

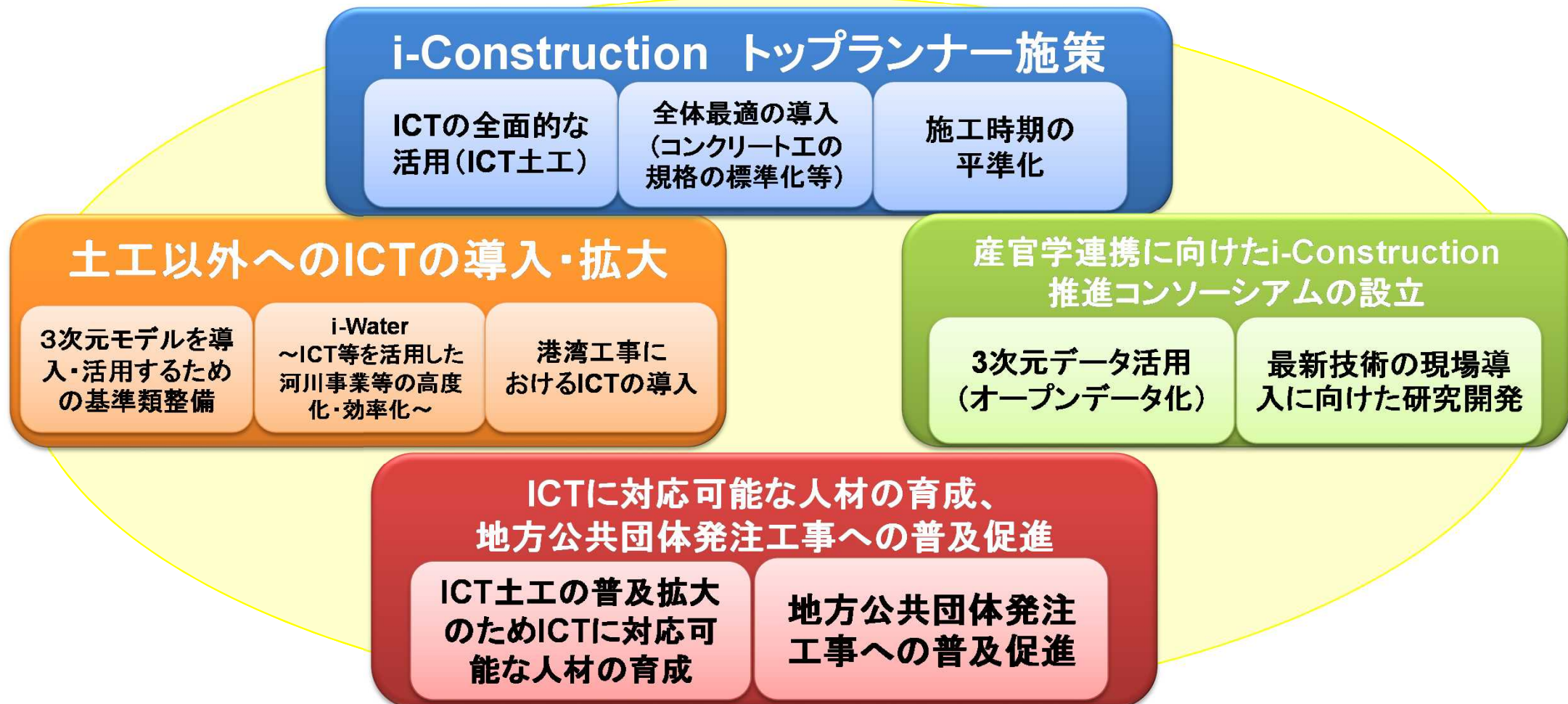
i-Constructionの取組みと 3次元データの活用について

国土交通省 大臣官房 技術調査課
建設技術調整室 情報企画係長
芹澤 啓

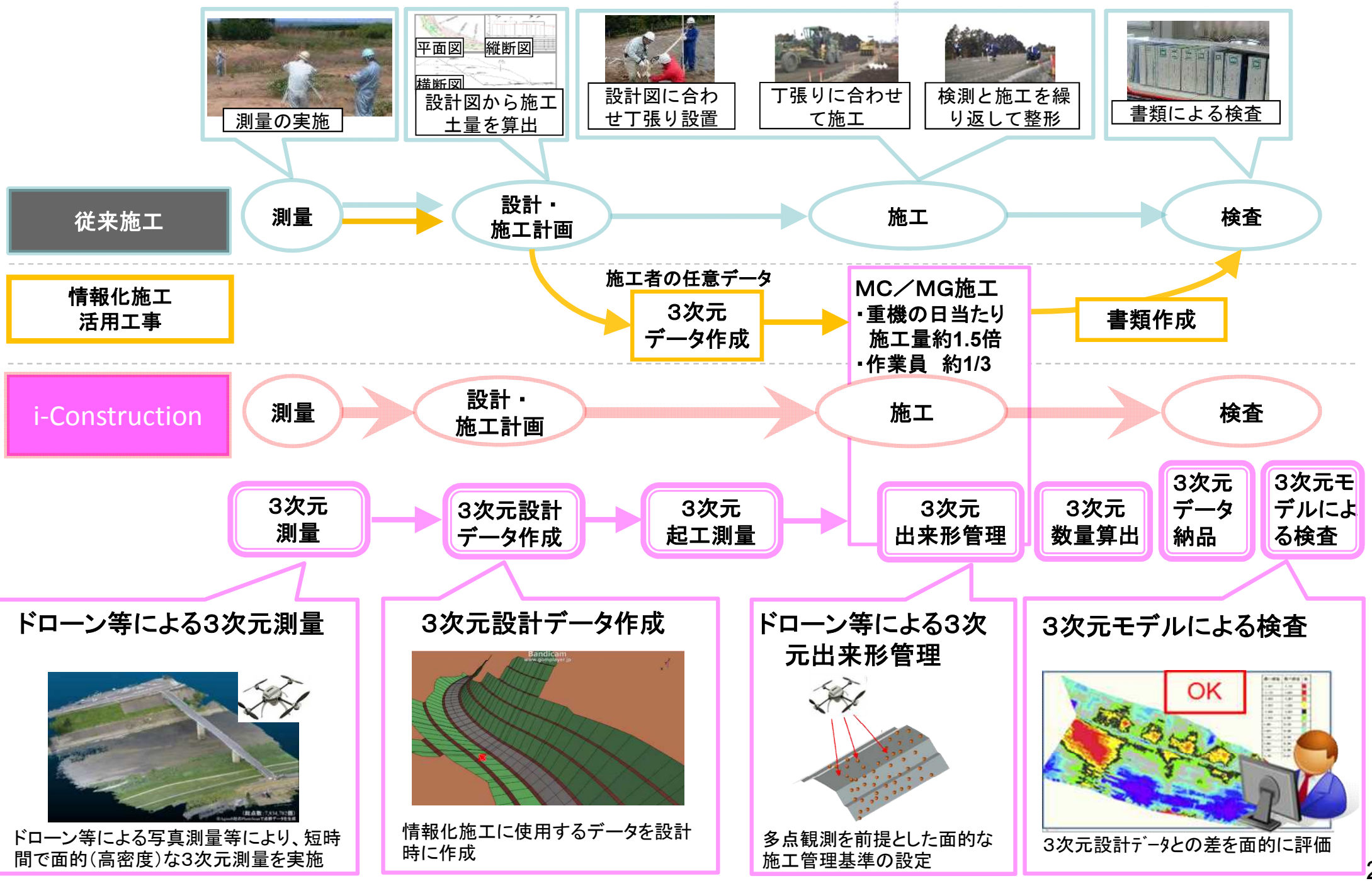
i-Constructionの推進

- 測量・施工・検査等の全プロセスでICTを活用し、建設現場の生産性の向上を図るとともに、「賃金水準の向上」、「安定した休暇の取得」、「安全な現場」、「女性や高齢者等の活躍」など、建設現場の働き方革命の実現を目指す。
- ICT土工等のトップランナー施策の着実な推進をはじめ、土工以外へのICTの導入、コンソーシアムを通じた研究開発の推進、地方公共団体発注工事への普及促進等に取り組む。

i-Constructionの取組み



ICTの全面的な活用(ICT土工)の概要



ICT活用工事の発注

～土工工事の全てをICT活用施工対応工事へ～

基本的考え方

- 大企業を対象とする工事では、ICT活用施工を標準化
- 地域企業を対象とする工事では、「手上げ方式」(施工者からの提案)から順次標準化

1. 3つの方式で実施

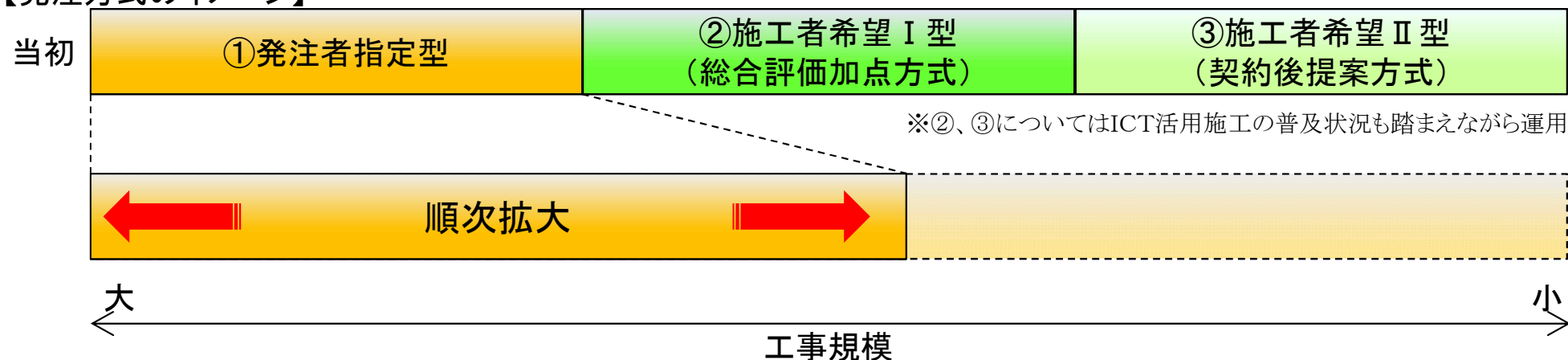
- ① 発注者指定型: ICT活用施工を前提として発注
- ② 施工者希望Ⅰ型: 総合評価においてICT活用施工を加点評価
- ③ 施工者希望Ⅱ型: 契約後、施工者からの提案・協議を経てICT活用施工を実施

2. 新設するICT活用工事積算を適用

※施工者希望Ⅰ・Ⅱ型は、施工者からの提案・協議を経て設計変更により適用

3. ICT活用施工を工事成績評価において評価

【発注方式のイメージ】



ICT活用施工とは、建設生産プロセスにおいて、ICTを全面的に活用し、「3次元起工測量」、「3次元設計データ作成」、「ICT建設機械による施工」、「3次元出来形管理等の施工管理」、「3次元データの納品」を行うものをいう

※起工測量とは、工事の着手前に行う、着手前の現場形状を把握するための測量です。

ICTの全面的な活用(ICT土工)

- 3次元データを活用するための基準類を整備し、「ICT土工」を実施できる体制を整備。
- 今年度より、**730件以上の工事**について、ICTを実装した建設機械等を活用する「ICT土工」の対象とし、**現在182件の工事で実施**。
- 全国約390箇所**で地域建設業や地方公共団体への普及拡大に向けた講習会を開催予定であり、**既に約20,000人が参加**。

ICT土工の実施

- 3次元データを活用するための15の新基準や積算基準を整備
- 国の大規模土工は、発注者の指定でICTを活用。中小規模土工についても、受注者の希望でICT土工を実施可能。(必要な費用の計上、工事成績評点で加点評価)
- 年間で**約730件以上**をICT土工の発注方式で公告予定



現在182件の工事でICT土工を実施(地域の建設業者が8割以上)

(9月20日時点)

【導入効果(現場の声)】

- 工期:「UAV使用により起工測量の日数が大幅に短縮」
- 安全:「手元作業員の配置が不要となり、重機との接触の危険性が大幅に軽減」
など



3次元測量



3次元設計図面



ICT建機での施工

ICT人材育成の強化

(受・発注者向け講習・実習を集中実施)

- 施工業者向け講習・実習
 - ・目的:ICTに対応できる技術者・技能労働者育成
- 発注者(自治体等)向け講習・実習
 - ・目的 ①i-Constructionの普及
 - ②監督・検査職員の育成

【研修内容】

- ・3次元データの作成実習又は実演
- ・UAV等を用いた測量の実演
- ・ICT建機による施工実演 など

講習・実習開催予定箇所数(※平成28年9月末時点)

施工業者向け	発注者向け	合計※
全国 240 箇所 (178箇所開催済)	全国 288 箇所 (218箇所開催済)	全国 385 箇所 (291箇所開催済)



これまでに全国で約20,000人が参加!

さらに民間企業においてもi-Constructionトレーニングセンターなどを設置し、講習・実習を実施中

UAV等を用いた公共測量の発注

基本的考え方

- ICT活用工事に関連する路線測量、河川測量、現地測量を対象
- UAV等の普及状況を考慮しながら順次拡大

1. 2つの方式で実施

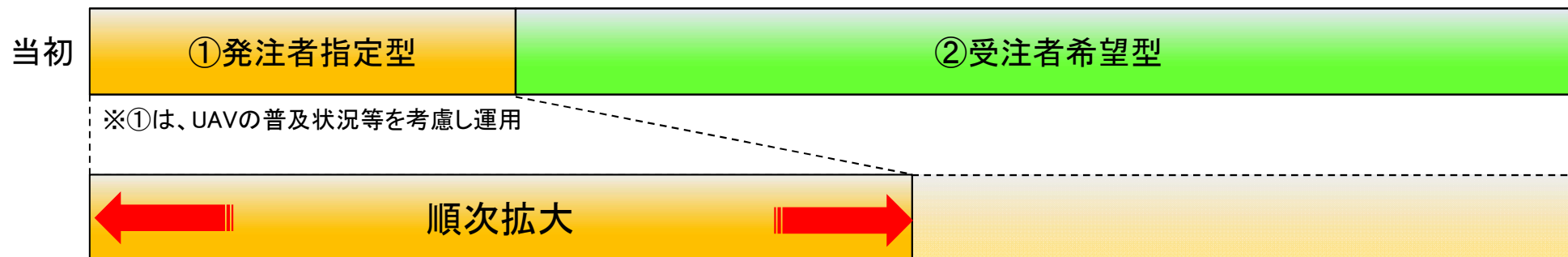
- ① 発注者指定型: UAV等を用いた公共測量を前提として発注(原則として、総合評価)
- ② 受注者希望型: 受注者からの提案により、UAV等を用いた公共測量を実施(原則として、価格競争)

2. 見積による積算を適用

※設計変更により適用

3. 業務成績評価において評価

【発注のイメージ】



土工の3次元設計の発注

基本的考え方

- ICT活用工事に関連する道路予備設計(B)、道路詳細設計、築堤予備設計、築堤詳細設計、護岸予備設計、護岸詳細設計を対象
- UAV等を用いた公共測量の業務成果を活用する設計業務を対象
- UAV等を用いた公共測量にあわせて順次拡大

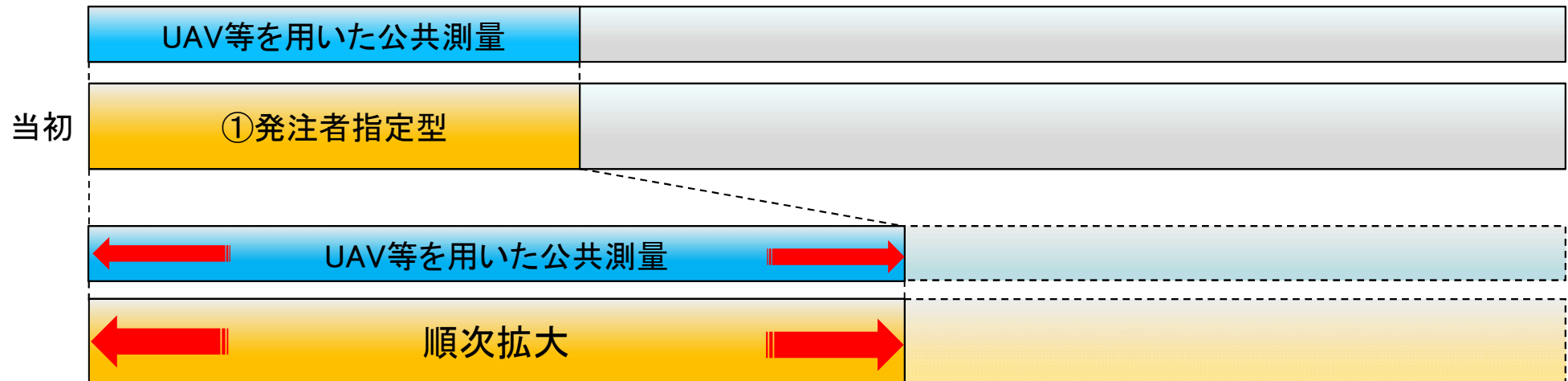
1. 発注者指定方式で実施

発注者指定型: 土工の3次元設計を前提として発注

2. 見積による積算を適用

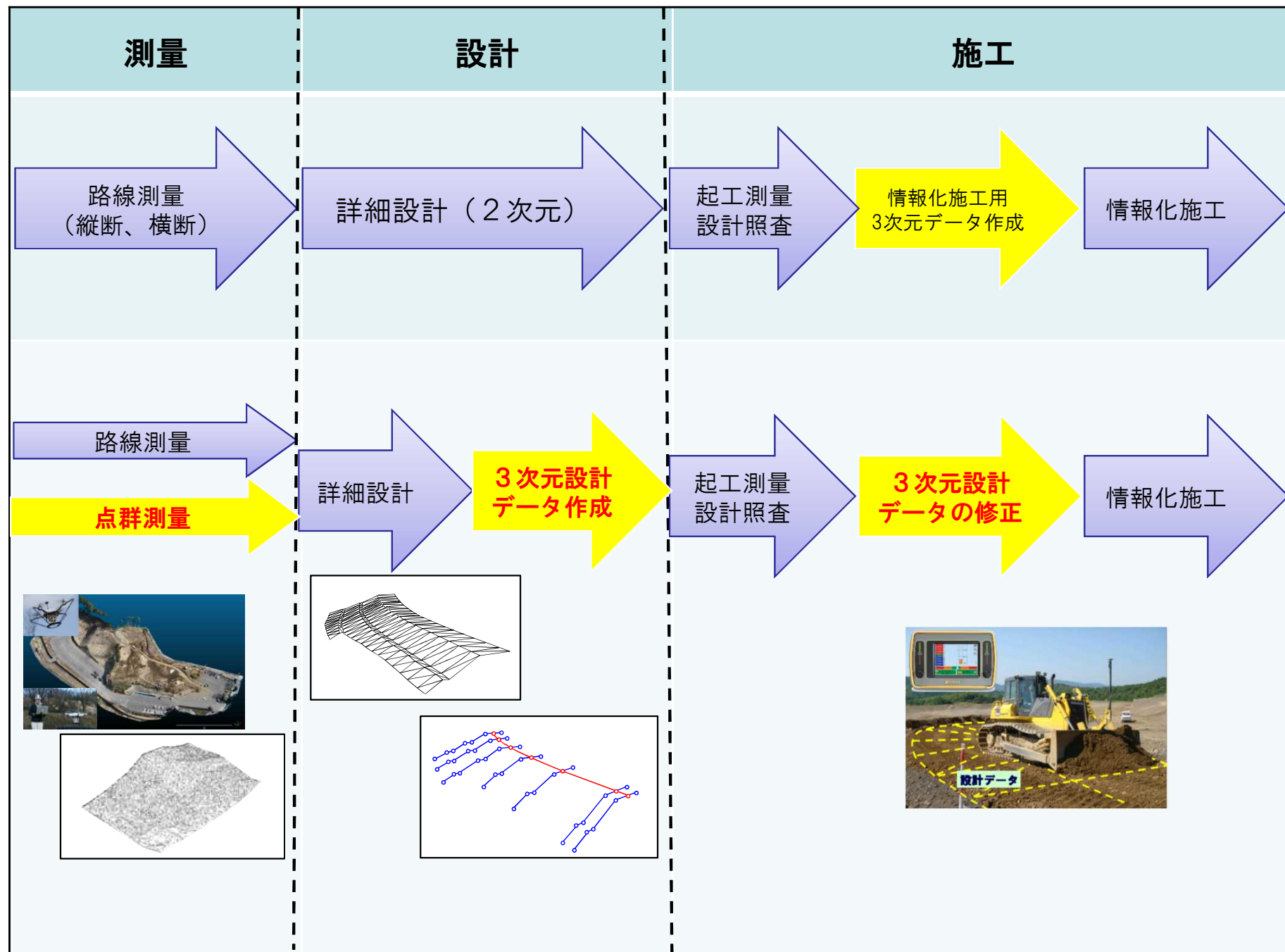
3. 業務成績評価において評価

【発注のイメージ】



ICT土工における作業の流れ

情報化施工
活用工事



UAVを用いた公共測量

UAVを用いて撮影した空中写真から3次元点群データを作成するための標準的な手法を定めた測量マニュアルを作成

①UAVを用いた写真測量を公共測量へ導入

狭い範囲の図面向け

従来の測量機器やGNSS
を利用した現地測量



UAVを用いた写真測量



UAVの安全な飛行を確保するための安全基準(案)の
公表もあわせて実施
※レーザ測量等に加え、ドローンによる3次元測量も可能に

広い範囲の図面向け

有人航空機を利用した
空中写真測量



②公共測量の成果にUAV写真による3次元点群データを追加



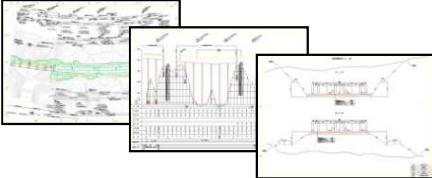
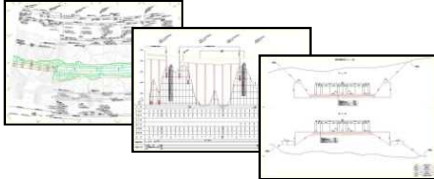
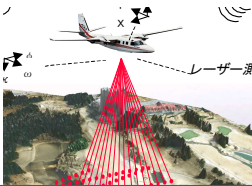
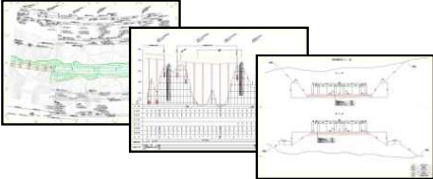
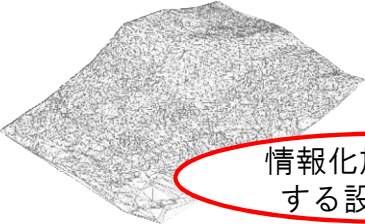
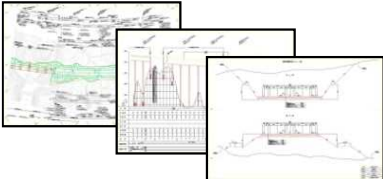
従来の2次元図面



詳細な3次元点群データ

導入効果: 小回りがきくUAVや3次元化の自動ソフトの導入により、短時間で効率的に3次元点群データが作成可能

ICT土工における測量・設計成果

	測量		設計
従来	 TSで計測	現況図面（平面図、縦断図、横断図）  2次元現況図	2次元設計図（平面図、縦断図、横断図）  ・ 2次元現況図（測量成果） ・ 2次元設計図 ・ 数量計算書（平均断面法）
i-Construction	3次元点群データの取得  UAVによる 空中写真  MMS  TS計測  LP （航空レーザ）	現況図面（平面図、縦断図、横断図）  2次元現況図 3次元測量成果  情報化施工に使用 する設計データ ・ 点群データ ・ サーフェスモデル 3次元設計を重ねる 地形データ	2次元設計成果  3次元設計成果 測量データ（サーフェス） 現況地形 設計形状 設計データ（サーフェス） ・ 2次元設計図 S X F 形式 ・ 3次元現況図（測量成果） ・ スケルトンモデル ・ サーフェスモデル XML 形式 ・ 数量計算書 （平均断面法または3次元CAD）

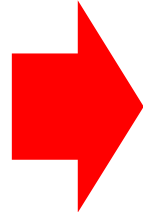
3次元測量(点群データの取得・モデル化)

- 写真測量やレーザ測量により、3次元点群を計測（点群データ）
- 点群データを用いて、地形の表面形状をモデル化（サーフェスモデル）

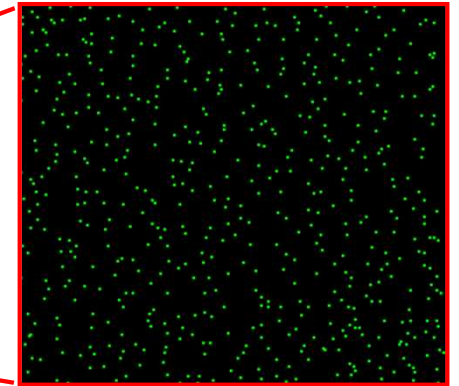
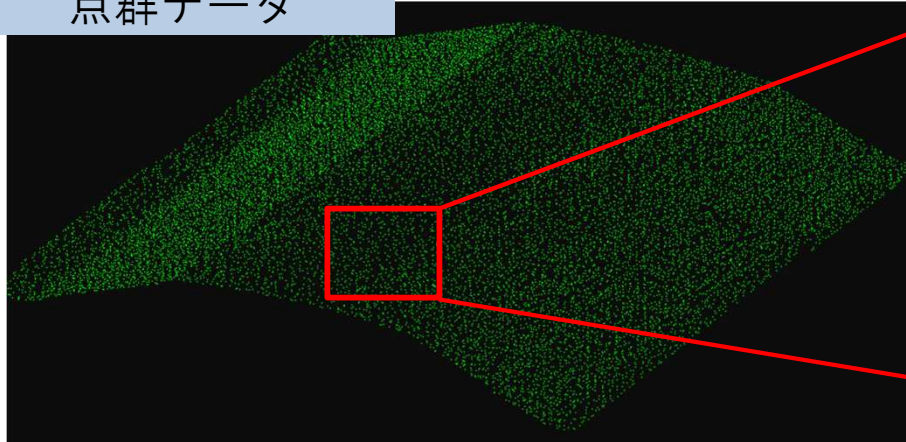
地形



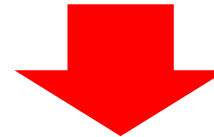
計測



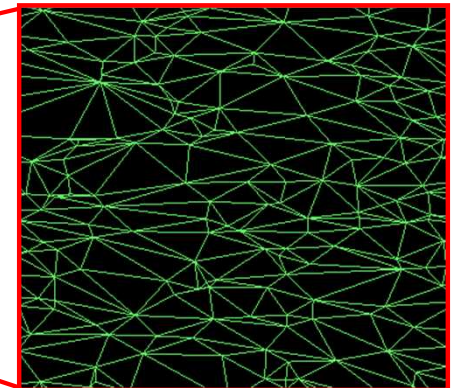
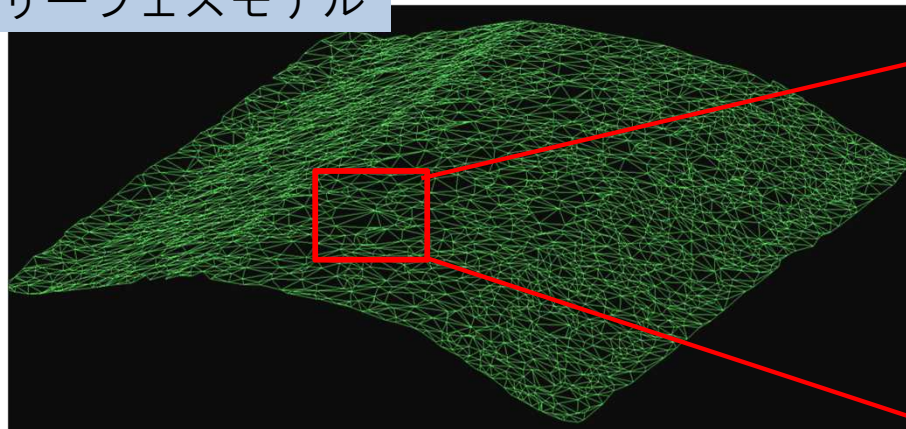
点群データ



モデル化

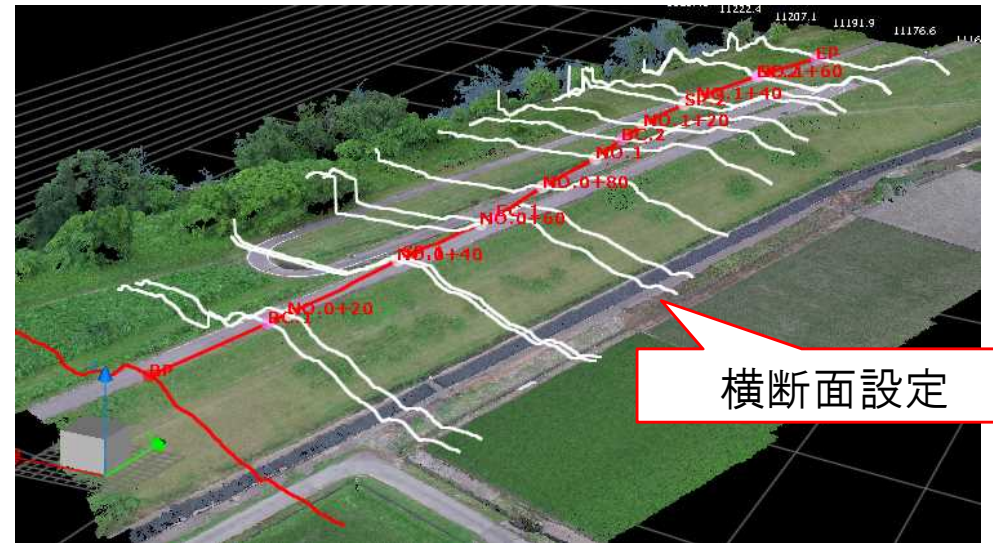
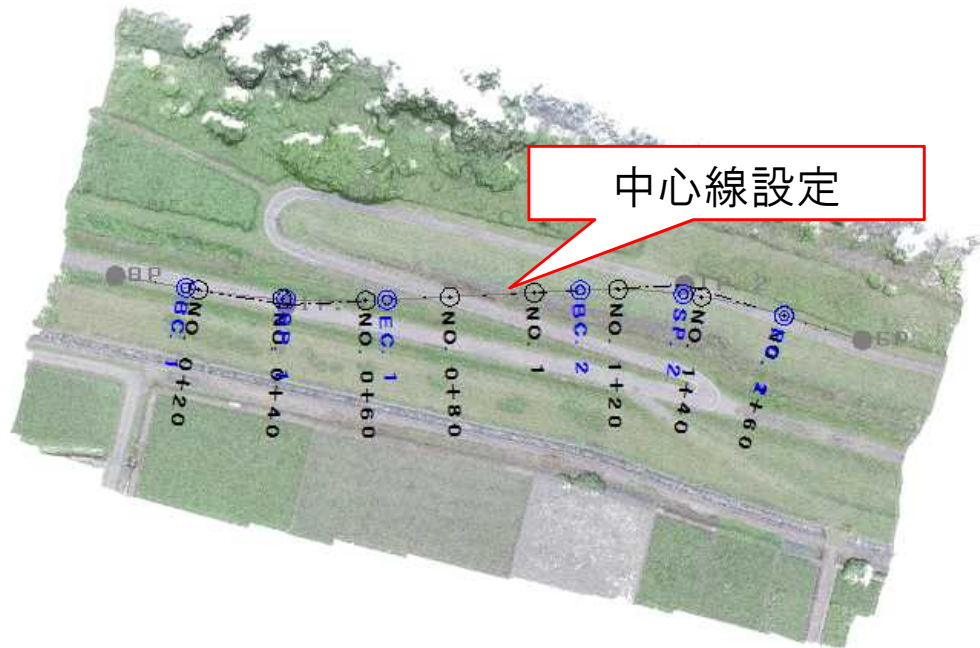


サーフェスモデル



3次元測量(点群データの活用)

- 点群データを用いて地形断面図を作成する作業について標準的な作業方法を規定
- 従来の測量手法に代えて点群データから作成した縦断面図・横断面図を成果として活用が可能

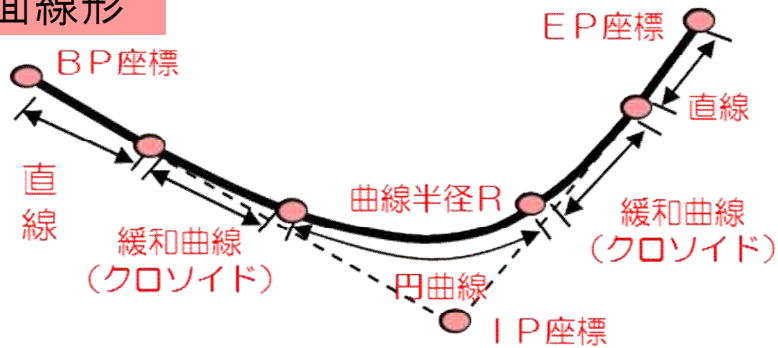


3次元点群データからの標高算出
による断面図の作成

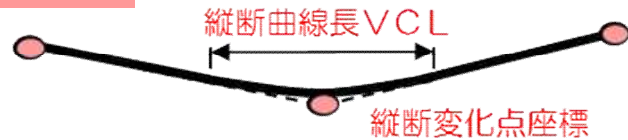
3次元設計データ作成(LandXMLデータ交換標準)

- 3次元設計データは、**中心線形データ**（平面線形・縦断線形）、**横断形状データ**から構成
- 国際的に広く利用されている**LandXML**によるデータ交換形式を採用
- 中心線形・横断形状のパラメータによる骨組み（**スケルトンモデル**）と設計面の表面形状（**サーフェスモデル**）のデータを作成

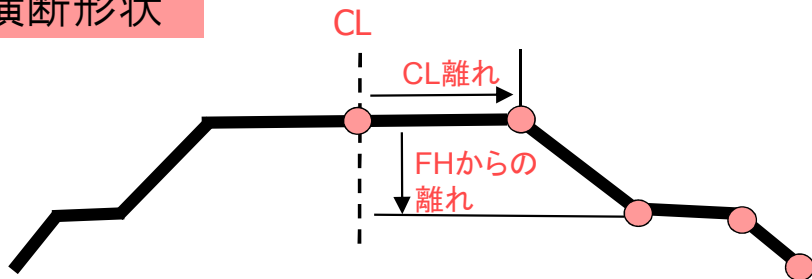
平面線形



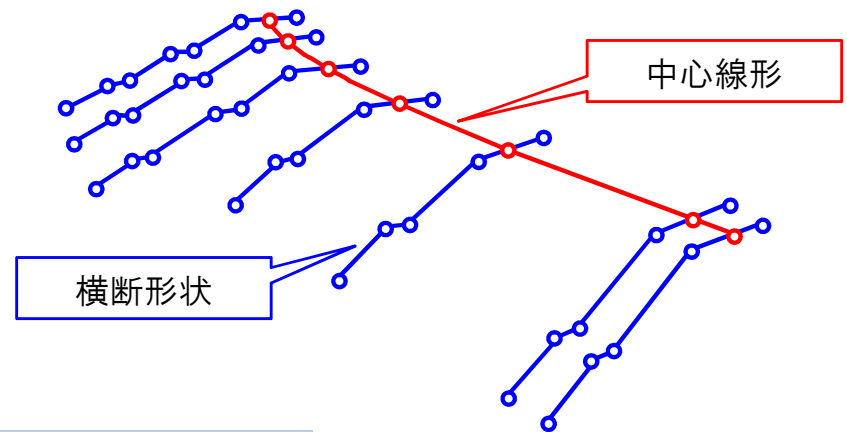
縦断線形



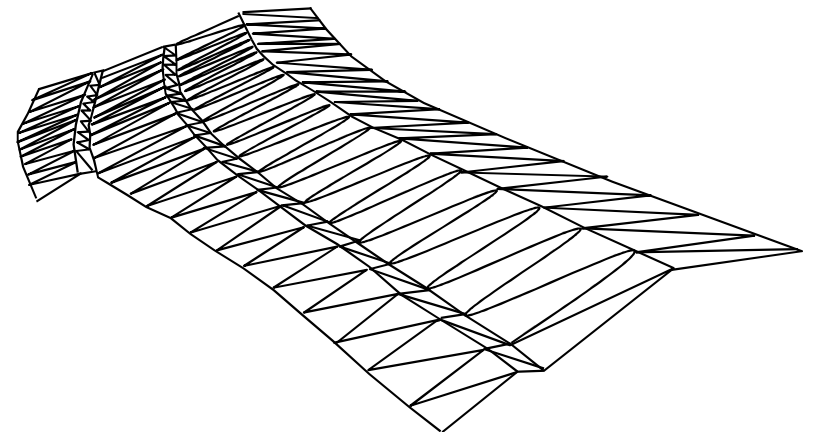
横断形状



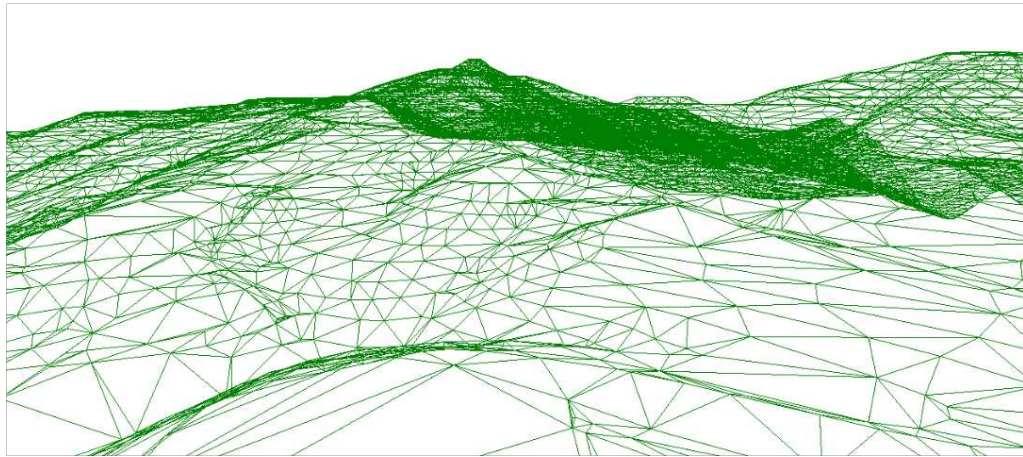
スケルトンモデル



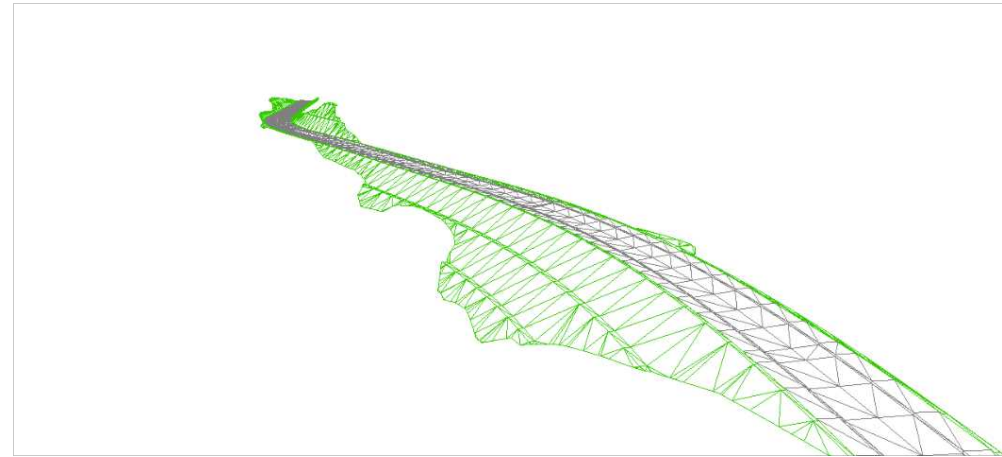
サーフェスモデル



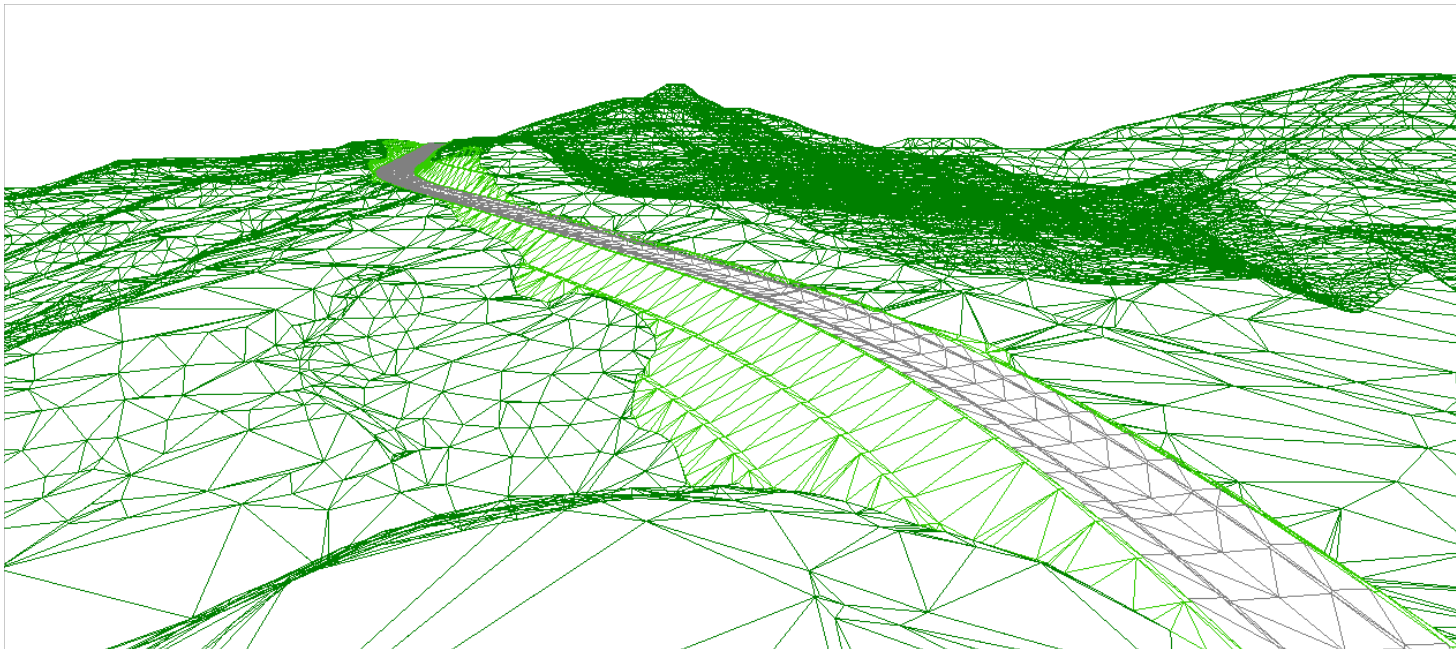
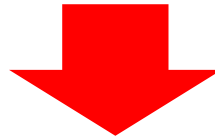
3次元設計データ作成(LandXMLデータ交換標準)



測量サーフェス



設計サーフェス

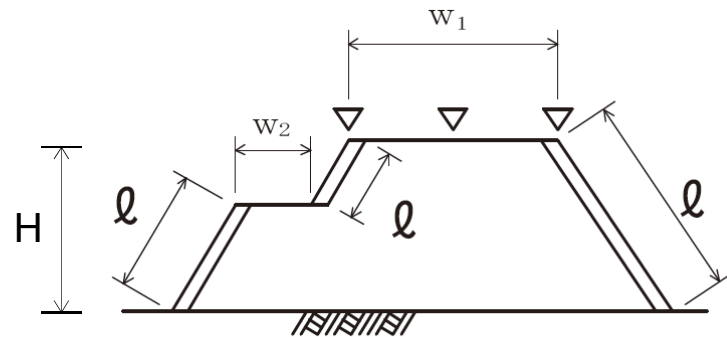


3次元データによる出来形管理

3次元計測により計測された3次元点群データによる効率的な出来形管理を導入

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

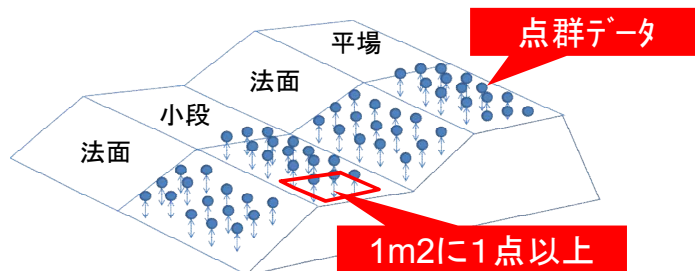
規格値：基準高(H)：±5cm

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

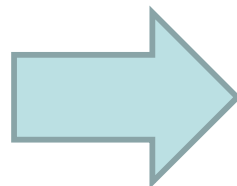
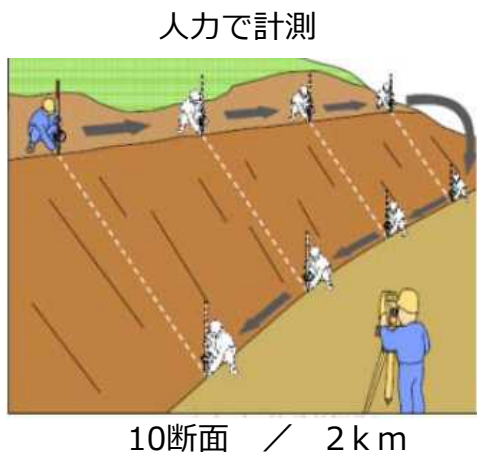
※法面には小段含む

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

3次元データによる検査

ICT機器を活用し、3次元モデルを用いた検査に対応するように要領・基準を改定。
⇒受発注者双方にとって、検査の大幅な省力化を図る。

検査日数が大幅に短縮



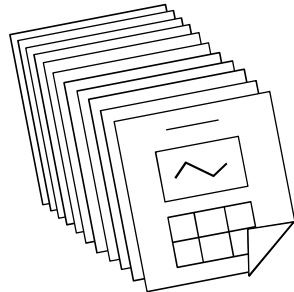
監督・検査要領（土工編）
（案）等の導入により、
検査にかかる日数が
約 1 / 5 に短縮
（2kmの工事の場合 10日→2日へ）

GNSSローバー等で計測

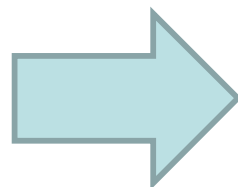


検査書類が大幅に削減

工事書類
（計測結果を手入力で作成）

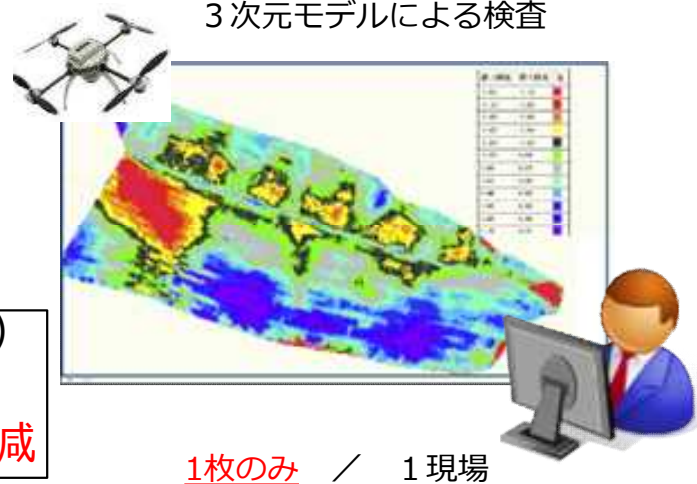


受注者
（設計と完成形の比較図表）
50枚 / 2km



監督・検査要領（土工編）
（案）等の導入により、
検査書類が 1 / 50 に削減

3次元モデルによる検査



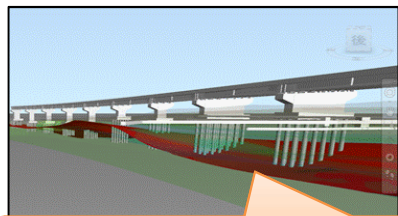
土工以外へのICTの導入・拡大

3次元モデルを導入・活用するための基準類整備

- 土工以外の分野にもICTを導入するために、調査・設計段階から施工、維持管理の各プロセスで3次元モデルを導入・活用するための基準類を整備。⇒ 対象工種: 河川(樋門、樋管)、橋梁、トンネル、ダム、浚渫など
- 事業全体にわたって情報を共有することにより、受発注者双方の業務効率化・高度化を図る CIM (Construction Information Modeling/Management) の本格導入に向けた実施方針等を策定。
- 今年度中に、設計や施工段階で3次元モデルを活用するために、10の要領・基準類を新設・改定。
 - 例)▷3次元モデルを活用するための実施方針(CIMの活用に関する実施方針 等)
 - ▷3次元モデルを活用した監督・検査要領(レーザスキャナを用いた出来形管理要領、監督・検査要領 等)

3次元モデルの連携・段階的構築による効果

地層の支持層確認の効率化



地層の傾斜や変化を可視化し、支持層確認を効率化

調査・測量

【得られる効果】

- ・地層の支持層確認の効率化
- ・構造物の景観検討の効率化
- ・協議での合意形成の迅速化

設計

【得られる効果】

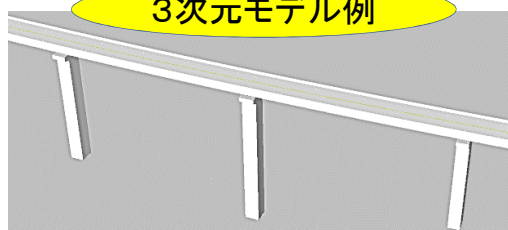
- ・動線確認による設計品質の向上
- ・干渉チェック、設計ミスの削減
- ・数量の自動算出

動線確認による設計品質の向上

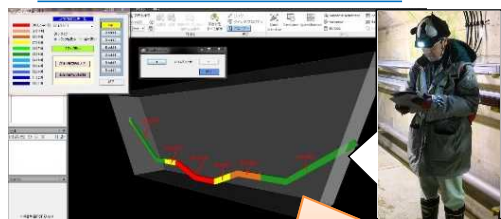


橋梁検査路の点検作業や点検動線を可視化し、設計品質を向上

3次元モデル例



施設管理の効率化・高度化



点検結果を3次元モデルに反映し、施設管理を効率化・高度化

維持・管理

【得られる効果】

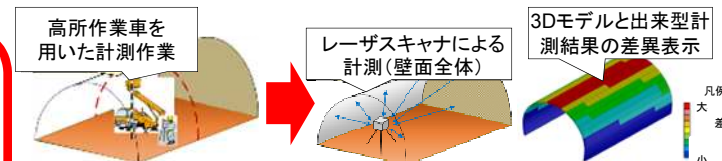
- ・施設管理の効率化・高度化

施工

【得られる効果】

- ・現場管理の効率化
- ・施工計画の最適化
- ・安全の向上
- ・監督検査の効率化

3次元モデルを用いた監督検査の効率化



トンネル覆工の出来形をレーザスキャナを用いて計測を行い、監督・検査を効率化

CIM導入推進委員会の体制

委員会の目的

i-Constructionにおけるトップランナー施策であるICTの全面的な活用をCIMを用いて推進するために、関係団体が一体となりCIMの導入推進および普及に関する目標や方針について検討を行い、具体的な方策について意思決定を行うことで、CIMの施策を進めていくことを目的とする。

CIM導入推進委員会

■役割

CIMの導入推進および普及に関する目標や方針の検討、具体的な方策の意思決定

■体制

官：国土交通省（主務：技術調査課）等、学：土木学会等、産：建設業団体 等

全体統括チーム

実務者レベルでの委員会・WGの円滑な運営支援

I CIM導入ガイドライン策定WG

実現場・業務で活用可能なガイドライン策定

II 要領基準改定WG

CIM導入に関わる要領基準の改定等
（他に入契制度、国際標準化等）

技術検討成果
の連携・共有

CIM全体像の
検討共有

標準化委員会
（JACIC）

ICT導入協議会

標準化の
検討共有

標準化委員会
（JACIC）

国際標準化への
対応連携

土木学会

CIM人材教育の
発注者支援

III 現地での検証WG

CIMの現地での検証、検証成果の整理

building
SMART
International

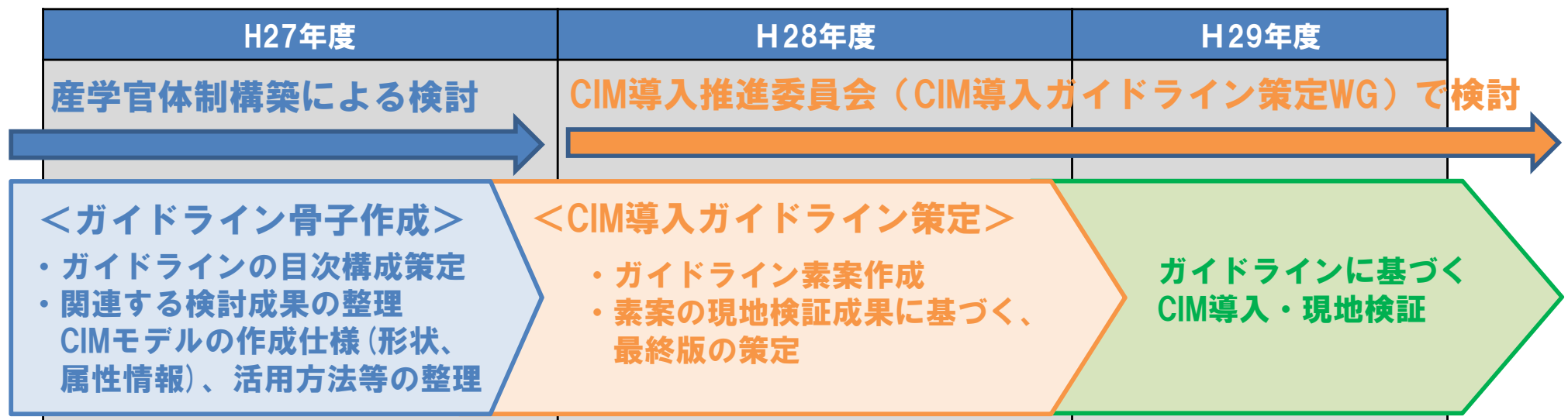
CIM導入ガイドライン策定WGのH28年度実施計画

■ CIM導入ガイドラインの概要

○ ガイドラインの位置付け

- ・ CIMの円滑な導入を図ることを目的として、受発注者を対象に、CIM活用の目的、期待される効用、効果的な活用方法とともに、CIMモデルの作成方法等の技術的な目安を明記
- ・ 対象分野は土工、河川、ダム、橋梁、トンネルの5分野
- ・ CIMを導入するH29年度以降は、ガイドラインの現地検証を踏まえ、適宜改定等を行う

○ ガイドライン策定に向けたスケジュール



要領基準改定WGのH28年度実施計画 ①要領基準改定

<新たな整備、改定が必要とされる主要な基準>

	整備する要領・基準類(案)		新規	改定
共通	CIMの活用に関する実施方針		○	
共通	工事契約図書への3次元モデルの活用		○	
共通	土木工事数量算出要領			○
共通	電子納品要領 (設計・調査及び工事)			○
施工	出来形管理、 監督検査関係の基準	土木工事施工管理基準(案)(出来形管理基準及び規格値)		○
		レーザスキャナを用いた出来形管理要領、監督・検査要領	○	
		土木工事監督検査技術基準(案)		○
		地方整備局土木工事検査技術基準(案)		○
		既済部分検査技術基準(案)及び同解説		○
施工	工事成績評定要領			○

要領基準改定WGのH28年度実施計画 ③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)

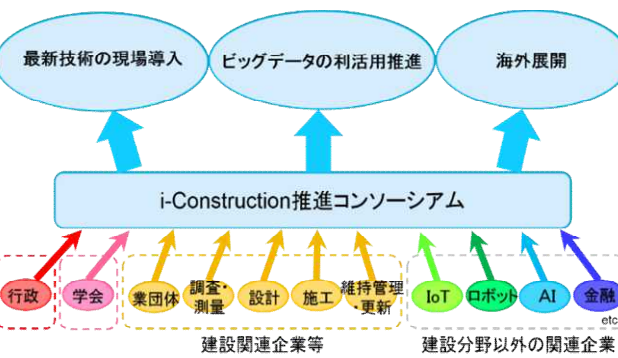
建物の形状や寸法とともに、部材の種類や仕様などの「属性情報」を含んだ「共有オブジェクトモデル」を通じて各種ソフト間をつなぎ、相互運用を可能にするための国際標準フォーマット

i-Construction推進コンソーシアムの設立

- 3次元ビッグデータのオープンデータ化、最新技術の現場導入、海外展開等を官民連携で推進してくため、i-Construction委員等、建設分野に加え、AI・ロボット・IoT・金融等の分野の産官学関係者による **i-Construction推進コンソーシアムを設置**。WG等により検討を実施。
【今後の予定】 平成28年9～10月頃:コンソーシアム(準備会) 平成28年12月以降:コンソーシアム(設立総会)
- ICT施工やCIMの本格導入等により、膨大に蓄積される調査・測量・設計・施工・維持管理の各段階の3次元ビッグデータを収集し、広く官民で活用するため、**オープンデータ化に向けた利活用ルールやデータシステム構築**に向けた検討等を実施。(第2次補正予算に、3次元データ活用検討に向けた経費を計上)
- 急激に進展するIoT・ロボット・AI・ビッグデータ等の最新技術を建設現場に速やかに導入拡大するため、これまで建設現場で活用されていない**異分野の最新技術を建設現場で活用する技術開発、現場導入の促進**を図り、生産性の飛躍的向上を図る。(平成29年度予算として、研究開発助成に係る経費を要求中)

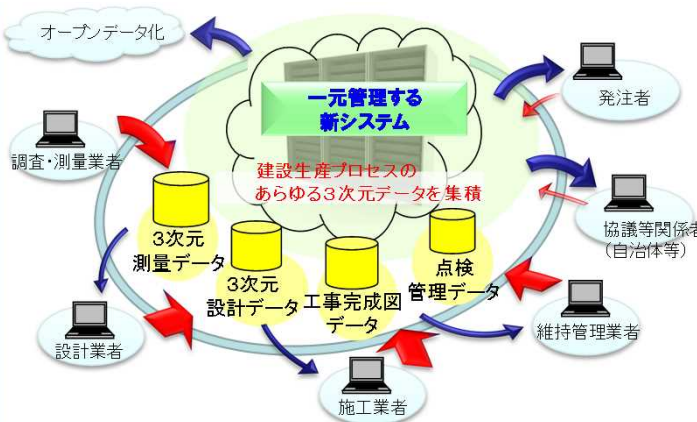
i-Construction推進コンソーシアム

i-Constructionを官民連携して更に推進するため、産官学連携によるコンソーシアムを設置。



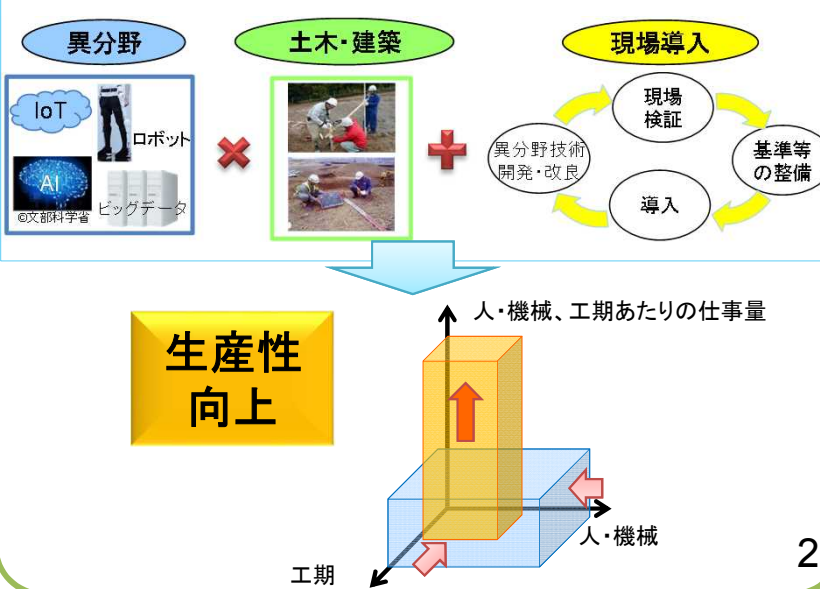
3次元データ活用検討(オープンデータ化)

3次元ビッグデータを収集し、広く官民で活用するため、オープンデータ化に向けた利活用ルールやデータシステム構築に向けた検討等を実施



異分野技術の建設分野への導入促進

異分野の最新技術を建設現場で活用する技術開発、現場導入の促進を図る。



コンソーシアムの体制

i-Constructionコンソーシアム準備会

- i-Construction 推進コンソーシアムの方向性、方針、検討内容などを議論
委員：i-Construction委員会委員＋企業関係者（IoT関連（AI・ビッグデータなど）、金融・ベンチャー、情報通信、ロボット）

i-Construction推進コンソーシアム

- ◆ コンソーシアムの会員は民間企業、有識者、行政機関などを広く一般から公募
- ◆ 産学官協働で各ワーキングを運営（※国土交通省（事務局）が運営を支援）

企画委員会（準備会を改称：全体マネジメントを実施）

技術開発・導入WG

最新技術の現場導入のための新技術発掘や企業間連携の促進方策を検討

3次元データ流通・利活用WG

3次元データを収集し、広く官民で活用するため、オープンデータ化に向けた利活用ルールやデータシステム構築に向けた検討等を実施

海外標準WG

i-Constructionの海外展開に向けた国際標準化等に関する検討を実施

一般公募(会員)

行政

学会
大学

業団体

調査
測量

設計

施工

維持
更新

IoT

ロボット

AI

金融

国・自治体・有識者

建設関連企業

建設分野以外の関連企業

支援

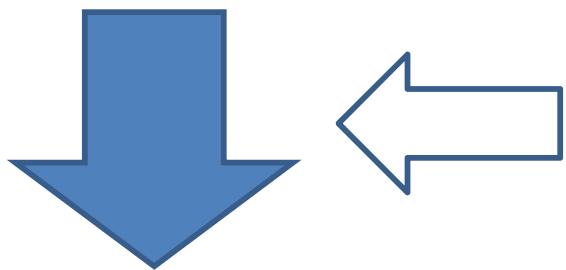
国土交通省：事務局、助成、基準・制度づくり、企業間連携の場の提供など

3次元データ流通・利活用WG

【目的】 3次元データの利活用促進のためのデータ標準やオープンデータ化

主な取組内容

- 3次元データの集積・利活用のためのルール構築
 - ・建設生産システムに必要な3次元データの内容
 - ・データ標準(データ交換仕様)
 - ・セキュリティー対策
- オープンデータ化
 - ・オープン/クローズの範囲、公開方法の検討
- 3次元データ共有プラットフォームの構築・官民連携による運営管理



国による支援

- 3次元データ利活用に向けた制度・基準への反映

シームレスな3次元データ利活用環境整備、オープンデータ化による新たなビジネス創出

3次元データ流通・利活用WG

3次元データの利活用促進のためのプラットフォーム構築（イメージ）

検討項目

- 3次元データの集積・利活用ルール構築
- オープンデータ化
- 3次元データ共有プラットフォーム構築

WG推進
委員会

3次元データの共有と利用拡大

