総合評価で加点評価する
- (2)工事成績で加点評価する
- (3)必要経費は変更計上する

【施工者希望Ⅱ型】

《①～⑤を全面活用する場合》

- (1)総合評価の対象としない
- (2)工事成績で加点評価する
- (3)必要経費は変更計上する

【発注者指定型】

- (1)総合評価の対象としない
- (2)工事成績で加点評価する
- (3)必要経費は当初設定で計上

《③ICT建機による施
工だけを選択した場
合》

- (1)工事成績の
加点対象としない
- (2)機械施工経費の
み
変更計上する

ICT活用工事の 発注方法

・i-Constructionの積算基準

①対象工種

- ・土工（掘削、路体（築堤）盛土、路床盛土）、法面整形工
 - 河川土工
 - 砂防土工
 - 海岸土工
 - 道路土工

※2017年度から浚渫、舗装が対象に加わる予定

②新たに追加などする項目

- ・ICT建機のリース料（従来建機からの増分）
- ・ICT建機の初期導入経費（導入指導等経費を当面追加）

③従来施工から変化する項目

- ・補助労務の省力化に伴う減
- ・効率化に伴う日当たり施工量の増

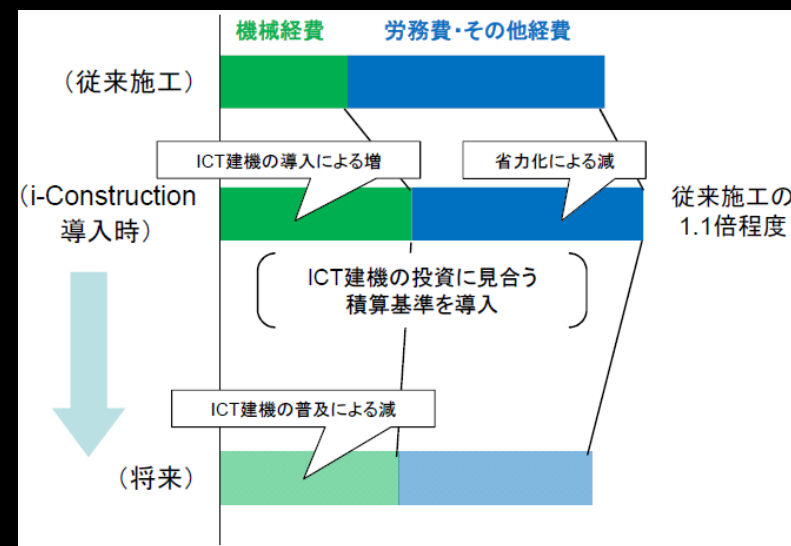


図36 盛土15,000m³での試算イメージ

ICT活用工事の 発注方法

i-Constructionの積算基準

ICT活用 工事の流れ 図はイメージ	①3次元起工測量	②3次元設計 データ作成	③ICT建機による施 工	④3次元出来形管 理等の施工管理	⑤3次元データ の納品
	 ドローン等による写真測量 や地上型LS等により、短 時間で面的(高密度)な3 次元測量を実施。	 施工段階で一連の利用 を前提として、施工前に発 注図を3次元化。	 □ 3次元 MC/MGブルドーザ □ 3次元 MC/MGバックホウ 3次元設計データを用い、効率 的な作業を実施。	 3次元設計データと多点 観測結果を用いた面的 な出来形管理を実施。	 ICT土工に、対応した要 領、電子納品等運用 ガイドに基づき、3次 元データを納品
	ICT経費 の積算	有	有	有	率計上
	経費の対 象範囲	● ④の多点観測による出 来形管理対象範囲 ● 3次元測量を実施する場 合の経費(労務および機 材相当) ● 3次元計測データの不要 点処理などの作業にか かる経費(業務費相当) ※上記範囲外の計測は施工者 の任意	● ICT活用工事の土工部 分で、④の多点観測に よる出来形管理対象範 囲 ※上記範囲外の作成・活用は 施工者の任意	● 通常機械に後付するICT 機器費(レンタル相当) ● システムの設置・撤去と操 作指導などの経費(初期 費) ● ICT建機の日常点検にか かる経費(保守点検費)	出来形管理等の施工管 理および3次元データの納 品にかかる経費は間接 費に含まれることから別 途計上はしない
	積算基準 (要約)	● 工事毎の参考見積もりに より協議 ※標定点や検証点の設置作業、 点群作成、点群のノイズ処理を 含む × 工事基準点設置は対象外 × 伐開や除根作業は対象外	● 工事毎の参考見積もりに より協議 ※ICT土工による出来形管理対 象部分。 × 設計照査、設計変更作業、 完成図書作成に関わる作業 は対象外(従来と同じ)	● H27年度調査より算定 ● H27年度調査よりICT建 機の作業性向上を加味 ● 次頁参照	

図37 ICT活用工事の流れと積算基準の概要

ICT活用工事の 発注方法

i-Constructionの積算基準

機種	必要経費加算額	システム初期費	保守点検	日当り施工量
バックホウ (MC/MG共通)	41,000円/日 *従来建機に加算	598,000円/台 *共通仮設費	0.05人/日 *共通仮設費	1.1倍 *掘削積込および 法面整形
ブルドーザ (MC/MG共通)	39,000円/日 *従来建機に加算	548,000円/台 *共通仮設費	0.11人/日 *共通仮設費	1.2倍 *路体・路床・築堤 の敷均し作業

注：システム初期費はICT建機1台毎に計上される

【特記事項～補助労務工数の低減～】

*バックホウの場合（掲表参照）
工種により0.19～0.8倍の係数

*ブルドーザの場合
一律0.45倍の係数

（法面整形工の場合）

適用区分		RA	RB
機械による切土整形	係	0.19	0.55
機械による築立（土羽）整形	係	0.36	0.75
機械による削取り整形	数	0.40	0.80

※RAは普通作業員、RBは土木一般世話役

4. Cat Connectについて



CAT® CONNECT



CAT® CONNECT



機械管理



生産性管理



安全性管理



持続可能性

CONSTRUCTION



QUARRY



INDUSTRIAL



PAVING



WASTE



FORESTRY



CAT® CONNECT



テクノロジー アイコン



リンク
(接続)

ICTによる現場及びオフィスワーク効率向上のための、車両データアクセス

- Product Link
- VisionLink
- VIMS



グレード
(施工)

施工スピード向上と施工精度の向上を実現する車載テクノロジー

- Accugrade
- Cat Grade Control



コンパクション
(締固め)

締固め精度の向上と一貫性のある記録を提供する車載テクノロジー

- Accugrade
- Cat Compaction Control



ペイロード
(重量)

重量及びサイクルタイムなど生産性の向上を実現する車載テクノロジー

- Cat Payload Measurement
- Truck Payload Management System



ディテクト
(検知)

リスクを最小化するためのオペレータ 現場インターフェース

- On Board Camera
- Detection System
- Tire Monitoring
- Seatbelt System



リモート
コントロール

遠隔地(安全な場所)からのオペレーティングを実現する車載テクノロジー

- Remote Control

テクノロジーとICTによるお客様バリューの創造

ICT Innovation 1

建設機械をスマートに



2Dマシンガイダンス
2Dマシンコントロール
3Dマシンガイダンス
3Dマシンコントロール



2Dマシンコントロール
3Dマシンコントロール

ICT建設機械

キャタピラー社は、「i-construction」の拡充も積極的に推進。
ICTを活用してオペレーションを強力にアシストし、
施工品質の向上と大幅な工期短縮を両立させる
最新システム「Cat®グレードコントロールシステム」を提供しています。

- 油圧ショベル：MC/MGでオペレーションをセミ自動化&ガイダンス
- ブルドーザ：MCでオペレーション(ブレード操作)を自動化
- グレーダ：MCでオペレーション(ブレード操作)を自動化
- 2D/3Dで施工の品質向上、工期短縮、省力化、安全性向上を実現



CAT® CONNECT



ICT Innovation 1

建設機械をスマートに

CatのICT建機ラインナップ

製品タイプ



製品名

- Grade Control (Depth & Slope)
- Grade with Assist

工場出荷

2D仕様

アップグレード

2D : レーザー
3D : GNSSシステム



- Grade Control (Cross Slope)

2D仕様

2D : レーザー
3D : GNSS, UTS



- Grade Control (Slope Assist)
- 3D Grade Control

2D仕様
3D仕様

2D : レーザー
3D : GNSS, UTS

*CGC: Cat Grade Control



CAT[®] CONNECT



ICT Innovation 2

現場管理をスマートに

Cat[®] Connect Solutions

さらに「現場のIoT(Internet of Things)化」もリード。

お客様の現場とキャタピラー社／販売店をインターネットでオープンに結び、車両ごとの稼働情報、工事の進捗状況、燃料生産性をはじめ、あらゆる情報をクラウド上で一元管理して、生産性向上や問題解決をバックアップするCat[®] Connect Solutionsを提供しています。

■稼働中の300万台の建設機械のうち、すでに40万台がキャタピラー社／代理店と接続

■現場の生産性向上のために、4つの領域でデータを活用

①機械管理 ②施工管理 ③生産管理 ④安全管理



CAT[®] CONNECT



ICT Innovation 2

現場管理をスマートに

CAT® CONNECT SOLUTIONS

- CAT Inspection
- S.O.S
- CSA
- EPP
- CMセンターサポート
- タイヤモニタリング

お客様のメリット

- 機械の位置/稼働情報が得られる
- 車両警告情報、メンテナンス、S.O.S.分析結果から故障の事前処理
- CMセンターによる適切なアドバイス
- 運転方法の改善（安全、タイヤ寿命）
- 計画的なメンテナンス/予防整備
- 修理コストの削減
- 休車時間の削減



生産管理



機械管理



施工管理



安全管理

CAT® CONNECT
TECHNOLOGY



VISION LINK™



CAT® CONNECT



ICT Innovation 2

現場管理をスマートに

CAT® CONNECT SOLUTIONS

- AccuGrade
- CAT Grade Control
- 3D Project Monitoring
- Trimble Connected Community

お客様のメリット

- タイムリーな出来形管理が可能
- 工事の進捗状況が把握できる
- 施工精度の向上が図れる
- 設計変更への対応がスムーズ
- 報告資料作成の簡略化



安全管理



施工管理



機械管理



生産管理

CAT® CONNECT
TECHNOLOGY



VISION LINK™



CAT® CONNECT



ICT Innovation 2

現場管理をスマートに

CAT® CONNECT SOLUTIONS

- CAT Production Measurement,
- TPMS
- Payload Control System
- VIMS(-PC)
- Load & Cycle project Monitoring

お客様のメリット

- 運搬/積込量が管理できる
- 目標とする生産量へ到達できる
- サイクルタイムの短縮が図れる
- 適切な機械編成を行うことができる
- 計画的なメンテナンス/予防整備
- 生産性の向上



CAT® CONNECT



ICT Innovation 2

現場管理をスマートに

CAT® CONNECT SOLUTIONS

- On Board Camera
- Detection System
- Tire Monitoring
- Seatbelt System
- Cat detect for Personnel

お客様のメリット

- 危険領域への進入時警告
- 機械に異常を来した際の警告
- 予め設定した警告情報を配信
- 省人化、確認計測作業減による
不安全作業、接触事故の削減
- 作業員と車両の危険な接近を記録



機械管理



安全管理



生産管理



施工管理

CAT® CONNECT
TECHNOLOGY



ICT Innovation 3

その先に目指すもの



The Jobsite Brand

そして今、キャタピラー社が目指しているのは、
機種やメーカーを問わず、建設機械、資材、エンジン、発電機、船舶、トラックなど、
建設現場を取り巻くすべてのモノのデータを一元管理する基盤づくり。
Yellow IronからSmart Ironへ、
キャタピラー社は常に建設機械の可能性を追求し、技術革新をリードしていきます。

ご清聴頂き、有難う御座いました

Keisuke Minowa
Technology Application Territory Manager
Construction Digital & Technology
Caterpillar Japan Ltd.



CAT® CONNECT



参照・引用資料

- 矢吹信喜 : CIM入門 - 建設生産システムの変革 -, 理工図書、2015年
- 家入龍太 : コンストラクション・インフォメーション・モデリングCIMが2時間でわかる本、日経BP社、2013年
- 日経BP社 : 日経コンストラクション、2016年4月25日号
- 猪木幹雄・中田勝行 : 図説わかる測量、学芸出版、2014年

参考・引用文献

- 日本建設連合会
 - 建設業ハンドブック
- 国土交通省
 - 建設業を取り巻く情勢・変化
 - CIM導入推進委員会資料
 - ICT施工普及促進に関する重点プログラム
 - CIMの検討方針
 - ICT活用工事の実施方針
 - i-Construction建設現場の生産性革命
 - 新たに導入する15の基準及び積算基準について
- 厚生労働省
 - 若年者雇用を取り巻く現状
 - 平成26年雇用動向調査
 - 建設業の人材確保・育成にむけて
- 公益財団法人 日本建設情報技術センター
 - BIM概念図



学校法人片柳学園
日本工学院八王子専門学校



平成28年度 文部科学省委託事業
「成長分野等における中核的専門人材養成の戦略的推進事業」

社会基盤分野における次世代ニーズに係る
中核的専門人材養成プログラム開発プロジェクト

i-Constructionを学ぶCIM活用講座

～②3D測量と3Dデータの作成～

2017.1.18



【CIM活用セミナー】

3D測量と3Dデータの作成

キャタピラージャパン株式会社 コンストラクション&デジタルテクノロジー 箕輪 佳祐



CAT® CONNECT



「高さ」「角度」「距離」を測る

測量とは？

- 「高さ」「角度」「距離」の3つを使って地球上の諸地点の絶対位置または、相互の位置関係を「測り」その結果を数値や地図に表す行為
- 社会基盤を構成する構造物の計画、施工、管理に必要な科学を活かした技術
- 基準点測量、水準測量、地形測量の3つの基本的測量方式



「高さ」「角度」「距離」を図る道具が「測量器」

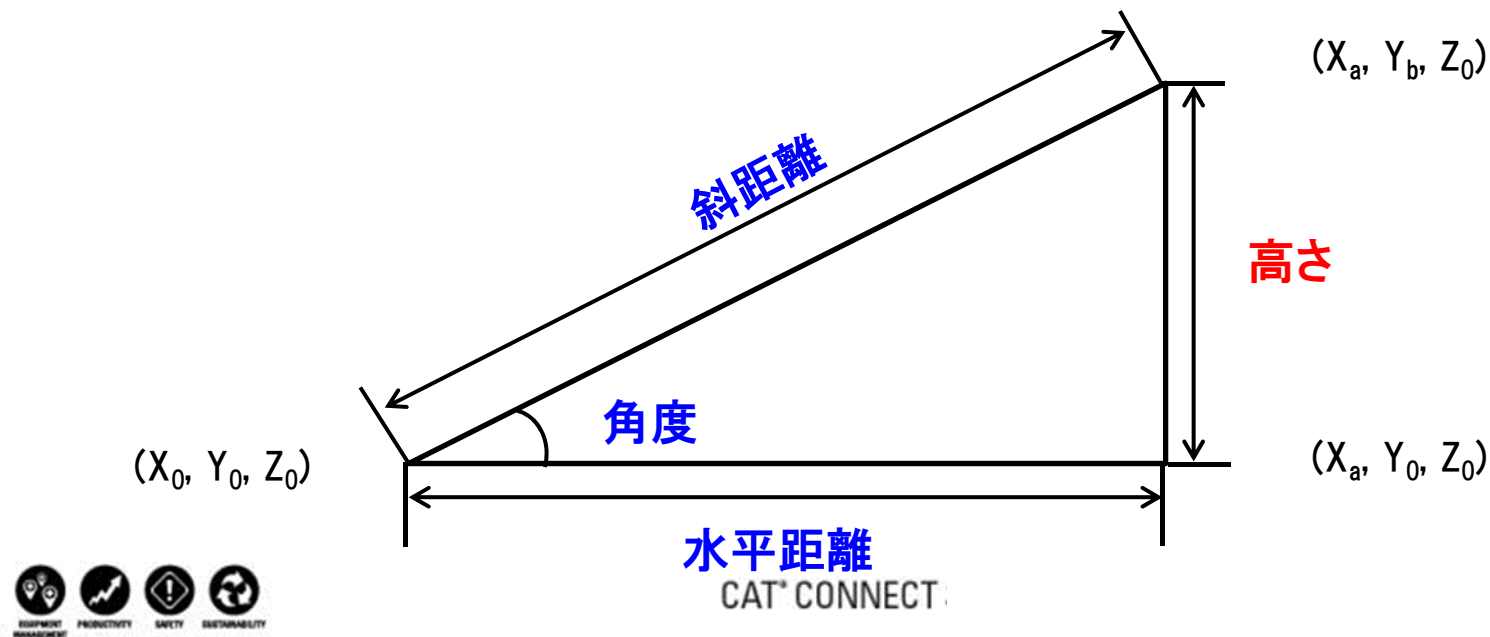
「高さ」「角度」「距離」を測る

測量で求める要素とは？





直接的 ： 距離と角度(水平角、鉛直角、方向角など)

間接的 ： 高さ → 距離や角度を用いて測量計算により、算出

これらの情報から基準点を参考に各変化点の点座標を把握する



測量の機器による分類

	レベル	トランシット	セオドライト	光波距離計 (トータルステーション)
高低差	○	△	△	○
距離		△	△	○
垂直角度		○	○	○
平面角度		○	○	○
				
基準点	スタッフ	スタッフ	スタッフ	プリズム
データ取込	野帳	野帳	野帳	電子野帳
				メディア
測量可能距離	レンズ倍率による	レンズ倍率による	レンズ倍率による	1～2キロメートル

平板測量 写真測量 三角測量 GNSS

授業風景：レベルでの測量



CAT® CONNECT



建設生産プロセス：「設計」～「検査」まで

企画・調査

計画・設計

積算
(予定価格決定)

発注(公示)



建設工事発注(公示)前の「企画・調査」「計画・設計」の段階では、測量/コンサルタント会社が活躍します。

⇒この段階での測量(調査)は、施工業者が行う訳では無いが、**基準点**が定まる重要なフェーズ

建設生産プロセス：「設計」～「検査」まで

発注(公示)
(現地説明)

積算/入札準備

入札



経営者

積算
担当者

現場
代理人



技術提案書

概算工程
/ 施工計画

各見積
(積算単価)

「総合評価方式」の拡大による、“技術提案書”の重視

建設生産プロセス：「設計」～「検査」まで

落札後、建設会社(施工者)は、「**設計図面**」を元に「**起工測量**」を行い、「**設計照査**」と「**施工計画**」を立てます。

設計(図面)

起工測量

施工計画

設計照査

施工

検査

国道〇〇号線工事
施工計画書

5.4.4 根切り工事

(a) 一次根切り(根切り深さ 〇〇m)

- ・掘削は 〇〇m3 バックホウを 〇〇セット使用
- ・掘削は 〇〇通りから、〇〇通りに向かって
- ・掘削工事中の法面勾配は、地盤状況に応
- ・掘削土はバックホウによるダンプトラックへの
- ・腹起し用ブラケット等の取付け部はその部分の

(b) 2次根切り(根切り深さ 〇〇m)

- ・掘削は 〇〇m3 バックホウを 〇台使用して行う。
- ・掘削土の揚重、積込みは、〇〇m3 テレスコピウムを使用して行う。
- ・掘削は 〇〇通りから、〇〇通りに向かって進める。
- ・山留め壁のクレンは、クレン機、テッパ等により行う。

(c) 最終根切り(根切り深さ 〇〇m)

- ・掘削は 〇〇m3 バックホウを 〇台使用して、最終根切り底から300mm程度上まで行う。
- ・掘削土の揚重、積込みは、〇〇m3 テレスコピウムを使用して行う。
- ・掘削は 〇〇通りから、〇〇通りに向かって進める。
- ・山留め壁のクレンは、クレン機、テッパ等により行う。
- ・最終床付け面より300mm程度の範囲は、バケットの爪に平板状のアタッチメントを取り付けたバックホウを準備し、根切の断面が直線状になるまで、バックホウを



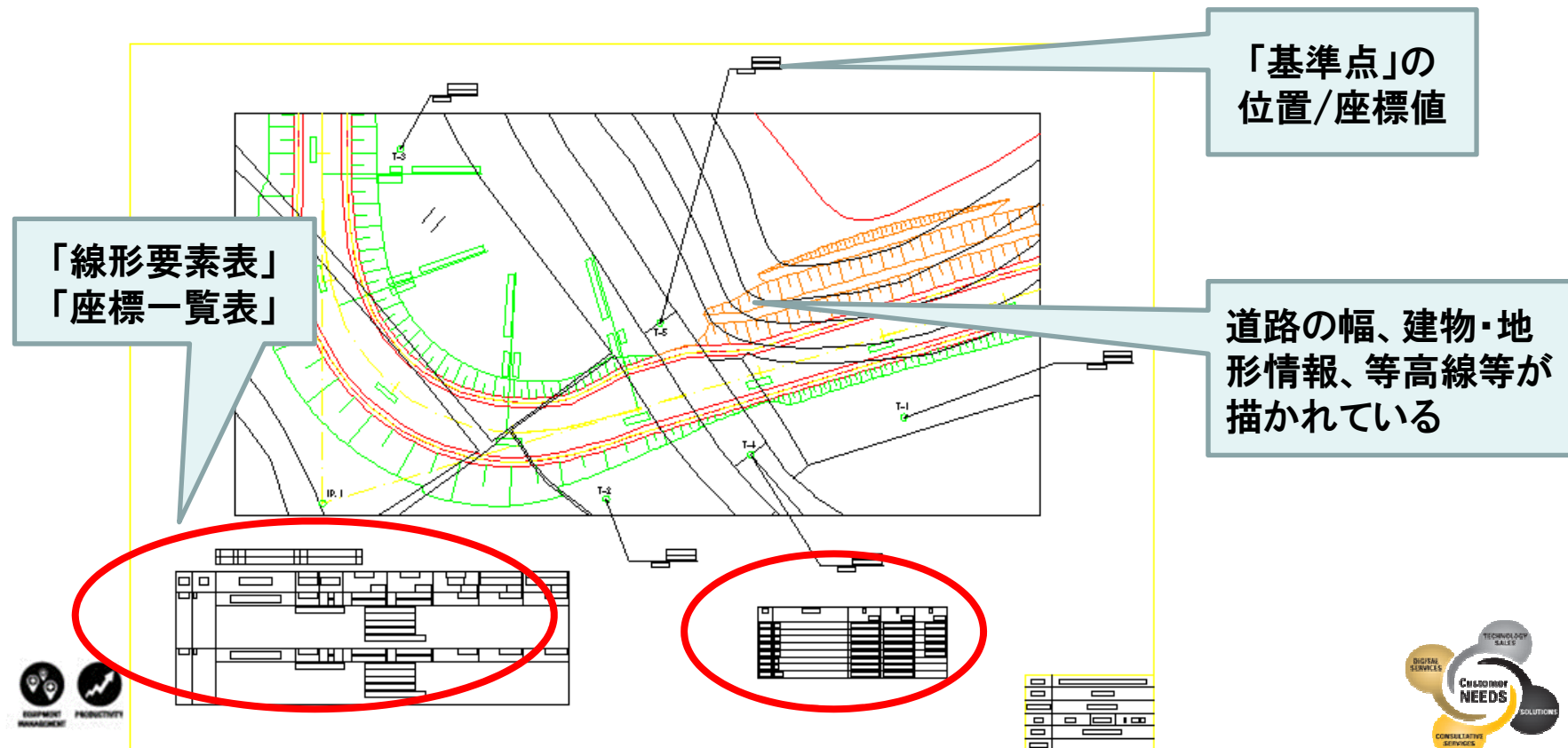
CAT® CONNECT



設計図面とは？

平面図とは？

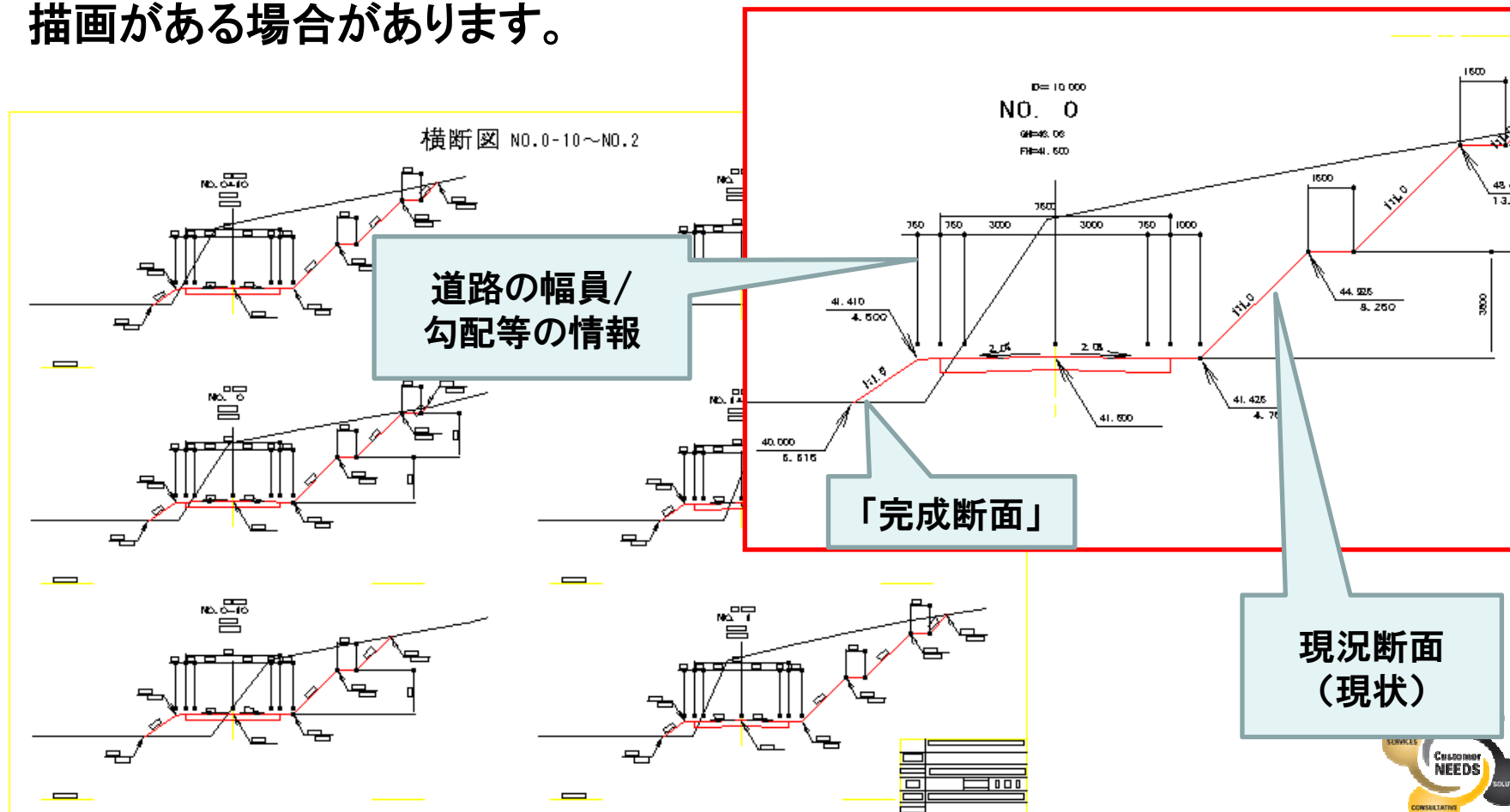
施工現場を上から見た俯瞰図(鳥瞰図)の様な図面です。
「平面図」には、「**基準点**」の位置や、「**線形要素表**」や「**構造物**」
等様々な情報が描かれている場合があります



設計図面とは？

横断面図とは？

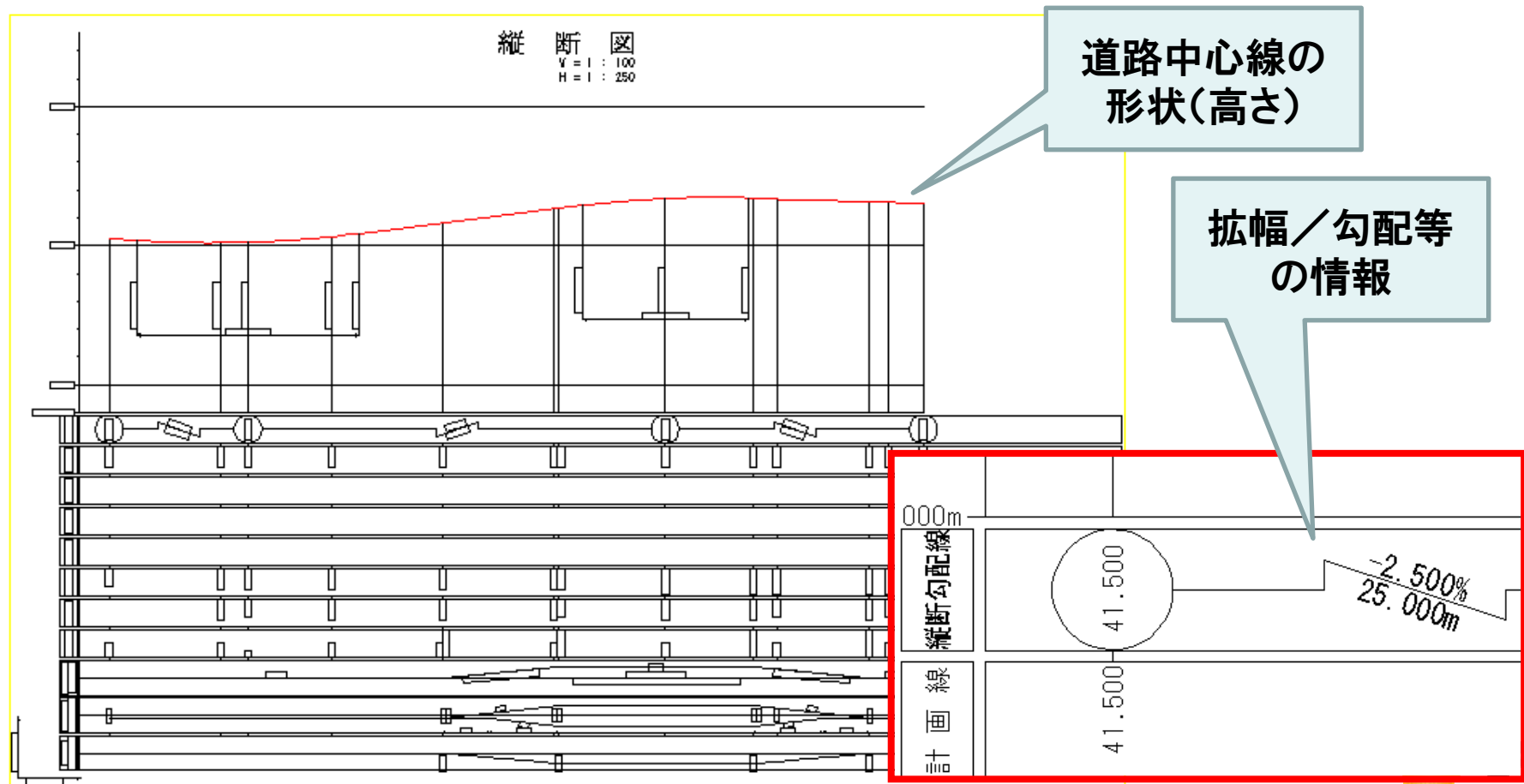
施工現場(路線)を、ある距離毎に横方向に区切った断面図の事です。
横断面図には、「計画横断線(設計)」以外に、現況の横断線の描画や、構造物の描画がある場合があります。



設計図面とは？

縦断図とは？

施工現場(路線)の、中心線に沿った(進行方向に沿った)形状を表した図面です。路線の「高さ」情報や、拡幅等の情報も記載されています。



設計図面とは？

3D設計データとは？ - 2Dデータからの変換（現状）

1. 平面図から各変化点を読み取り、結び合わせ中心線形を作成
2. 縦断面図からの各変化点の高さ情報を中心線形に入力し、面データを作成
3. 横断面図の面データを各変化点にて組み合わせる
4. 各変化点における外形を結び合わせ立体形状データを作成
5. 不規則な三角形によって構成されるTINデータに変更

*TINデータ : Triangulated Irregular Network

点データ ⇒ 線形データ ⇒ TINデータ



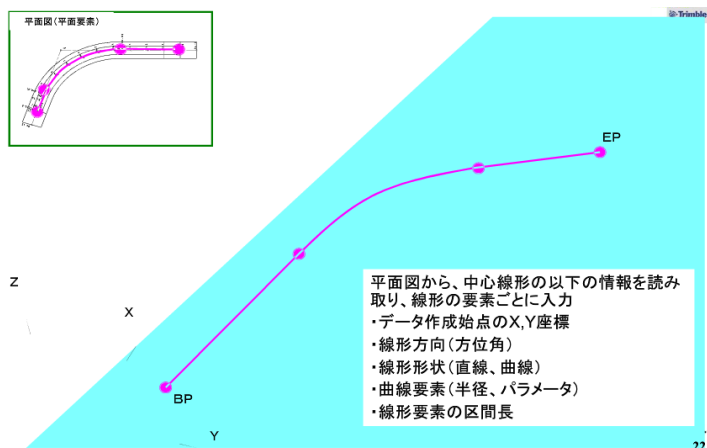
CAT® CONNECT



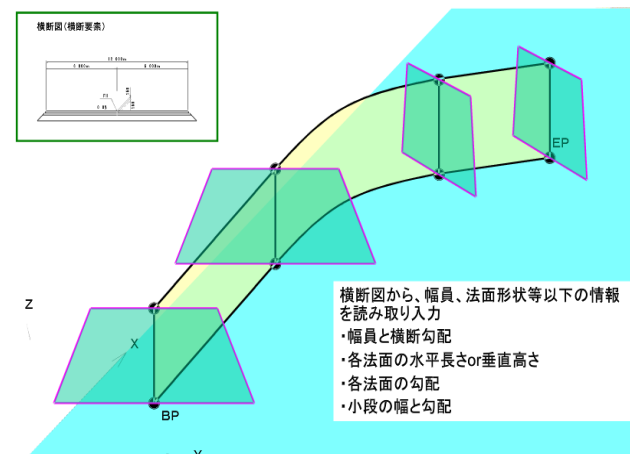
設計図面とは？

3D設計データとは？ - 2Dデータからの変換（現状）

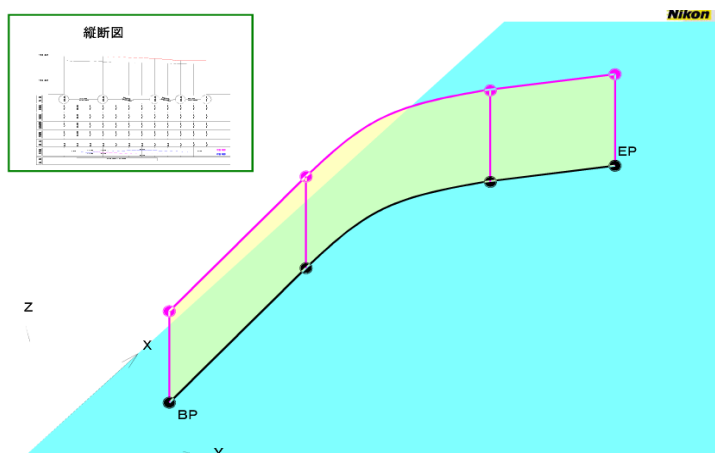
Step1



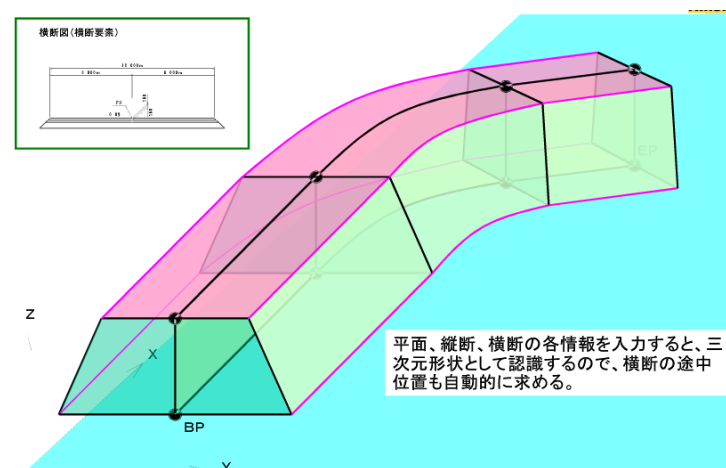
Step3



Step2



Step4

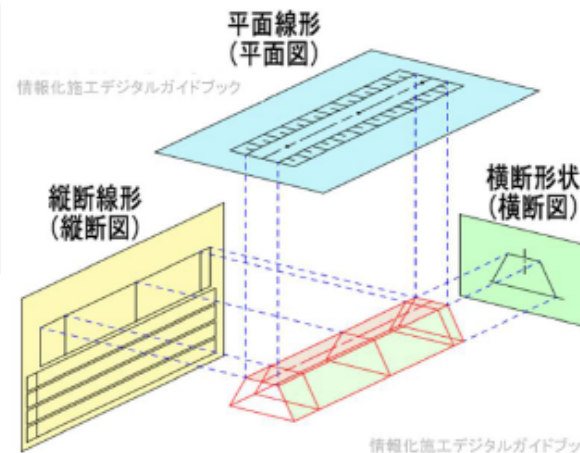


設計図面とは？

3D設計データとは？

平面・縦断線形、横断形状
など、設計情報を数値化し
て入力する

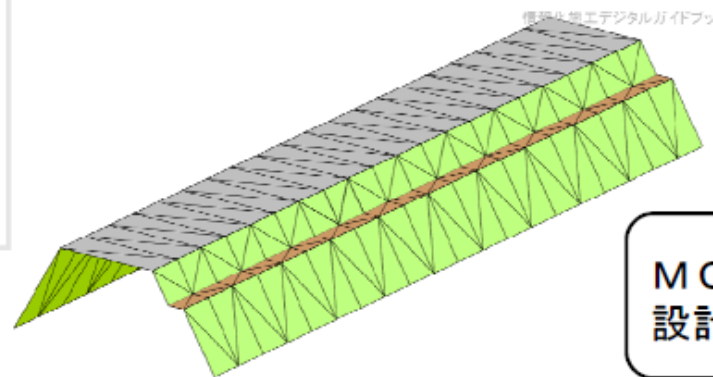
“線形データ”



TS出来形管理
MC、MGの
設計データに適用

三次元座標を有する三角形
の面の集合で構成された面
データ

“TINデータ”



MC、MGの
設計データに適用

*情報化施工デジタルガイドブックより引用（一般社団法人 日本建設機械施工化協会）

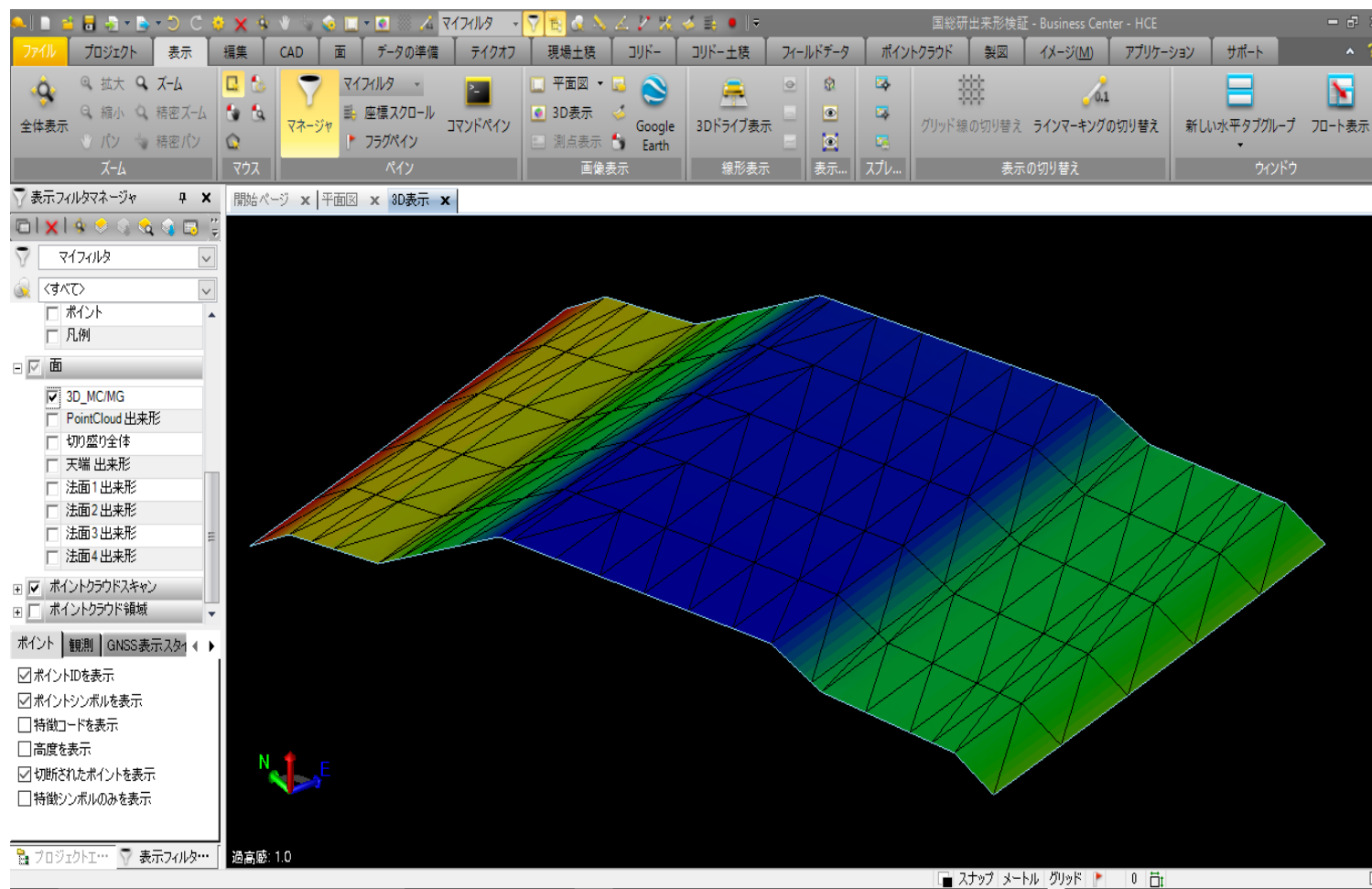


CAT® CONNECT



設計図面とは？

MC・MG用マシンデータの変換



CAT® CONNECT



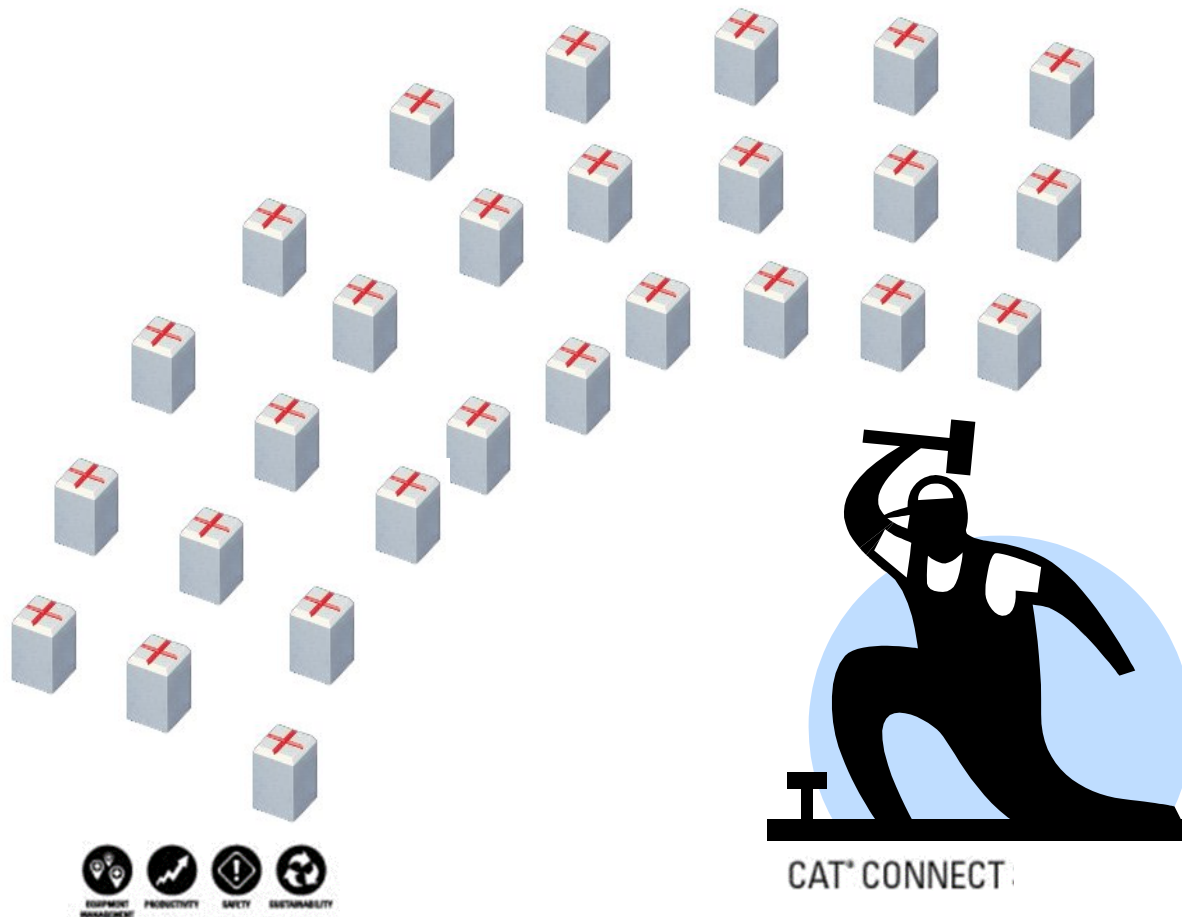
起工測量とは？

「起工測量」とは、「縦横断測量」等により現況データを取得し、「設計照査」し、「施工計画」を立てる為の測量作業である



起工測量とは？

「起工測量」の初期段階で、現場に「設計図面」に書かれている情報を反映していく。
又、測量以外にもこの段階で様々な現場調査が行われます。



設計図面にある、情報(例えばセンターライン)を現場に復元する事も測量機の主な役割なのです。

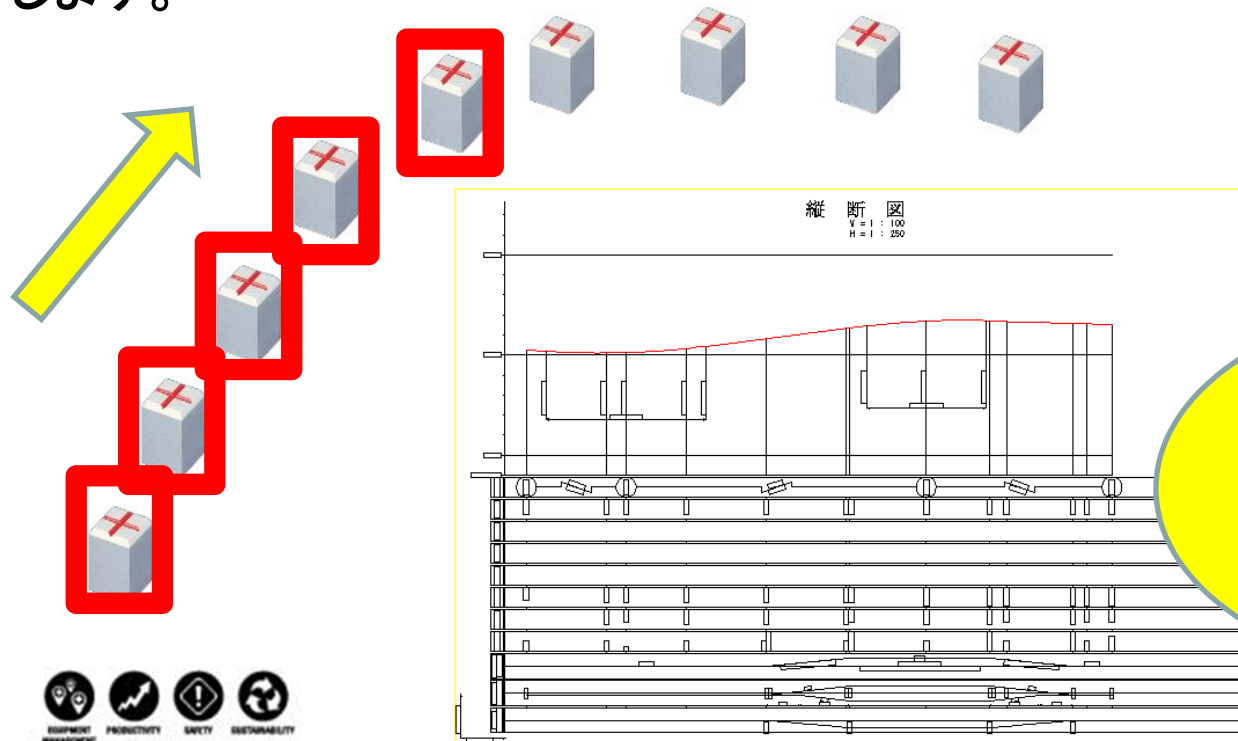


起工測量とは？

縦横断測量とは？

設計図面にある、骨組みを現場に反映させた後は、「起工測量」の代表的な作業である、「縦横断測量」を行います。

センターライン(中心線)に沿って現場を縦断測量します。

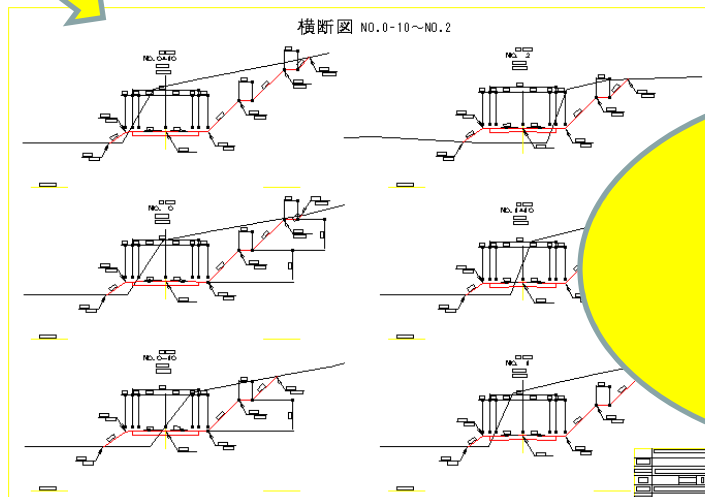
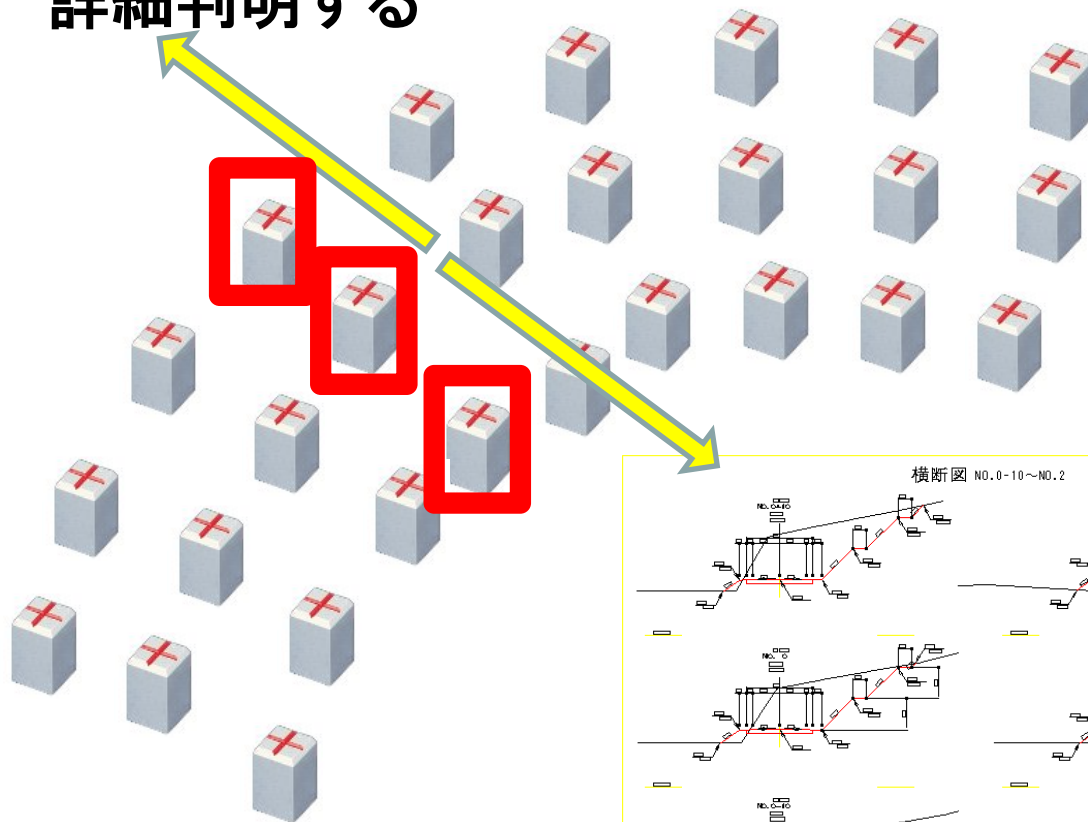


「縦断測量」で、
縦断図との比較
を行います！！



起工測量とは？

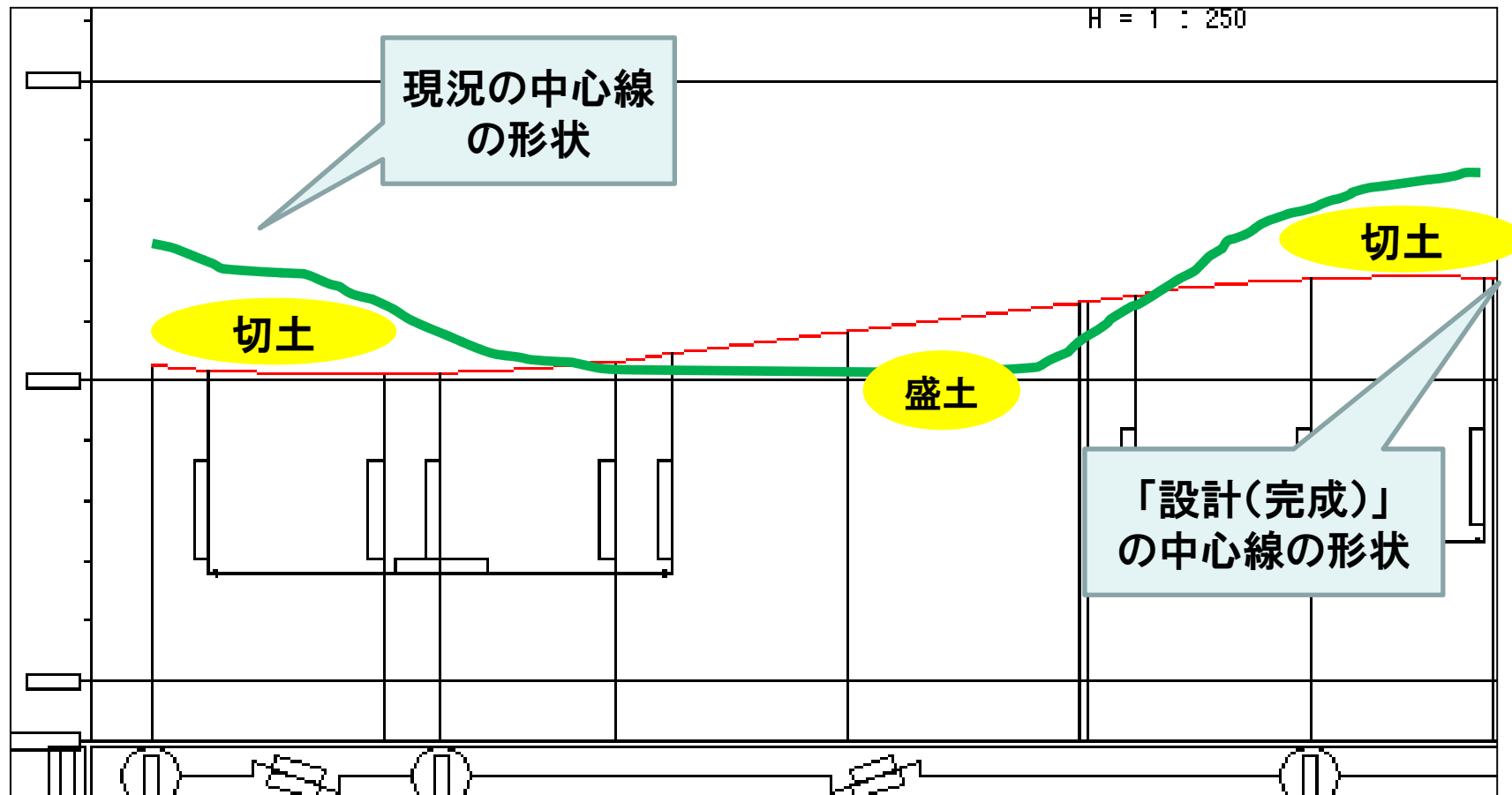
縦断方向の測定の次は、横断観測を行います
「縦断」「横断」の各測定で、工事現場の現況が
詳細判明する



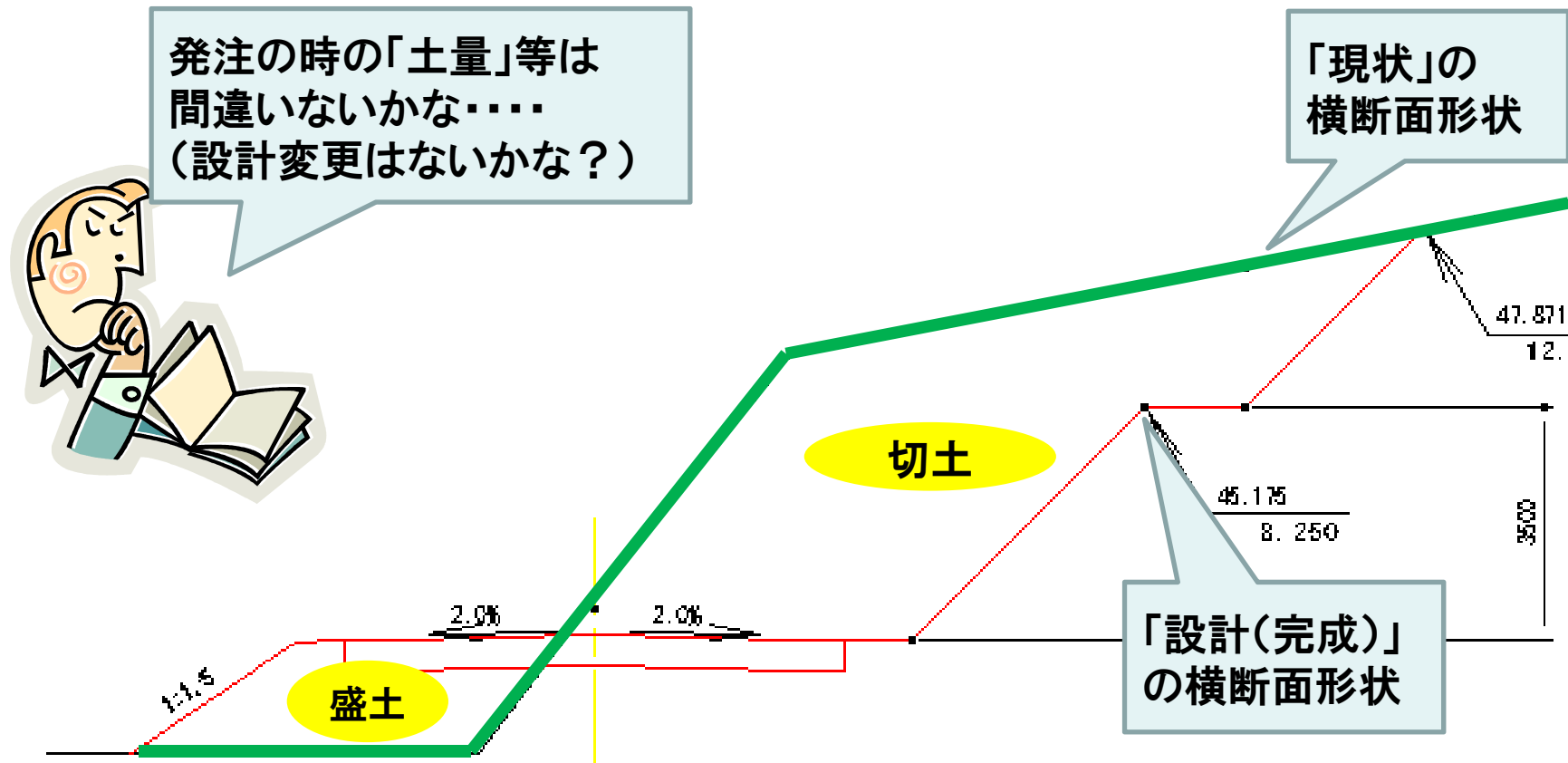
「横断測量」で、
横断面図との比較
を行います！！

起工測量とは？

「設計図面」と「現況」との差を正確に把握



起工測量とは？



起工測量とは？

Q : 従来の測量より、正確かつ詳細な「設計図面」と「現況」の差(施工土量)を把握するには、どの様にすれば良いのか？

⇒ 起工測量において、より多くの点(座標データ)を取得し、TINデータ化することで、「設計」と「現況」の差をより、リアルに把握することが出来る

しかし、従来の方式では、測量に掛かる労力が、増えてしまう

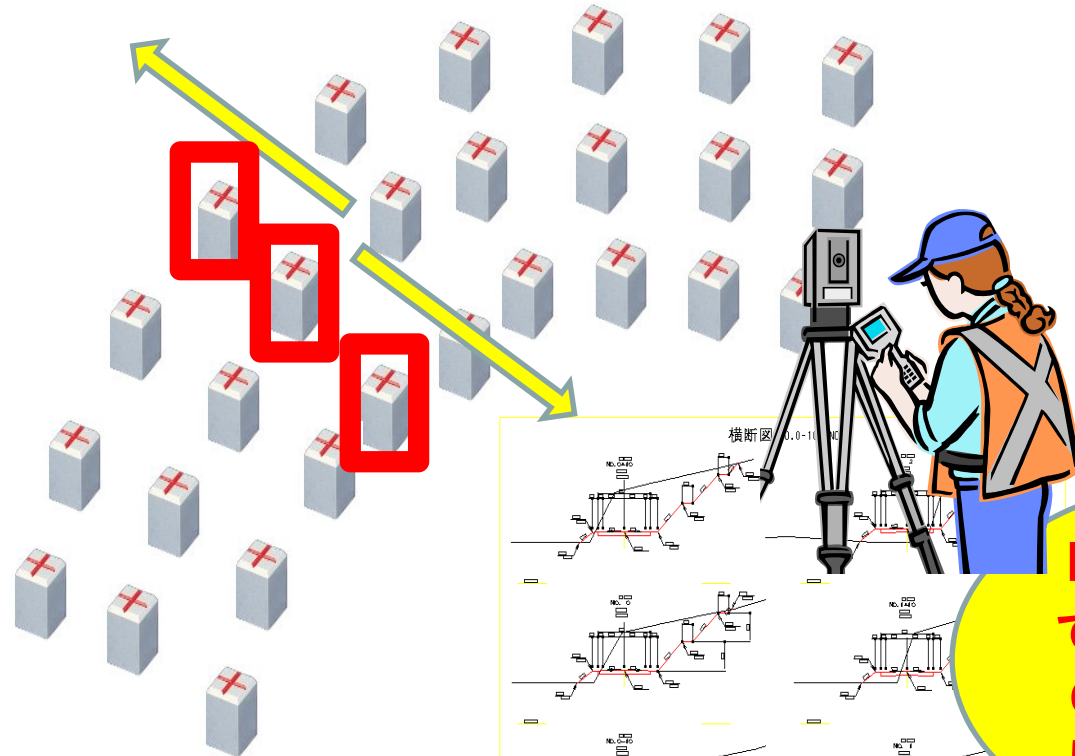
だから、新基準に基づく測量方法が、注目されている

起工測量とは？

i-Constructionで変わること

測量方法：縦横断測量 ⇒ 3次元測量

測量機器：TS ⇒ ドローン、3Dスキャナー等

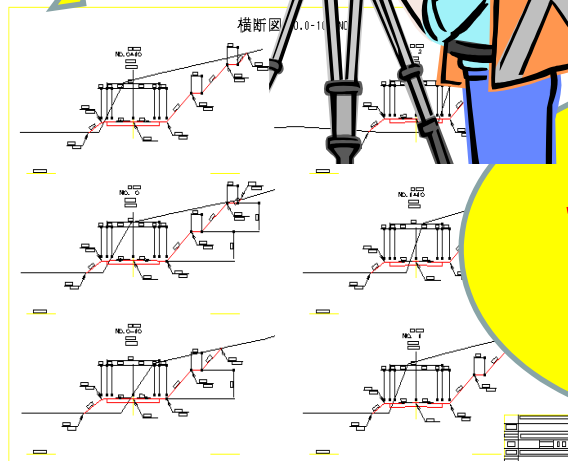


①ドローン等による3次元測量



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。

「横断測量」
で、横断図と
の比較を行
います！！



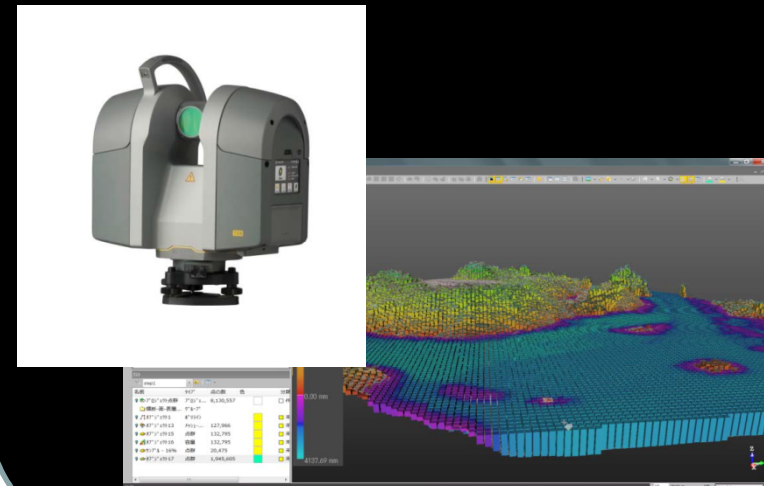
新計測方法とは？

平成28年4月からの新基準

UAVによる3次元計測
空中写真測量（無人航空機）を
用いた出来形管理要領
（土工/河川）



LSによる3次元計測
レーザースキャナーを
用いた出来形管理要領
（土工/河川）



UAVとは?

無人航空機 (Unmanned Aerial Vehicle) のことで、産業用ラジコンヘリコプター、マルチコプター、軍事用偵察機などがある。

ドローン (Drone)とは、無線操縦式無人航空機の意味だが、一般的にマルチコプターのことを指す言葉として定着しつつある。



ラジコンヘリコプター



マルチコプター (Wikipediaより)

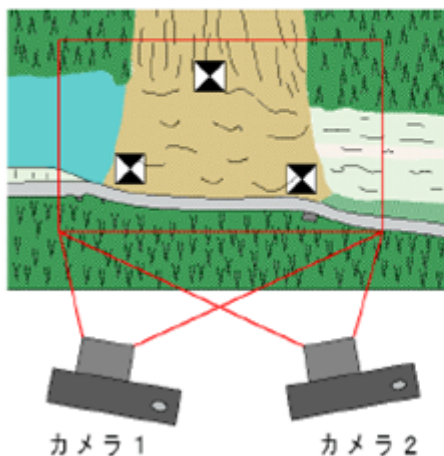


無人偵察機 (Wikipediaより)

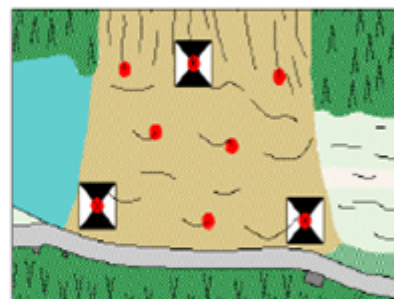
空中写真測量とは？

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化メタで、空中から撮影する測量技術

①座標点を設置し
解析ソフトで校正した
デジカメでステレオ撮影

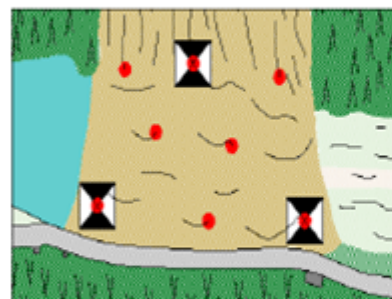


②ステレオデータから
同一点を抽出



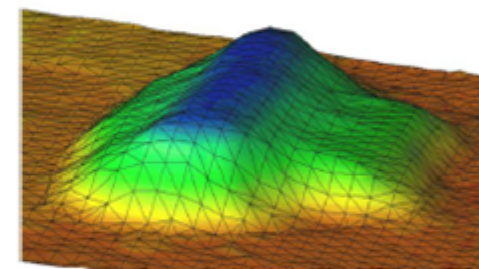
カメラ1データ

③座標点と抽出点の
位置関係から座標を求める
（点群データ）



カメラ2データ

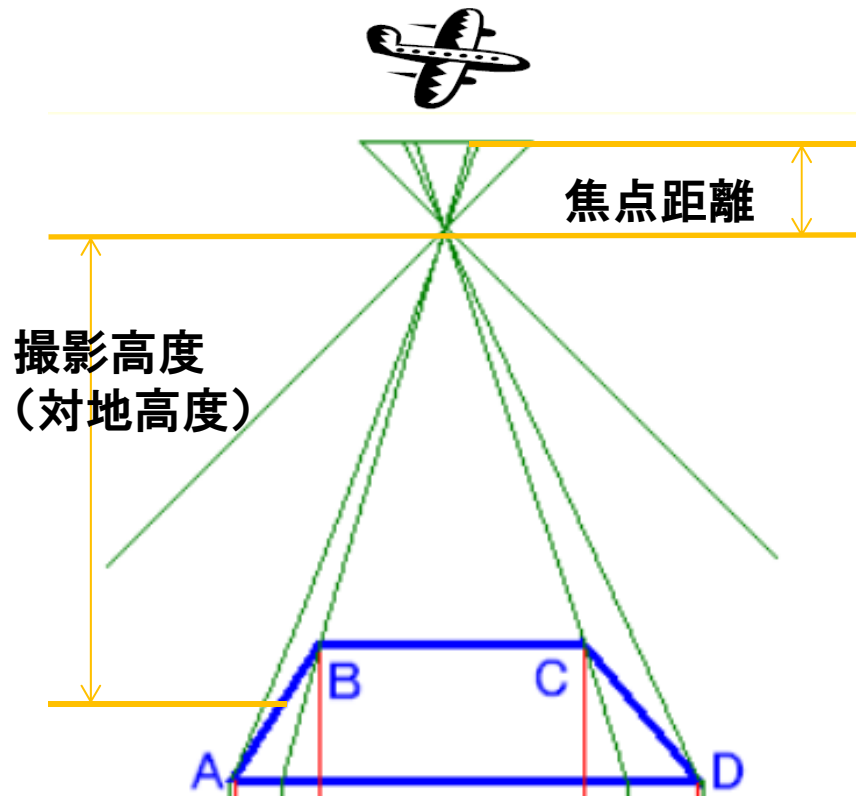
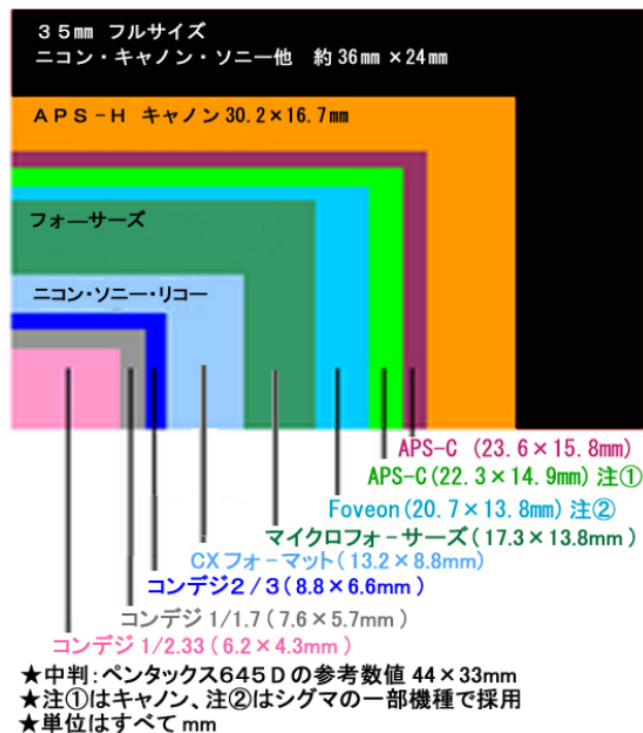
④点群データから
3D現況データを作成



空中写真測量の基礎知識

地上解像度と画素数/撮影高度について

デジタルカメラのセンサーサイズについて



空中写真測量の基礎知識

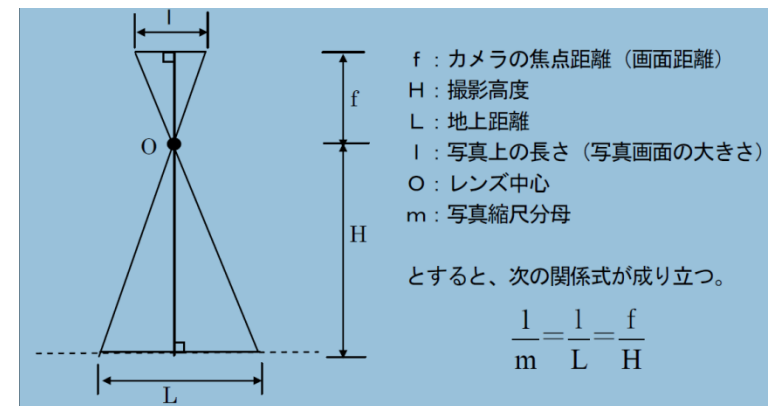
地上解像度と画素数/撮影高度について

35mmフルサイズのセンサーカメラで
レンズ焦点距離28mm
画素数3600万画素(7360×4912ピクセル)
撮影高度 50m だったら

地上でのAB間は、42,857mm
AD間は、64,285mm になり、

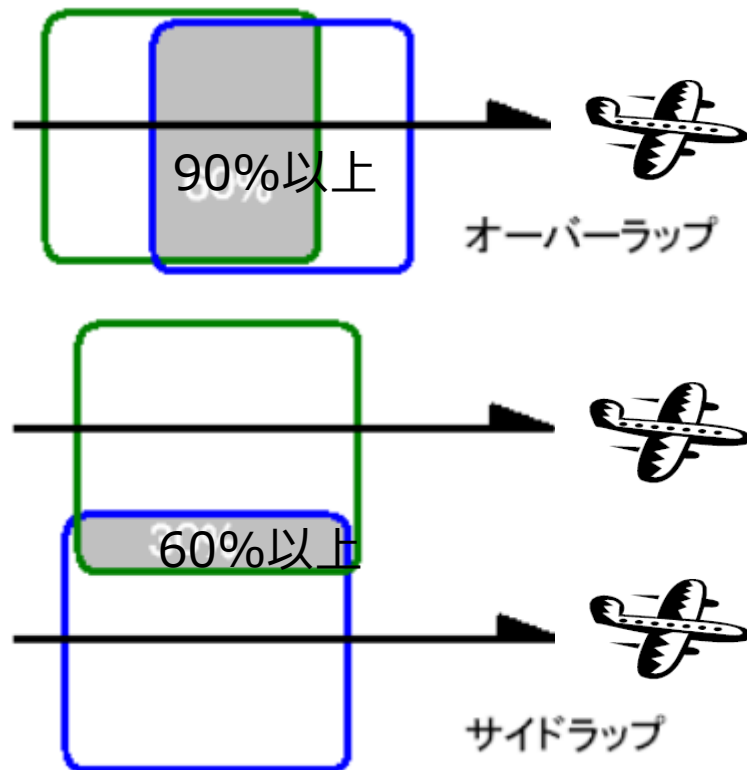
地上での1ピクセル当りの解像度(地上解像度)は？
 $42,857\text{mm} \div 4912\text{ピクセル} = \text{約}8.7\text{mm}$
 $64,285\text{mm} \div 7360\text{ピクセル} = \text{約}8.7\text{mm}$
 になり、地上解像度は8.7mmになります。

i-Constructionで要求される地上解像度は1cm



空中写真測量の基礎知識

ラップ率と飛行速度について



35mmフルサイズのセンサーカメラで
レンズ焦点距離28mm
画素数3600万画素(7360×4912ピクセル)
撮影高度 50m だったら
地上でのAB間は、42,857mm(約42.9m)
AD間は、64,285mm(約64.3m)
オーバーラップを90%確保するには、
シャッター間隔が2秒だったと仮定すると
ABCDの面積 2758.47m²
上記の10% 約275.847m²
2秒間で275.847 ÷ 64,285=4.28m進む
速度2.14m/秒 約時速7.7kmになる
時速7.7km以下でフライトすれば
90%以上のラップ率が確保できる

空中写真測量の基礎知識

外部標定要素とは？

空中における撮影点の位置と撮影方向を定める要素

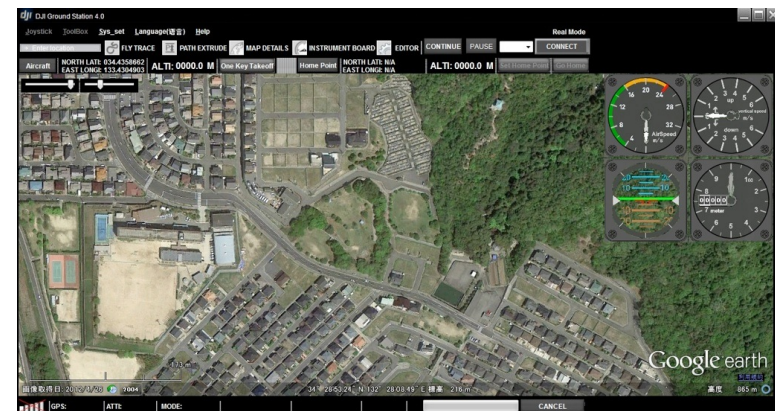
- GNSS (Global Navigation Satellite System)/
IMU (慣性計測装置)による外部標定要素の直接計測法
- 地上の基準点 (標定点) を写真に写し込ませ、
「空中三角測量」での算出
- 上記の2つを組み合わせた方法

空中写真測量の基礎知識

実際に使用するUAVの例

(例)6ロータータイプ

- ・機体重量 3.8kg
- ・サイズ 95cm×95cm×40cm
- ・搭載可能重量 4000g(バッテリー除く)
- ・飛行時間 30分
- ・駆動 モータ
- ・耐風 15m/s
- ・飛行可能範囲 1,000m

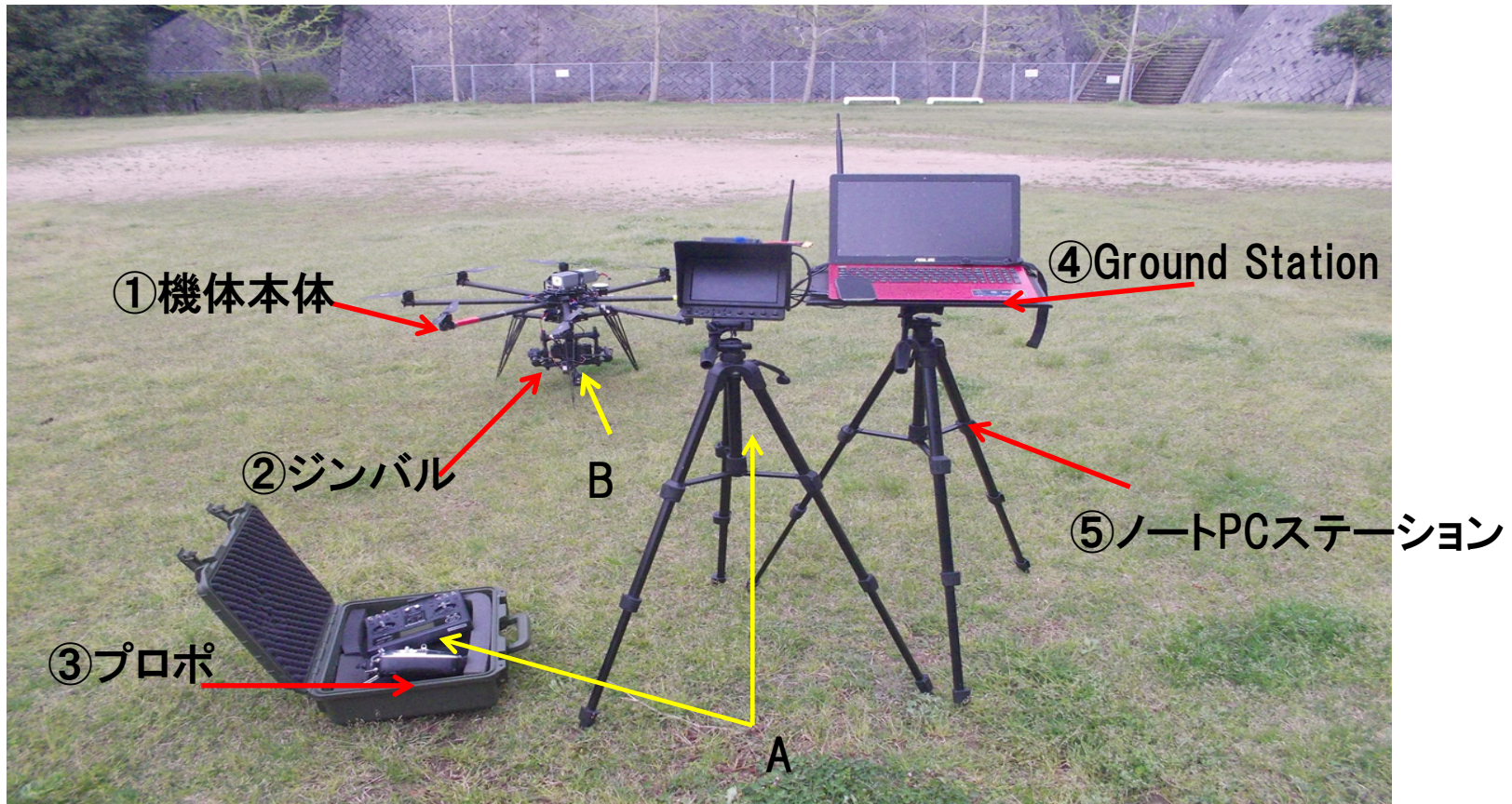


CAT® CONNECT



空中写真測量の基礎知識

マルチコプター (UAV)の構成



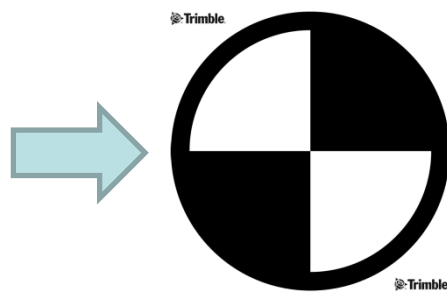
オプション A 画像伝送装置・モニター→*無線開設手続き要
B 搭載機材(一眼レフデジタルカメラ/熱赤外カメラ/近赤外線カメラ)

空中写真測量の基礎知識

UAV 3D測量のワークフロー



作業計画
踏査・選点



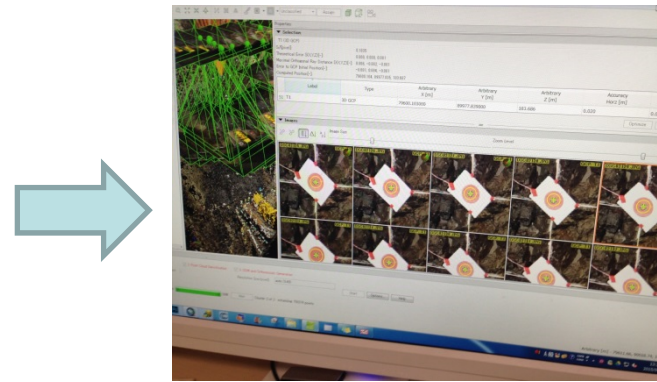
標定点(基準点)
検証点 設置



フライトプラン作成



フライト



解析処理

LASファイルの作成

点群データの作成

面データの作成

TINデータの作成

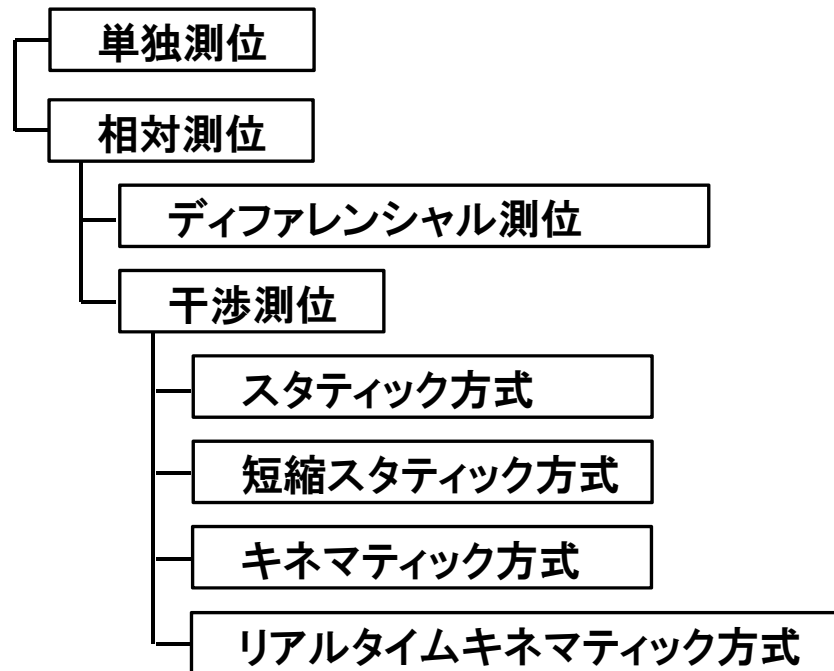


CAT® CONNECT



GNSS測量の基礎知識

衛星測位の分類



単独測位

測位衛星からの情報を受信機1台で位置を求める方法

相対測位

測位衛星からの情報を複数台の受信機で位置を求める方法

干渉測位

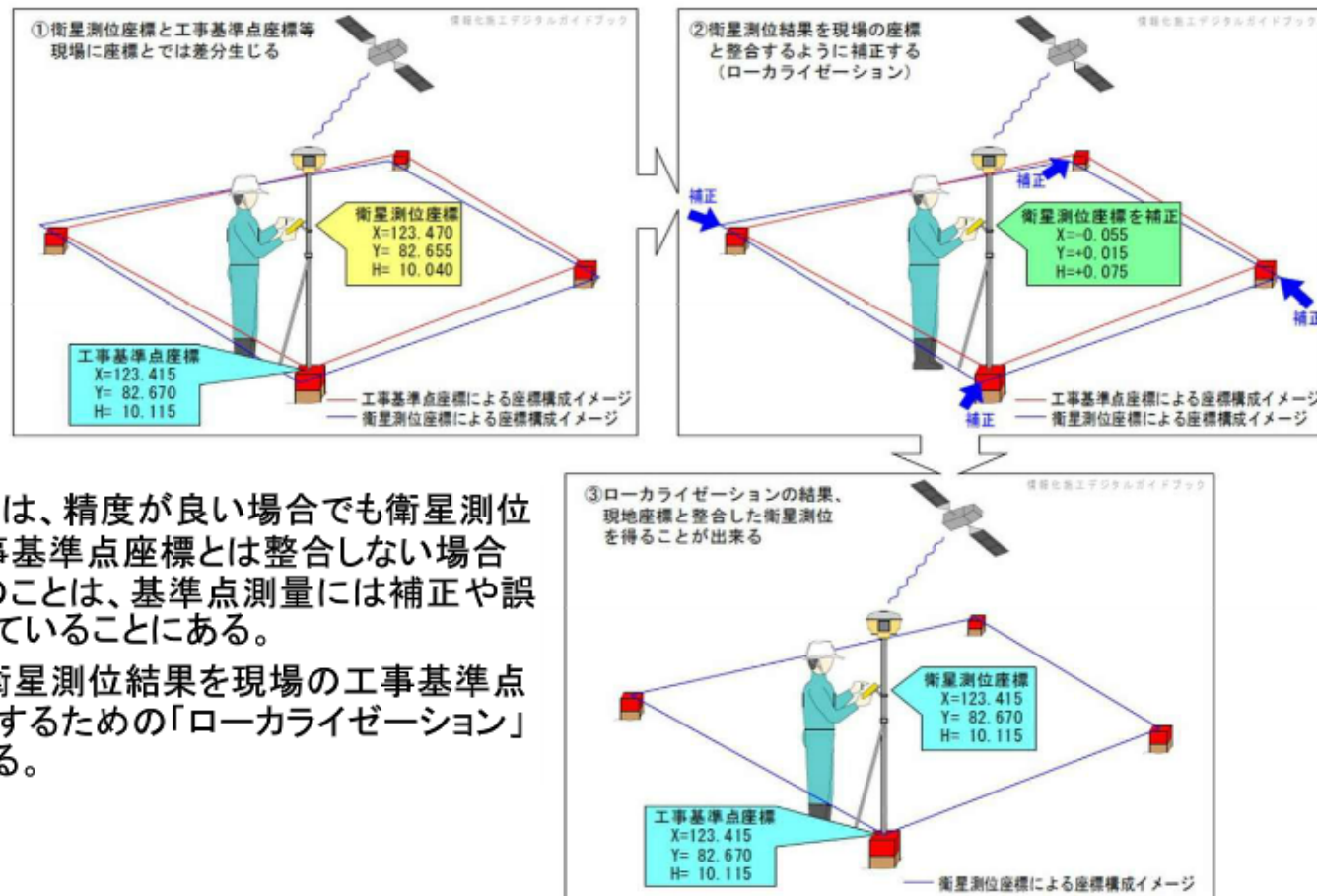
同一衛星から送信される運搬波を既知点と未知点を同時刻に観測し、行路を位相差から求める方法

リアルタイムキネマティック方式（RTK方式）

既知点に接地した受信機を基準局として連続観測を行い、基準局からの移動局への基線ベクトルを求めて座標を算出する方法

GNSS測量の基礎知識

ローカライゼーション



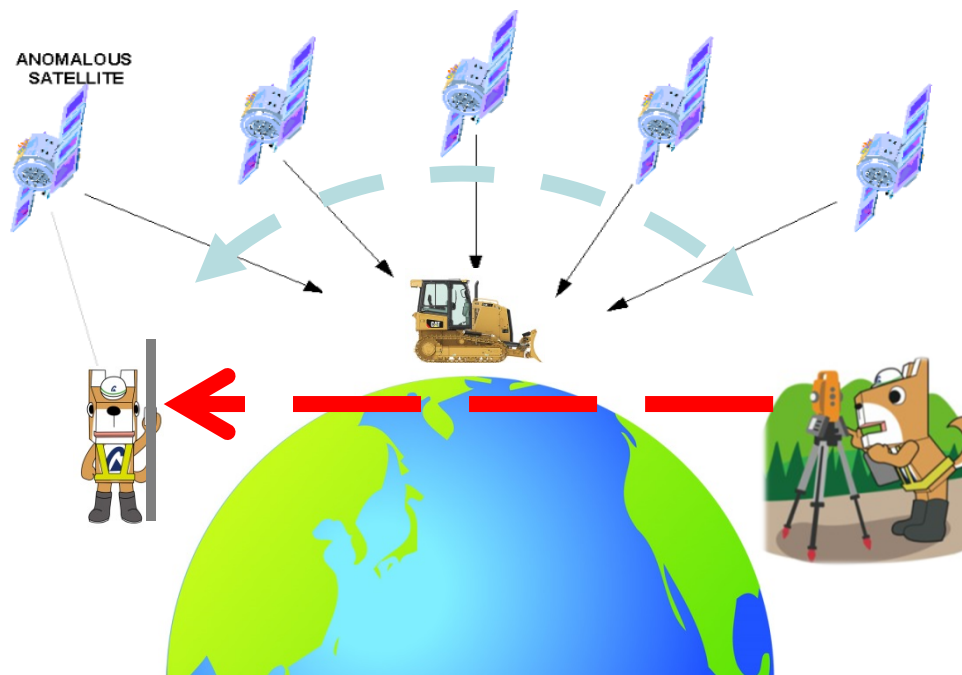
RTK-GNSSは、精度が良い場合でも衛星測位座標と、工事基準点座標とは整合しない場合が多い。このことは、基準点測量には補正や誤差が含まれていることにある。

そのため、衛星測位結果を現場の工事基準点座標に補正するための「ローカライゼーション」が必要である。

GNSS測量の基礎知識

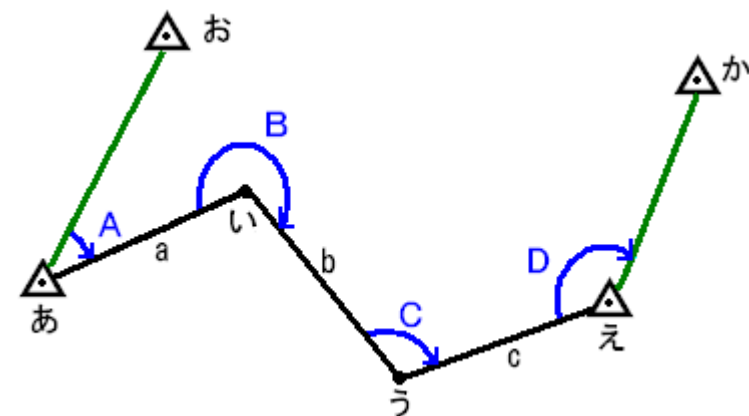
ローカライゼーション

GNSS ⇒ 座標にゆがみが生じる例



GNSSと地上測量の距離差

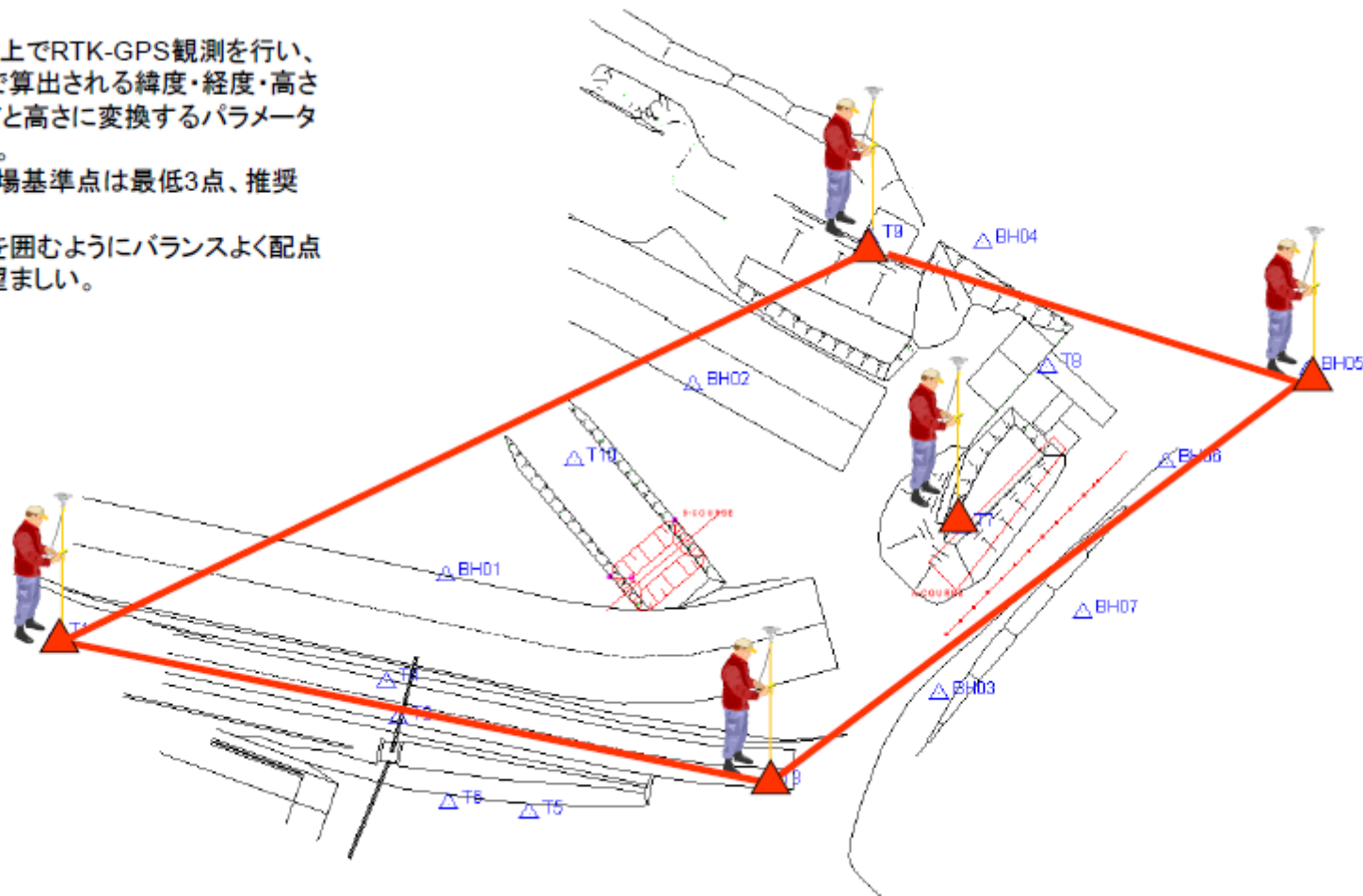
トラバース測量の誤差



GNSS測量の基礎知識

ローカライゼーションの方法

- 現場基準点上でRTK-GPS観測を行い、RTK-GPSで算出される緯度・経度・高さから現場XYと高さに変換するパラメータを自動計算。
- 使用する現場基準点は最低3点、推奨5点以上。
- 施工エリアを囲むようにバランスよく配点することが望ましい。



実例紹介 : 日本工学院八王子校 噴水の3D測量

今回の使用モデル : DJI社 ファントム



CAT® CONNECT



実例紹介 : 日本工学院八王子校 噴水の3D測量

ローバーを用いたローカライゼーション

今回の使用モデル : 移動局 Trimble社 SPS985
コントローラ Trimble社 TSC2



CAT® CONNECT



実例紹介：日本工学院八王子校 噴水の3D測量

例) ドローン測量の手順

1. 標定点を設置(測量)する
2. フライトプランを作成する
3. 飛行し、現場の写真を撮影する
4. データをダウンロードし、ソフトウェアで画像処理する
*PhotoScan Professional
5. LASファイル(点群データ)を作成し、3Dデータ作成ソフトに
入力する *ビジネスセンターHCE
6. 用途に合わせたアウトプットをする

実例紹介 : 日本工学院八王子校 噴水の3D測量

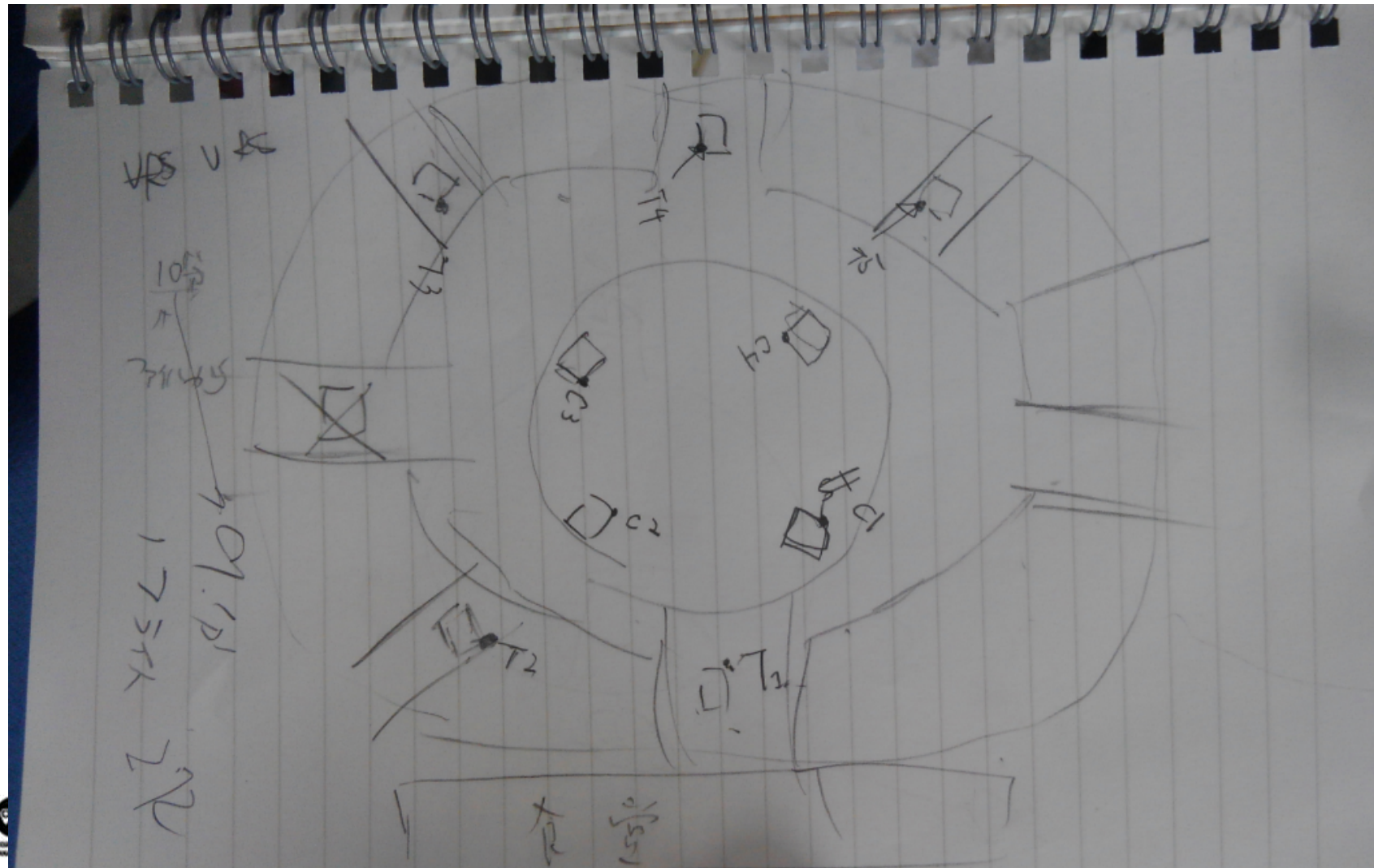
【参考】ドローンを用いた測量

- ・ 計測時間 : 10分 (飛行時間)
- ・ 写真枚数 : 272枚
- ・ データ処理 : 5時間



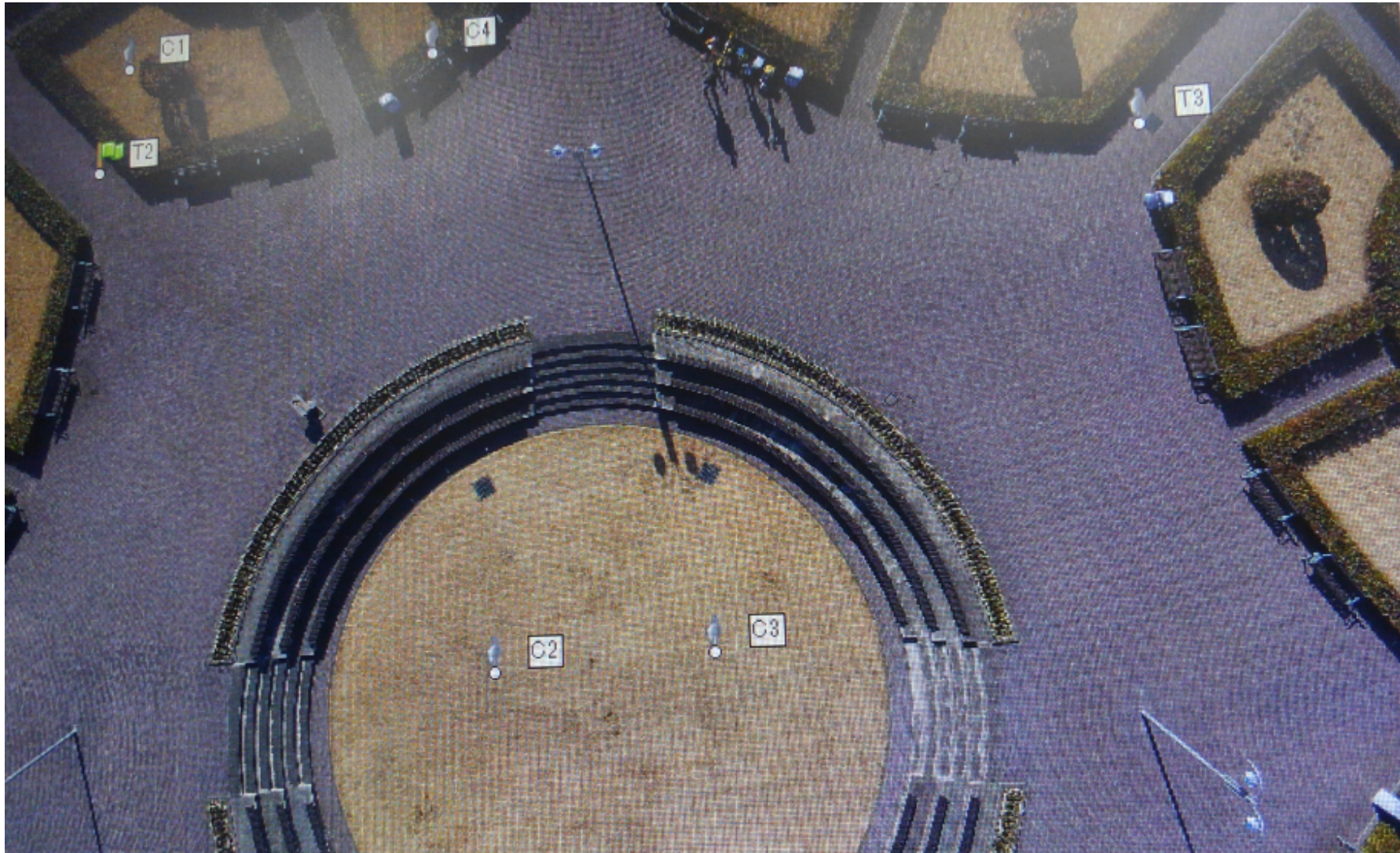
実例紹介 : 日本工学院八王子校 噴水の3D測量

標定点の設置 (スケッチ)



実例紹介 : 日本工学院八王子校 噴水の3D測量

標定点の設置



実例紹介 : 日本工学院八王子校 噴水の3D測量

標定点の設置

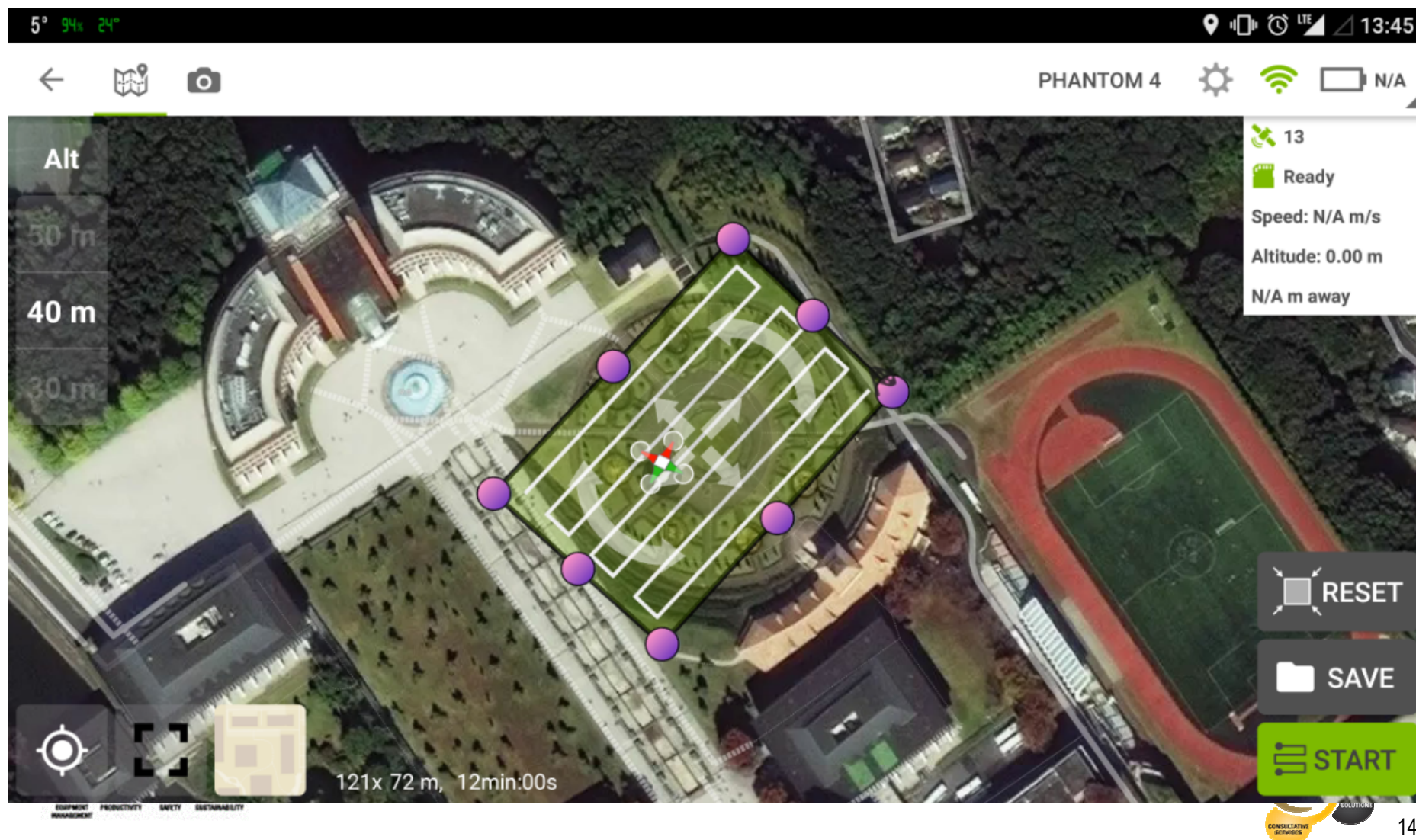


CAT® CONNECT



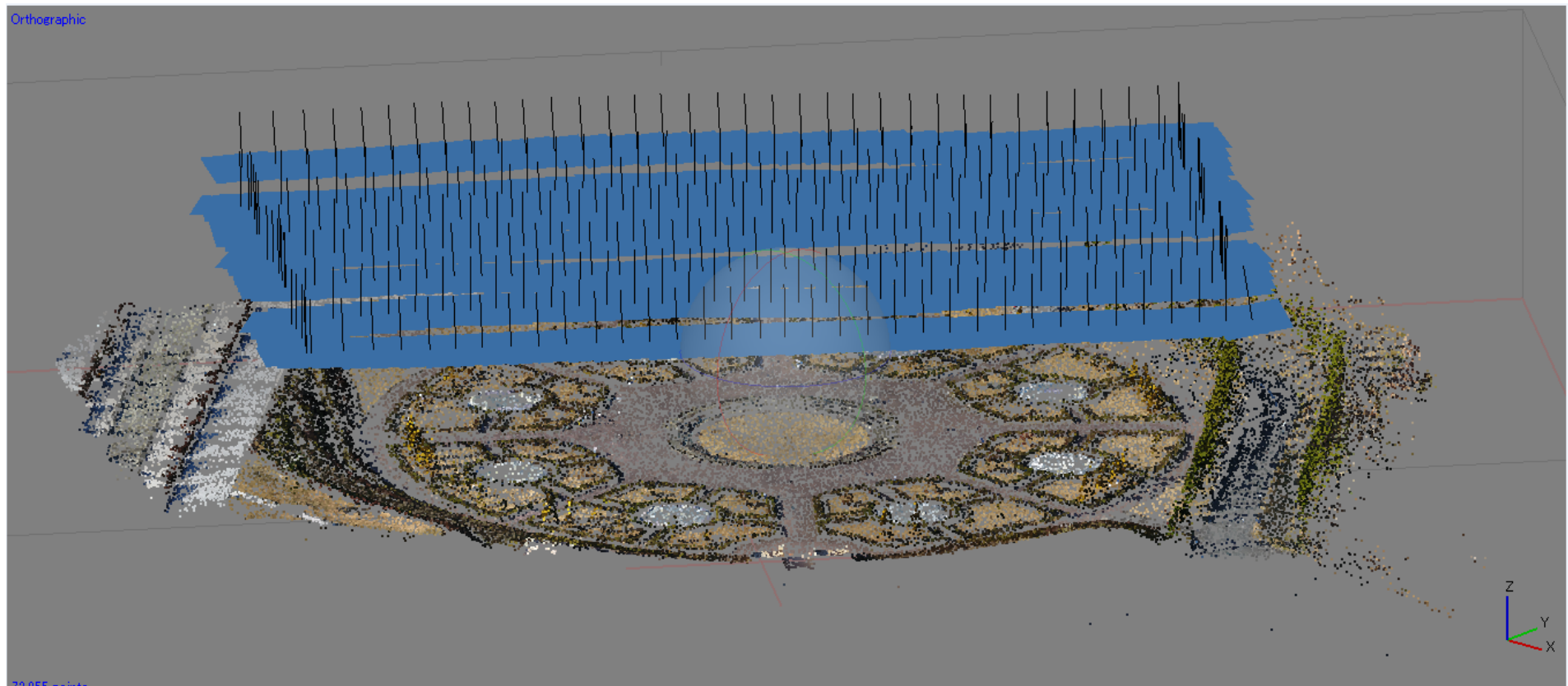
実例紹介 : 日本工学院八王子校 噴水の3D測量

フライトプランの作成



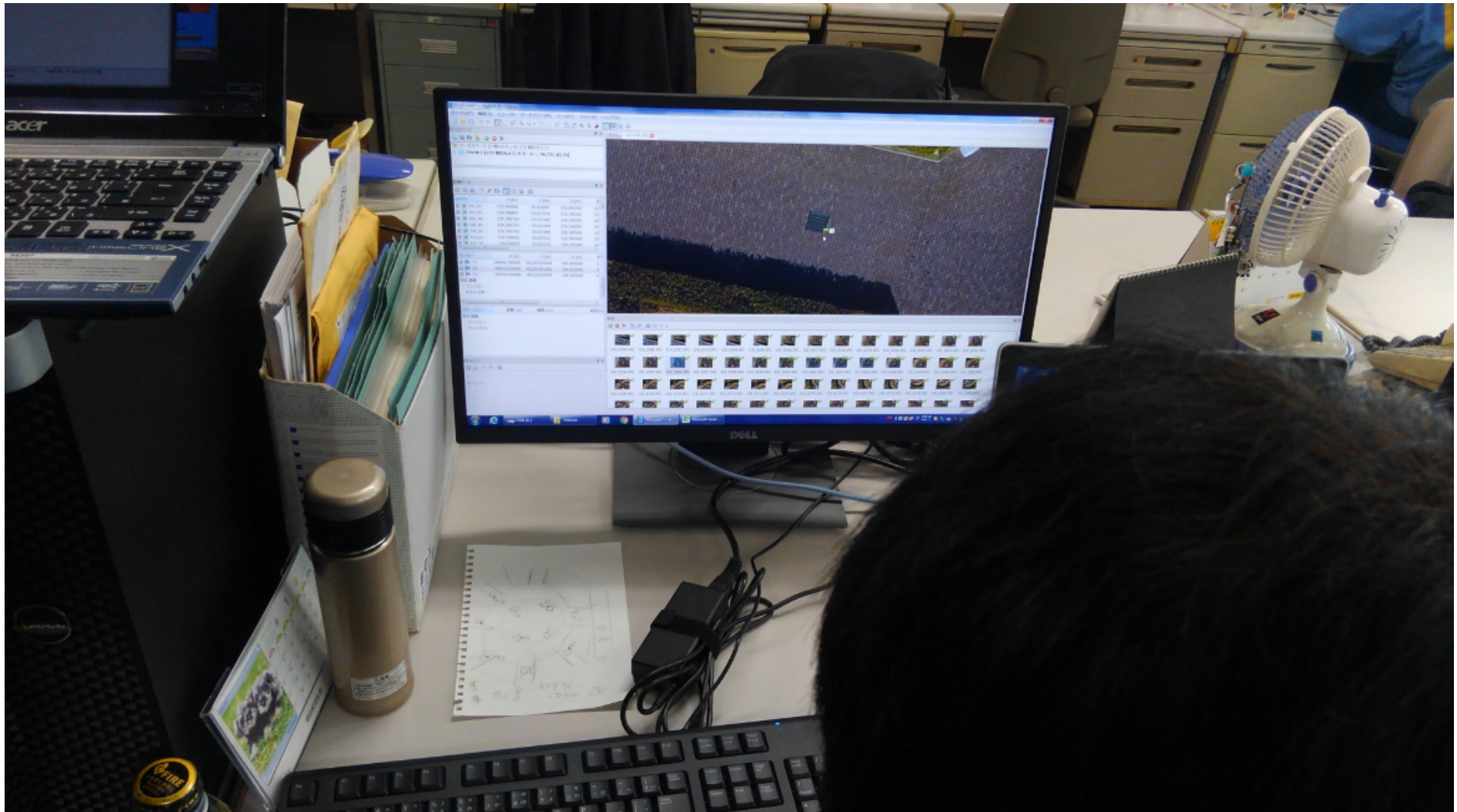
実例紹介 : 日本工学院八王子校 噴水の3D測量

フライトの履歴



実例紹介 : 日本工学院八王子校 噴水の3D測量

画像解析処理 : Photo Scan



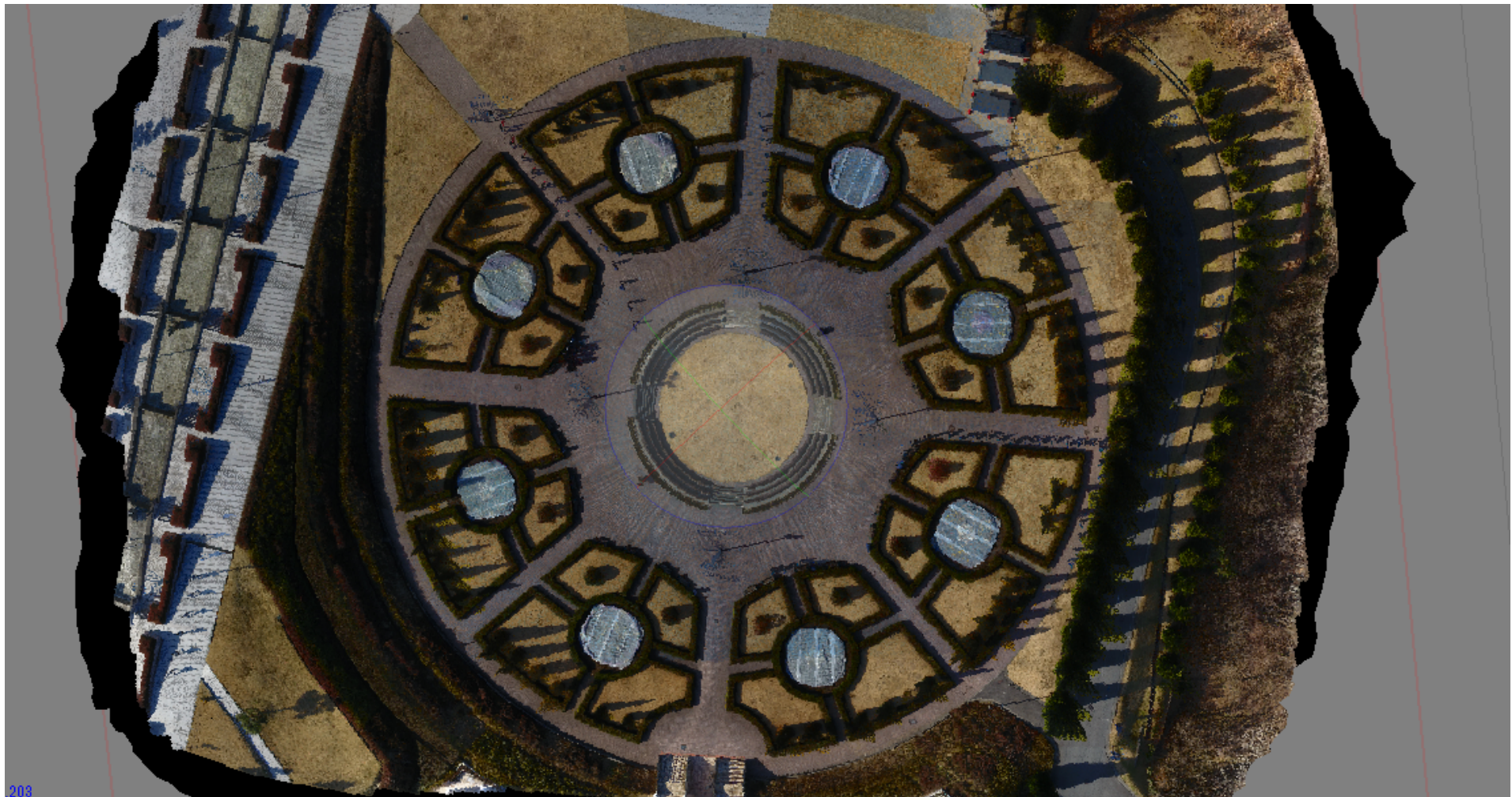
実例紹介 : 日本工学院八王子校 噴水の3D測量

LAS(点群)データ : Photo Scan



実例紹介 : 日本工学院八王子校 噴水の3D測量

オルソ画像



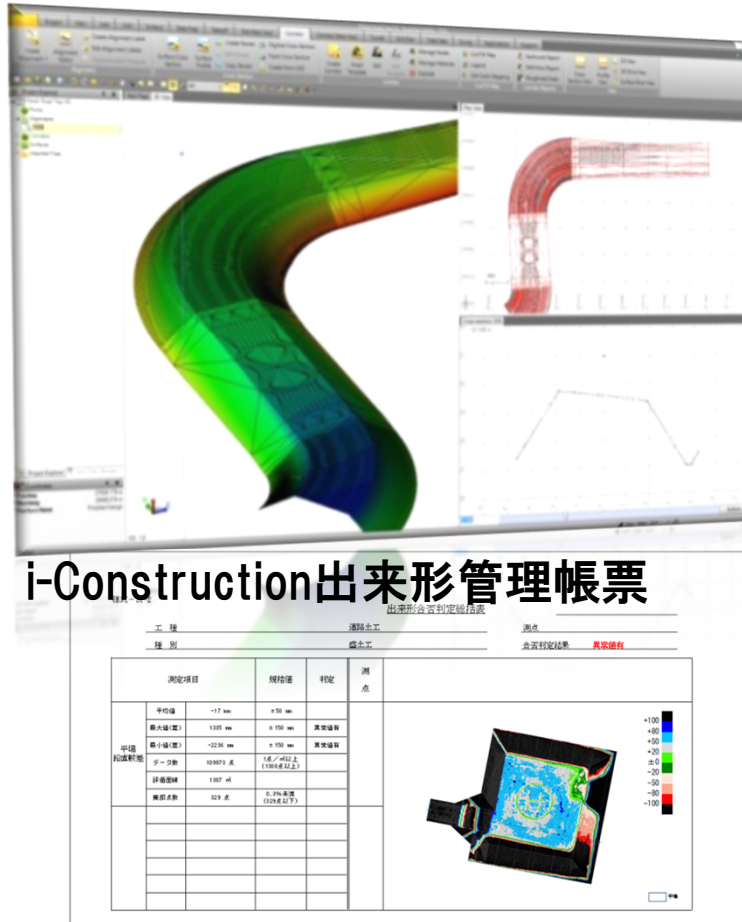
203

EQUIPMENT PRODUCTIVITY SAFETY SUSTAINABILITY



実例紹介 : 日本工学院八王子校 噴水の3D測量

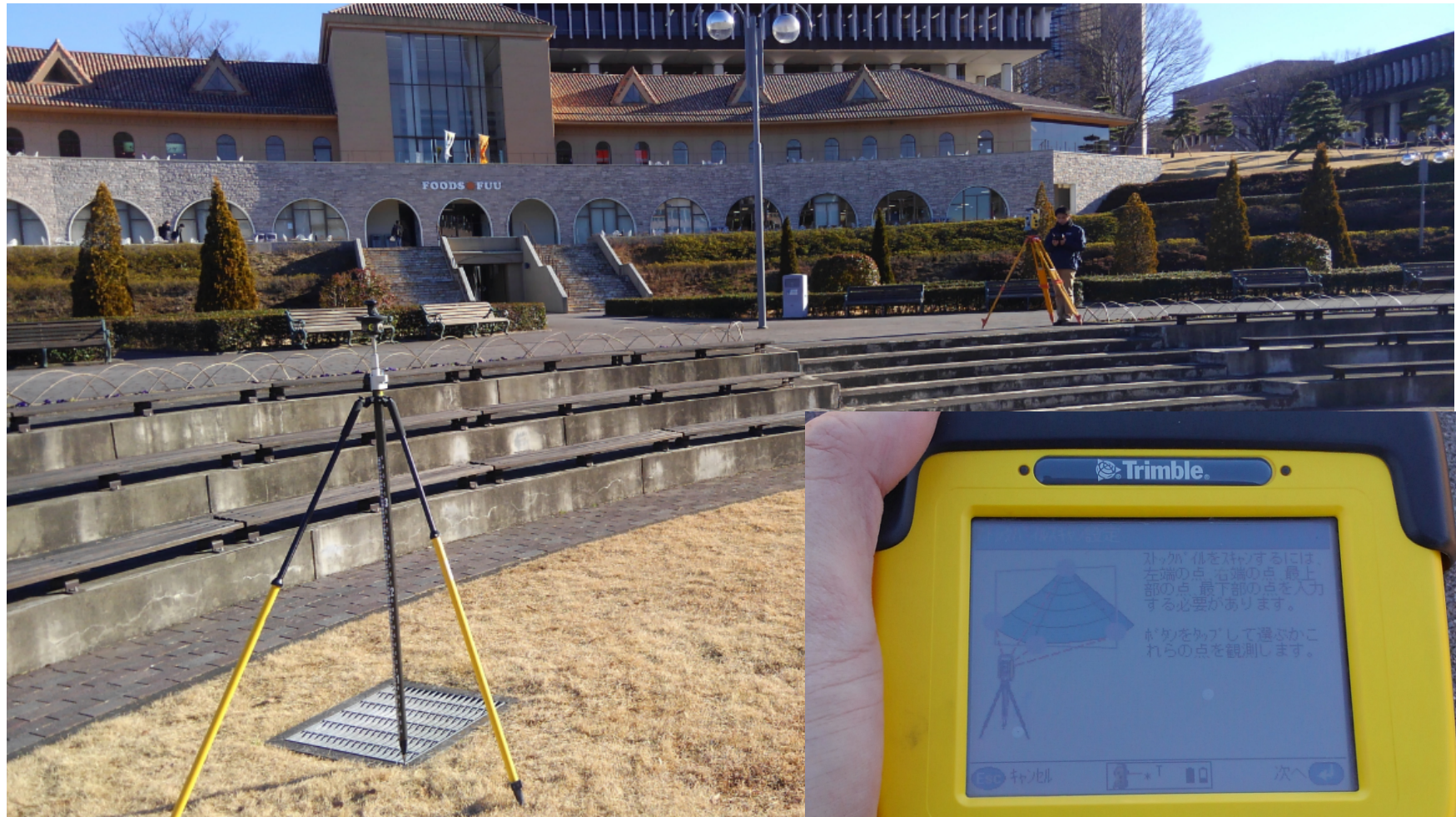
Trimble Business Center-HCE



- デスクトップソフトウェア
- 面データ作成
- 線形(コリドー)モデル作成
- MC/MGへのデータエクスポート
(3D設計データの作成)
- LandXMLの入出力
- 3D出来形表示
- 3D土量算出
- i-Construction出来形管理帳票出力
- **ブレークラインの追加 (面境界線の追加)**

実例紹介 : 日本工学院八王子校 噴水の3D測量

【参考】TSを用いた測量（ストックパイル）



CAT® CONNECT

TSC2

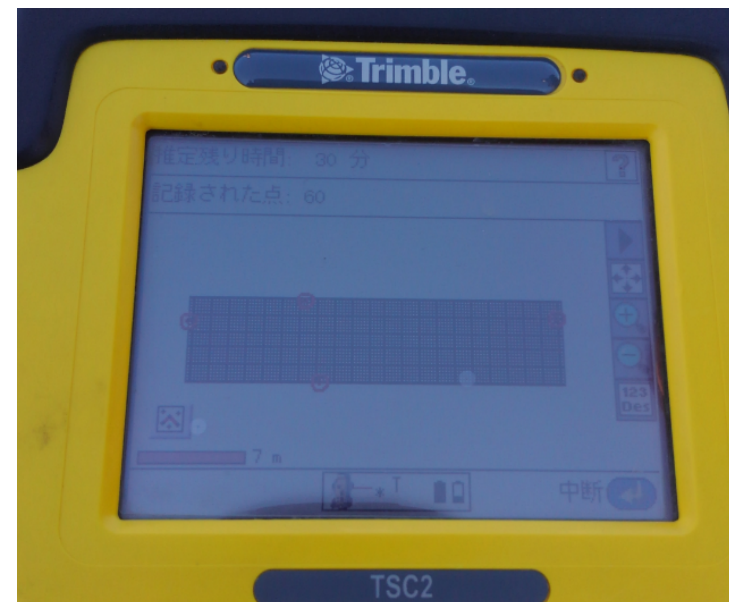
実例紹介 : 日本工学院八王子校 噴水の3D測量

【参考】TSを用いた測量（ストックパイル）

- ・ 計測時間 : 30分
- ・ ポイント数 : 3900個
- ・ データ処理 : 5分
- ・ メリット : 簡単、自動計測、GNSSが入らなくても使用可
- ・ 注意点 : 障害物

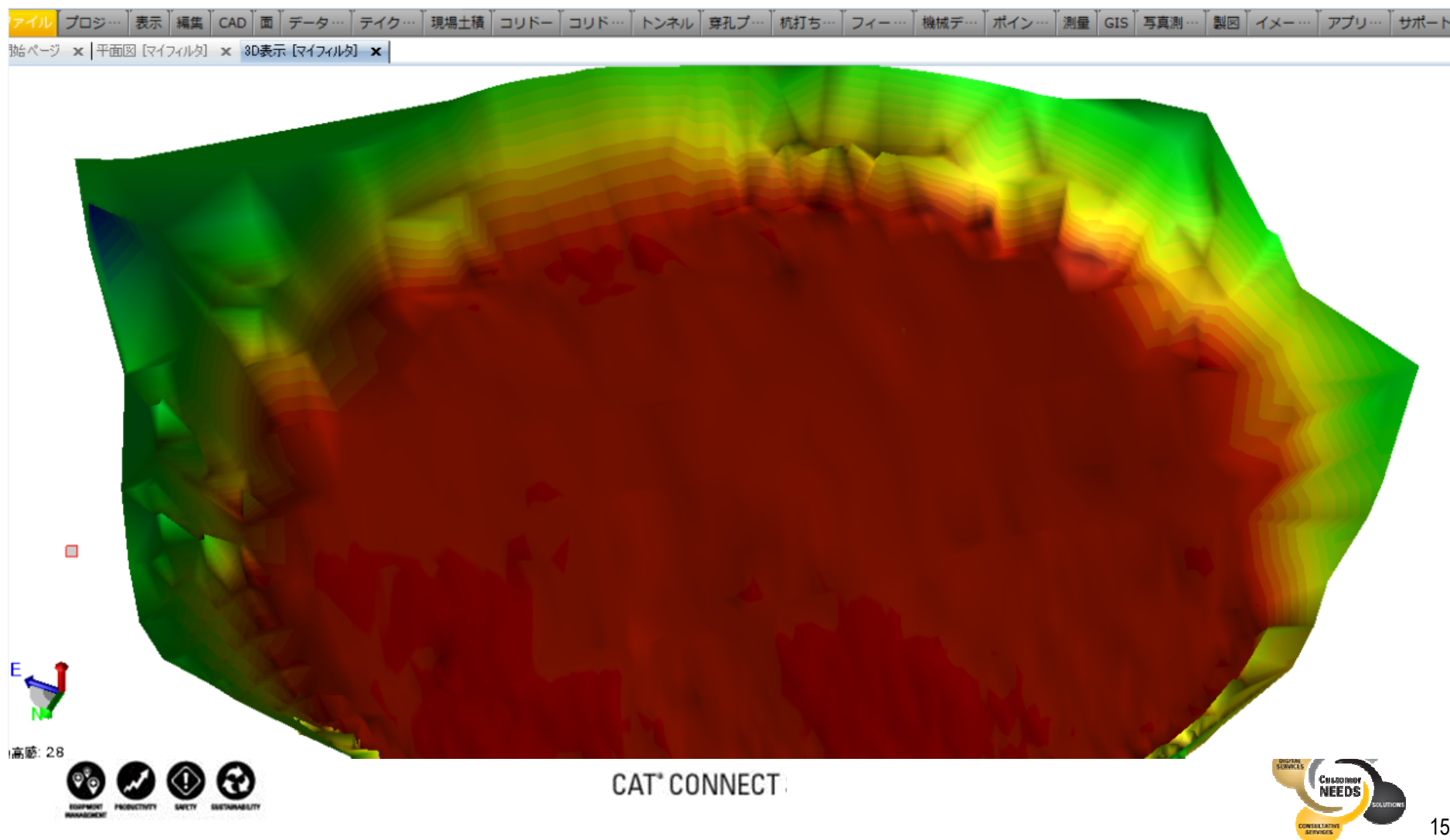


CAT® CONNECT



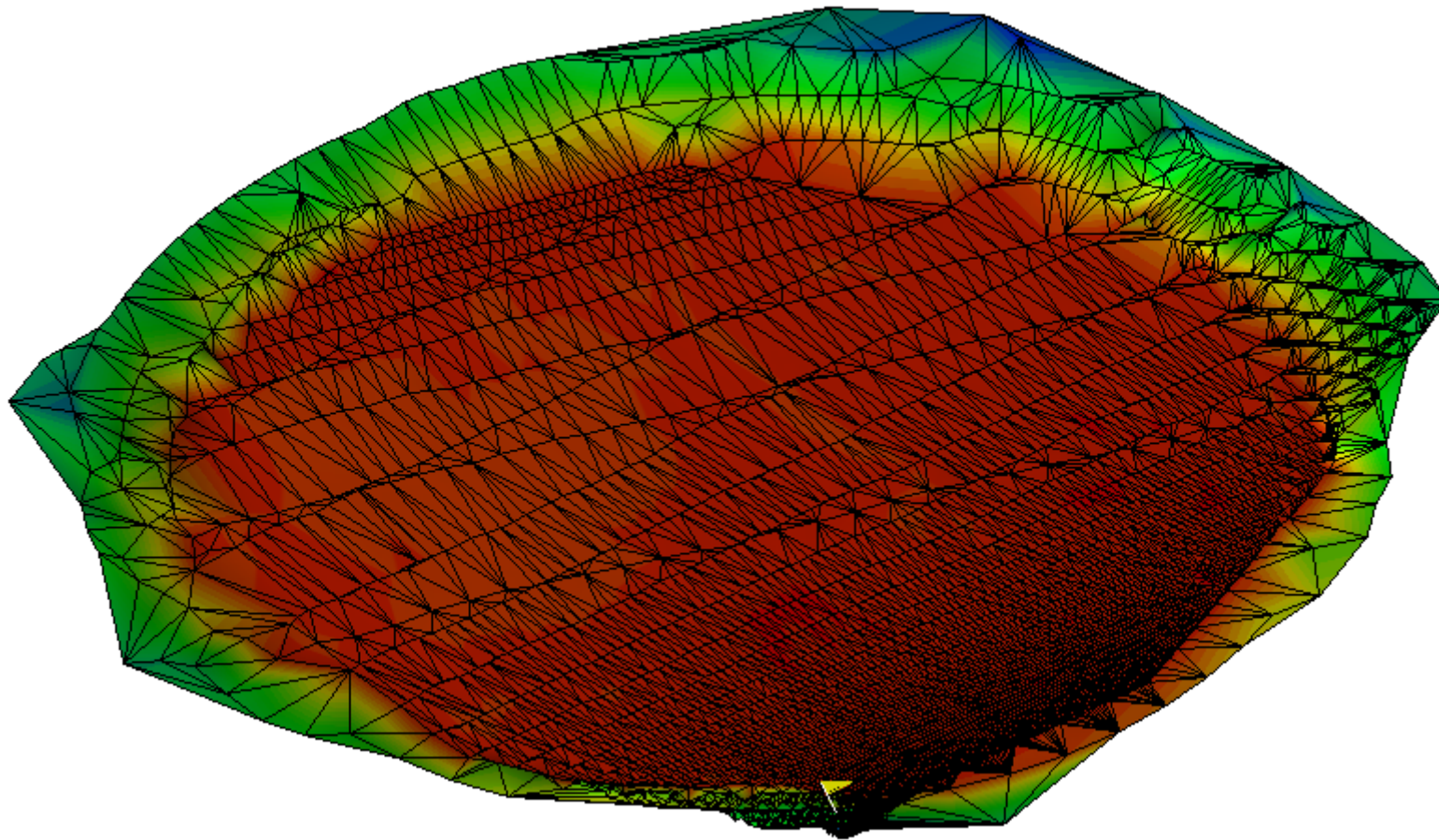
実例紹介：日本工学院八王子校 噴水の3D測量

【参考】TSを用いた測量（ストックパイル）



実例紹介 : 日本工学院八王子校 噴水の3D測量

【参考】TSを用いた測量（ストックパイル）



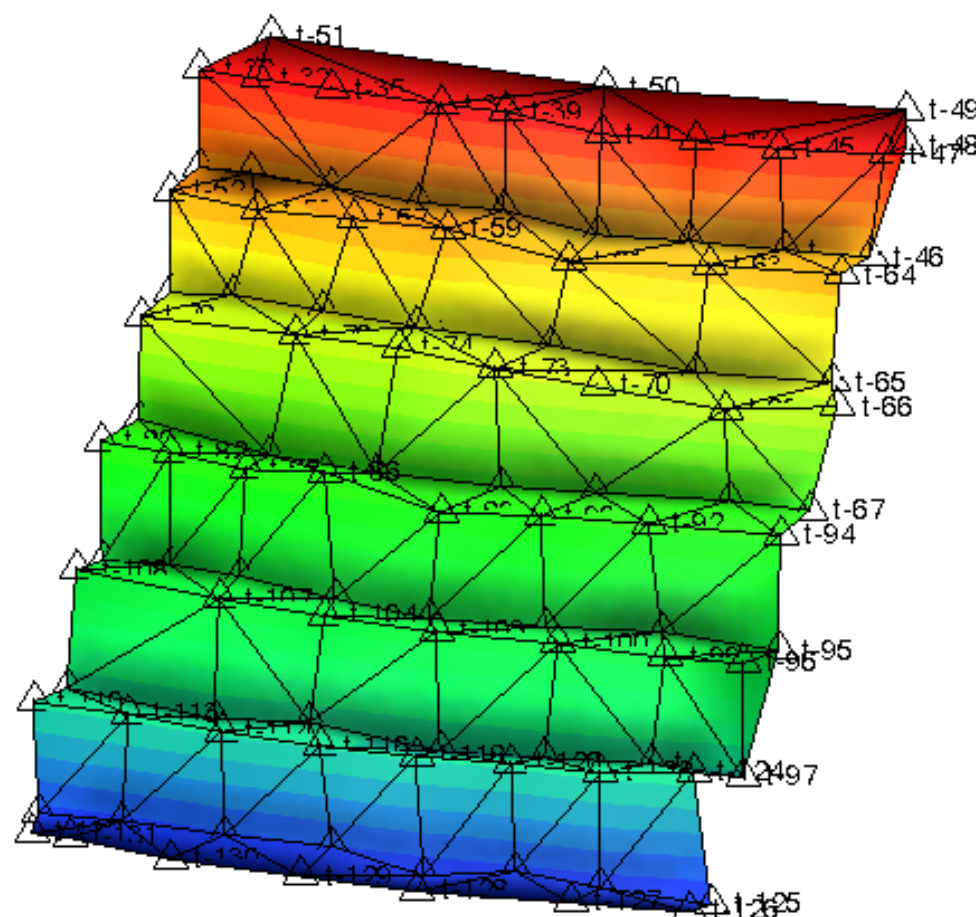
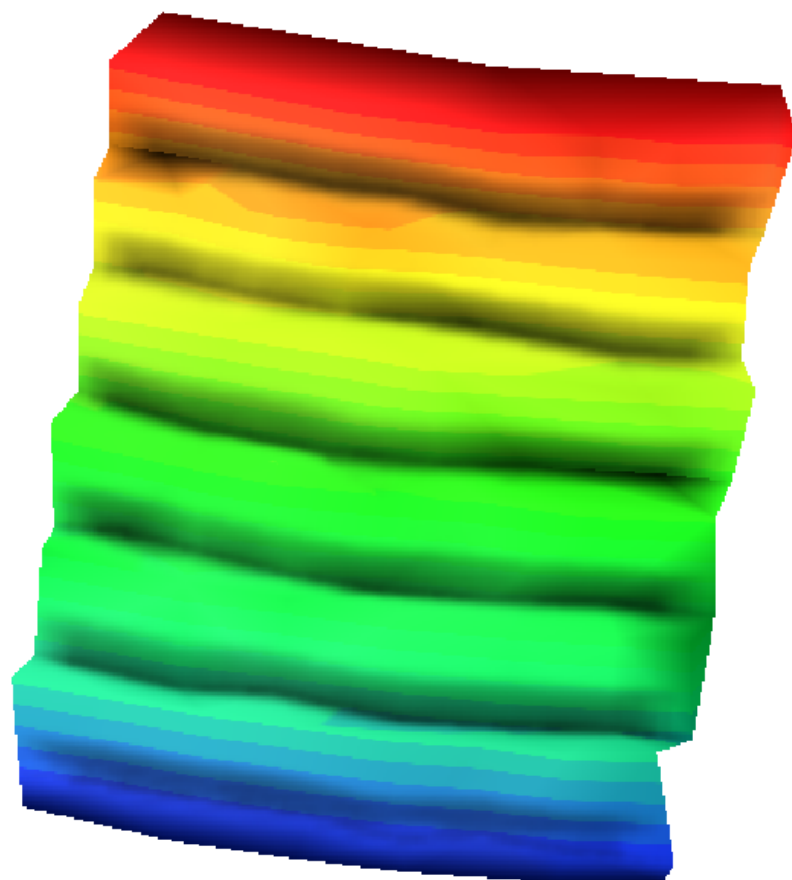
実例紹介 : 日本工学院八王子校 噴水の3D測量

【参考】GNSSローバーを用いた測量

- ・ 計測時間 : 10分
- ・ ポイント数 : 100個
- ・ データ処理 : 30分
- ・ メリット : 簡単、多彩な計測パターン
- ・ デメリット : 使う場所、計測誤差

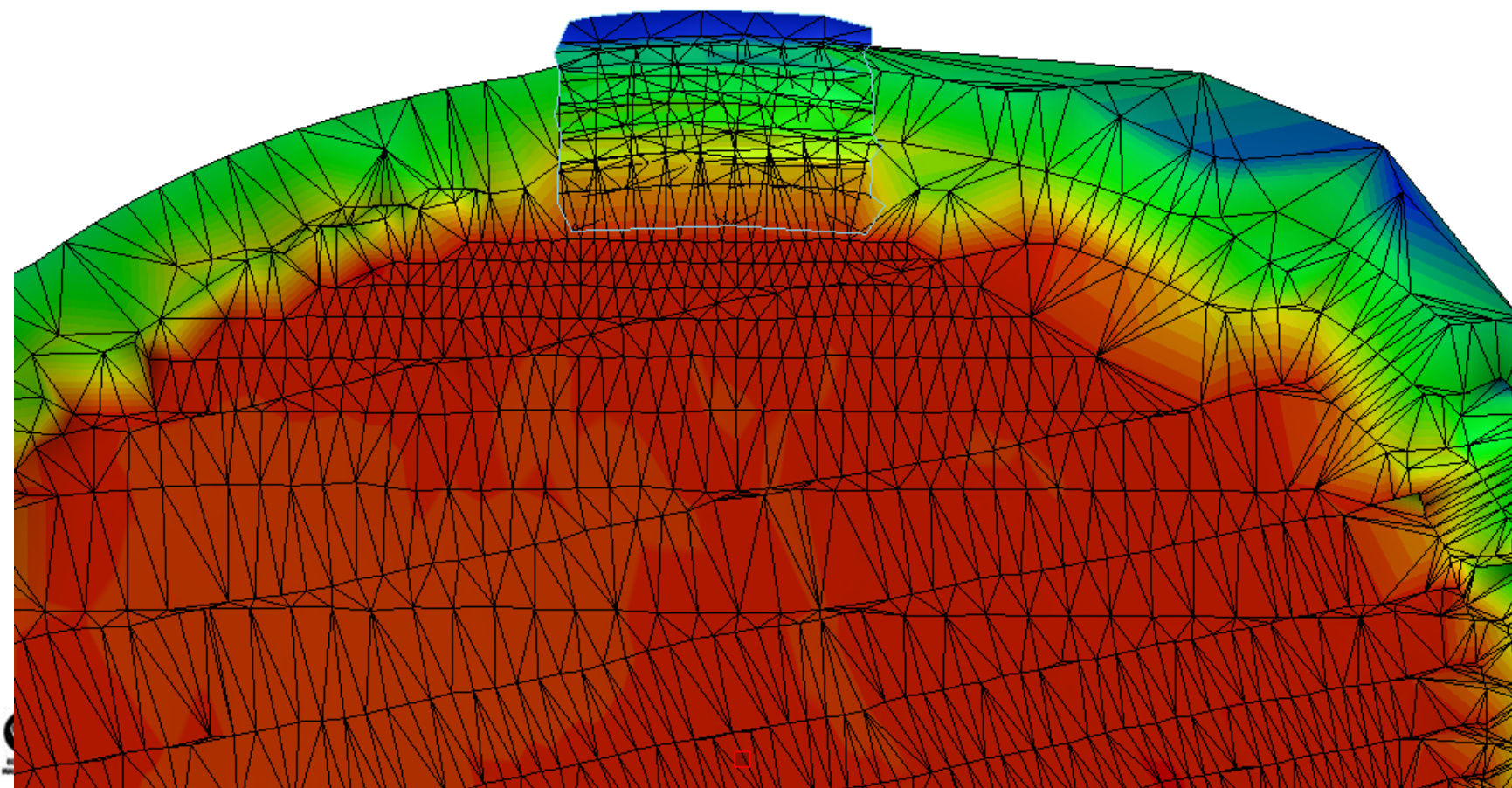


【参考】GNSSローバーを用いた測量



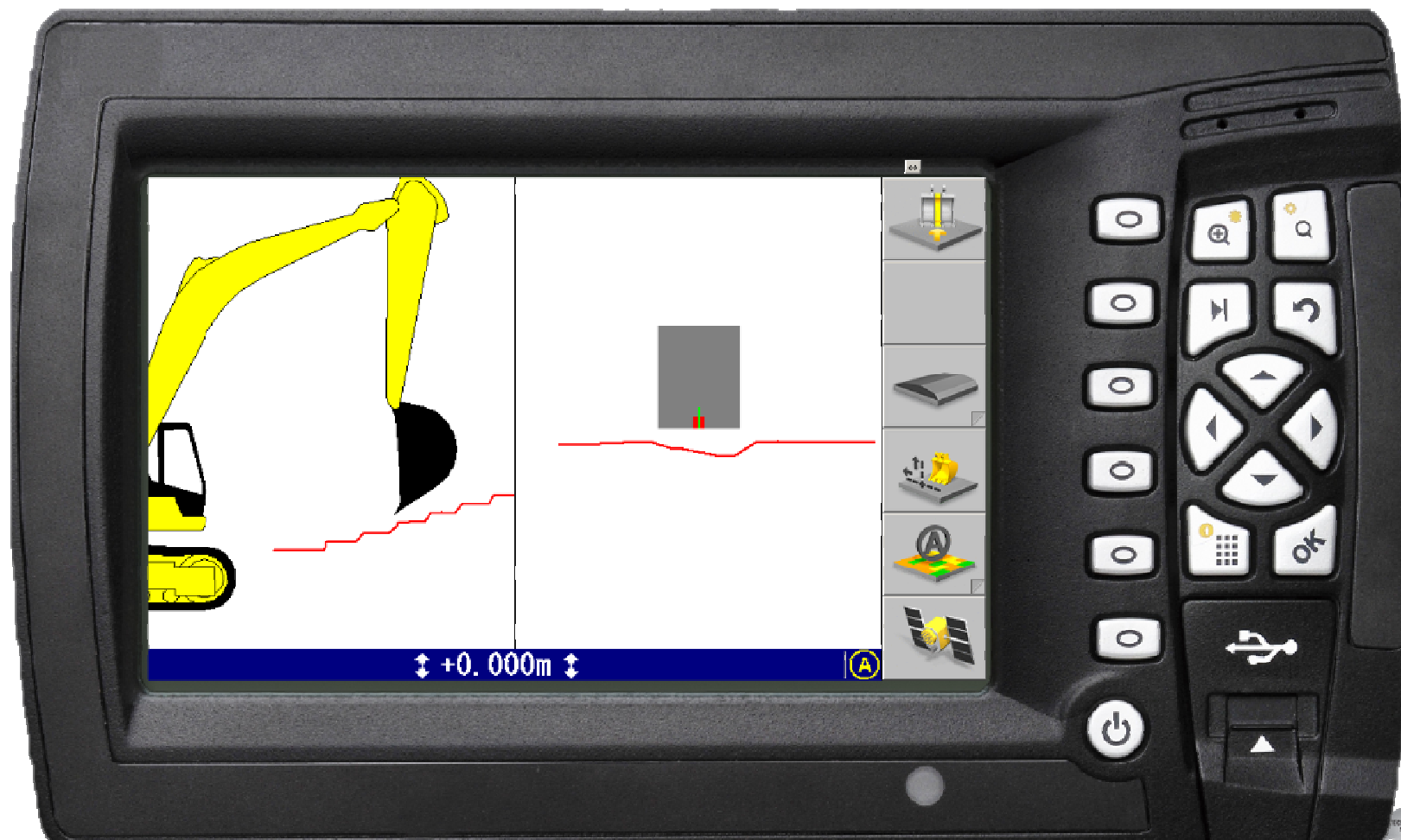
実例紹介 : 日本工学院八王子校 噴水の3D測量

【参考】TS / GNSSローバー測量データを追加した場合



実例紹介 : 日本工学院八王子校 噴水の3D測量

【参考】階段形状のICT建機施工シミュレーション

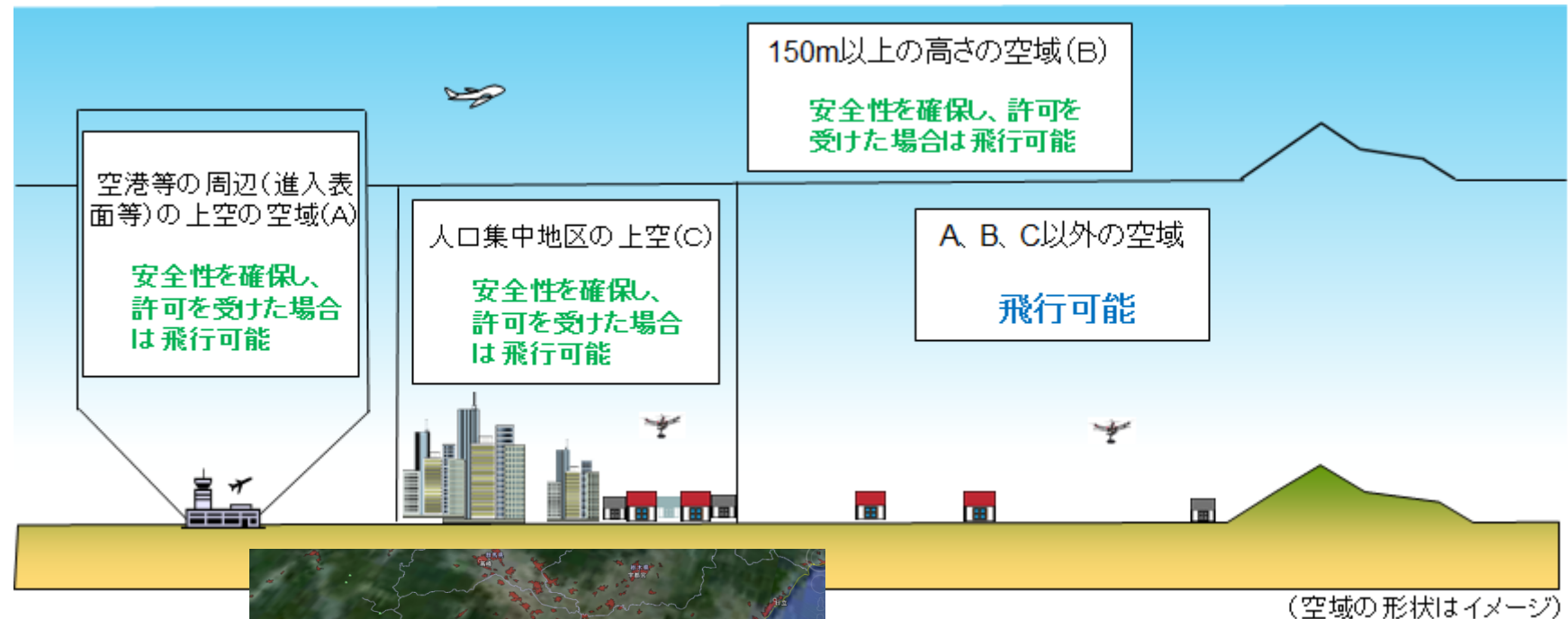


CAT® CONNECT



UAV測量における注意事項

改正航空法



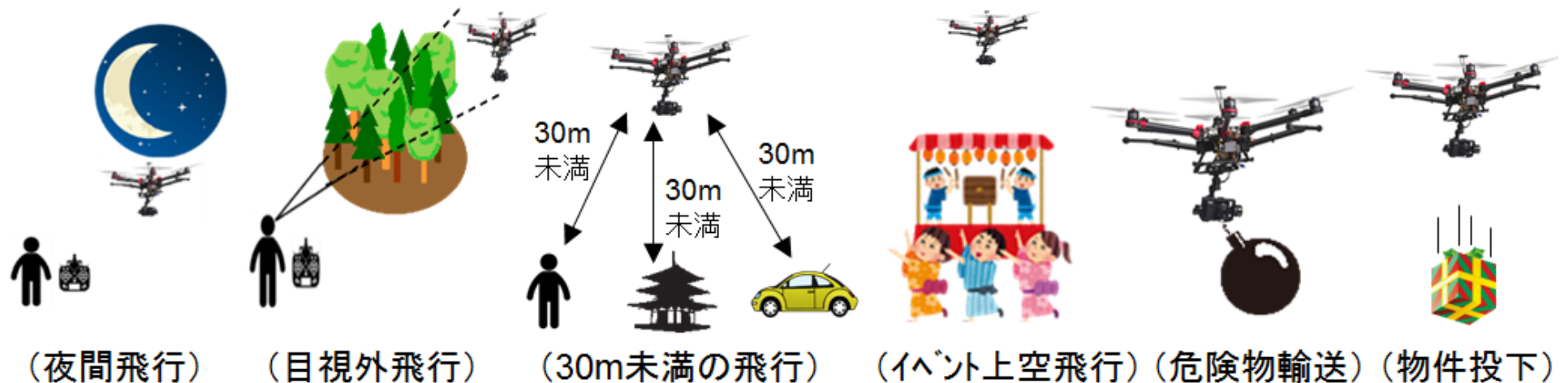
フライト禁止区域区域
(人口密集地域)

UAV測量における注意事項

改正航空法

その他にも無人航空機を飛行させようとする場合には、あらかじめ、国土交通大臣の承認を受ける必要があります。

＜承認が必要となる飛行の方法＞



UAV測量における注意事項

写真測量における注意点

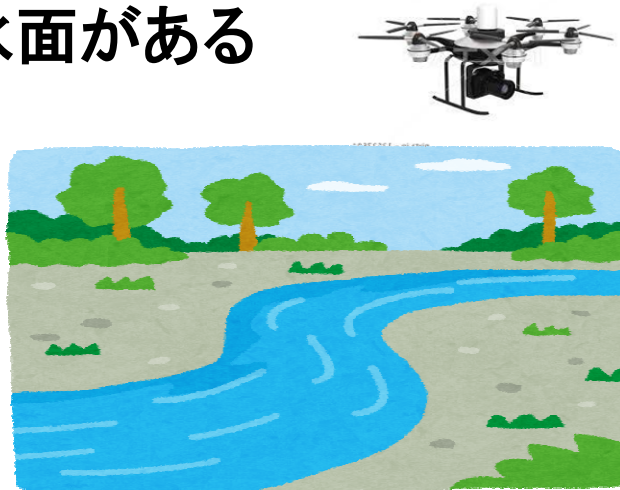
- ・ 伐採していない



樹木が邪魔で地表面の写真
が取れません。
これでは、3次元地形データ
を作れません！



- ・ 水面がある

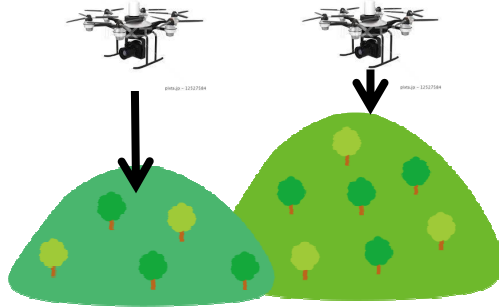


水面の波や波紋、水の流
れは一様の形をしてい
ません。
写真測量では複数の写
真を同じ形の物体を基
準につなぎ合わせます。
水のある場所(雨上が
りの水たまりなど)は、
写真のつなぎ合わせで
難しく正しい3次元地
形データを作れません。

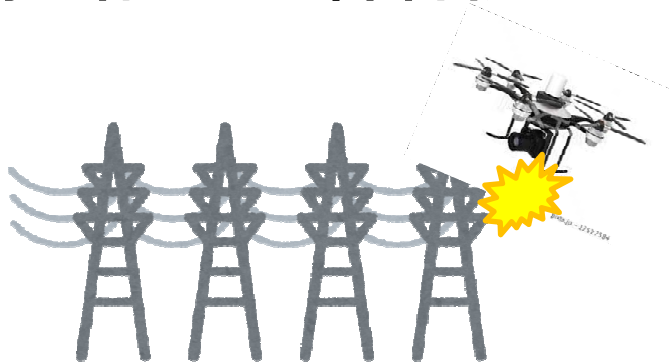
UAV測量における注意事項

写真測量における注意点

- ・ 高低差がある



- ・ 高圧線などの障害物



高低差のある現場では、写真解像度を一様に保つために高度を変えてフライトする必要があります。また、標定点(基準点)も高低に偏らないように設置が必要です。法面も注意が必要です。



高圧線や鉄塔などが近い現場では、電磁波や磁気による影響で機体が不安定になることがあります。最寄にこのようなものがある場合は、電力会社などと協議した方がよい場合があります。

LSを用いた3D測量

① Trimble TX8 (ハイパフォーマンス3Dレーザースキャナ)

【特長】



・ 100万点/1秒の超高速スキャンスピード

Scan レベル	1回のスキャン時間
1 – (22.6mm @ 30m)	2 分
2 – (11.3mm @ 30m)	3 分
3 – (5.7mm @ 30m)	10 分
ER – (75.4mm @ 300m)	14 分

- ・ 1mm@80m 2mm@100mの高い測距精度
- ・ IP54 優れた耐環境性能
- ・ 最長340mのスキャンに対応
- ・ 広いスキャン範囲 水平360° / 鉛直 317°
- ・ 安全なClass-1レーザーを使用

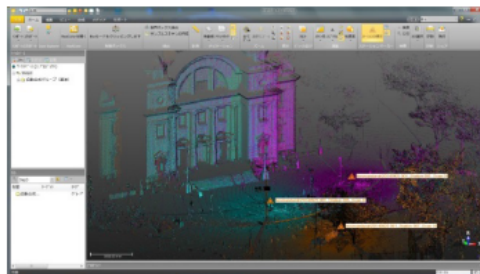
LSを用いた3D測量

② Trimble RealWorks (3次元点群編集ソフトウェア)

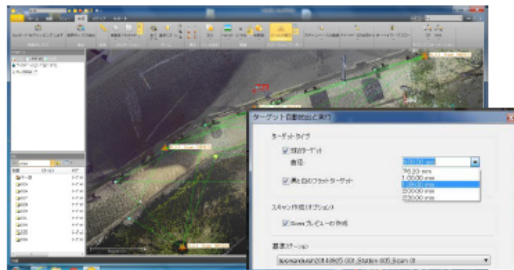
②-1 レジストレーション (合成) 機能

平面を利用した、自動レジストレーション機能搭載
その他、豊富なレジストレーションをご用意

- ターゲットレス自動レジストレーション
- 器械点/後視点方式レジストレーション
- ターゲット自動抽出及び自動レジストレーション
- 点群ベースのレジストレーションなど



ターゲットレスレジストレーション



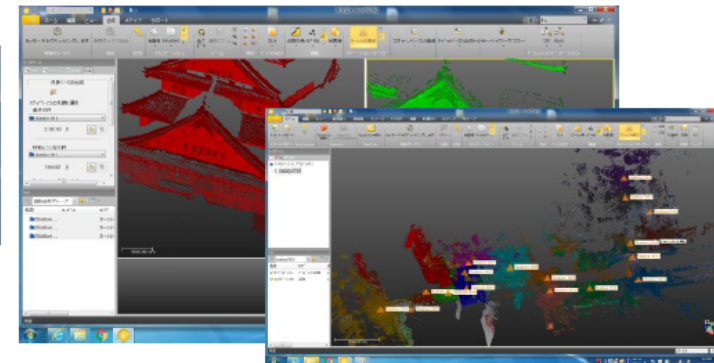
ターゲット自動抽出及び自動レジストレーション

Station	Point Count	Registration Method	Registration Error (mm)
Station 1	1,000,000	Targetless	10.0
Station 2	2,000,000	Targetless	15.0
Station 3	3,000,000	Targetless	12.0
Station 4	4,000,000	Targetless	18.0

合成誤差の
レポート出力



点群ベースの合成も可能



LSを用いた3D測量

② Trimble RealWorks (3次元点群編集ソフトウェア)

②-2編集エリアのセグメンテーション (分割)

任意のエリアを簡単に分割可能
分割された点群は、各グループに自動仕分けされる



分割された点群は、各オブジェクト
としてグループ化され、再表示、リ
サイクル、管理が容易です



CAT® CONNECT

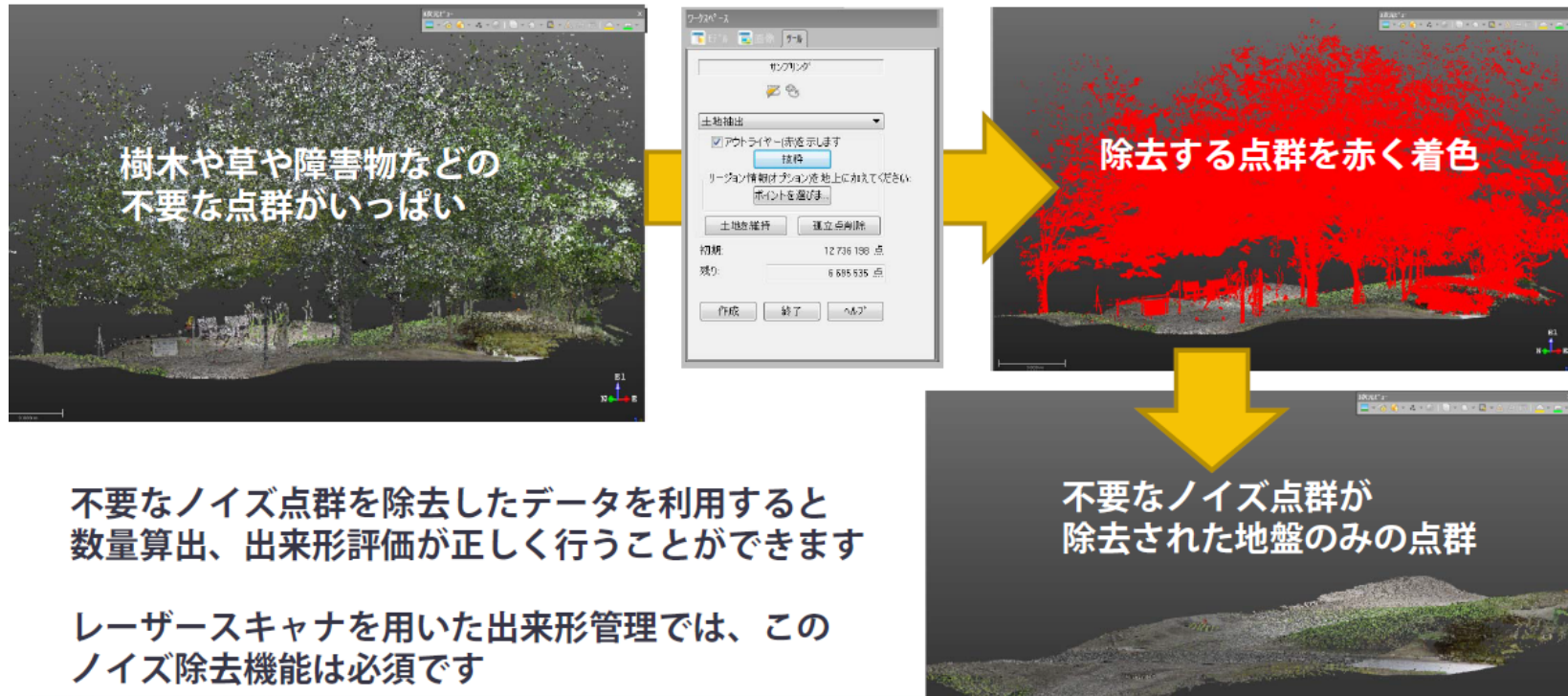


LSを用いた3D測量

② Trimble RealWorks (3次元点群編集ソフトウェア)

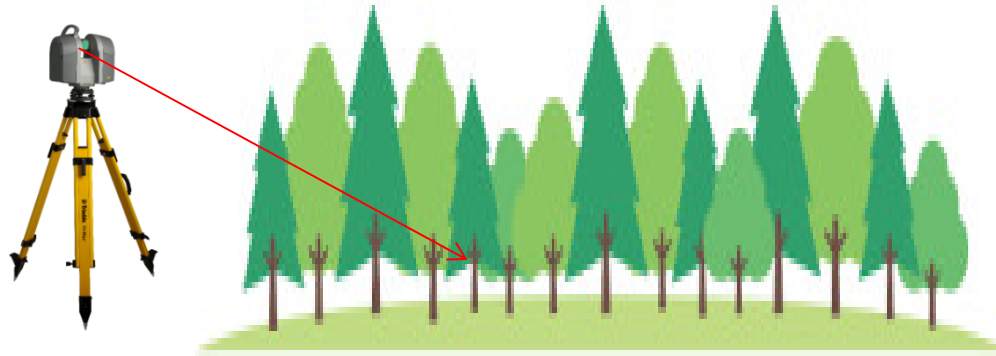
②-3 不要点群のクリーニング

草や樹木/工事通行車両や作業員などの不要なスキャン点群を自動削除
地盤のみを残し、スピーディーに確実に不要点群の削除を行う



LS測量における注意事項

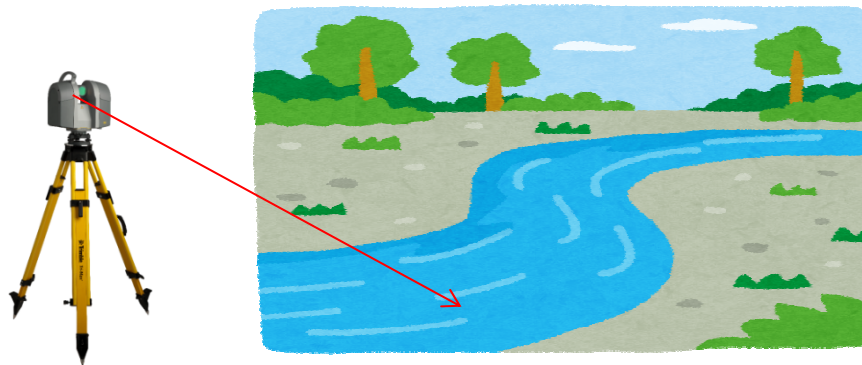
- ・ 伐採していない



樹木が邪魔で地表面にレーザーが届きません。
本体を複数回移動させての計測が必要のため非常に時間がかかります。



- ・ 水面がある



レーザーは水面で拡散して、
正しく測定できません。
雨上がりの現場で水たまりがあると
その部分のデータが取れません。

LS測量における注意事項

- ・ 高低差がある(法面の小段など)



レーザースキャナは、目視できる場所が計測できます。
高低差のある現場(法面の小段)は、見通しの確保できる機材設置場所が必要です。



条件に応じた多彩な計測方法

TSやGNSS測量器を利用した現地測量



UAVやLSを用いた量



有人航空機を利用した空中写真測量



- 現場の広さ
- 気象条件
- 足元条件
- 頭上条件

建設生産プロセス：施工

設計(図面)

起工測量

施工計画

設計照査

施工

「起工測量」「設計照査」「施工計画」の後に、いよいよ施工開始となります。



丁張りにあわせた
掘削／整形

丁張りにあわせた
盛土／敷均し



盛土の締固め

CAT® CONNECT



建設生産プロセス：ICT建機による施工

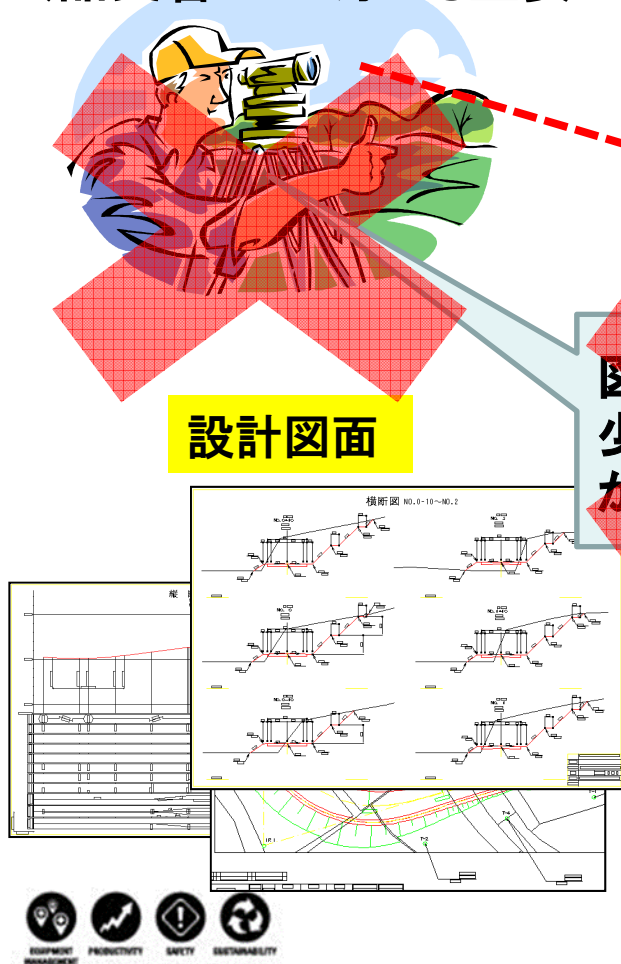
施工を始める前に



建設生産プロセス : ICT建機による施工

施工中の主役は「建設機械」ですが・・・

測量機は、設計図面と施工結果を比較しつつ(検測)施工を行いサポートします。
(品質管理の為に重要です)



図面と比較して・・・
少し掘削が必要かな？

モニター画面で施工状況がリアルタイムで分かる



建設生産プロセス：検査

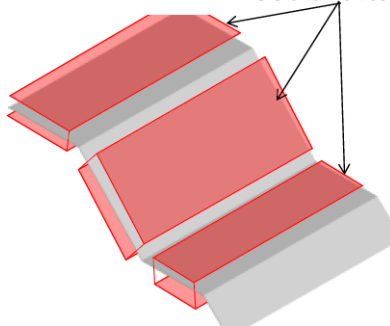
設計通り施工完了したかを測量機で計測し「検査」する

現況(3Dデータ)と、設計(完成3Dデータ)を比較する事で、出来形検査等を行う。

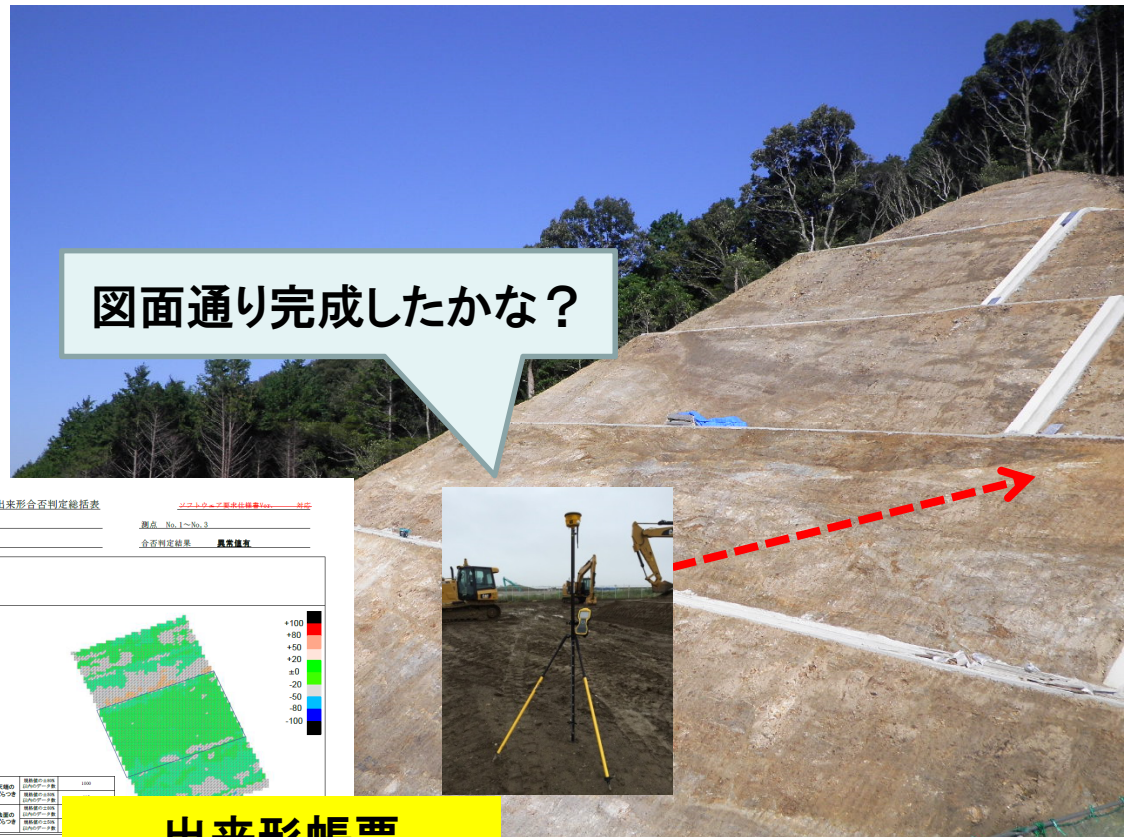
施工

検査

出来形計測箇所



図面通り完成したかな？



出来形判定総括表

道路土工 測点 No. 1~No. 3

土質 含石判定結果 異常検査

項目	規格値	判定	測点
±1mm	±0.0mm	異常検査	
±2mm	±0.0mm	異常検査	
±3mm	±0.0mm	異常検査	
データ数	1000	1点/点以上 (1000点以上)	
評価距離	100m		
平均値	0	0.3%未満 (0点以下)	
最大値(面)	7mm	±0.0mm	
最小値(面)	0mm	±0.0mm	
データ数	1700	1点/点以上 (1700点以上)	
評価距離	170m		
平均値	0	0.3%未満 (0点以下)	

色分けされた3Dデータビジュアライズ図

+100
+80
+50
+20
±0
-20
-50
-80
-100

出来形帳票



まとめ : i-Constructionのデータフロー



ご清聴頂き、有難う御座いました

Keisuke Minowa
Technology Application Territory Manager
Construction Digital & Technology
Caterpillar Japan Ltd.



CAT® CONNECT





学校法人片柳学園
日本工学院八王子専門学校



平成28年度 文部科学省委託事業
「成長分野等における中核的専門人材養成の戦略的推進事業」

社会基盤分野における次世代ニーズに係る
中核的専門人材養成プログラム開発プロジェクト

i-Constructionを学ぶCIM活用講座

～③クラウドデータ活用による現場管理～

2017.1.18



【CIM活用セミナー】

クラウドデータ活用による現場管理

キャタピラージャパン株式会社 コンストラクション&デジタルテクノロジー 箕輪 佳祐

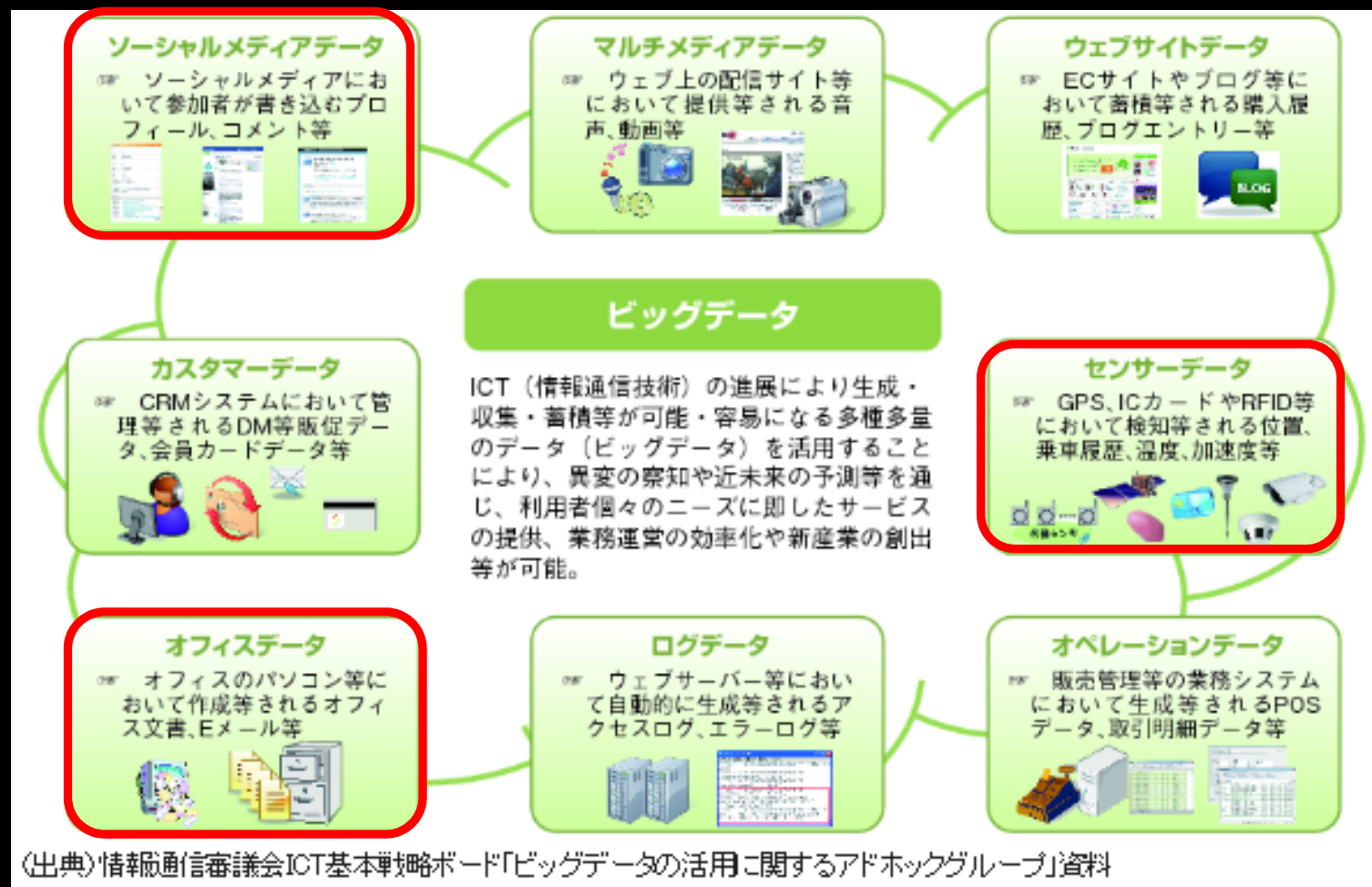


CAT® CONNECT



建設機械と ビッグデータ

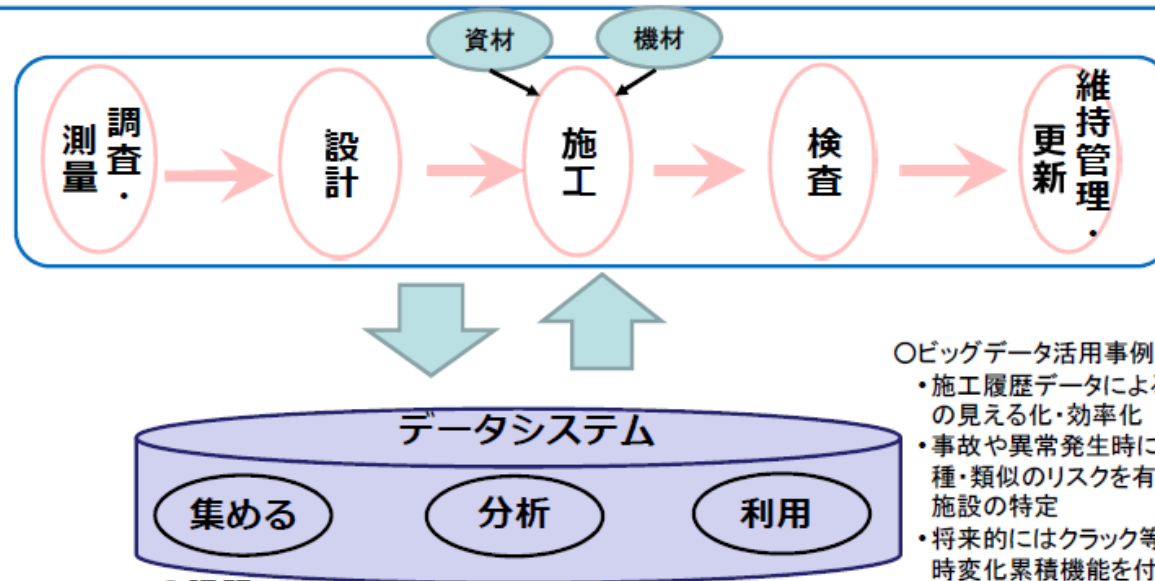
可能性の発掘と効率化



建設機械とビッグデータ

8 (3) . i-Constructionに伴うビッグデータの活用 国土交通省

- 調査・測量・設計、施工・検査、維持管理・更新の建設生産プロセスや各生産段階（例えば施工段階）において作成される3次元データ等のビッグデータをデータベース化することにより、更なる生産性の向上や維持管理・更新等に有効活用。



- ビッグデータ活用事例(案)
- ・施工履歴データによる現場の見える化・効率化
 - ・事故や異常発生時に、同種・類似のリスクを有する施設の特定
 - ・将来的にはクラック等の経時変化累積機能を付加し、点検履歴(クラック、漏水等)を参照して維持管理の更なる効率化

○課題

- ・ オープンデータ化
- ・ セキュリティ確保
- ・ データ所有権の明確化
- ・ 官民連携によるデータ管理の確立

24

Cat テレマティクス

Product Link

	エリート	プロ	ベーシック	ロケータ
	 			
 携帯通信 (ドコモ・ソフトバンク)	PLE641 (PL641+PLE601)	PL641	PL241 PL240	PL141
 衛星通信 (イリジウム)	PLE631 (PL631+PLE601)	PL631	—	PL131
主な取扱データ	VIMSデータ ペイロード (遠隔フラッシュ)	車両状況、警告	場所、時間	場所
主な搭載用途	大型機 中型WL	中小型機	ミニHE ミニWL	ツール等 (後付のみ)

データの大容量化と双方向通信の時代へ

Cat クラウドシステム



VisionLink

・ 機械管理

- 稼働時間
- 特定稼働場所
- イベント
- 警告設定
- メンテナンス管理

・ 生産管理

- 燃料消費量
- 稼働VSアイドルタイム
- 生産量
- オペレータ運転補助
- 2Dプロジェクトモニタリング

・ 施工管理

- 3Dプロジェクトモニタリング

機械管理



- ・ アラート
- ・ SOS
- ・ Cat Inspect
定期メンテナンス
- ・ 稼働状況

機械管理

アラート情報

VISIONLINK

ようこそ Hirotake! - プロファイル | 優先設定

資産グループ > CEJL 201512 > 30 結果

フリート 警告 状態 メンテナンス 利用状況 管理

故障コード 2月/01/2016 - 2月/02/2016 表示: 全て 高 中

フリート	S/N	合計	説明	発生元	コード	日	重大度	最新位置情報
▼ 	RJS00203	- 5 -	モード選択スイッチ: 電圧が正常値を上回っています	作業装置	CID:874 FMI:3	2月/01/2016 1:45 pm	中	該当なし
			エンジン・コントロール・モジュール: 異常な更新レート	作業装置	CID:590 FMI:9	2月/01/2016 1:26 pm	中	該当なし
			SAE J1939 データ・リンク: 異常な更新レート	TTT用トランスミッシ...	CID:247 FMI:9	2月/01/2016 1:26 pm	中	該当なし
			エンジン・コントロール・モジュール: 異常な更新レート	TTT用トランスミッシ...	CID:590 FMI:9	2月/01/2016 1:24 pm	中	該当なし
			エンジン・コントロール・モジュール: 異常な更新レート	グラフィック表示モジ...	CID:590 FMI:9	2月/01/2016 1:23 pm	中	該当なし
▼ 	Z9K00324	- 2 1	エア・コンディショナ・コンプレッサ・クラッチ・ソレノイド: 電流	トランスミッション	CID:2671 FMI:5	2月/02/2016 7:45 am	中	該当なし
			電気系統電圧: 電圧が正常値を下回っています	グラフィック表示モジ...	CID:168 FMI:4	2月/02/2016 7:44 am	中	該当なし
			オートブレーキがサイクル後低下しない	トランスミッション	EID:521	2月/02/2016 8:04 am	低	該当なし
▼ 	FER00946	- 1 -	トランスミッション・フィルタ目詰まり	トランスミッション	EID:329	2月/02/2016 7:23 am	中	該当なし
▼ 	TFF00919	- 1 -	エンジン過回転防止のためマシンをシフトアップ	トランスミッションダンパ...	EID:108	2月/01/2016 2:27 pm	中	該当なし
▼ 	GAC00989	- - 4	フュエル・システム内水分温入スイッチ: 電圧が正常値を上回	エンジン	CID:3547 FMI:3	2月/01/2016 2:57 pm	低	Kamakura, JA, Jap
			SAE J1939 データ・リンク: スペシャル・インストラクション	エンジン	CID:247 FMI:14	2月/01/2016 1:57 pm	低	Kamakura, JA, Jap

3 資産がこの機能をサポートしていないか、またはこの機能に対して有効な契約がありません。 (資産の表示 - 棄却)

© 2016 VirtualSite Solutions LLC. 著作権所有。 | 法定通知 | 個人情報保護

- ・ アラート情報には2種類の警告がある (EID/CID)
- ・ 3段階の重大度が設定されている

機械管理

アラート情報 : イベント

資産の詳細

資産ID
 -
 シリアル番号
KDH00207
 テンパイズのタイプ
PL321
 メーカー/型式
CAT 770G
 顧客
**NIPPONCATERPILLAR
 CHICHIBU VC 秩父ビジ
 ーセンター**
 エンジン運転時間合計
321
 最終データ受信日
1月/29/2016 6:11 am
 最新位置情報
Chichibu, JA, Japan

ダッシュボード

警告

状態

メンテナンス

利用状況

システムの詳細

故障コード

12

1月/11/2016 - 1月/29/2016

☒ イベント
 ☒ 診断

説明	発生元	コード	日	重大度	エンジン運転時...	最新位置情報
ステアリング・ポンプ圧低下	シャーシ・コント...	EID:542	1月/19/2016 4:1...	高	該当なし	該当なし
マシンの過負荷状態	通信ゲートウェイ2	EID:237	1月/15/2016 9:3...	中	該当なし	該当なし
ペイロード過積載限界を超過	通信ゲートウェイ2	EID:2126	1月/15/2016 9:1...	中	該当なし	該当なし
ペイロード過積載限界を超過	通信ゲートウェイ2	EID:2126	1月/15/2016 10:...	低	該当なし	該当なし
ペイロード過積載限界を超過	通信ゲートウェイ2	EID:2126	1月/12/2016 4:5...	低	該当なし	該当なし
高速回転中のディレクショナルシフト	トランスミッション	EID:153	10月/03/201...	中	該当なし	該当なし
中立での惰性運転警告	トランスミッション	EID:49	10月/31/201...	高	該当なし	該当なし

- ・ イベントコードには、運転操作に起因するものがあります
- ・ 発生原因を元にオペレーティング改善が実施可能

事例：イベントからの改善



不具合内容

- ブレーキ早期摩耗による修理発生
- ライフサイクルコストの悪化
 - 突発休車による損失
 - 安全上の不安

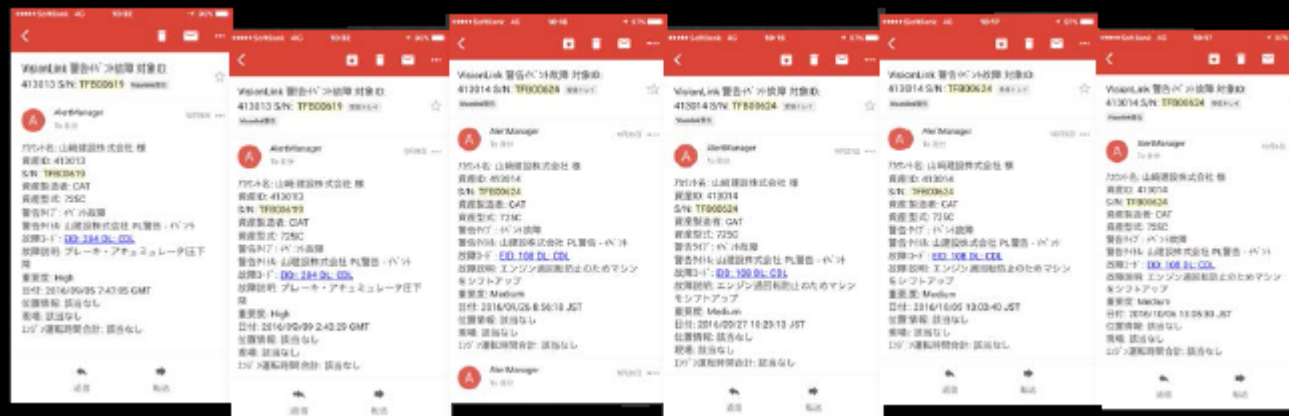
推定原因

- サービスブレーキの踏み過ぎ？
オペレータの経験不足？
スピードの出し過ぎ？ など

機械管理

事例：イベントからの改善

イベント情報の確認



- ・ エンジン過回転防止のためマシンをシフトアップ
- ・ ブレーキアキュムレータ圧低下の警告

⇒ 下り坂走行時のスピードコントロールに問題??

機械管理

事例：イベントからの改善

現場調査の結果

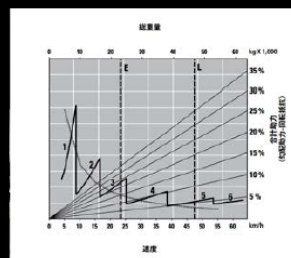
- ・ オペレーションの問題
 - リターダ
 - エンジンブレーキ
 - サービスブレーキ
- ・ 運搬路勾配の問題
 - 下り勾配が、非常に急

⇒対策

現場施工計画の改善指示

⇒対策

オペレータ教育を実施



改善前：22%勾配



改善後：14%勾配

機械管理

SOS (フルードアナリシス)

VISIONLINK

ようこそ Yasushi! | プロファイル | 優先設定 | ログアウト | ヘルプ

資産グループ > All Japan Dealers > 4 結果

資産を選択して下さい

資産グループ

All Japan ... (4)

▼ フルード

現場境界線

デバイスタイプ

メーカー

製品カテゴリ

型式

フリート	警告	状態	メンテナンス	利用状況	管理	フリートアナリシス	09/01/15 - 04/06/16	ステータス: 全て
フリート	警告	状態	メンテナンス	利用状況	管理	フリートアナリシス	09/01/15 - 04/06/16	ステータス: 全て
▼						SN	合計	ステータス
						KDH00207	- 1 9	ステータス
						VW611-45314-0003	ハイドロ リック システム	ステータス
						VW611-45314-0007	左前ホイールベアリング	ステータス
						VW611-45314-0004	ステアリング システム	ステータス
						VW611-45314-0005	リア ディファレンシャル	ステータス
						VW611-45314-0006	右前ホイールベアリング	ステータス
						VW611-45314-0002	トランス ミッション PDS	ステータス
						VW611-45314-0001	エンジン	ステータス
						VW611-45314-0008	リアファイナルドライブ	ステータス
						VW611-45314-0009	リアファイナルドライブ	ステータス
						VW611-45313-1002	ラジエータ	ステータス
▼						PBG00607	- - 6	ステータス
						VW611-45314-0019	フロント ディファレンシャル	ステータス
						VW611-45314-0017	トランス ミッション PDS	ステータス
						VW611-45314-0018	ハイドロ リック システム	ステータス
						VW611-45314-0016	エンジン	ステータス
						VW611-45314-0020	リア ディファレンシャル	ステータス
						VW611-45313-1003	ラジエータ	ステータス
▼						HEL01019	- - -	ステータス
▼						GAC00989	- - -	ステータス

- ・ SOS分析履歴の閲覧が可能（期間設定可）
- ・ 長期でのトレンドを視覚的に確認可能

機械管理

Cat Inspect (点検フォーム)

VISIONLINK. 検索 ようこそ CAT 高橋 | プロファイル | 優先設定 | ログアウト | ヘルプ

全ての資産 > 94 結果

パート 警告 状態 メンテナンス 利用状況 管理

検査 04/01/2015 - 04/06/2015

資産ID	S/N	会社	検査	日	検査担当者	説明	重大度	コメント
	RPM00702	1	Off-Highway Truck TA1	05/02/2015 15:05	Hiroshi Yamashita	1.1 Check with customer for oper...	Action	テスト
	RJG04723	1	ブルドーザ TA1 検査機台番	05/02/2015 16:04	Hiroshi Yamashita	1.1 ブロダクタリシンの確認	No	テスト
	ZHX00607	1	Wheel Loader TA1	05/02/2015 17:55	Hiroshi Yamashita	2.2 Rear Final Drives, Brakes an...	Monitor	テスト
	Z4W00743	-						
	Z4W00755	-						
	TF501357	-						
	Z4Z00613	-						
	KCH00264	-						
	T4R00073	-						

- Cat Inspect で登録された検査結果が表示される
- 重大度も表示される
- 定型フォーム以外にも、独自でフォーム作成可能

機械管理

メンテナンス（実施状況管理）

フリート	警告	状態	メンテナンス	利用状況	管理					
メンテナンス概要						表示:			表示: 全て	
	S/N	メーカー/型式	エンジン ...	合計	次のサービ...	サービス期限			ステータス	最新位置情報
						時間	走行距...	日		
▼	GAC00989	CAT 312E	655	4	-	-				Kamakura, JA, Japan
					PM 1	-405	該当なし	0	期限切れ	
					PM 1F	-405	該当なし	0	期限切れ	
					PM 2	-155	該当なし	0	期限切れ	
					PM 2F	-155	該当なし	0	期限切れ	
▼	MGF00170	CAT 390FL	230	-	2	-				Chichibu, JA, Japan
					PM 1	20	該当なし	3	近日	
					PM 1F	20	該当なし	3	近日	
▼	TFF00919	CAT 730C	929	2	1	-				Akishima, JA, Japan
					PM 2	-429	該当なし	0	期限切れ	
					PM 2F	-429	該当なし	0	期限切れ	
					PM 3	71	該当なし	11	近日	
▶	KDH00207	CAT 770G	321	-	-	2				Chichibu, JA, Japan
▶	KEX00189	CAT 772G	795	2	-	-				Akishima, JA, Japan
▶	EED00349	CAT 773F	17,144	9	-	-				Itsukaichi, JA, Japan
▶	RFM00532	CAT 775GLRC	4,942	6	-	-				Sano, JA, Japan

免責事項

- ・ メンテナンススケジュールと実施状況を確認可能



CAT® CONNECT



機械管理

メンテナンス（実施状況管理）

資産の詳細

CAT

ダッシュボード ... 警告 | 状態 | メンテナンス | 利用状況 | システムの詳細

PM 4

期限 2,000 時間 | 期限 1,304 時間 | 期限 9月/16/2016

サービス印刷 | 部品発注

チェックリスト | 部品 | 完了

▶ REPLACE POSITIVE CRANKCASE VENTILATION

▶ REPLACE FUEL FILTER SECONDARY

▼ REPLACE WATER SEPARATOR ELEMENT

#	部品番号	名前
1x	8F7219	SEAL-O-RING
1x	3261643	FILTER
1x	5F9144	SEAL-O-RING

計画されたサービス | 履歴

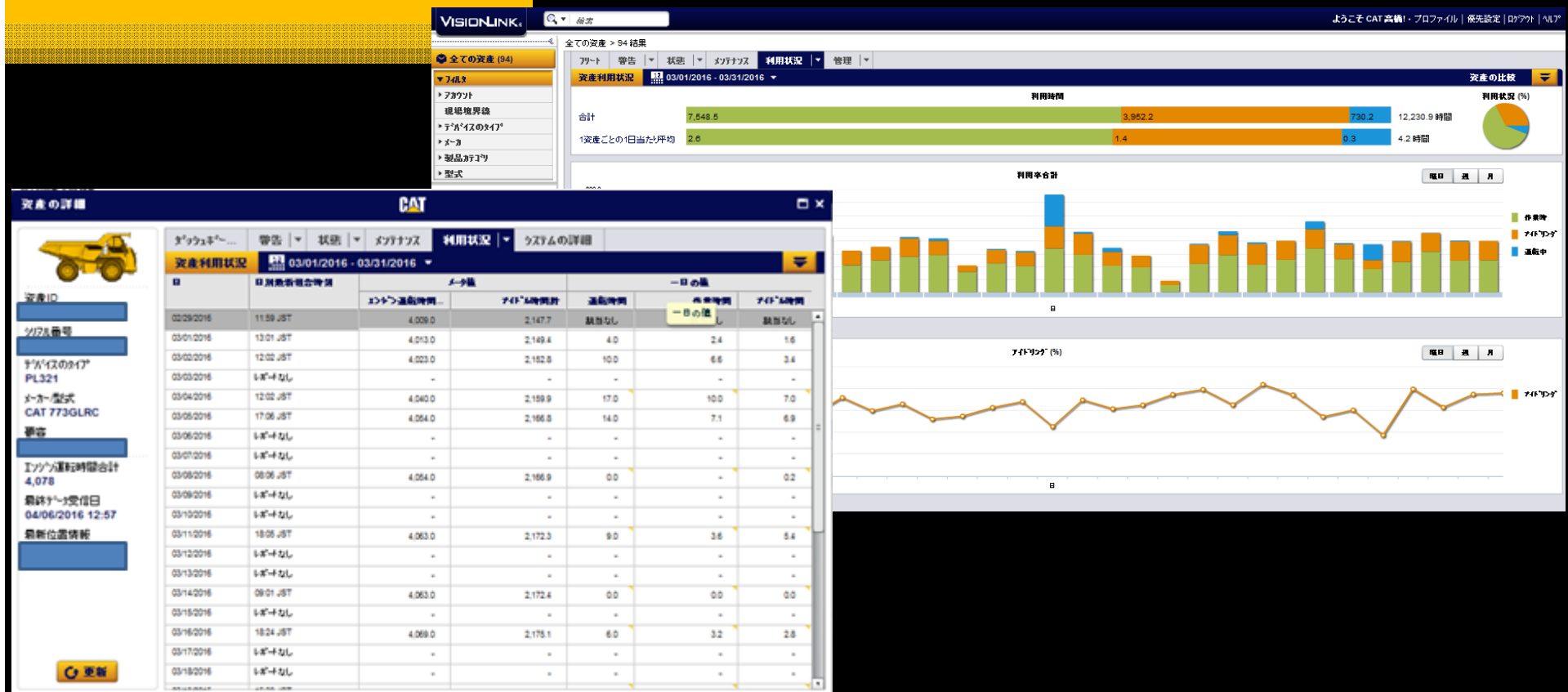
サービスレベル	独立間隔	主要構成部品
PM 1 779 時間	PM2500 2,500 時間	間隔がありません
PM 3 1,000 時間	PM3000 3,000 時間	
PM 2 1,500 時間	PM4000 4,000 時間	
PM 4 2,000 時間	PM5000 5,000 時間	
	PM6000	

更新

- メンテナンス事項と部品情報なども把握可能

機械管理

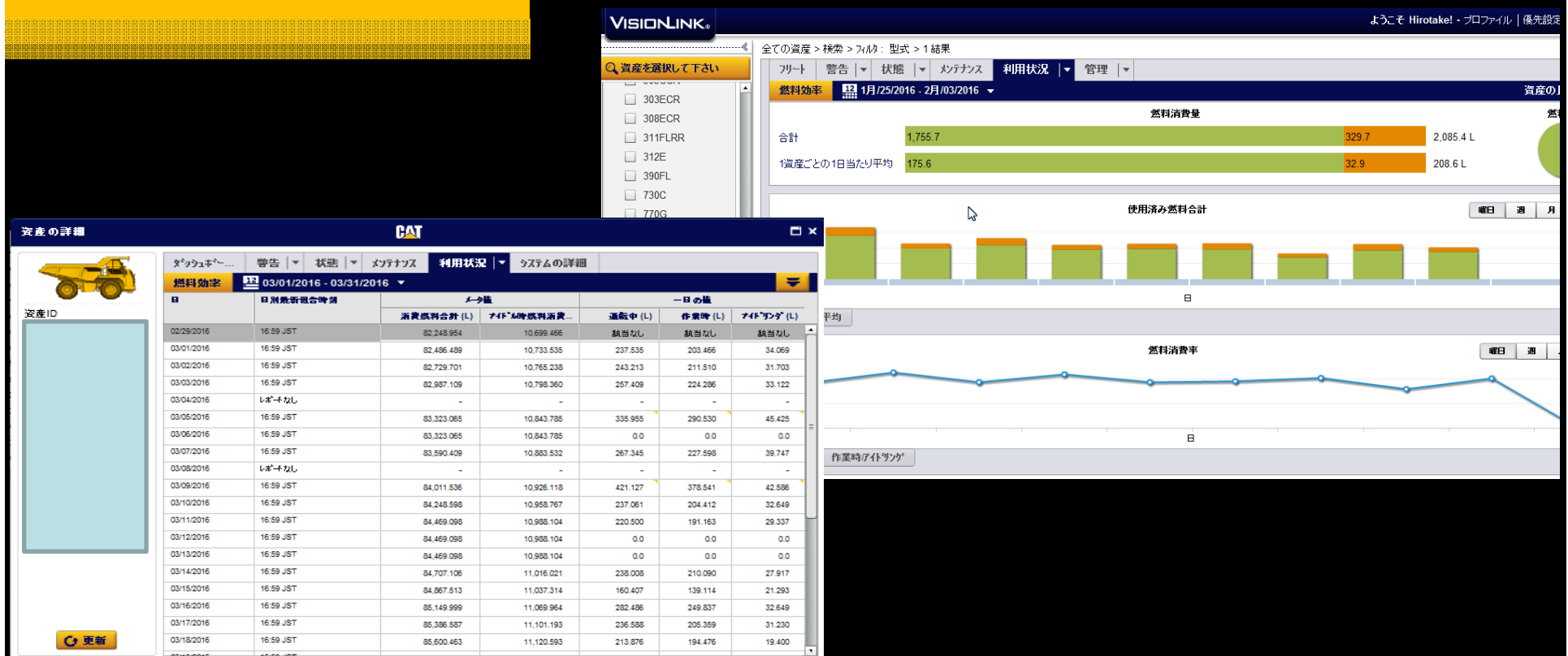
資産利用状況



- 稼働状態が確認可能(フリート全体/1台毎)

機械管理

燃料効率



- 燃料消費量(時間/トータル)が確認可能

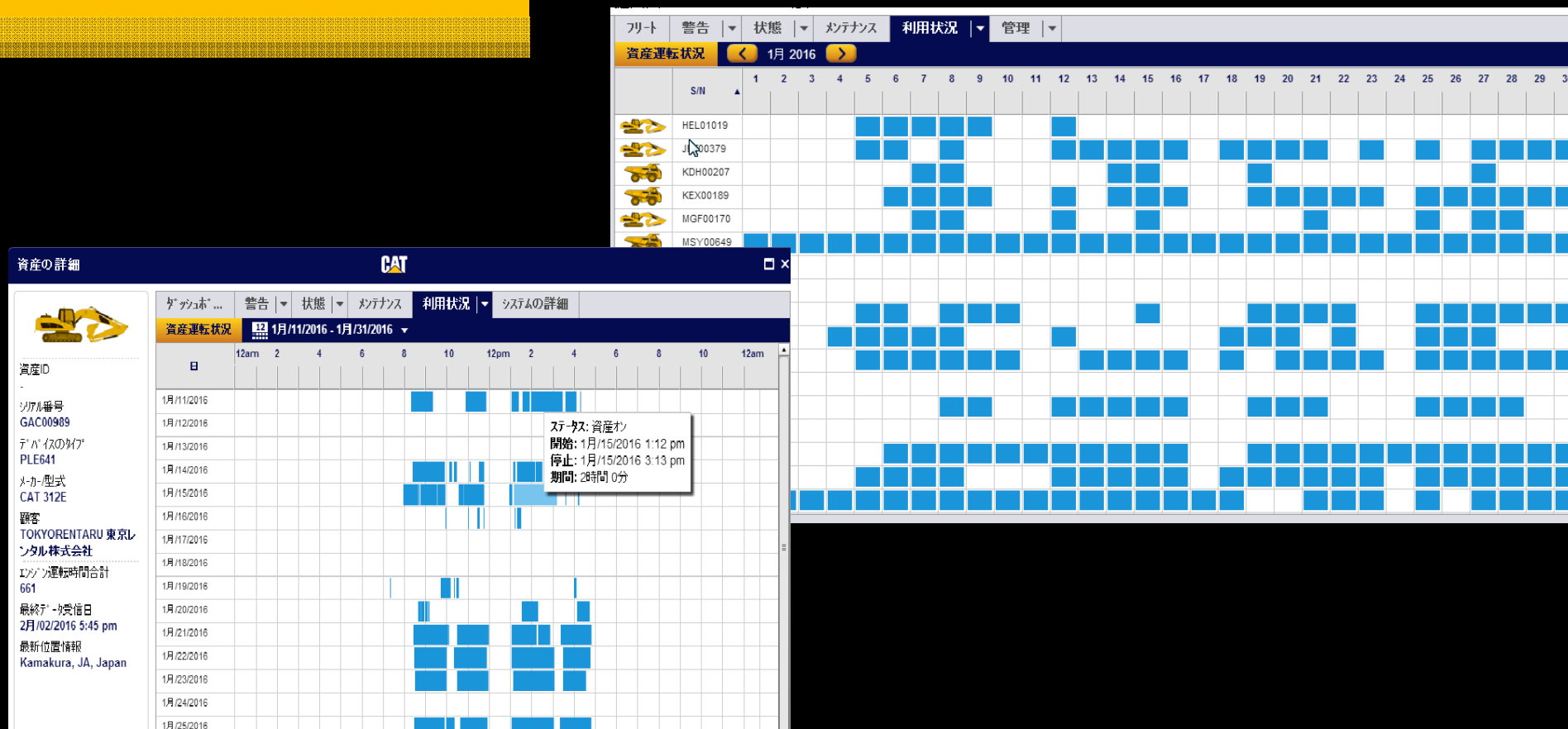


CAT® CONNECT



機械管理

資産運転状況



- 1秒単位までに稼働状況が確認可能

機械管理

稼働位置情報

真産システム / C-USE 2019.12.7.30 結果

フリート 警告 状態 メンテナンス 利用状況 管理

フリートの概要 行のオプション

位置の検索

なし

S/N

VIN

最終受信日

燃料(残り%)

時間

最新レポートステータス

最新位置情報

メーカー/型式

未解決の警告

マップ

衛星

ハイリゾ

地形

ラベル

詳細

表示

全ての資産

キャタピラー教習所

地図データ ©2016 Google, ZENRIN 画像 ©2016, Digital Earth Technology, DigitalGlobe 20 m 利用規約

- ・ 現場イメージ掴める衛星地図も選択可能



CAT® CONNECT

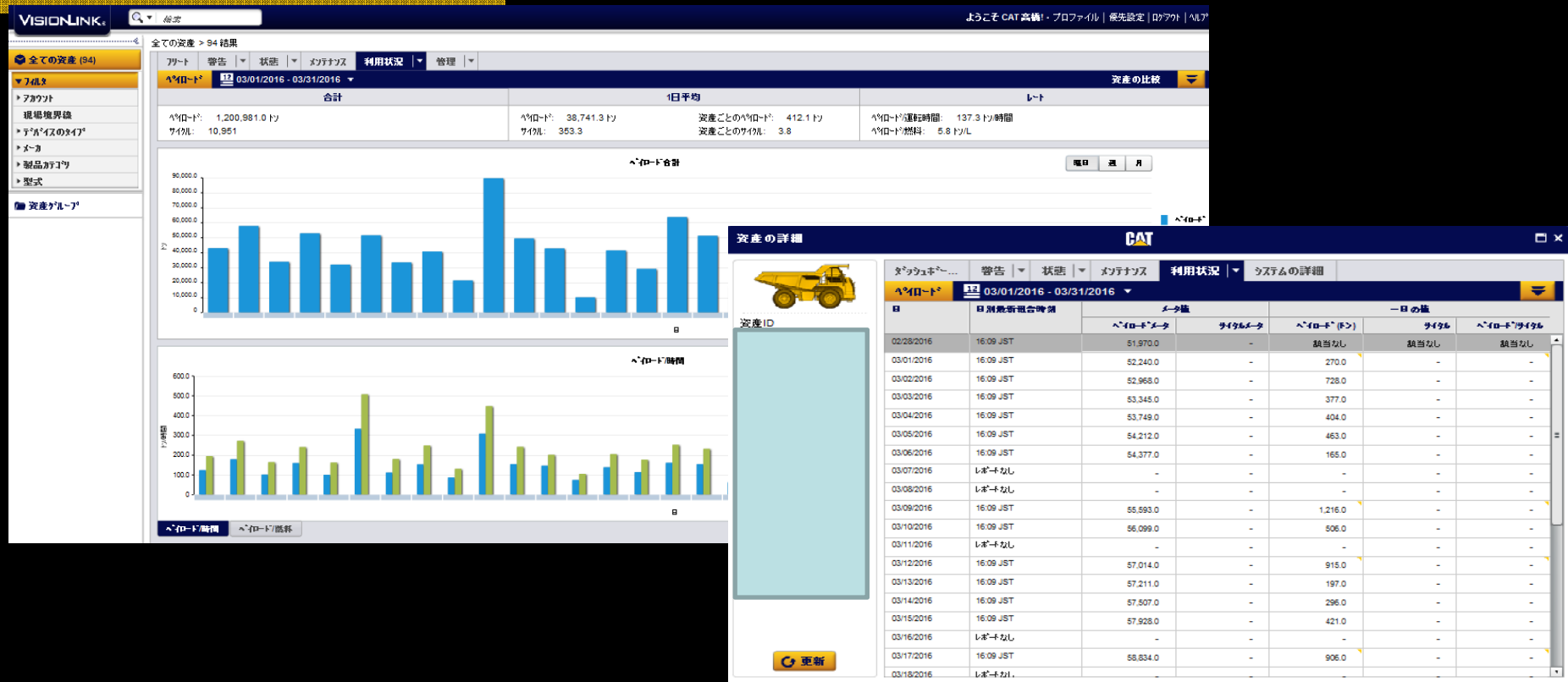


生産管理



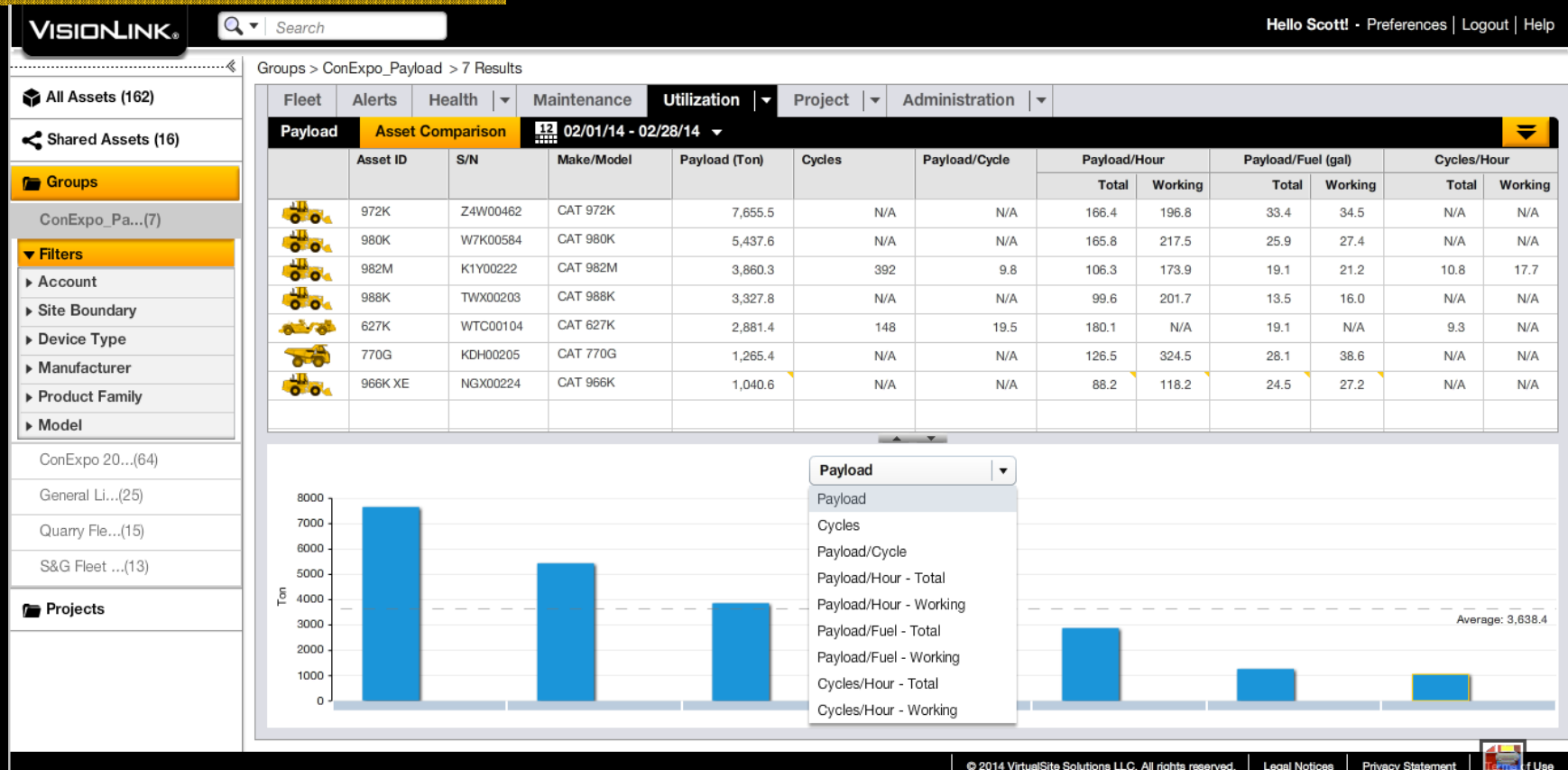
- ・ ペイロード
- ・ 2D プロジェクト

ペイロード



- 現場ごと、車両ごとの生産性が把握可能
(生産量、時間当たり生産量、燃料生産性)

ペイロード



- ・ 現場イメージ掴める衛星地図も選択可能



CAT® CONNECT



パイロード

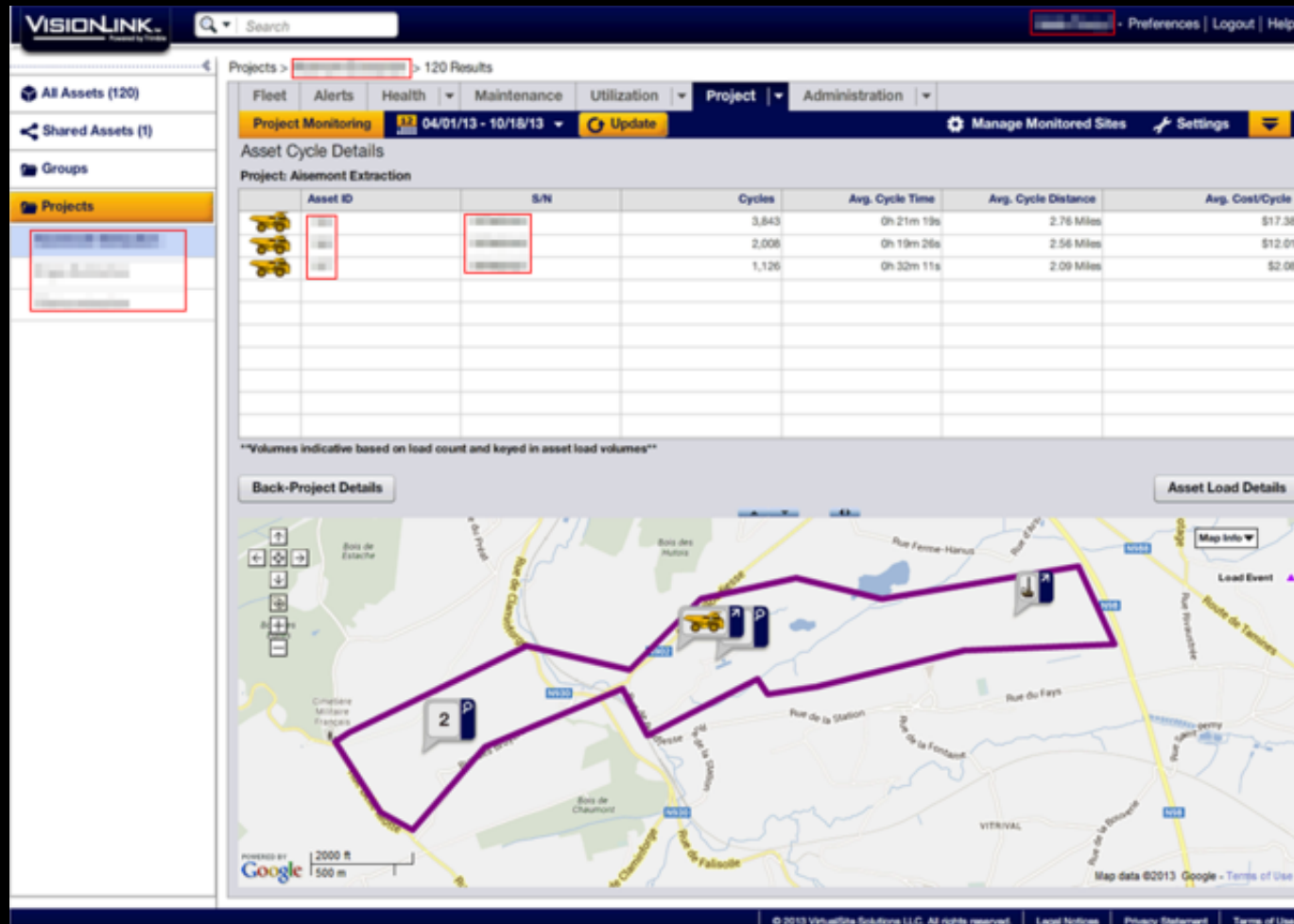
Advanced Productivity Report



• 更なる詳細分析を自動化

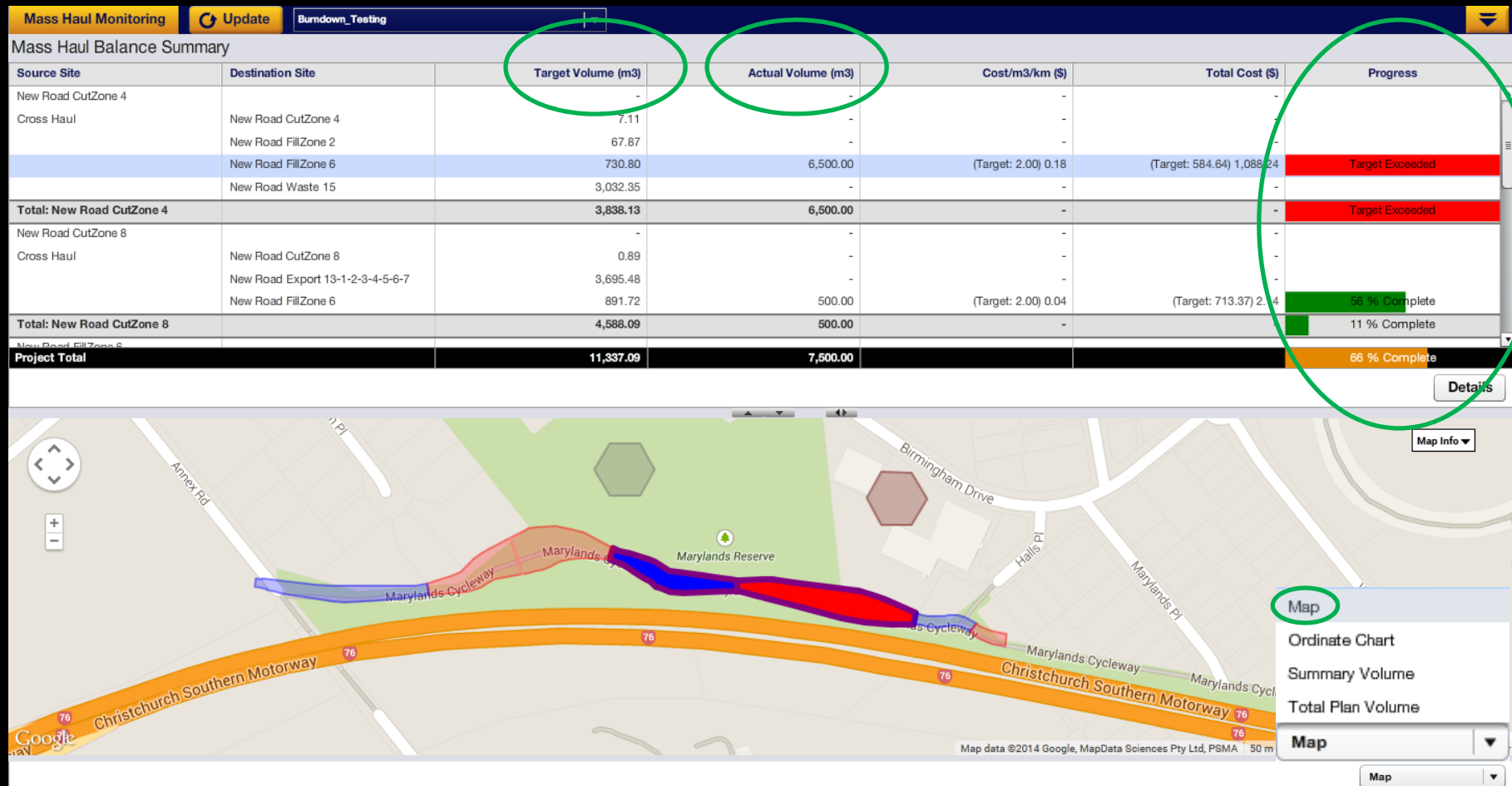
2Dプロジェクト

走行履歴とサイクル



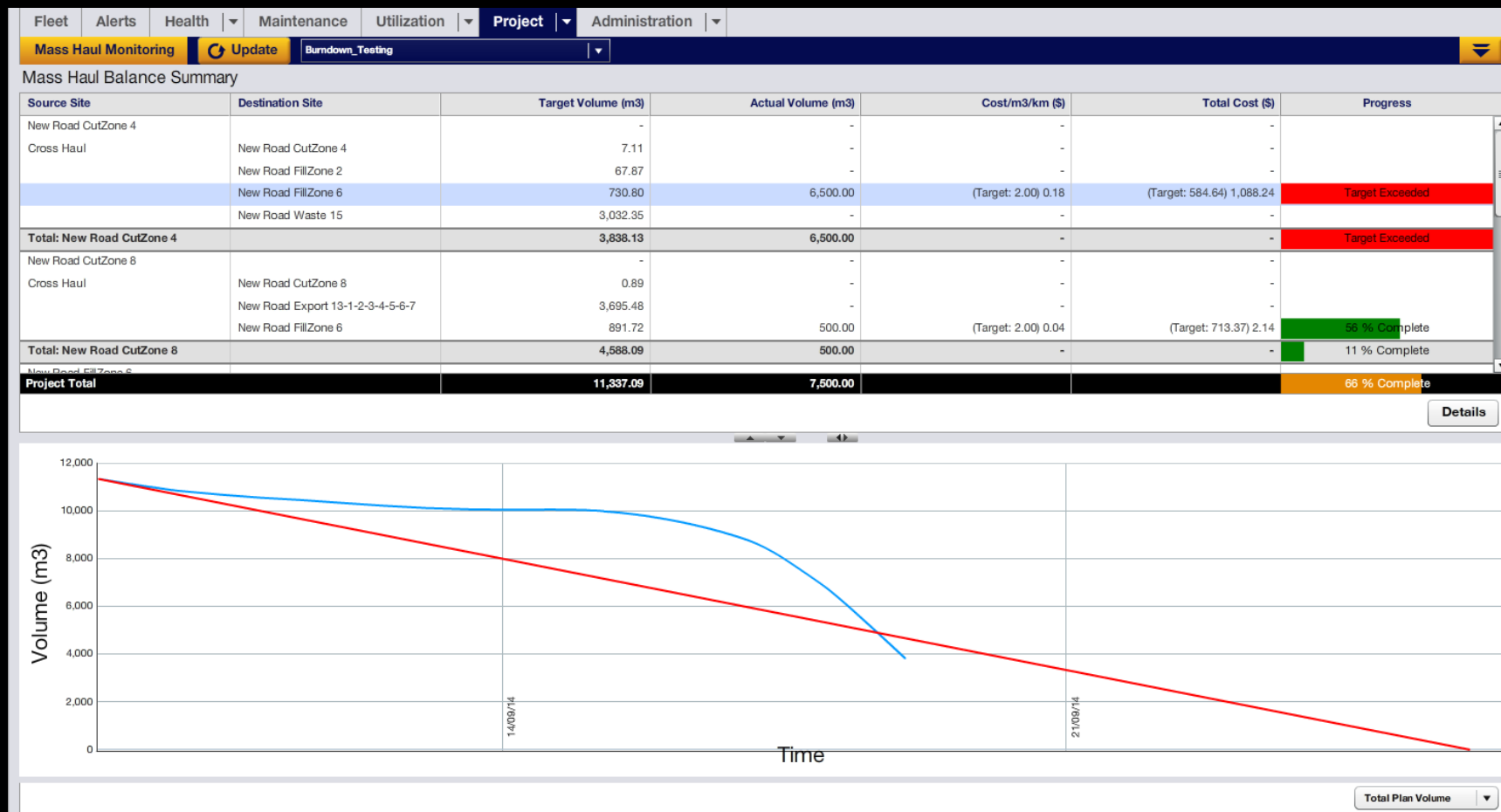
2Dプロジェクト

生産計画との比較



2Dプロジェクト

生産計画との比較



2Dプロジェクト

生産計画との比較

Site: Cut Zone 15 (Back Filled) ×

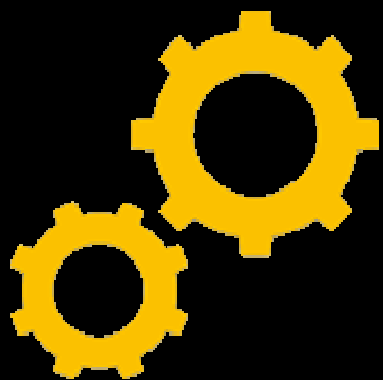
Site Statistics	
Total Assets:	1
Total Idle Time:	-
Total Idle Cost:	-
Total Load Count:	23
Avg. Volume/hr	-
Site Volumes	
Cut: Local (to this site)	170.00
Cut: Outgoing (to another site)	230.00
Cut: Undefined Site	0.00
Total Cut	400.00 m3
Fill: Local (from this site)	0.00
Fill: Incoming (from another site)	0.00
Fill: Undefined Site	0.00
Total Fill	-

Legend:
■ Working
■ Idle
■ Off

****Volumes indicative based on Load Count and keyed in asset Load Volumes****

[Details](#)

施工管理

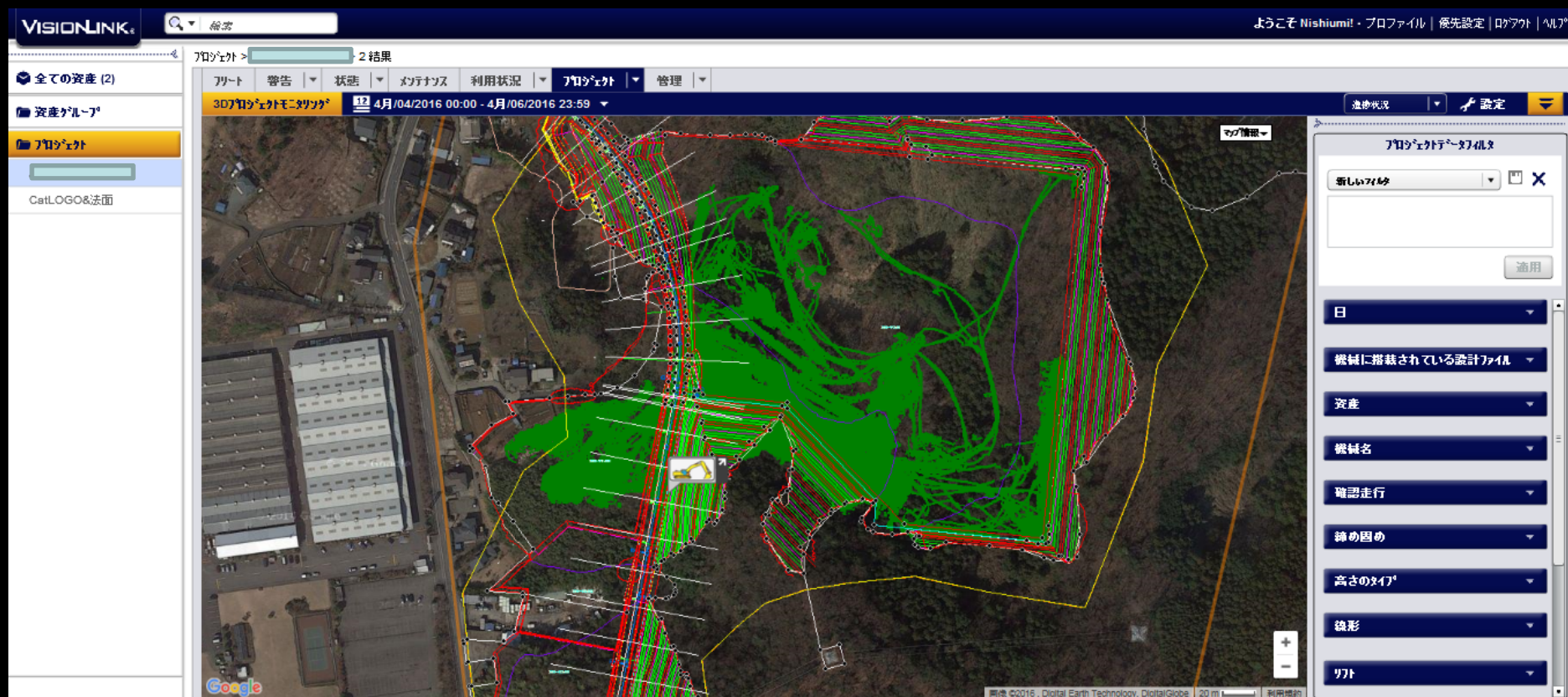


・ 3D プロジェクト



施工管理

進捗管理



CAT® CONNECT



施工管理

切り土/盛土



施工管理

土量計算

VISIONLINK 検索

NIPPON CATERPILLER DEALER

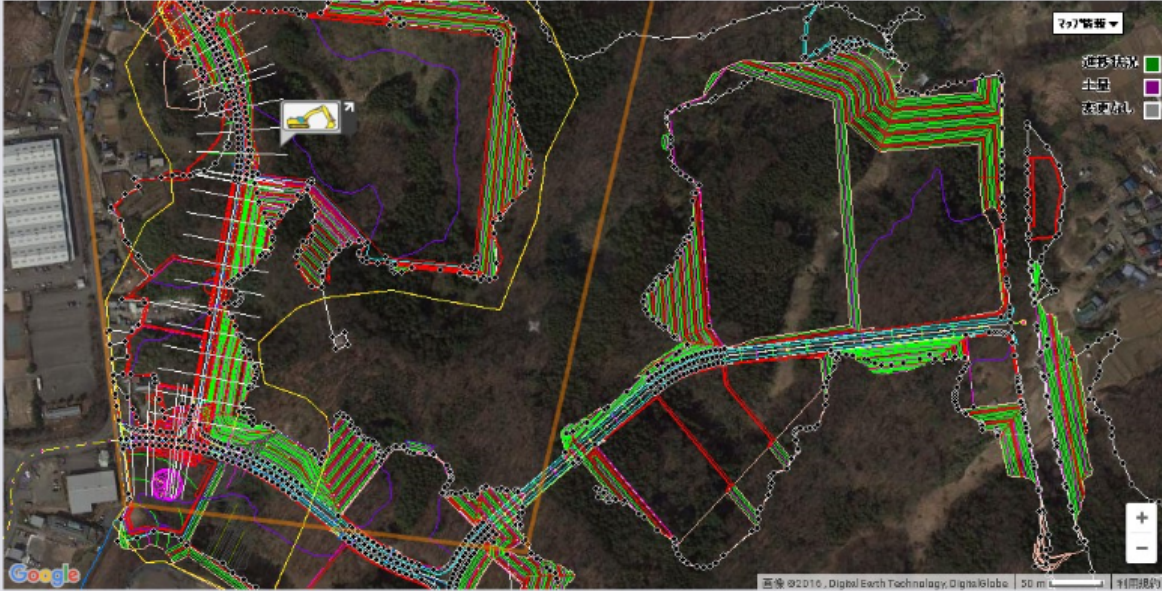
ようこそ Kakimoto! - プロファイル | 優先設定 | ログアウト | ヘルプ

プロジェクト > 厚木市森の里青山 > 2 結果

3Dプロジェクトモニタリング 04/11/2016 00:00 - 04/11/2016 23:59 土量の再計算

断面表示 概要土量 設定

概要土量	
基準面	<現在の74182設定>
上面	森の里0215.tbn
余剰/不足	6,460.38 m3
土量合計	6,652.44 m3
切土土量合計	6,556.41 m3
盛土土量合計	96.03 m3
機械の作業対象予定面積合計	3,683.1 平方メートル



プロジェクトデフォルト

新しいフィルタ

適用

- 日
- 機械に搭載されている設計ファイル
- 資産
- 機械名
- 確認走行
- 締め固め
- 高さのタイプ
- 線形
- ワット
- 領域

© 2016 VirtualSite Solutions LLC. 版權所有。 | 法定通知 | 借入資産保護方針 | 利用規約



CAT® CONNECT



施工管理

高さ



施工管理

施工履歴のアウトプット

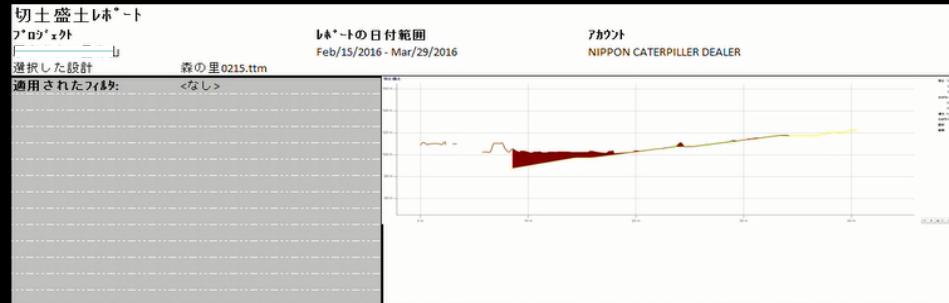


CAT® CONNECT



まとめ

各種レポートのアウトプット



このレポートにデータを送信した資産:
レポートの生成日 Mar/29/2016 17:08 JST

S/N	説明	発生元	コード	日	重大度	最新位置情報
1	GAC00889 吸気マニホールド圧低下	エンジン	BD1045	03/18/16 8:38 am	中	Japan
2	GAC00889 吸気マニホールド圧低下	エンジン	BD1045	03/17/16 1:09 pm	中	Japan
3	GAC00889 吸気マニホールド圧低下	エンジン	BD1045	2003/9/16 8:37 pm	低	Japan
4	GAC00889 フェュエルシステム内水分混入スイッチ: 電圧が正常値を上回っています	エンジン	OID3547 FME3	03/26/16 4:48 pm	低	Japan
5	GAC00889 フェュエルシステム内水分混入スイッチ: 電圧が正常値を上回っています	エンジン	OID3547 FME3	03/20/16 1:54 pm	低	Japan
6	GAC00889 マシンのロックアウト機能アクティブ	車両コントロール	BD617	2003/5/16 15:02	低	Japan
7	GAC00889 フェュエルシステム内水分混入スイッチ: 電圧が正常値を上回っています	エンジン	OID3547 FME3	2003/5/16 8:48	低	Japan
8	GAC00889 フェュエルシステム内水分混入スイッチ: 電圧が正常値を上回っています	エンジン	OID3547 FME3	2003/2/16 16:01	低	Japan
9	PBG00607 プライマリ・ステアリング、バルブ・ディスプレイ・モジュール: 電圧が正常値を上回っています	作業装置コントロール・バルブ・モジュール	OID2203 FME3	03/24/16 5:00 pm	中	N/A
10	PBG00607 VMSメーソ・モジュール: その他の故障モード	通信ゲートウェイ	OID800 FME11	03/24/16 5:00 pm	中	N/A
11	PBG00607 VMSメーソ・モジュール: その他の故障モード	通信ゲートウェイ	OID800 FME11	2003/10/16 18:12	中	N/A
12	KDH00207 ベイロード過剰制限を超過	通信ゲートウェイ	BD2126	2003/4/16 13:12	低	N/A
13	HEL01019					

Microsoft Excel

124	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	日	日別最新報告時刻	メータ値: ベイロードメータ	メータ値: サイクルメータ	一日の値: ベイロード (トン)	一日の値: サイクル	一日の値: ベイロード/サイクル				
2	02/29/16	6:10 pm JST	15,201.0	-	36.0	-	-				
3	03/01/16	6:10 pm JST	15,703.0	-	502.0	-	-				
4	03/02/16	6:10 pm JST	15,703.0	-	0.0	-	-				
5	03/03/16	6:10 pm JST	15,703.0	-	0.0	-	-				
6	03/04/16	6:10 pm JST	16,284.0	-	581.0	-	-				
7	03/05/16	6:10 pm JST	16,284.0	-	0.0	-	-				
8	03/06/16	6:10 pm JST	16,284.0	-	0.0	-	-				
9	03/07/16	6:10 pm JST	16,284.0	-	0.0	-	-				
10	03/08/16	6:10 pm JST	16,284.0	-	0.0	-	-				
11	03/09/16	6:10 pm JST	16,284.0	-	0.0	-	-				
12	03/10/16	6:10 pm JST	16,284.0	-	0.0	-	-				
13	03/11/16	6:10 pm JST	16,284.0	-	0.0	-	-				
14	03/12/16	6:10 pm JST	16,284.0	-	0.0	-	-				
15	03/13/16	6:10 pm JST	16,284.0	-	0.0	-	-				
16	03/14/16	6:10 pm JST	16,284.0	-	0.0	-	-				
17	03/15/16	6:10 pm JST	17,172.0	-	978.0	-	-				
18	03/16/16	6:10 pm JST	17,641.0	-	469.0	-	-				
19	03/17/16	6:10 pm JST	18,249.0	-	808.0	-	-				
20	03/18/16	6:10 pm JST	18,484.0	-	545.0	-	-				
21	03/19/16	6:10 pm JST	18,484.0	-	0.0	-	-				
22	03/20/16	6:10 pm JST	18,484.0	-	0.0	-	-				
23	03/21/16	6:10 pm JST	18,484.0	-	0.0	-	-				
24	03/22/16	6:10 pm JST	18,528.0	-	34.0	-	-				
25	03/23/16	6:10 pm JST	18,528.0	-	0.0	-	-				
26	03/24/16	6:10 pm JST	18,528.0	-	0.0	-	-				
27	03/25/16	6:10 pm JST	18,528.0	-	0.0	-	-				
28	03/26/16	6:10 pm JST	18,528.0	-	0.0	-	-				
29	03/27/16	6:10 pm JST	18,528.0	-	0.0	-	-				
30	03/28/16	6:10 pm JST	18,560.0	-	32.0	-	-				



CAT® CONNECT



まとめ

VisionLinkの利用拡大

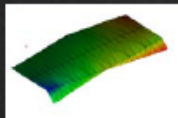
VisionLinkの利用拡大

クラウドシステムによる
機械 施工 生産性 安全管理

情報収集は
タイムリー

処置・意思決定に付いて
すぐに行動できる

情報がクラウドシステムで
共有できる



処理や保管の
効率が良い

仕事の
品質が上がる
正確・タイムリー

+

プラス



現場が変わる
休みが取れる、早く帰れる

ICT建機による
施工の変化



現場が若返る
人手不足・ベテラン依存解消



CAT® CONNECT



施工時間の業務時間も生産性を向上させ
、家族で暖かい晩御飯を食べましょう!!

Keisuke Minowa
Technology Application Territory Manager
Construction Digital & Technology
Caterpillar Japan Ltd.



CAT® CONNECT





学校法人片柳学園
日本工学院八王子専
門学校



平成28年度 文部科学省委託事業
「成長分野等における中核的専門人材養成の戦略的推進事業」

社会基盤分野における次世代ニーズに係る
中核的専門人材養成プログラム開発プロジェクト

i-Constructionを学ぶCIM活用講座

～④3D施工活用と
課題～

2017.1
.18

CAT® CONNECT





i-Constructionを体感する CIM活用講座

3D施工活用と課題

 水谷建設株式会社

プロフィール

- 日本工学院北海道専門学校 土木工学科卒業
- 平成15年 水谷建設株式会社入社
- 平成15年～平成18年 北海道京極町 水力ダム発電所
- 平成19年～平成25年 北アフリカ アルジェリア 東西高速道路
- 平成26年～平成27年 三重県四日市市 太陽光発電所



平成28年～

CAT® CONNECT

計画部 ICT施工推進室



3D施工を始めたきっかけ

元請会社主導で貸与

- 自社機械に3D施工追加機器を装着
- 3D施工対応機械をリース



国土交通省指針、重機の販売

- 3D施工対応重機の販売
- i-Constructionの発表

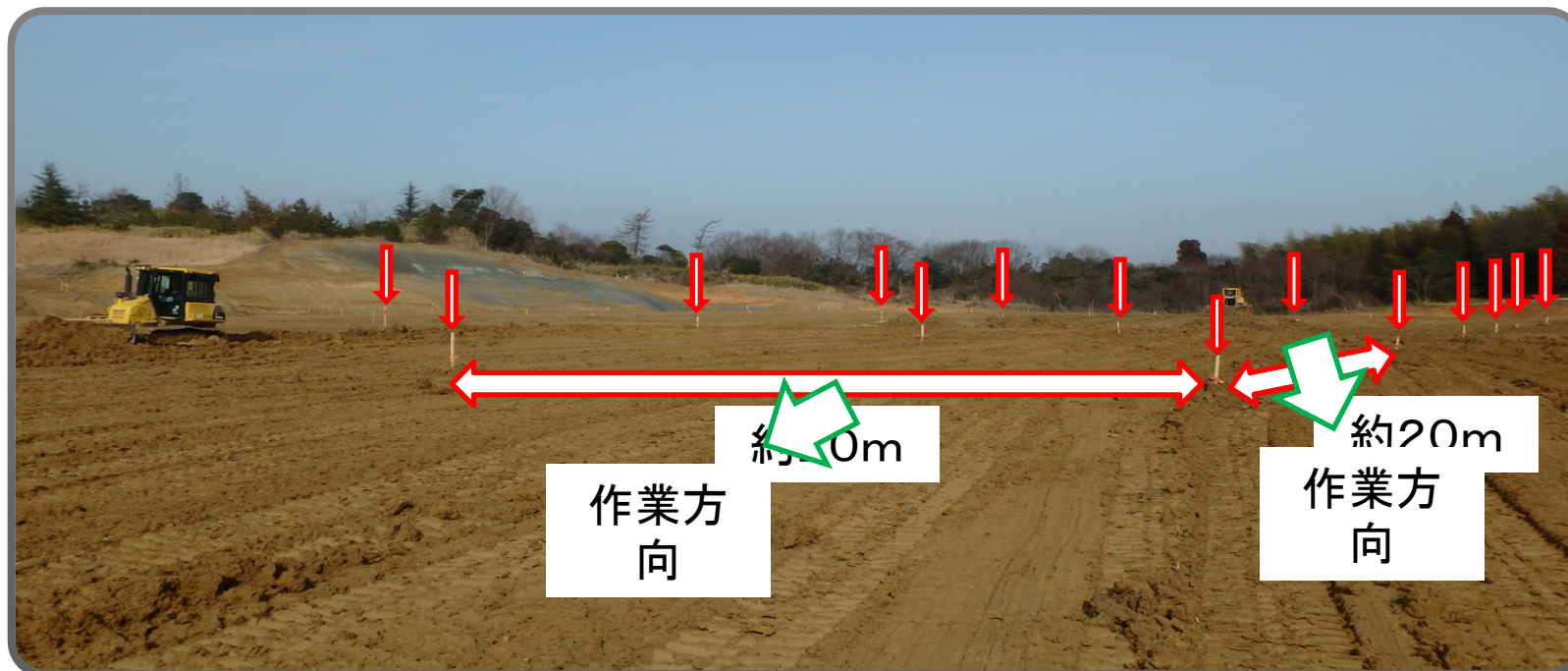


3D 保

- 10
- 10
- 10

水谷建設株式会社

3D施工の活用事例



従来整地作業:ブルドーザー

Ⓜ 水谷建設株式会社

3D施工の活用事例



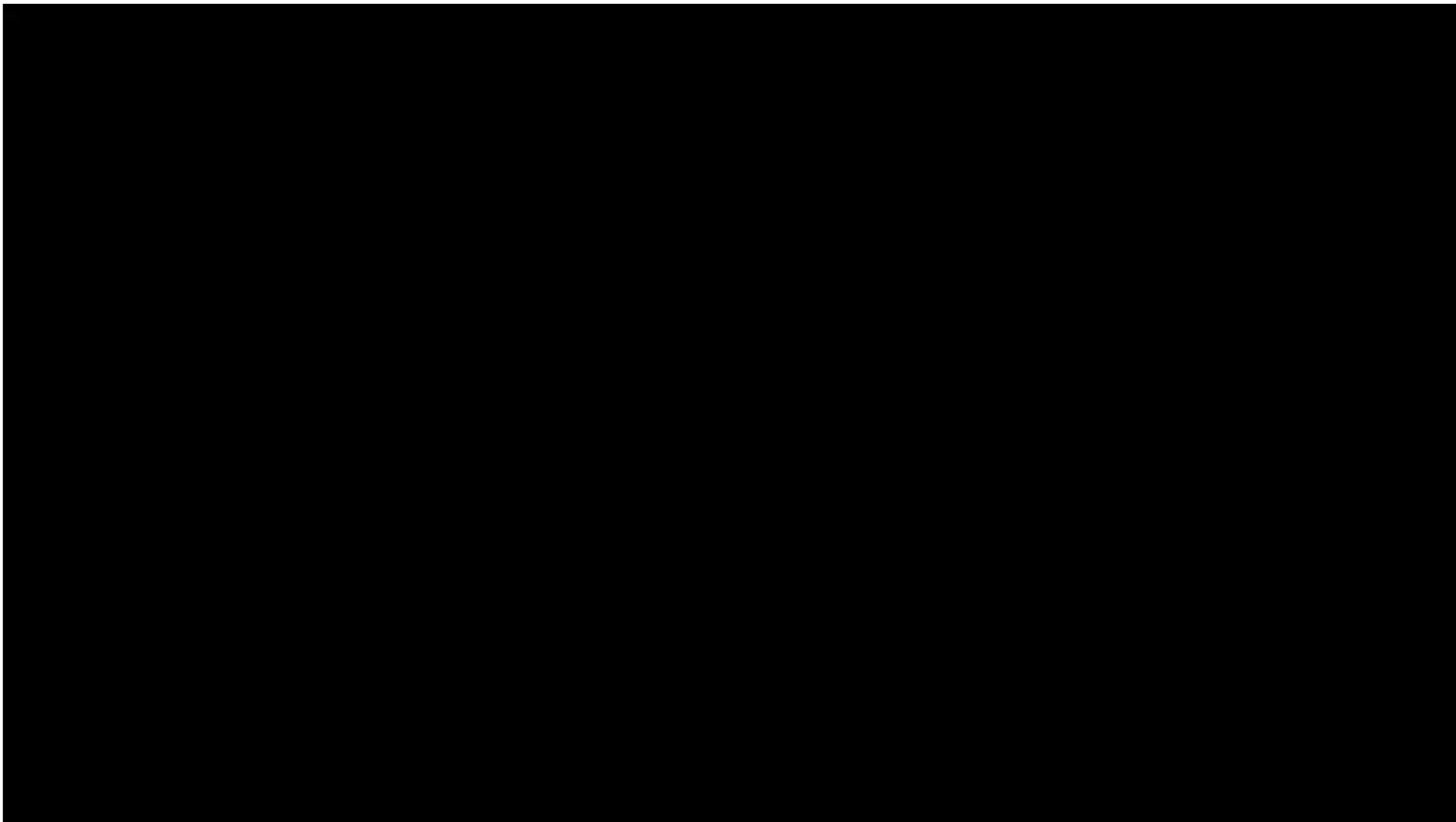
3D対応機械整地作業:ブルドーザー

🚧 水谷建設株式会社



CAT® CONNECT





CAT® CONNECT



3D施工の活用事例



従来法面整形作業：バックホウ

🚧 水谷建設株式会社

3D施工の活用事例



3D対応機械法面整形作業：バックホウ

🚧 水谷建設株式会社



CAT® CONNECT



運用実績の効果

- 測定の頻度が減り、施工管理業務が軽減された。
- 軽微な設計変更に対してスムーズな施工ができた。

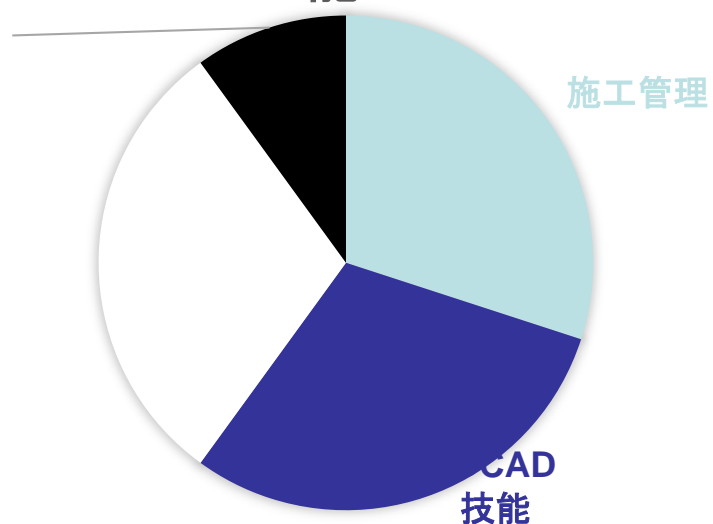


水谷建設株式会社

管理面での課題

3D施工に必要な知識・技

能

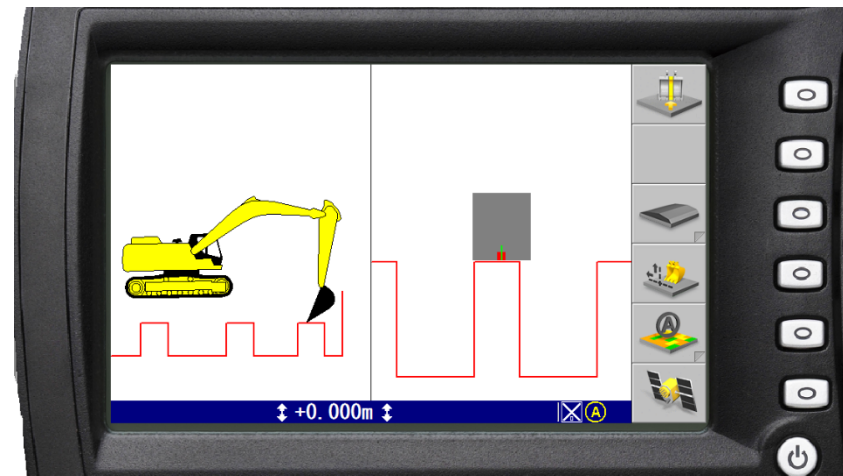
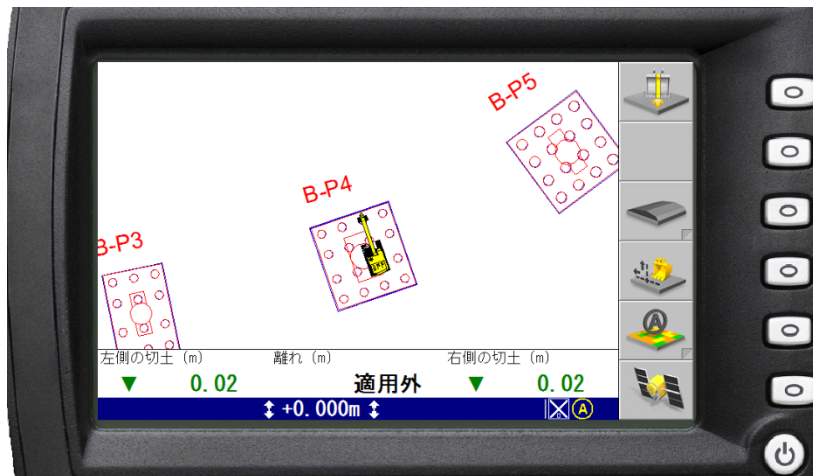


- 未経験者にとって複雑なイメージ
- 3D施工技術者の育成が必要

水谷建設株式会社

3Dデータを活用した創意工夫

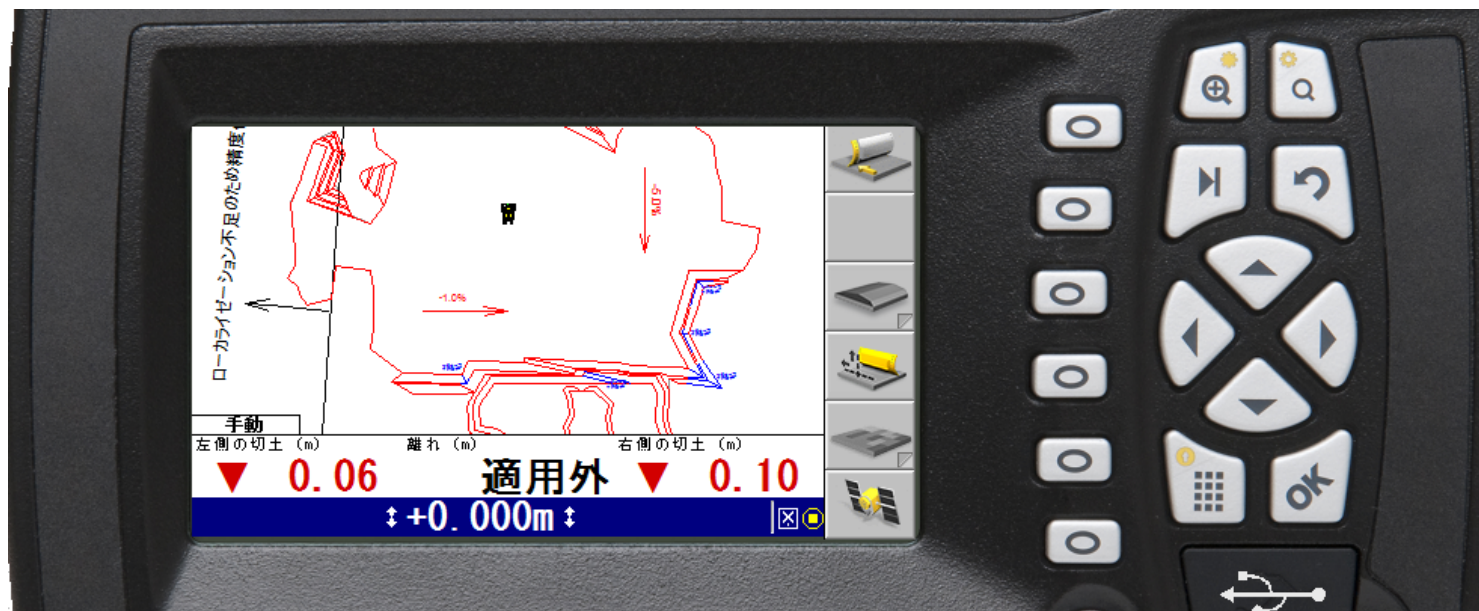
地下埋設物への接触リスクの低減



水谷建設株式会社

3Dデータを活用した創意工夫

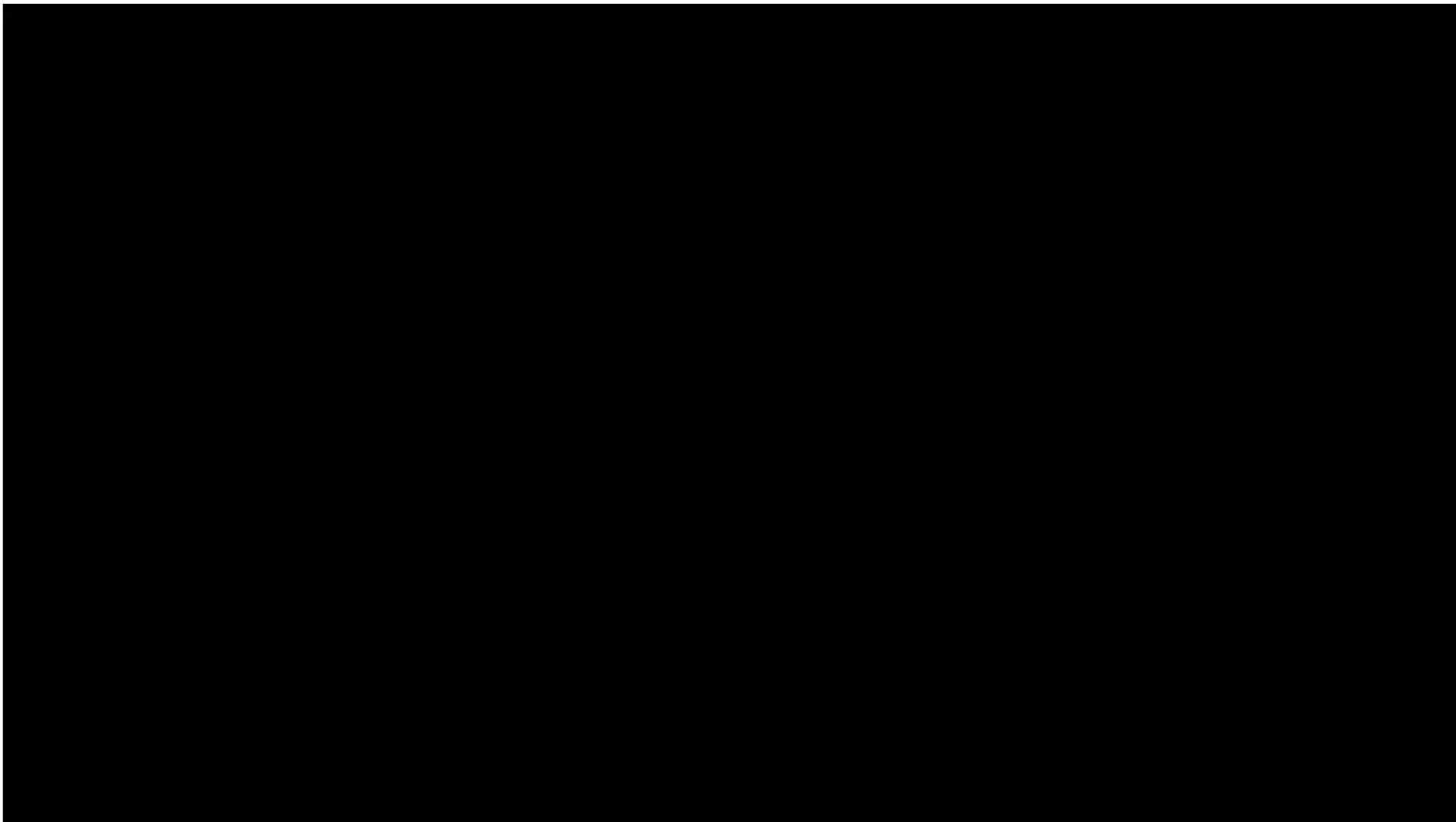
設計意図など注記情報の表示



水谷建設株式会社

クラウドサービス Visionlinkの活用例





CAT® CONNECT



生産性の向上と運用について

工事現場A



工事現場B



作業能力UPによる全体工期に対する期待

大

工事測量省略によるコスト削減効果の期待

少ない

小

多い

Ⓜ 水谷建設株式会社

生産性の向上と運用について

- 3D施工機械の使用（作業効率の上昇）
- 測量作業の省略・軽減

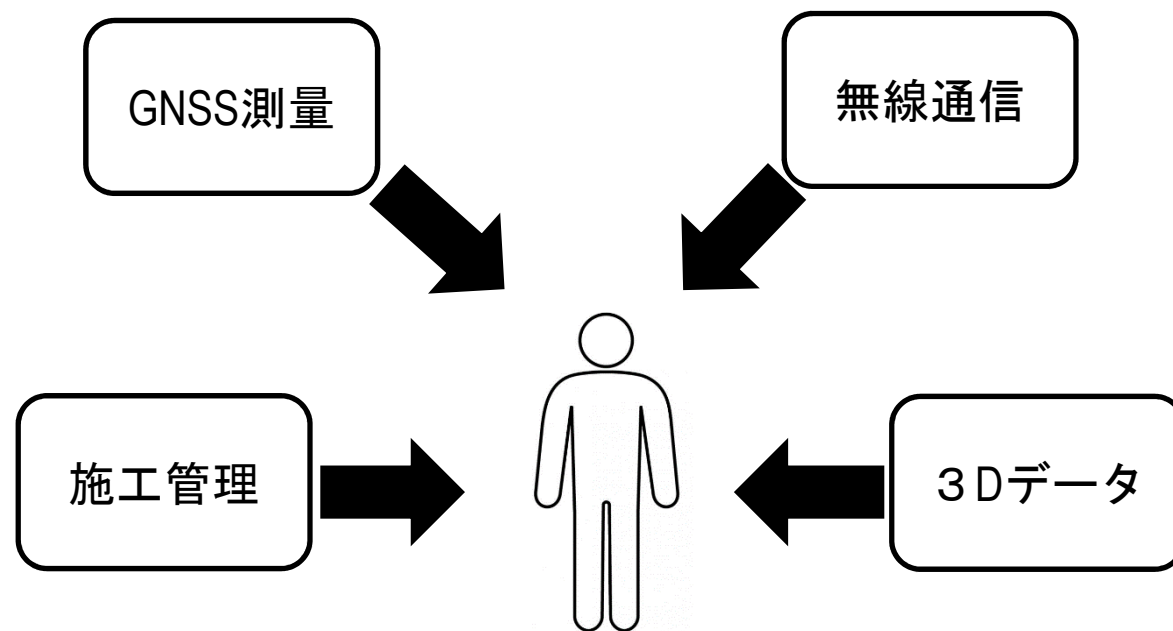


生産能力の向上から得た利益の使い方

Ⓜ 水谷建設株式会社

人材育成

3D施工管理技術者の育成



水谷建設株式会社

3D施工を挑まれる方へ

3D施工により加わるもの

- 生産性の向上
- 新たな魅力

 水谷建設株式会社



CAT® CONNECT





学校法人片柳学園
日本工学院八王子専門学校



平成28年度 文部科学省委託事業
「成長分野等における中核的専門人材養成の戦略的推進事業」

社会基盤分野における次世代ニーズに係る
中核的専門人材養成プログラム開発プロジェクト

i-Constructionを学ぶCIM活用講座

本テキストの無断転載は一切禁止とします

2017.1.18