

## UAV搭載型レーザスキャナを用いた 公共測量マニュアル（案）等について

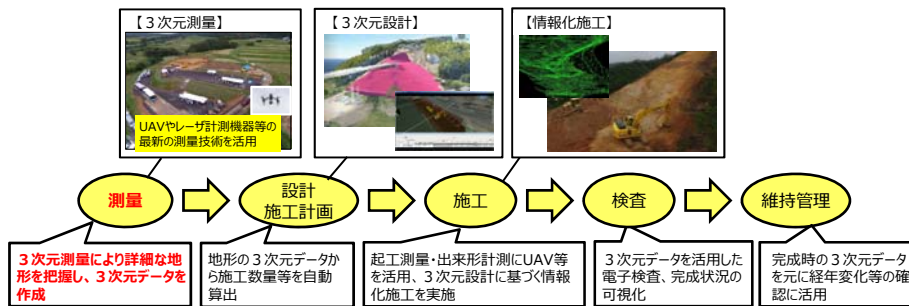


国土交通省 国土地理院 北海道地方測量部

## 目次

1. i-Constructionに関する取組
2. UAV搭載型レーザスキャナを用いた  
公共測量マニュアル（案）
3. UAVを用いた公共測量マニュアル（案）
4. 地上レーザスキャナを用いた  
公共測量マニュアル（案）
5. 測量成果検定基準について

<i-Constructionによる工事（ICT土工）を適用する場合の一般的な作業の流れ>

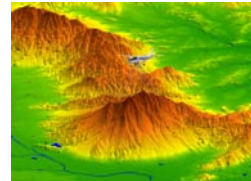


測量により作成した3次元データの全工程での共通利用を促進  
 新たな測量技術の導入による効率的な3次元データの作成に、技術マニュアルの作成・公表が必要

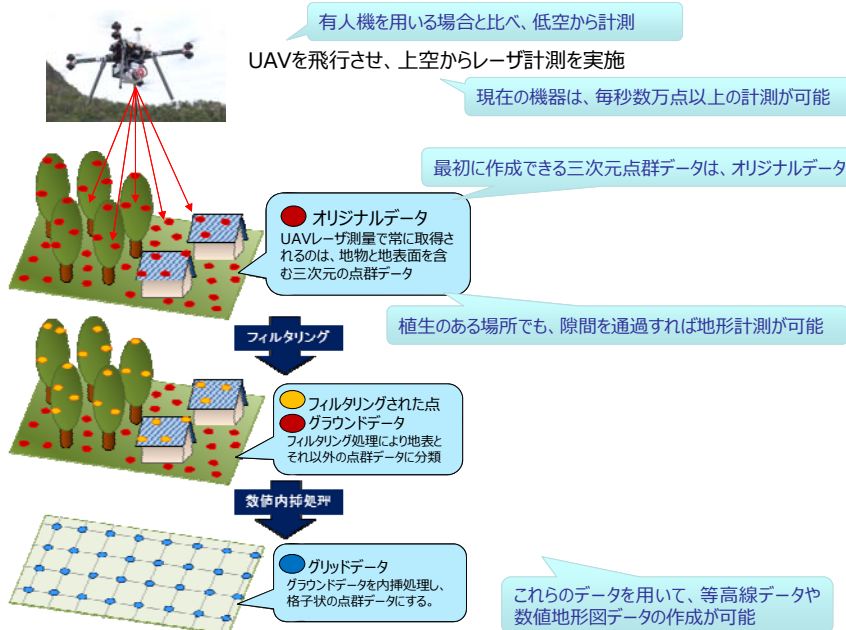
UAV（ドローン）を用いた公共測量	2016年3月作成 2017年3月改正	 
地上レーザスキャナを用いた公共測量	2017年3月作成 2018年3月改正	
UAV搭載型レーザスキャナを用いた公共測量	2018年3月作成	

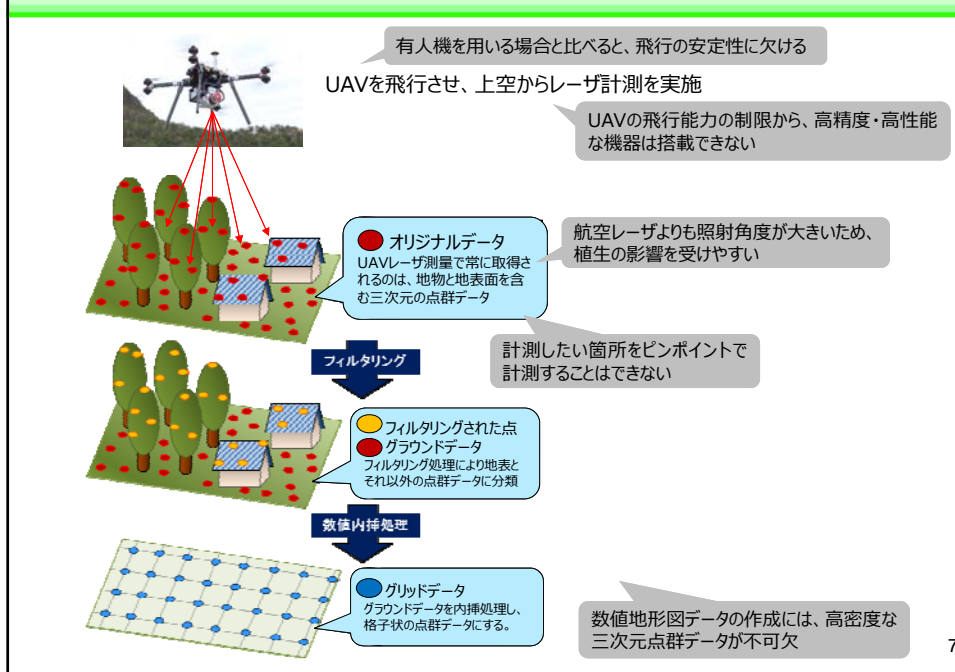
## 2. UAV搭載型レーザスキャナを用いた 公共測量マニュアル（案）

- 有人航空機に搭載したレーザスキャナを用いた測量は、従来から幅広く実施されている
  - 我が国には、1990年代に導入開始
  - 2008年4月から作業規程の準則に掲載
  - 詳細な地形データ（DEMデータ）の作成等に利用
- 近年、レーザスキャナの技術開発、小型化が進み、UAV（無人航空機）に搭載可能な製品も登場



➔ UAV搭載型レーザスキャナを用いて測量を実施するための技術マニュアルの作成





- 成果品の**利用用途**は多岐に渡っており、用途によって要求点密度や要求精度等の仕様が大きく異なる
  - ✓ 利用目的を明らかにしないと、適切な成果品を作成できない
- レーザスキャナで計測したデータから、**様々な種類**の三次元点群データや数値地形図データ等が作成可能
  - ✓ オリジナルデータ以外にも、フィルタリングしたグラウンドデータ、グリッドデータ、等高線データ、数値地形図データ等が作成可能だが、全ての成果品が必要とは限らない

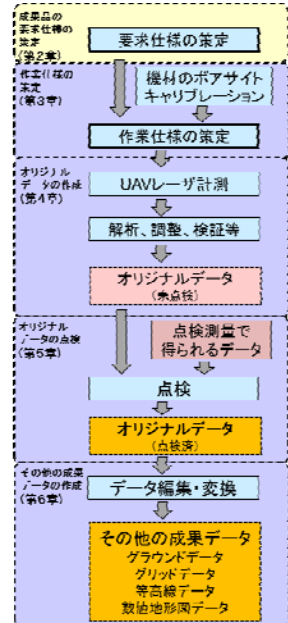
➡ 発注者（測量計画機関）が要求仕様を明らかにすることが必要

- レーザスキャナやGNSS/IMU等、計測に用いる**機器の組合せ**が多様に存在
  - ✓ 今後も機器の開発が進むと考えられる
- 作業の全体工程は概ね共通であるが、**解析や調整**等の詳細な作業方法や内容は、解析ソフトウェア等によって異なる
  - ✓ 各ソフトウェア内で行われている具体的な処理内容等が明確でない場合もある

➡ 測量作業機関に、作業方法に関する一定程度の裁量を与える

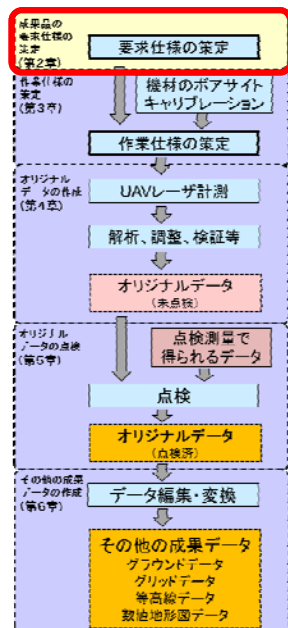
マニュアルでは、大きく5段階の手順を規定

- ① 作成する成果品の仕様（要求仕様）の策定  
 どのような成果品を作成するか、測量計画機関が利用目的等を踏まえて具体的に示すことで、測量の重複や手戻り等を防ぐ。
- ② 成果品を作成する方法（作業仕様）の策定  
 使用する機材の性能の確認、調整（ボアサイトキャリブレーション）を行った上で、具体的にどのような測量作業を行うかを、測量作業機関が決定する。
- ③ オリジナルデータの作成  
 UAVを飛行させて計測を行い、得られたデータを用いて解析や検証等を行うことで、計測範囲内の三次元点群データ（オリジナルデータ）を作成する。
- ④ オリジナルデータの点検（点検測量）  
 作成したオリジナルデータが一定の品質を有しているか、別途行う点検測量のデータと比較して点検する。
- ⑤ その他の成果データの作成  
 点検済みのオリジナルデータを用いて、編集、変換等を行い、必要な成果品を作成する。



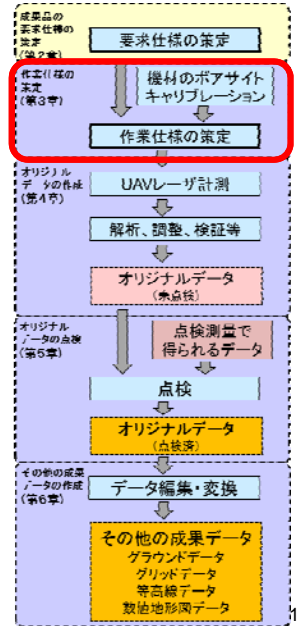
①作成する成果品の仕様（要求仕様）の策定

- 成果品の内容や品質を明らかにするために、測量作業開始前に**測量計画機関（発注者）**が行う作業
- 利用目的などを踏まえて、以下のような事項を具体的に示した「成果品要求仕様書」を作成
  - ✓ 作成する成果品の**品目**
  - ✓ 作成する成果品の**要求点密度**
  - ✓ 作成する成果品の**要求精度**
  - ✓ フィルタリングを行う場合の**フィルタリング項目**
- 測量の重複や手戻り等を防ぎ、効率的かつ確実に作業を進めるために重要な作業
- 測量計画機関では要求仕様を具体化することが難しい場合には、利用目的や利用方法等を示し、作業機関等と協議して要求仕様を定める



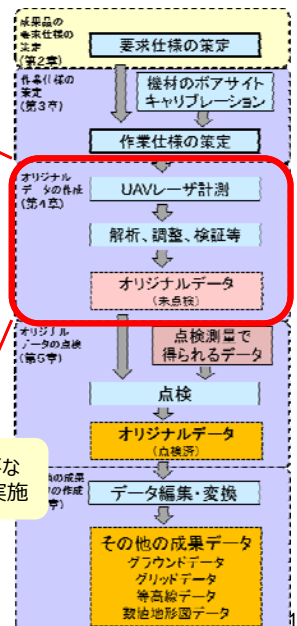
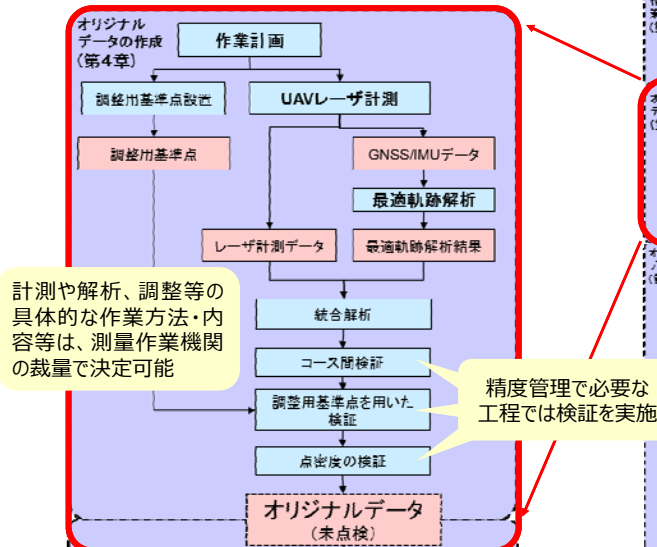
② 成果品を作成する方法（作業仕様）の策定

- 使用する機材の調整を行うとともに、どの程度の品質のデータを作成できるかを事前に確認（ボアサイトキャリブレーション）
- ボアサイトキャリブレーションの結果を踏まえ、以下のような作業方法を定め、「成果品作業仕様書」を作成
  - ✓ 成果品作成の**全体作業工程**
  - ✓ 用いる**UAVレーザー機材**
  - ✓ 標準的な**計測諸元**（計測条件等）
  - ✓ **調整用基準点**に関する事項
  - ✓ **点検測量**の方法
- 作成した成果品作業仕様書は、計画機関に示し、作業開始前に了承を得る
- 公共測量の計画書の提出の際は、成果品要求仕様書と成果品作業仕様書を添付



11

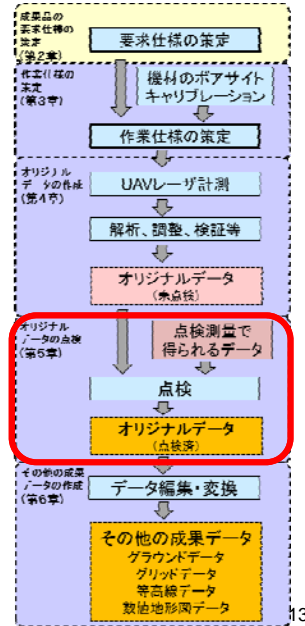
③ オリジナルデータの作成



12

④オリジナルデータの点検（点検測量）

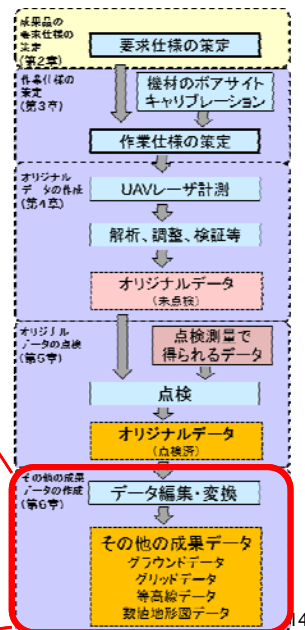
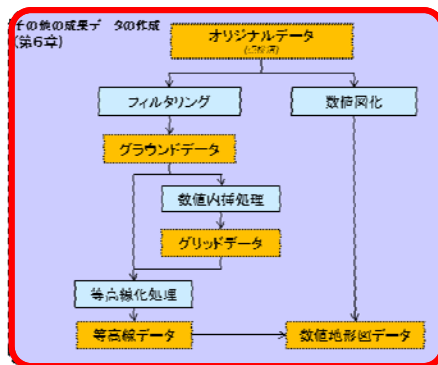
- 点検測量を行い、**オリジナルデータと点検測量のデータとを比較**して、要求仕様を満たしているかを確認
- 点検測量は、以下のいずれかの手法で実施
  - ✓ UAVレーザ測量（再計測等）
  - ✓ **検証点**の設置
  - ✓ **横断測量**による横断面図の作成
  - ✓ 地上レーザスキャナ等、他の測量手法による**三次元点群データ**の作成
- マニュアルでは、各手法について標準的な方法、点検する数量等を規定
- 点検を終えたオリジナルデータは、測量成果として、その他の成果データの作成へ利用可能



13

⑤その他の成果データの作成

- 点検済みのオリジナルデータを編集して、**グラウンドデータ、グリッドデータ、等高線データ、数値地形図データ**等を作成
- 計画機関の要求仕様に基づいて、**必要な成果データのみ**を作成



14



マニュアル（案）を、2018年3月30日に公表

<https://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/public/uavls/index.html>

- 標準的な作業方法などは、運用基準として提示
- 要求仕様や作業仕様の標準的な値は、巻末資料に例示
- 作業内で作成する各種資料の様式（精度管理表等）について、巻末資料として例示（記載例も作成）
- ボアサイトキャリブレーションの作業方法や、点検測量の作業方法の例は、別添資料として準備
- 無人航空機搭載型レーザスキャナを用いた出来形管理要領（土工編）（案）（国総研作成）とも内容を調整
- 今後、実際の運用状況や実証実験の結果、技術開発の状況等を踏まえて、利用しやすくなるように改善していく予定



### 3. UAVを用いた公共測量マニュアル（案）



マニュアル（案）を、2017年3月31日に改正、公表

- 1年間の運用期間中にいただいた多くの意見や、実証実験の結果も踏まえて、大幅に内容を改定。
  - ✓ 作業の全体的な流れ、考え方等については、これまでと同様。
- 観測等の条件の緩和や明確化、精度向上のための規定の追加等を行い、より利用しやすい内容に見直し。（詳細は次ページ以降参照）
  - ✓ 写真の重複度の緩和、標定点や検証点の配置方法の見直しなど
- マニュアル内で使用している用語、表現等を見直し、分かりやすい表現となるように修正。



- (例) (第2編) UAVを用いた地形測量及び写真測量  
 → UAVによる空中写真を用いた数値地形図作成  
 (第3編) UAVを用いた応用測量  
 → UAVによる空中写真を用いた三次元点群作成



- 実際の作業で利用しやすくなるように、精度管理表を見直し。
- 全体の流れや考え方などの理解を促進するために、マニュアルとは別に、利用に当たっての手引きを作成、公表。

測量成果検定基準を2018年3月に公表

三次元点群データについて、検定基準を決定しました。

4. 地上レーザスキャナを用いた  
 公共測量マニュアル（案）

マニュアル（案）を、2018年3月15日に改正、公表



- 標準様式の追加

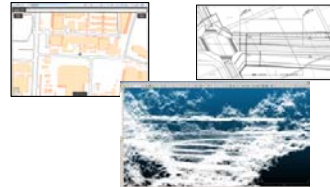
測量作業は工程の終了ごとに精度管理をします。その結果を精度管理表という様式にまとめます。

これまでは、他の測量方法の精度管理表を準用していましたが、今回分かり易くマニュアルの作業工程に対応した標準様式を作成しました。

- 測量成果検定基準の追加

本マニュアルは、数値地形図作成と三次元点群作成の2つの測量について規定しています。今回、三次元点群データについて、検定基準を追加しました。

なお、数値地形図の検定は準則の数値地形図にしたがって検定します。



## 5. 測量成果検定基準について

測量成果検定基準

作業種別	測量成果及び資料	検定基準
UAV から撮影した写真を用いた三次元点群測量	三次元点群データファイル	規定内のもの
	三次元点群データファイル出力図※	〃
	フィルタリング点検図※	〃
	精度管理表／品質評価表	品質要求に基づく評価結果の適否
	メタデータ	記載様式、内容の誤りの有無
	その他の資料	規定に基づく記載等の適否
地上レーザスキャナを用いた三次元点群測量	三次元点群データファイル	規定内のもの
	三次元点群データファイル出力図※	〃
	フィルタリング点検図※	〃
	精度管理表／品質評価表	品質要求に基づく評価結果の適否
	メタデータ	記載様式、内容の誤りの有無
	その他の資料	規定に基づく記載等の適否

※三次元点群データ出力図、フィルタリング点検図はデータ画像による検定も可とする。

21

成果検定は、上記基準に基づく検定に関する技術を有する第三者機関によるものでなければなりません。

具体的な検定内容及び根拠（1）

UAVを用いた公共測量マニュアル(案)に基づく  
三次元点群測量成果検定基準

赤字は検定を行う具体的な成果又は資料

測量成果及び資料	検定基準	【参考】検定項目及び内容	
		具体的な検定内容	要求の根拠
三次元点群データファイル	規定内のもの	規定内のもの(論理チェック)	製品仕様書等
三次元点群データファイル出力図	〃	等高線による確認 陰影による確認	三次元点群データ
精度管理表/品質評価表	要求に基づく評価結果の適否	標定点、検証点等の配点状況及び精度	マニュアル第55条(成果等)で規定する成果表等で評価する。 一 標定点及び検証点 <b>成果表</b> 二 標定点及び検証点 <b>配置図</b> 三 標定点及び検証点 <b>測量簿及び同明細簿</b> 四 <b>精度管理表</b> 五 その他の資料
		取得基準・要求精度との適合性	第64条 撮影の成果等は、次の各号のとおりとする。 一 撮影 <b>計画図</b> 二 撮影した空中写真 三 撮影記録 四 <b>撮影標定図</b> 五 UAV 撮影コース別 <b>精度管理表</b> 六 その他の資料
		三次元形状復元計算精度	第68条 三次元形状復元計算の成果等は、次の各号のとおりとする。 一 オリジナルデータ 二 三次元形状復元計算ソフトが <b>出力する情報</b> 三 三次元形状復元 <b>精度管理表</b> 四 その他の資料
フィルタリング点検図	〃	フィルタリングの適切性	第70条 オリジナルデータを複数の方向から表示し、地形以外を示す特徴点や成果に不要となる特徴点等の異常点を取り除く
メタデータ	記載様式、内容の誤りの有無	内容の適切性	第74条
その他の資料	規定に基づく記載等の適否	内容の適切性	(メタデータプロファイルとの比較) マニュアル(案)全文を参照

※三次元点群データ出力図、フィルタリング点検図はデータ画像による検定も可とする。

22

## 具体的な検定内容及び根拠（２）

### 地上レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル(案)に基づく 三次元点群測量成果検定基準

赤字は検定を行う具体的な成果又は資料

測量成果及び資料	検定基準	【参考】検定内容及び根拠	
		具体的な検定内容	要求の根拠
三次元点群データファイル	規定内のもの	規定内のもの(論理チェック)	製品仕様書等
三次元点群データファイル出力図	〃	等高線による確認 陰影による確認	三次元点群データ
精度管理表/品質評価表	要求に基づく評価結果の適否	器械点、標定点等の配点状況及び精度	第60条(成果等)で規定する成果表等で評価する。 一 標定点成果表(精度は第56条) 二 地上レーザスキャナ・標定点の配置図及び水準路線図(様式1) 三 標定点測量簿及び同明細簿(準則に準拠)
		取得基準・要求精度との適合性	第60条(成果等)で規定する成果表等で評価する。 二 地上レーザスキャナ・標定点配置図(様式1) 五 その他の資料
		測地座標系への変換精度	第60条(成果等)で規定する成果表等で評価する。 四 精度管理表(様式2) 五 その他の資料
フィルタリング点検図	〃	フィルタリングの適切性	第67条 観測点の開引きの適切性、最小入射角に応じた除去の適切性 第71条 地形以外から反射してきた観測点の除去の適切性
メタデータ	記載様式、内容の誤りの有無	内容の適切性	第74条 (メタデータプロフィールとの比較)
その他の資料	規定に基づく記載等の適否	内容の適切性	マニュアル(案)全文を参照

※三次元点群データ出力図、フィルタリング点検図はデータ画像による検定も可とする。

23

## 最後に

- 国及び地方公共団体が行う、i-Constructionに係る測量作業（UAV及び地上レーザスキャナを用いて三次元点群データを取得する測量など）は、測量法に基づき国土地理院への届出が必要となります。
- 公共測量の諸手続や成果検定は、精度確保、測量の重複排除によるコスト縮減、効率的な測量実施につながりますので、測量計画機関は、確実に手続を行うようにお願いします。



24