

測量・設計に関する説明資料

- UAV等を用いた公共測量 …… P 3
 - UAVを用いた公共測量マニュアル(案) …… P 6
 - UAVを用いた空中写真測量 …… P 8
 - UAVを用いた空中写真による三次元点群測量 …… P11
 - 公共測量におけるUAVの使用に関する安全基準(案) …… P15

- UAV等を用いた公共測量の発注 …… P16

- 土工の3次元設計の発注 …… P18

- 電子納品要領等の改訂のポイント …… P22

ICT技術の全面的な活用(土工)の概要



情報化施工
活用工事

施工者の任意データ

3次元
データ作成

MC/MG施工
・重機の日当たり
施工量約1.5倍
・作業員 約1/3

書類作成

i-Construction



3次元
測量

3次元設計
データ作成

3次元
起工測量

3次元
出来形管理

3次元
数量算出

3次元
データ
納品

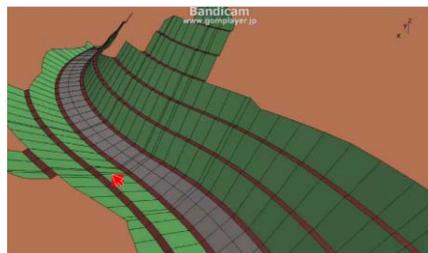
3次元モ
デルによ
る検査

ドローン等による3次元測量



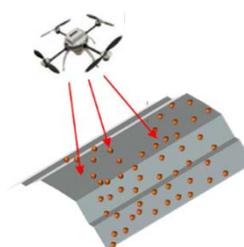
ドローン等による写真測量等により、短時間で面的(高密度)な3次元測量を実施

3次元設計データ作成



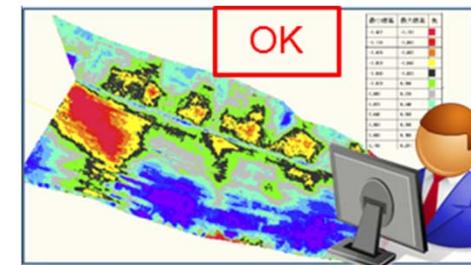
情報化施工に使用するデータを設計時に作成

ドローン等による3次元出来形管理



多点観測を前提とした面的な施工管理基準の設定

3次元モデルによる検査



3次元設計データとの差を面的に評価

UAV等を用いた公共測量

国土交通省国土地理院HPより抜粋

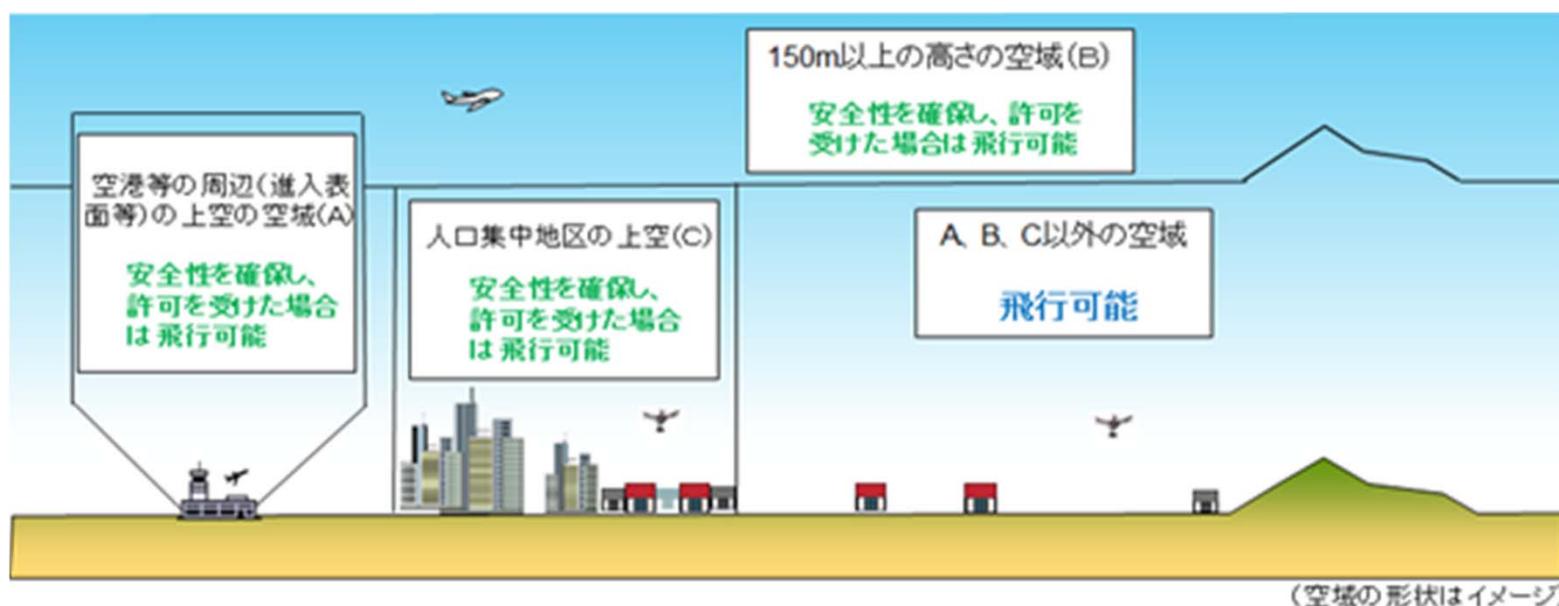
無人航空機(UAV: Unmanned aerial vehicle)を測量で使用できるように、「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」及び「公共測量におけるUAVの使用に関する安全基準(案)」を作成し、平成28年3月30日に公表しました。

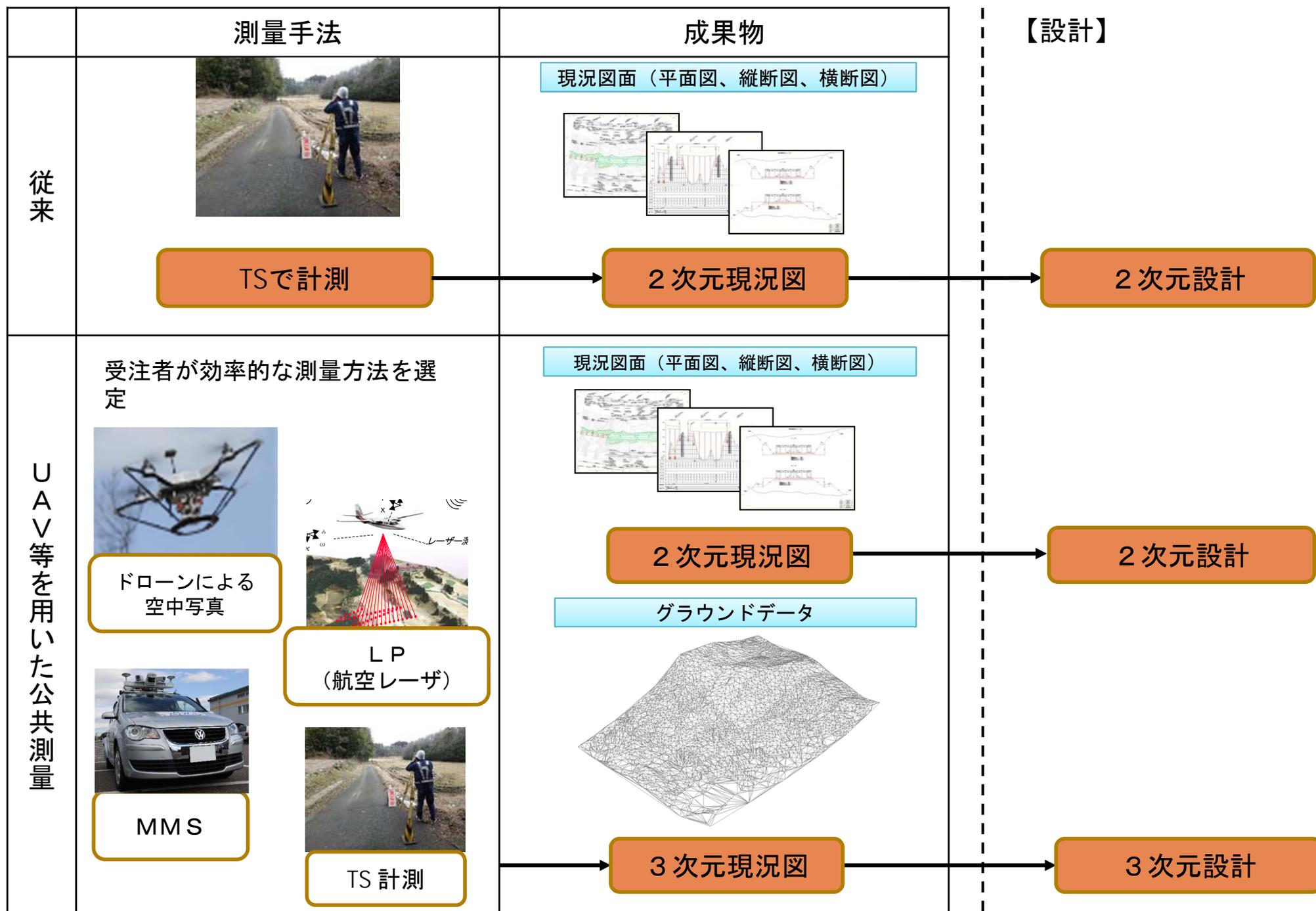
これらは、公共測量だけでなく、国土交通省が進める*i-Construction*に係る測量作業に適用することを前提にしており、測量業者が円滑かつ安全にUAVによる測量を実施できる環境を整え、また、建設現場における生産性の向上に貢献するものです。

空港等の周辺の空域や人口集中地区の上空を飛行させる場合等、また、夜間や目視外等において無人航空機を飛行させる場合等には、**国土交通大臣の許可や承認が必要**です。詳細の申請手続き、許可等の基準については、「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」、「無人航空機の飛行に関する許可・承認に係る申請方法」に定められています。

無人航空機(ドローン・ラジコン機等)の飛行ルール

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





「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」は、UAVで撮影した空中写真を用いて測量を行う場合における、**精度確保のための基準や作業手順等を定めています。**

◆本マニュアルにおいては、**数値地形図データを作成するための測量手法**である「UAVを用いた空中写真測量」と、**三次元点群データを作成するための測量手法**である「UAVを用いた空中写真による三次元点群測量」を規定しています。



UAVを用いた空中写真測量



UAVを用いた空中写真による三次元点群測量

- マニュアルの構成は二部構成

- － UAVを用いた空中写真測量

- 写真測量及び地形測量を行うためのマニュアルです。
 - 地図情報レベル250から500の数値地形図データの整備を目的として実施する公共測量を対象としています。

- － UAVを用いた空中写真による三次元点群測量

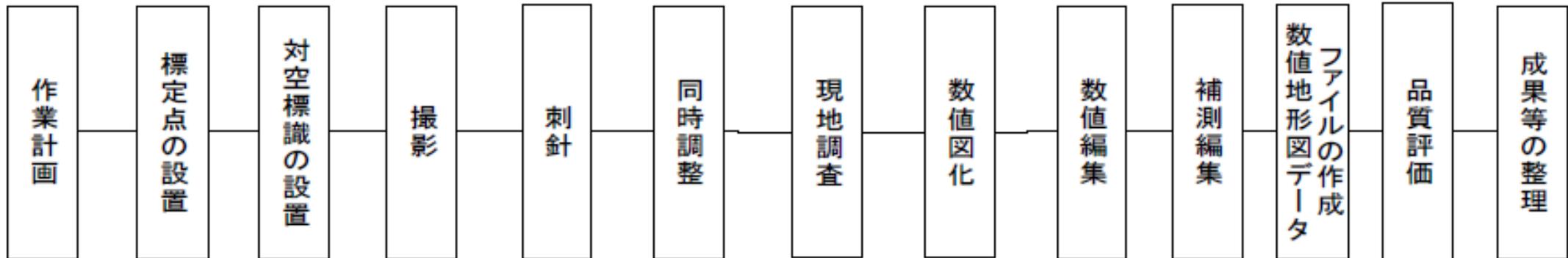
- 工事測量にも活用可能で応用測量を行うためマニュアルです。
 - 三次元点群データを作成するための公共測量を対象としています。
 - 土木工事現場での土量管理に必要となる測量にも適用可能です。

- 適用範囲と利用上の注意点

- － このマニュアルに基づく測量で利用が想定されている民生用デジタルカメラや、三次元形状復元ソフトは、いずれも測量を目的として開発された製品ではありませんが、使用する機器及び復元ソフトについては、精度を確保できる標準的なものを使用する前提で規定してあります。
 - － このマニュアルは、国又は公共団体等が実施する公共測量において、準則1第17条(機器等及び作業方法に関する特例)3項の国土地理院が定めた新技術マニュアルとして利用することができます。また、基本測量及び公共測量以外の測量を実施する場合にも、本マニュアルを利用することができます。

- 作業工程

主な作業工程は以下のとおりです。



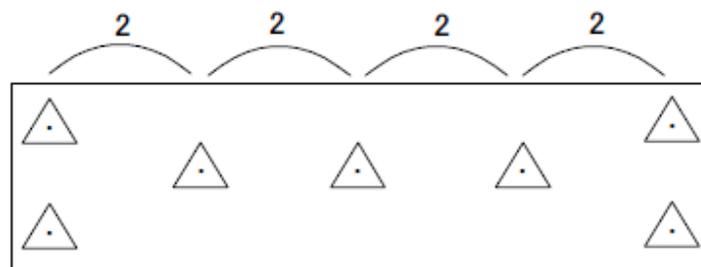
- 数値地形図データの地図情報レベル

数値地形図データの地図情報レベルは、250及び500を標準とし、その標準偏差を下表のとおりと規定されています。

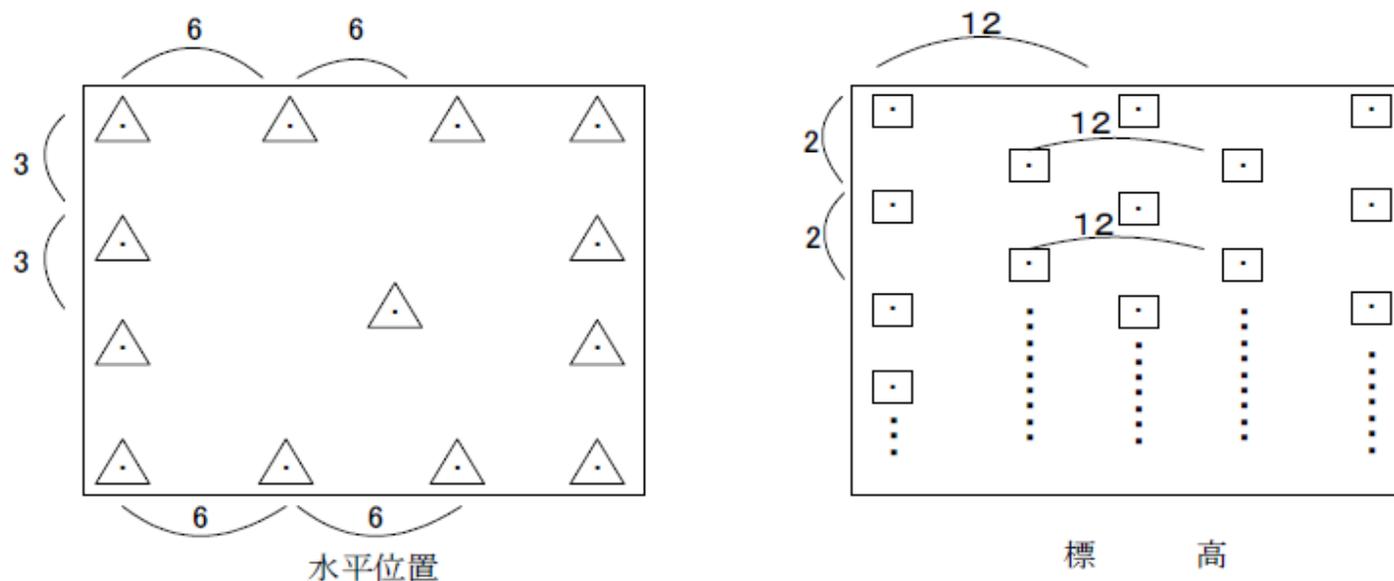
地図情報レベル	水平位置の標準偏差	標高点の標準偏差	等高線の標準偏差
250	0.12m 以内	0.25m 以内	0.5m 以内
500	0.25m 以内	0.25m 以内	0.5m 以内

● 標定点の設置

標定点の配置は、コースの両端のモデルに上下各1点及び両端のモデル以外では、コース内に均等に配置することを標準として規定されています。



(a) 単コース撮影のための標定点配置 (撮影方向：左右)



(b) 複数コース撮影のための標定点配置 (撮影方向：左右)

● 撮影

- 撮影高度は、 $[(\text{地上画素寸法} / \text{使用カメラの1画素あたりのサイズ}) \times \text{焦点距離}]$ 以下とし、地形や土地被覆、使用デジタルカメラ等を考慮して決定するものと規定してあります。
- 空中写真の重複度は、同一コース内の隣接空中写真間で60%程度、隣接コースの空中写真間で30%以上と規定してあります。
- UAV 及びデジタルカメラは所要の性能(手動飛行機能及び自律飛行機能、異常時の自動帰還機能、画面距離・露光時間・絞り・ISO 感度の手動設定等)を有するものを使用することと規定してあります。
- デジタルカメラは、カメラキャリブレーションを行ったものを使用することを規定してあります。
- 空中写真の地上画素寸法は、地図情報レベル等に応じて規定してあります。

● 計測誤差の制限

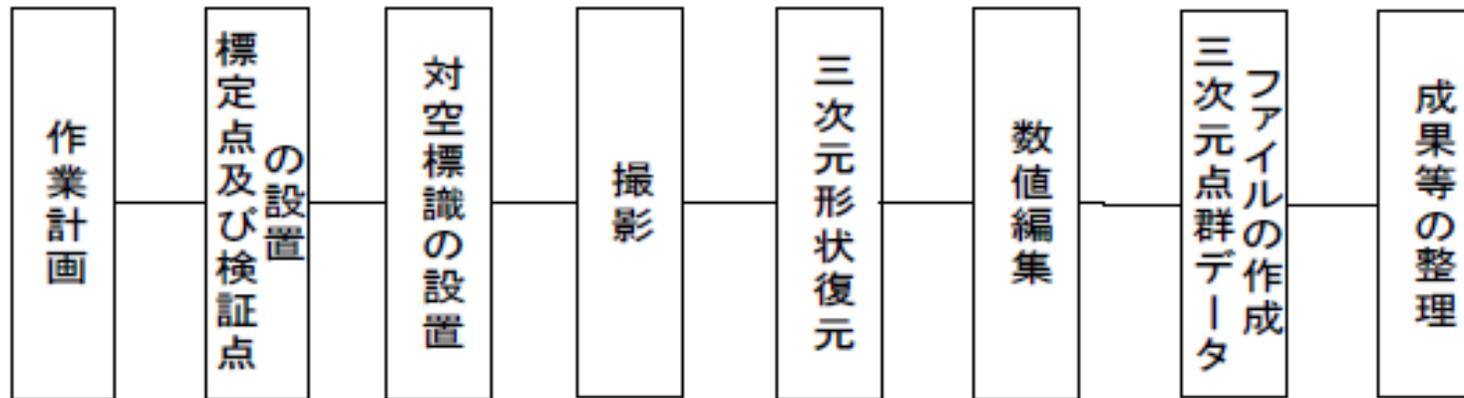
標定点の水平位置及び標高の残差は、標準偏差・最大値ともに下表の値以内と規定してあります。

地図情報レベル	標準偏差[m]	最大値[m]
250	0.06	0.12
500	0.12	0.24

UAVを用いた空中写真による三次元点群測量

● 作業工程

主な作業工程は以下のとおりです。



● 三次元点群データの要求精度

- 本マニュアルでは、三次元点群の平面位置及び高さの要求精度を、誤差が最大でも0.05mの値を超えないものとして設定し、各作業工程における必要事項を規定している。
- これ以外の要求精度で三次元点群データを作成する場合は、その精度に応じて標定点間隔や標定点の残差及び検証点の誤差、地上画素寸法等を適宜読み替えるものとして規定している。

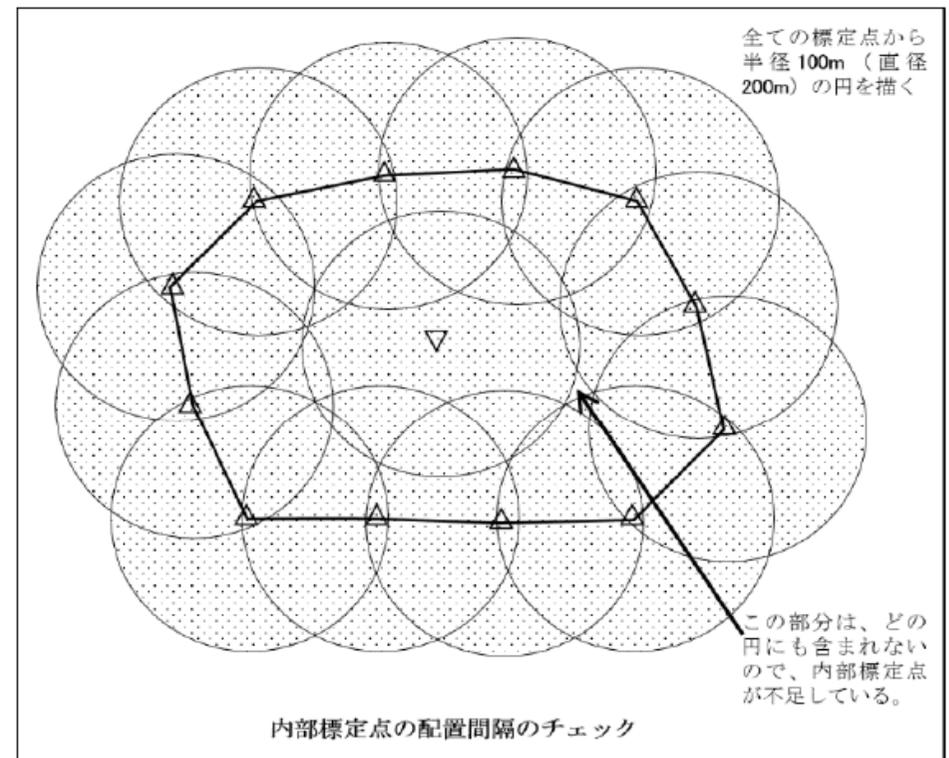
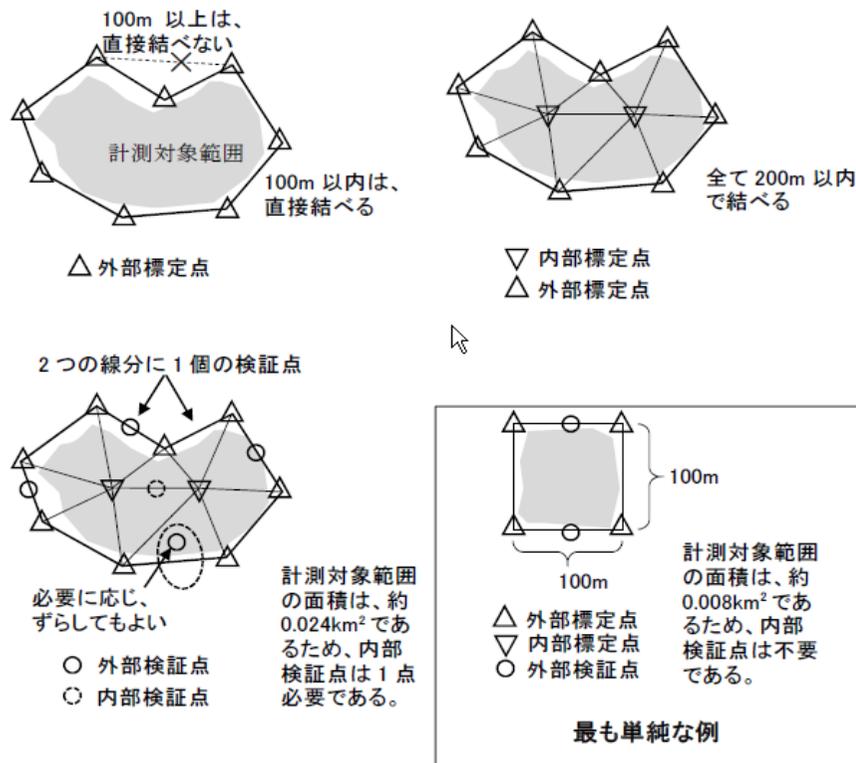
● 標定点及び検証点の設置

- 標定点は、三次元点群データの精度の低下を避けるため、計測対象範囲の形状、比高が大きく変化するような箇所、地表面の粒度を考慮して配置するものと規定してあります。

※標定点は、三次元点群データを必要とする範囲を囲むように外部標定点(各辺長は概ね100 m以内)、内部標定点(外部標定点と構成される三角網の辺長が概ね200 m 以内)、高高度標定点(計測対象範囲内の標高の高い部分に1点)、低高度標定点(計測対象範囲内の標高の低い部分に1点)を配置します。

- 標定点とは別に計測データを点検するための検証点を配置するものと規定してあります。

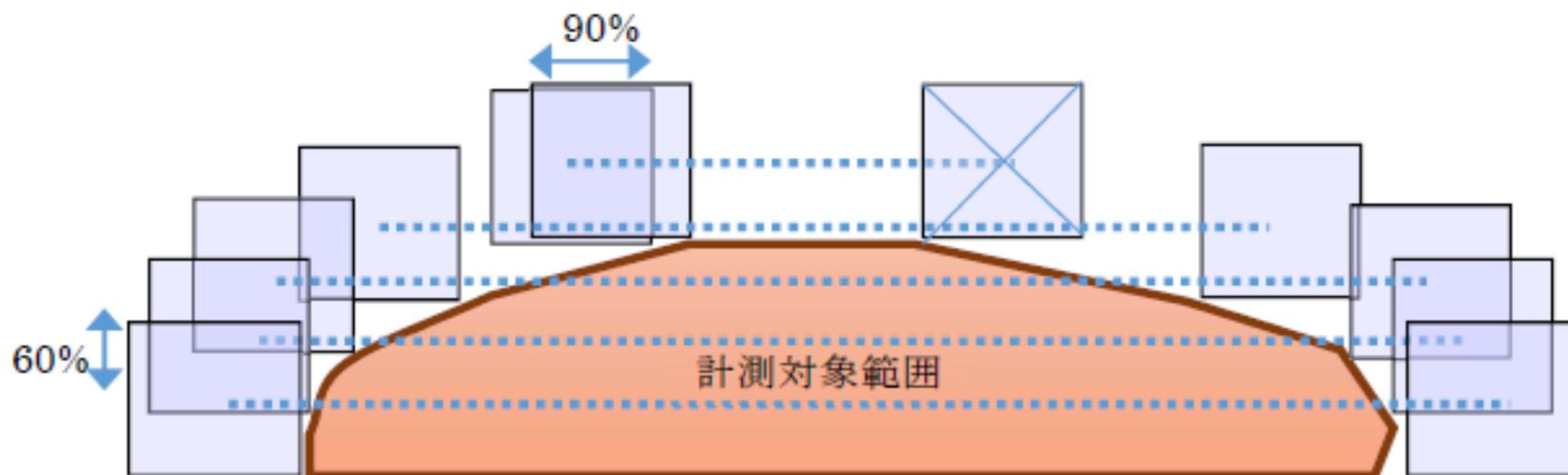
※検証点は、外部検証点、内部検証点で構成され、外部検証点は隣接する外部標定点を結ぶ線分1つおきに1点ずつ、内部検証点は4ha あたり1点、計測対象範囲の内側にできるだけ均等に配置します。ただし、特に精度を確認する必要がある場所に配置することもできます。



● 撮影

UAVを用いた空中写真による三次元点群測量

- 撮影高度は、三次元点群データの高さの精度を最大0.05mとするとき、地上画素寸法が0.01mとなるように使用するカメラの画素サイズと焦点距離から決定します。
- 空中写真の重複度は、三次元点群データの要求精度にかかわらず同一コース内の隣接空中写真間で90%以上、隣接コースの空中写真間で60%以上と規定してあります。
- UAV及びデジタルカメラは所要の性能(手動飛行機能及び自律飛行機能、異常時の自動帰還機能、画面距離・露光時間・絞り・ISO感度の手動設定等)を有するものを使用することと規定してあります。



● 計測誤差の制限

- 三次元形状復元ソフト等を用いて計られた標定点と検証点における座標の誤差は、平面位置、高さとも全て0.05m以内であることと規定。

従来

分野	成果物の例	備考
現地測量	① 数値地形図データファイル ② 精度管理表 ③ 品質評価表 ④ メタデータ ⑤ その他資料	準則 第238条
路線測量	① 観測主簿 ② 計算簿 ③ 成果表 ④ 線形図データファイル ⑤ 縦横断図データファイル ⑥ 詳細平面図データファイル ⑦ 引照点図 ⑧ 精度管理表 ⑨ 品質評価表 ⑩ メタデータ	準則 第410条
河川測量	① 観測主簿 ② 記録紙 ③ 計算簿 ④ 成果表 ⑤ 線形図データファイル ⑥ 縦断図データファイル ⑦ 横断図データファイル ⑧ 等高・等深線図データファイル ⑨ 汀線図データファイル ⑩ 点の記 11 精度管理表 12 品質評価表 13 メタデータ	準則 第430条

UAV等を用いた公共測量

分野	成果物の例	備考
現地測量 路線測量 河川測量	【共通】 ① 3次元点群データファイル ② グラウンドデータファイル(3次元) ③ 数値地形図データファイル ④ 縦断図データファイル ⑤ 横断図データファイル	
	【UAVの測量の場合】 ① 精度管理表 ② その他資料	UAVマニュアルによる
	【車載写真レーザ測量の場合】 ① 精度管理表 ② 品質評価表 ③ メタデータ ④ その他資料	準則 第149条

「公共測量におけるUAVの使用に関する安全基準(案)」は、**UAVを安全に運航して測量作業を円滑に実施するために、作業機関が遵守すべきルール等を定めています。**

- 作業機関は、この安全基準(案)に沿ってUAVを用いた測量作業を行うことで、事故等の発生にいたる事象を減らすことや、万が一事故が発生した場合に生じる損害を軽減させることが期待されます。
- この安全基準(案)は、UAVを用いた測量作業における**安全確保の1つの考え方を示したものである**であり、作業機関は必ずしも全ての内容を遵守しなければならないものではありませんが、安全に測量作業を行うため、この安全基準(案)の内容を参考に、**測量計画機関と十分に協議を行い、作業を行うことが必要**です。



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

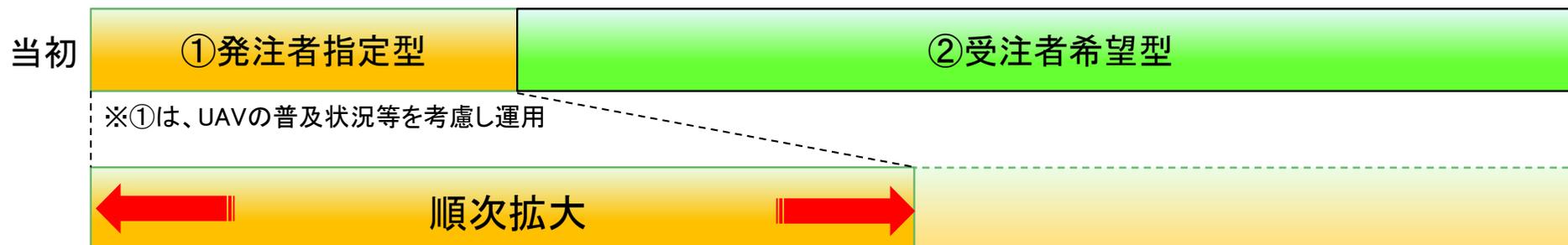
- ① 発注者指定型: UAV等を用いた公共測量を前提として発注 (原則として、総合評価)
- ② 受注者希望型: 受注者からの提案により、UAV等を用いた公共測量を実施 (原則として、価格競争)

2. 見積による積算を適用

※受注者希望型は、受注者からの提案・協議を経て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】

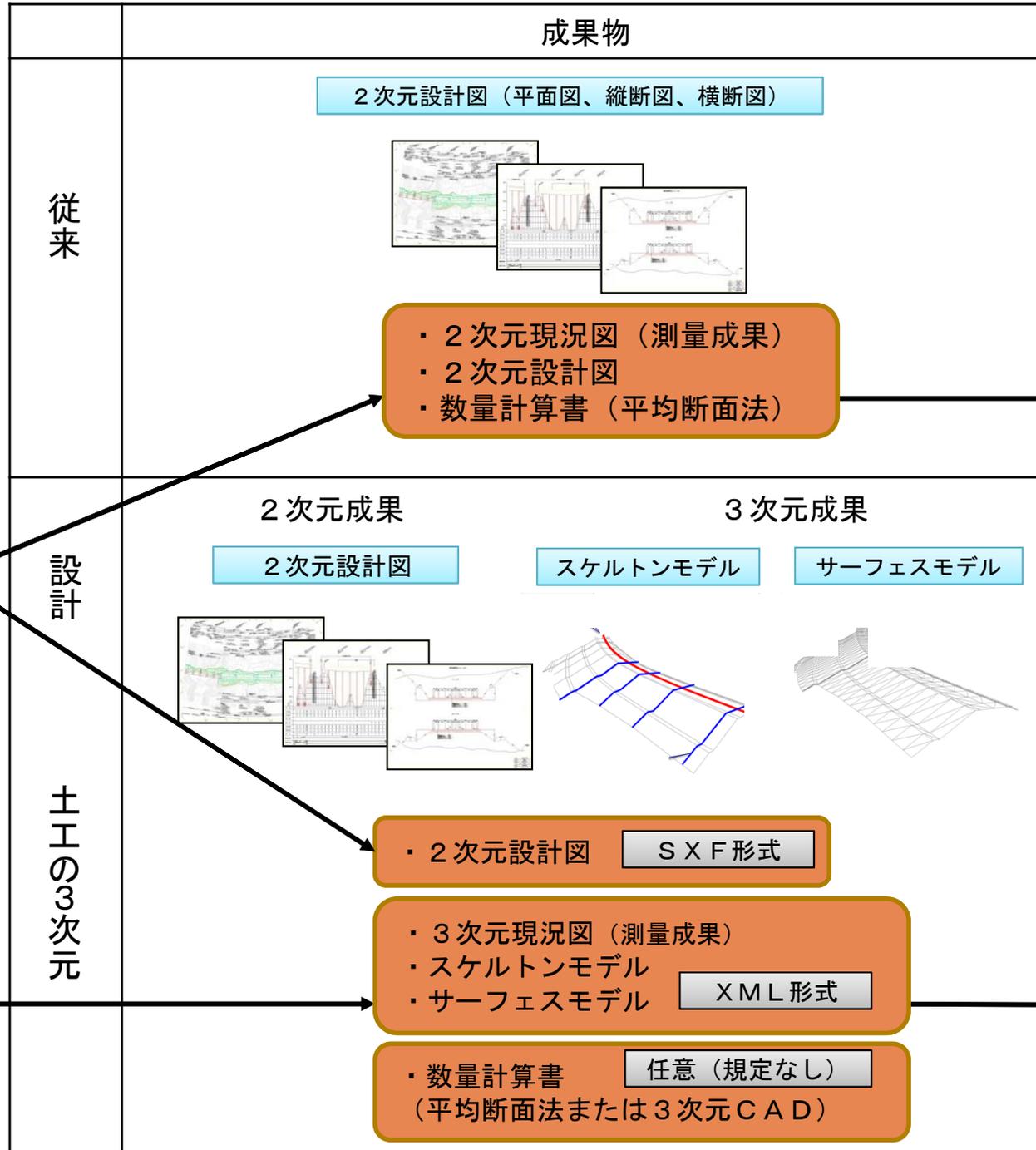


UAV等を用いた公共測量とは、公共測量において、トータルステーションを用いた測量のほか、UAVを用いた公共測量マニュアル(案)(国土地理院・平成28年3月)に基づくUAVを用いた測量、規程第3編第3章に基づく車載写真レーザ測量等により実施する公共測量をいう。

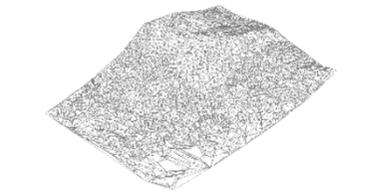
土工の3次元設計の発注

【測量】

【施工】



2次元現況図



3次元現況図

3次元設計データ作成

情報化施工

ICT土工

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

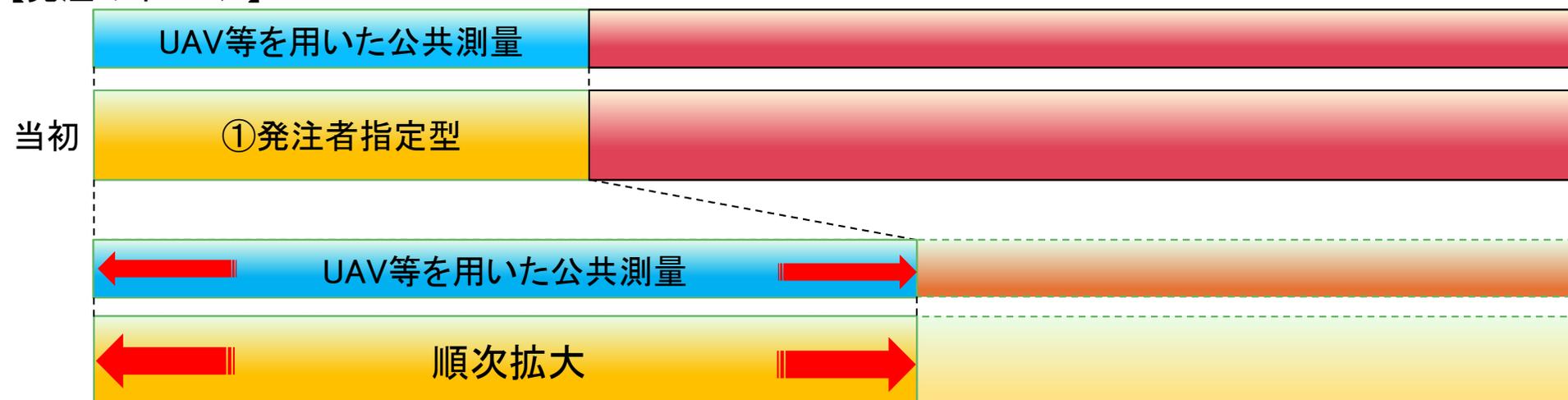
1. 発注者指定方式で実施

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】



【参考】設計関連ソフトウェアの対応状況

- OCF（Open CIM Forum）ホームページ（<http://www.ocf.or.jp/cim/LandList.shtml>）にて参加ベンダーのソフトウェア対応について情報提供されています。



The screenshot shows the Open CIM Forum website. The main content area is titled 'LandXML対応ソフトウェア一覧' (List of LandXML compatible software). It features the Open CIM Forum logo and a notice from the Ministry of Land, Infrastructure and Transport regarding the 'LandXML 1.2 compliant 3D design data exchange standard (draft) Ver. 1.0 compatible software list'. Below this, there is a '関連ピックス' (Related Pictures) section with three news items dated 2016.4.11, 2016.3.31, and 2016.3.30. At the bottom, there is a table titled '対応ソフトウェア一覧【2016.4.4現在】' (List of compatible software as of 2016.4.4).

会社名	ソフトウェア名	バージョン
	道路・鉄道線形計画システム APS-MarkIV Win	11.6

電子納品要領等の改訂のポイント

1. i-Construction に係る電子データの納品 (ICONフォルダの追加)

1. i-Construction の展開に伴うICT技術の全面的な活用に対応した測量・設計・施工・出来形管理等のデータを格納するための**データフォルダ「ICON」を追加しました。**
2. 格納するデータ、フォルダ構成等については関連要領等に従い作成してください。

2. 拡張子が4文字のファイルへの対応

- ワードソフト等で保存するファイルは、拡張子が4文字となるものが普及している状況を踏まえて、報告書のオリジナルファイル等、データを作成したソフトウェア独自の形式で格納するファイルの**命名規則を、ファイル名8文字、拡張子4文字以内、区切り文字の“.”と合わせファイル名全体で13文字以内としました。**
- これに伴い、CD-Rの論理フォーマットをISO9660(レベル1)からJolietとしました。

3. 圧縮図面ファイルへの対応

- SXF(P21)形式の図面ファイル(SAFファイルやラスタファイルが添付される場合はそれらを含む)をZIP方式により圧縮し、拡張子を「PSZ」としたSXFの圧縮形式を追加しました。

4. 測地系JGD2011 への対応

- 測地系の区分にJGD2011を追加しました。

5. 発注用レイヤの追加

- CAD製図基準(土木・電通・機械)で規定されるレイヤー一覧に、発注図の作成において指示事項・注記・旗上げ・ハッチング等を作図するための、全工種・全図面種類共通で使用可能な「**発注用レイヤ:C-ORD, C-ORD--XXXX(XXXXは日本語を含む任意)**」を追加しました。(工事完成図作成の際には発注用レイヤの図形要素は削除するか、規定のレイヤに移動して残さないでください。)

6. 電子媒体の規定を変更

- 使用する電子媒体はCD-Rを標準とし、DVD-Rは協議のうえ使用可としていましたが、**DVD-Rも標準使用可**とし、協議することなく使用可としました。データ容量により、適宜CD-R, DVD-Rを選択してください。
- また、**土木については**、i-Construction に係るデータは容量が大きくなることが想定されるため、納品媒体として、**協議のうえBD-R(Blu-ray Disk Recordable)**を使用可としました。

7. 電子媒体ケースの背表紙表記の規定を廃止

- 納品する電子媒体を収納するケースの背表紙に、業務名/工事名・作成年月を明記する規定を廃止しました。

8. デジタル写真の画素数

- <デジタル写真管理情報基準>

写真管理基準(案)と整合をとり、デジタル写真の有効画素数を100～300万画素程度としました。

9. 引用参照している情報の更新

- 策定時点から、引用参照している情報を更新しました。主に以下の項目の時点修正を行っています。

- ・地図閲覧サービスの地理院地図への移行
- ・発注機関コード、住所コード、業務キーワード、業務分野コード
- ・参照URL
- ・SXFブラウザ提供終了に伴うSXFビューア等の使用

点群データ

測量機器により計測したデータ

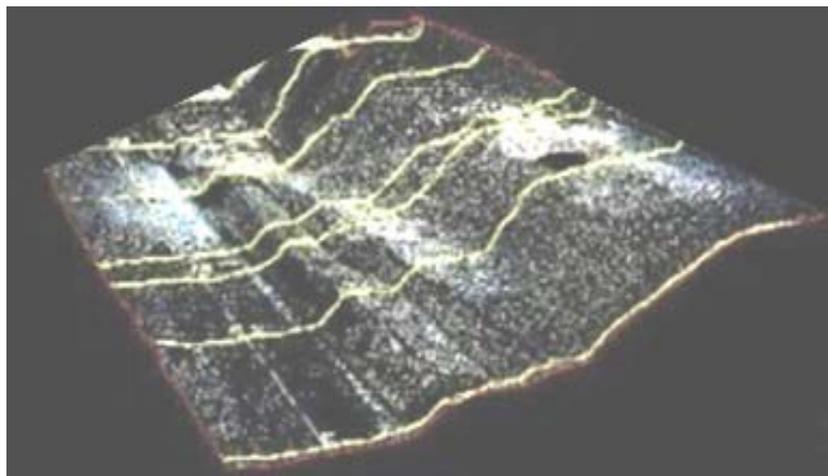
グラウンドデータ

点群データをT I Nなどでモデル化したもの

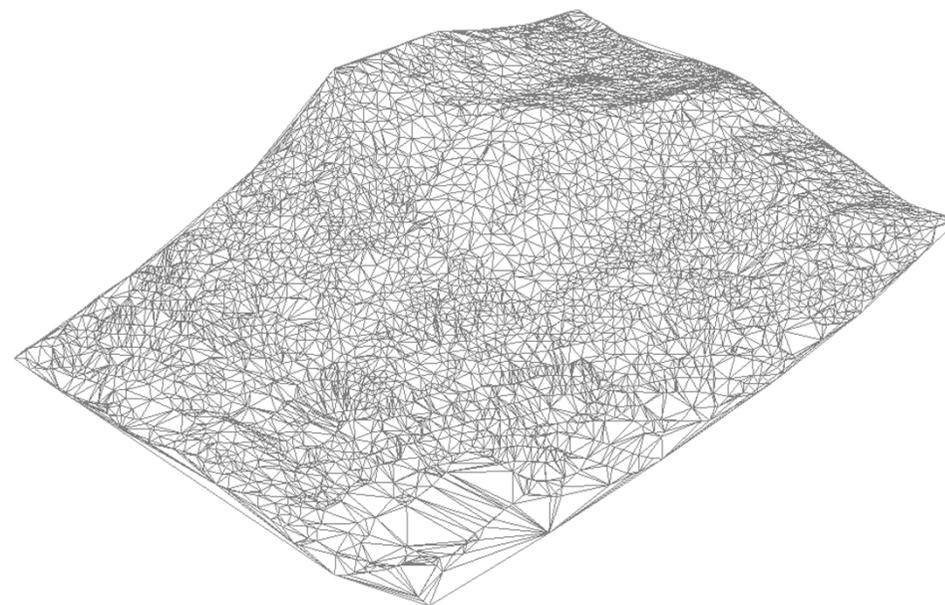
T I N

点を直線で繋いで三角形を構築（不等辺三角網）して、面の集合体で地形や設計の表面形状をモデル化したもの

点群データ
(オリジナルデータ)



グラウンドデータ



【解説】3次元設計データ

3次元設計データ

設計のスケルトンモデル及びサーフェスモデル、測量のグラウンドデータの全体を示す

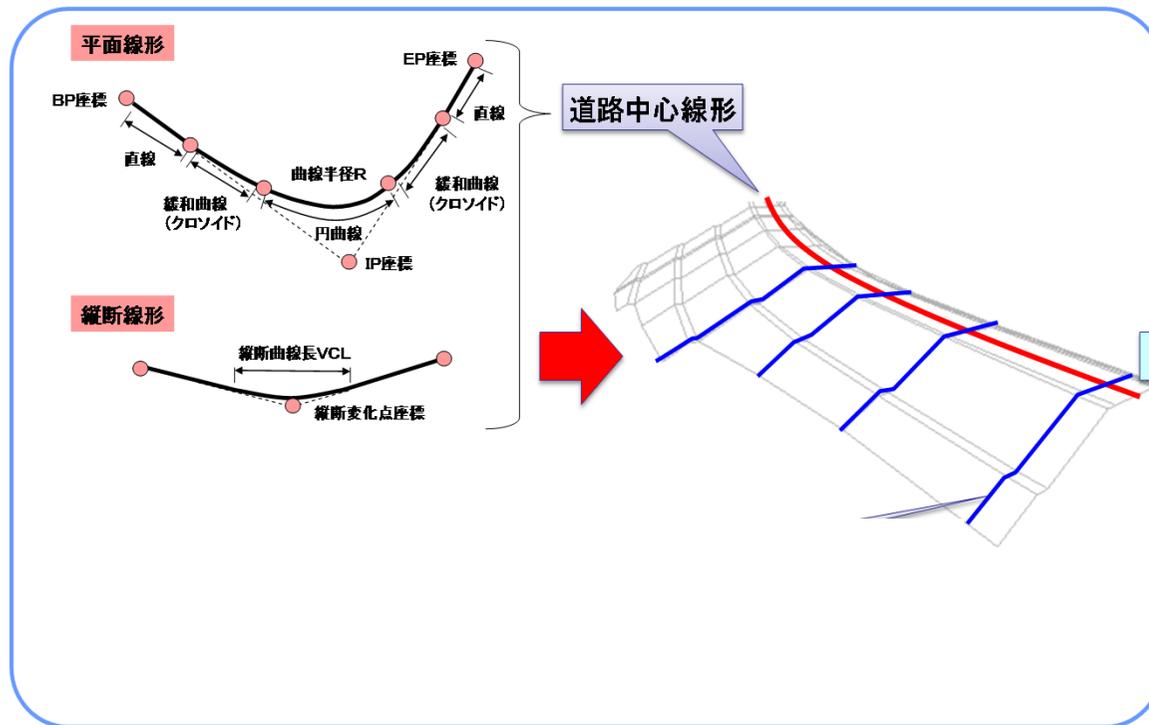
スケルトンモデル

設計の縦断線形と横断線形の骨組み

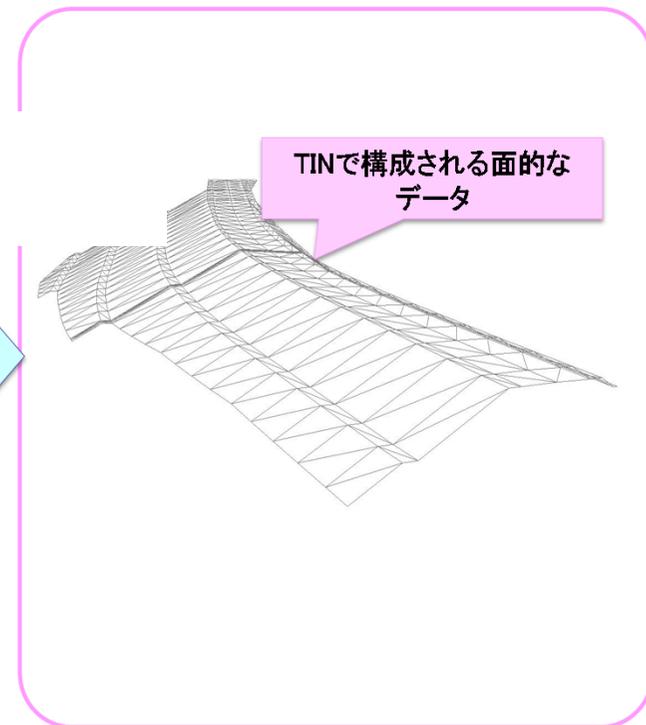
サーフェスモデル

設計の表面形状をTINなどでモデル化したもの

スケルトンモデル



サーフェスモデル



- 問合わせ先

- － 中国地方整備局

- i-Constructionサポートセンター

- 担当 企画部 技術管理課 (入札契約、積算、監督・検査、業務)

- 企画部 施工企画課 (ICT建機による施工)

- 電話 082-221-9231 FAX 082-227-5222

- (<http://www.cgr.mlit.go.jp/icon/index.htm>)



- 『**出前講座**』も行っていますので、お気軽に申込みください

- 講座名: ICT活用工事の推進について
 - 講座内容: ICT活用工事の概要とその推進への取組
 - 主な対象: 一般
 - 出前範囲: 中国5県
 - 詳しい内容は

- <http://www.cgr.mlit.go.jp/cginfo/account/kouza/goannai.html>