

公共測量へのUAVの導入に向けた国土地理院の取組



2016年6月1日

国土交通省 国土地理院
企画部 測量指導課
安藤 暁史

- 2013年12月、アメリカAmazon社が、UAVでの配送サービス「Amazon Prime Air」（客が注文した商品を30分以内に届けるサービス）を発表



- 2014年頃から、国内でも様々な場面で利用が始められているが、一方で、事故や事件も多発



官邸等の重要施設への落下（2015.4）



イベント会場での墜落（写真は善光寺、2015.5）

国内におけるUAV関連の事故・事件一覧（2014年4月～2015年10月）

2014年 4月	名古屋市のテレビ塔周辺で夜景を撮影していた業者のマルチコプターが墜落（テレビ塔付近という飛行禁止区域でフライトを行ったことで、その後、書類送検）
2014年 11月	湘南国際マラソンを上空から撮影していたUAVが墜落しスタッフの顔に軽いけが（UAVによる国内初の人身事故とされている）
2015年 4月	TOKYO MXテレビが資料映像を撮影するために敷地内から飛ばしたUAVが強風であおられ行方不明になり、その後、在日英国大使館の敷地内で発見、番組内で謝罪
2015年 4月	首相官邸の屋上でUAVが発見され、その後、小浜市在住の無職の男性が警察に出頭、威力業務妨害の疑いで送検
2015年 5月	東京・浅草の三社祭でUAVを飛ばすことを予告し、祭りの進行を妨害した疑いで15歳の少年を逮捕（直前には、長野・善光寺で行われていた御開帳の行事中に落下）
2015年 5月	山梨県警が訓練中にUAVが操縦不能となり墜落
2015年 9月	甲子園球場で阪神ゴメス選手が練習中にUAVを飛行させ、フェンスにぶつけて墜落（その後嚴重注意）
2015年 10月	広島・尾道の山陽新幹線の軌道敷地内でUAVを発見

- こうした状況も踏まえ、2015年4月24日に「小型無人機に関する関係省庁連絡会議」が設置
 - 内閣官房副長官（事務）が議長
 - 国交省からは航空局が参加（庶務も担当）
 - 現在も官民協議会などを継続して開催

- 航空法の一部が2015年9月12日に改正され、UAVを使用する場合における一定のルールが示される
 - 同年12月10日より施行

- 2016年3月18日には小型無人機等飛行禁止法※が制定され、特定の範囲（国の重要施設等）の上空での飛行が禁止される
 - 同年4月7日より施行



※ 国会議事堂、内閣総理大臣官邸その他の国の重要な施設等、外国公館等及び原子力事業所の周辺地域の上空における小型無人機等の飛行の禁止に関する法律（平成28年法律第9号）

改正航空法の概要

- 以下の空域では、国土交通大臣の許可を受けなければ無人航空機を飛行できない
 - 空港周辺など、航空機の航行の安全に影響を及ぼすおそれがある空域
 - 人又は家屋の密集している地域（具体的にはDID）の上空
- 無人航空機を飛行させる際は、国土交通大臣の承認を受けた場合を除いて、以下の方法により飛行させなければならない
 - 日中において飛行させること
 - 周囲の状況を目視により常時監視すること
 - 人又は物件との間に距離を保って飛行させること 等

無人航空機(ドローン・ラジコン機等)の安全な飛行に向けて!

航空法が改正され、2015年12月10日に、無人航空機を飛行させる際の飛行ルールが施行されます。

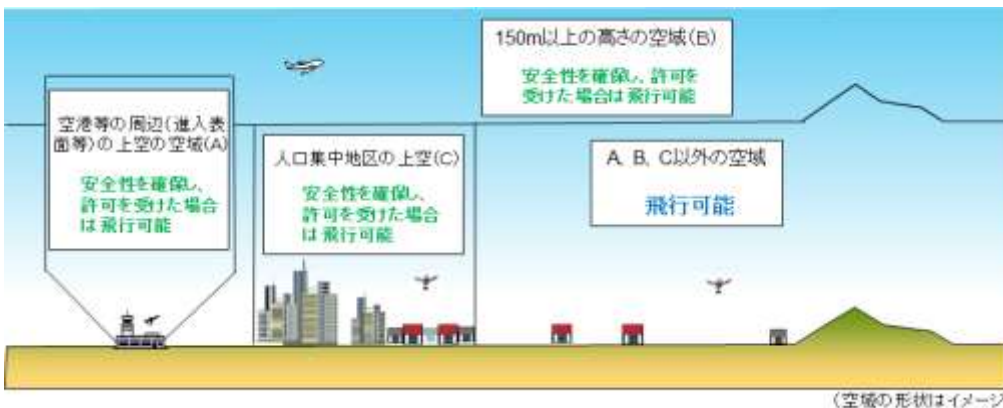
★飛行禁止空域

次の場所では、無人航空機の飛行は禁止されていますので、ご注意ください！飛行させたい場合には、国土交通大臣による許可が必要ですので、所定の手続きを行ってください。



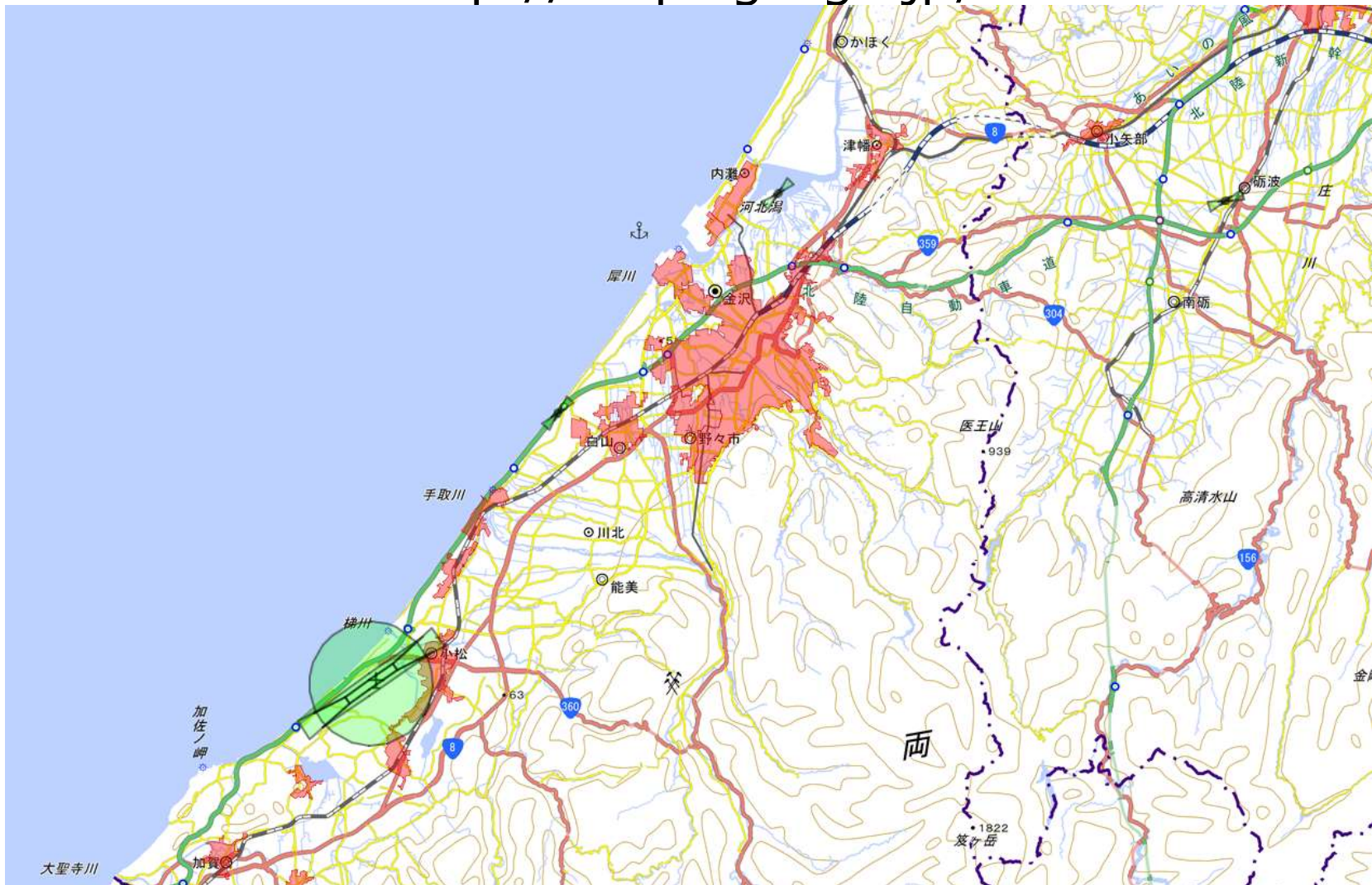
★飛行の方法

無人航空機を飛行させる際には、次の方法に従って飛行させましょう！これらの方法によらずに飛行させたい場合には、国土交通大臣による承認が必要ですので、所定の手続きを行ってください。



- ただし、事故や災害時の公共機関等による捜索・救助等の場合は、適用除外

DIDの範囲は、地理院地図で確認できます。
<http://maps.gsi.go.jp/>



- 小型無人機等飛行禁止法（ドローン規制法）の概要（議員立法）
 - 以下のような施設周辺地域（対象施設の敷地又は区域及びその周囲おおむね300メートルの地域）の上空においては、小型無人機等の飛行を禁止
 - ✓ 国会議事堂、官邸、最高裁判所、皇居などの国の重要な施設等
 - ✓ 外務大臣が指定する外国公館等
 - ✓ 国家公安委員会が指定する原子力事業所
 - 警察官等は、法律に違反して無人航空機等の飛行を行うものに対し、機器の退去その他の必要な措置をとることを命ずることができる
 - ✓ 一定の場合には、即時強制として、飛行の妨害、破壊その他必要な措置が可能
 - ✓ 違反した場合は、1年以下の懲役又は50万円以下の罰金
 - ただし、以下のような場合には適用されない。この場合は、あらかじめ（48時間以上前に）各都道府県公安委員会に通報が必要
 - ✓ 対象施設の管理者や、管理者の同意を得た者が行う場合
 - ✓ 土地の所有者等や、その同意を得た者が行う場合
 - ✓ 国又は地方公共団体の業務を実施するために行う場合



詳細は警察庁Webページ参照：

<https://www.npa.go.jp/keibi/kogatamujinki/index.html>

国の重要な施設等のうち、国会議事堂等、内閣総理大臣官邸等、最高裁判所、皇居・東宮御所に関する対象施設周辺地域

- 赤線の枠内で飛行させた場合は、即時刑事罰の対象
- 青枠線内は、警察官等の排除命令に従わなかった場合に刑事罰の対象



対象施設の敷地又は区域
 対象施設周辺地域

地域は、番地単位で指定

この地図は、縮尺2万5,000分の1の地形図相当の誤差を有しております。また、地図上に記載した区域を示す線はデータ作成上の誤差を含んでいます。そのため、区域の概略の位置を示す参考図として御利用ください。



背景：国土地理院の地理院地図

従来の測量手法

従来の測量機器やGPSを利用した現地測量

- 比較的狭い範囲の図面整備向け
- 手作業が多く、時間がかかる



有人航空機を利用した空中写真測量

- 広範囲の図面整備向け
- 機械経費が高い



小型無人機の登場



- 必要な時に、容易に空中写真を撮影
- 自動処理等、測量の省力化に貢献

小回りが利く

狭い範囲でスケールメリットが利く

機械経費がかからないので
コストダウン

生産性の向上

公共測量での利用促進



- 図面作成：現地測量、写真測量、地図データ修正
- 工事関係：土量算出、進捗・完成写真撮影

地形図修正



情報化施工、土量算出

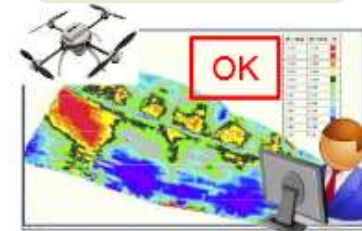
道路台帳図

UAVによる3次元測量



ドローン等による写真測量による
面的な3次元測量を実施

土木施工での活用



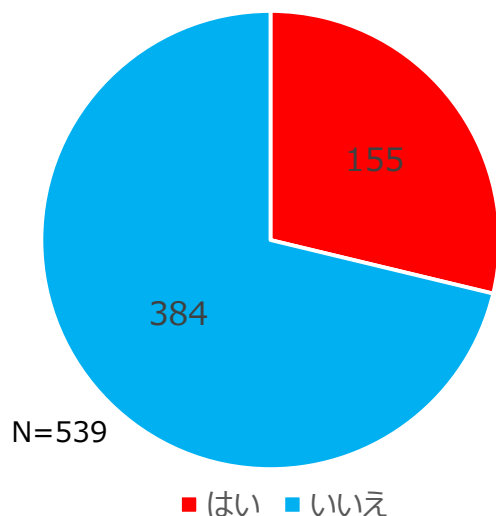
設計、施工、維持管理の各
工程で活用できる測量データ
を提供

有人航空機を使用する場合と比べ、UAVによる撮影は低空で実施可能なため、雲の影響が小さい
有人航空機に比べて機動性が高く、狭い範囲であれば必要な成果が短時間に得られる

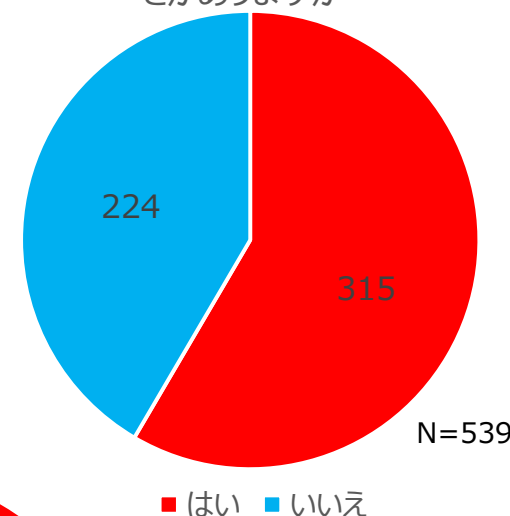
測量業者のUAVの保有率は、2015年10月時点で1/4強

- 全測連（（一社）全国測量設計業協会連合会）の会員企業に対しアンケートを実施し、539社から回答があり、このうち155社がUAVを保有（28.8%）

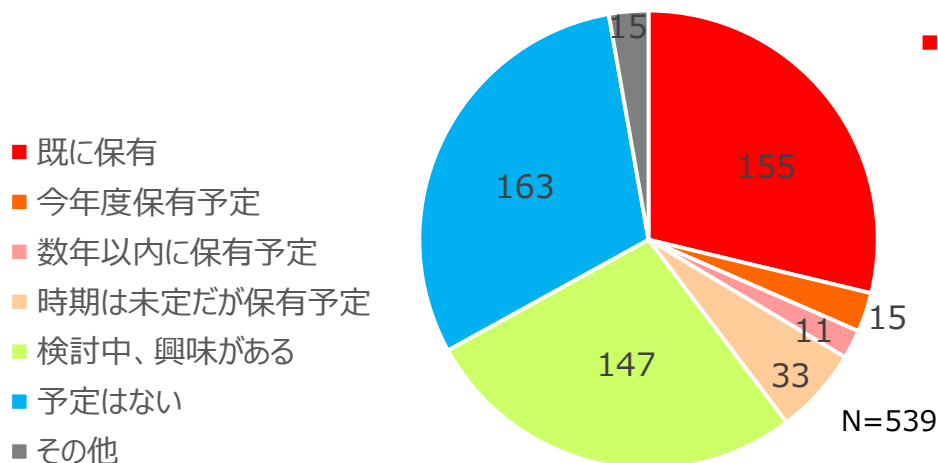
UAVを自社で保有していますか



UAVを業務（測量・計測）で利用したことがありますか



今後保有する予定はありますか

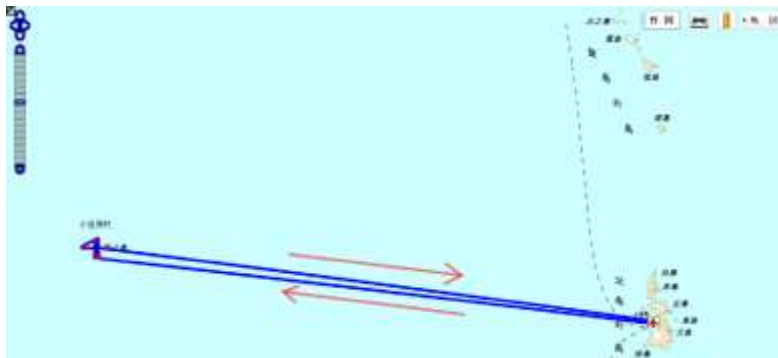


西之島（小笠原）でのUAV （固定翼）を使用した撮影

これまでに、2014年3月・7月、2015年3月・
7月、2016年3月の計5回実施



撮影に使用したUAV



父島から片道約130km

西之島正射画像(平成28年3月3日撮影)
海岸線の変遷(2013.12.4~2016.3.3)



無人航空機(UAV)による 口永良部島噴火後の全島写真

撮影月日：平成27年9月8日, 11日, 12日
撮影高度：約1,500m
撮影枚数：約10,700枚



火口周辺の写真



撮影に使用した無人航空機(UAV)の概要



全長2.2m 全幅2.8m
86ccガソリンエンジン×1基搭載
巡航速度 約120km/h
航続距離 約500km

2015年9月に口永良部島の北に位置する三島村硫黄島の村営飛行場からUAV撮影を実施。

2015年9月関東・東北豪雨

離着陸場所 ○

約300m

破堤箇所

鬼怒川

平成27年9月関東・東北豪雨に係る茨城県常総地区推定浸水範囲
(9月12日15:30時点までに浸水した範囲)



(この写真は、破堤翌日 (9月11日) 有人機から撮影)

2015年9月関東・東北豪雨に伴う鬼怒川の堤防決壊等の把握

災害が発生した9月10日～14日にかけて、UAVによる撮影を実施



常に機体と周辺を
目視確認



Phantom3を使用

撮影した動画は、YouTube等からも配信

- (これまで) 災害発生時には、くにかぜ (国土地理院保有の航空機) による撮影や、日本測量調査技術協会 (測技協) 加盟会社との協定撮影を実施
 - ・ ただし、天候により撮影条件が左右されることが多く、豪雨災害等の際には、撮影が困難な場合も多い (2014年広島での豪雨災害の例)
- UAVによる撮影は、より多くの場面で利用できる可能性がある
 - ・ より低空で飛行することから、撮影条件が緩和される
 - ・ 活動中の火山など、有人機では近づけないエリアでの撮影が可能な場面も

【新情報】

2016年熊本地震における情報収集

地震発生（4月14日前震、16日本震）後、4月16日～17日にかけて、UAVによる撮影を実施



平常時：技術力の確保と向上

- ・i-Constructionへの対応
- ・公共測量への助言

災害時：緊急撮影と情報提供



国土地理院ランドバード（G S I - L B）

● 緊急撮影にも対応できる高度な技術

- ⇒ 安全管理
- ⇒ 操縦技術
- ⇒ 精度管理

本院（つくば市）のみでなく
全国の地方測量部等に順次展開

2016.3.16発足

注視・連携

民間における様々な取り組み・技術開発

2014/10 ランドバード発足 (2016/3/16)

2年後 (目標)

準備フェーズ

技術開発として先行的に取組んだ期間

- ・安全管理方法
- ・操縦訓練の流れ
- ・測量の精度確保



試行錯誤を重ね
適切な運用体制を
調査・検討



民間・地整での
検討状況

全国展開を2年以内を目指す

先行地測と本院で
課題抽出しつつ
技術者を養成

半年後をメド

全国の地測で
取組に着手

ランドバードの主な取組内容

【操縦・安全管理技能の取得・向上】

- ・運用マニュアル・訓練カリキュラムの策定
- ・独自の操縦ライセンス認定

→ A級、B級の2段階。検定により認定

【指導・助言できる技術力の取得・向上】

- ・UAVに関する研修

→ 外部講師の招聘を含め、運用・整備に
必要な知識を習得

- ・UAVを用いた測量の精度確保策の周知

→ 公共測量用マニュアルの普及活動

- ・UAVを取り巻く新技術の調査・研究

全国で運用

★技術と経験に
裏打ちされた
実戦的な指導・
助言

★緊急撮影

(イメージ)



i-Constructionへの対応



災害時の緊急撮影の実施

- 公共測量では、2015年度までに5件の利用例がある
 - 西宮市（2013年度）、香芝市（2014年度）、信濃川下流河川事務所、藤岡市、郡山国道事務所（2015年度）
 - 道路台帳整備、地形図修正等に活用
 - いずれも作業規程の準則第17条に基づく特例として実施（計画機関において、精度確保できることを、検証結果等に基づき確認）

公共測量等でUAVを使用する上では・・・

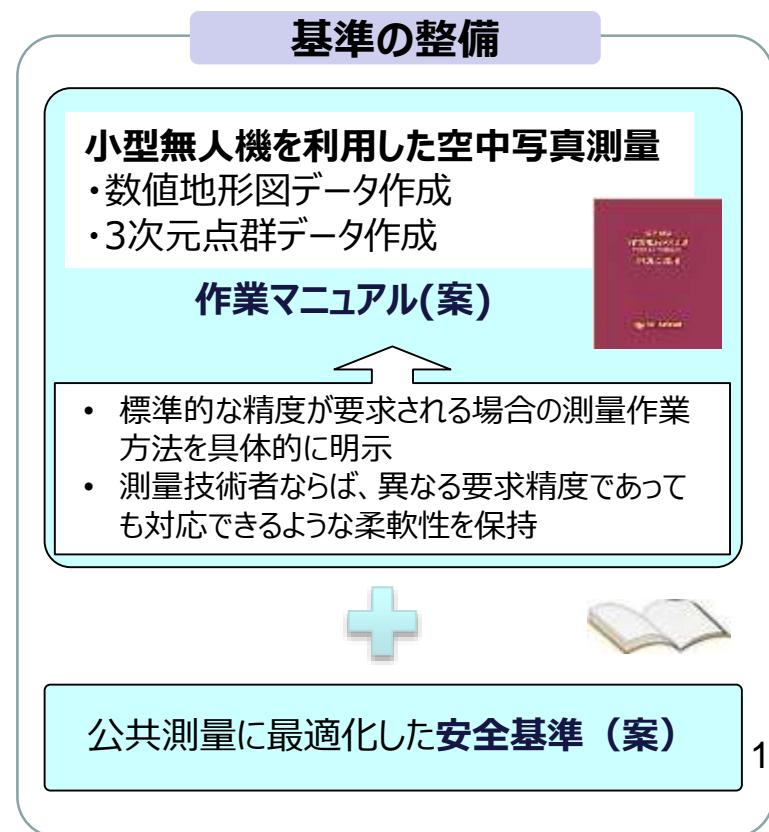
- 作業方法や精度確保に必要となる一定のルールが明確になっていないと使用できない

➡ **作業マニュアル(案)**

- 安全に作業を行う場合に必要となる手続き等について明確になっていないと、導入が困難

➡ **安全基準(案)**

これらについて、2015年度に有識者会議等を開催し、検討・整備を実施





小さくて軽い民生用カメラ（一眼レフ等）

中・小型回転翼型UAVには
測量用カメラは搭載できない

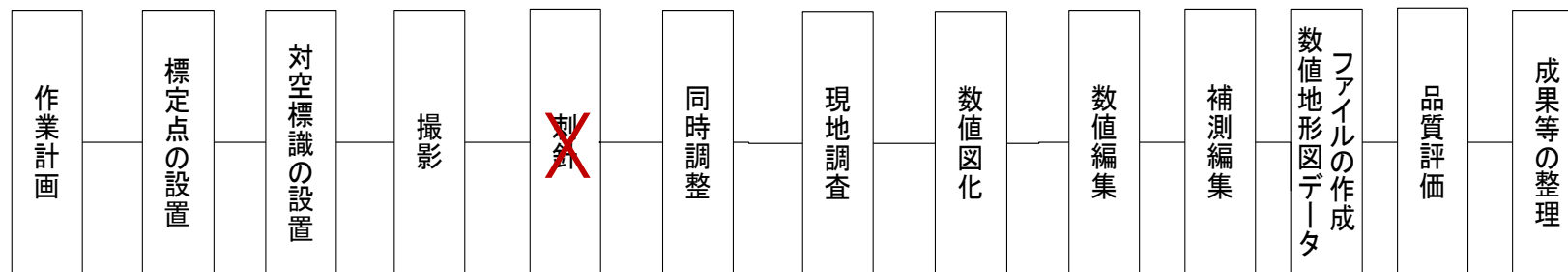
現時点では、搭載可能なGNSS/IMU装置もない

UAVを用いた公共測量マニュアル（案）の構成

（共通事項）

- ✓ UAVに搭載された民生用デジタルカメラを使用した空中写真を用いて測量を実施
 - ✓ 標準的な作業方法を定め、規格の統一、精度の確保を図ることが目的
 - ✓ 作業規程の準則第17条のマニュアルとして整備
- UAVを用いた空中写真測量
 - ✓ 従来から行なわれてきた有人航空機を用いた空中写真測量とほぼ同じ内容
 - ✓ 狭い範囲における数値地形図の整備や更新を、効率的、経済的に実施可能
 - UAVを用いた空中写真による三次元点群測量
 - ✓ UAVから撮影した空中写真を用いて、三次元点群データを作成
 - ✓ SfM/MVSソフトウェアを用いた、三次元点群データの整備（自動処理）
 - ✓ 整備した三次元点群データを用いて、縦横断面図（応用測量）を作成可能
 - ✓ 土工における土量計測等（i-construction）

● UAVを用いた空中写真測量→基本的にはこれまでの空中写真測量



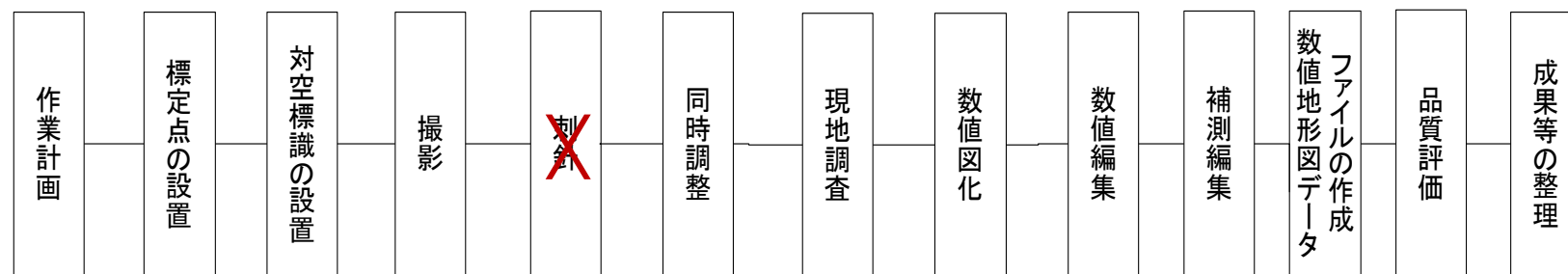
準則第3編第4章空中写真測量における工程別作業区分及び順序

- ・対象とする地図情報レベル→250、500
- ・位置精度(数値地形図データの精度)→ 準則80条に準じる

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

作業工程	主な規定内容
作業計画	準則を準用
標定点の設置	空中三角測量に必要な標定点の設置数及び配置について
対空標識の設置	対空標識の形状、寸法、色等
撮影	撮影高度、対地高度、写真の重複度等撮影時に注意すべき点及び使用するUAV、デジタルカメラの性能、具備すべき条件等
空中三角測量	パスポイント、タイポイントの配置及び調整計算について
現地調査	現地調査の方法及び留意点
数値図化	準則を準用
数値編集	準則を準用
補測編集	準則を準用
数値地形図データファイルの作成	準則を準用
品質評価	準則を準用
成果等の整理	準則を準用

● UAVを用いた空中写真測量→基本的にはこれまでの空中写真測量



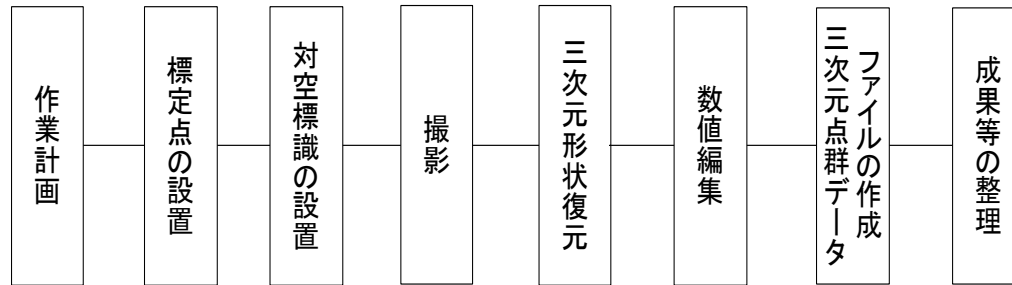
準則第3編第4章空中写真測量における工程別作業区分及び順序

- 使用するカメラは、カメラキャリブレーションを行ったものでなければならない。
- 同一コース内の隣接空中写真との重複度は60%程度、隣接コースの空中写真との重複度は30%以上
- 対地高度は、 $\left[\frac{\text{要求精度} / \text{撮像素子上で基線長}}{\text{読み取り精度}} \right]$ 以下

有人機による場合との違い

- GNSS/IMU搭載不能 → GNSS/IMUが装備される前の撮影を規定
- 刺針→直前に対空標識を確認可能なため規定しない
- 同時調整→GNSS/IMU装置を用いない空中三角測量
- 現地調査→調査範囲が限定的（内容を簡略化）

● UAVを用いた空中写真による三次元点群測量→新たに規定



UAVを用いた空中写真による三次元点群測量における工程別作業区分及び順序

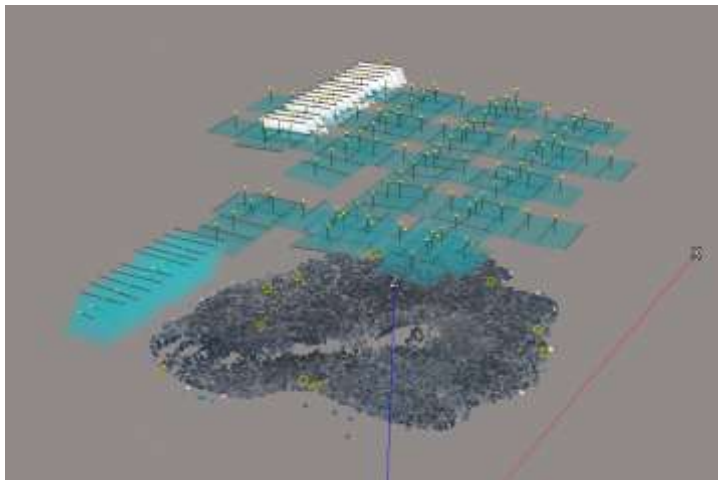
- 対象とする業務→ 土木工事現場での土量管理
- 位置精度→ 平面位置・高さともに0.05m以内として作成
- SfM/MVSという三次元形状復元ソフトを使うことを前提

【三次元形状復元（S f M / M V S）】

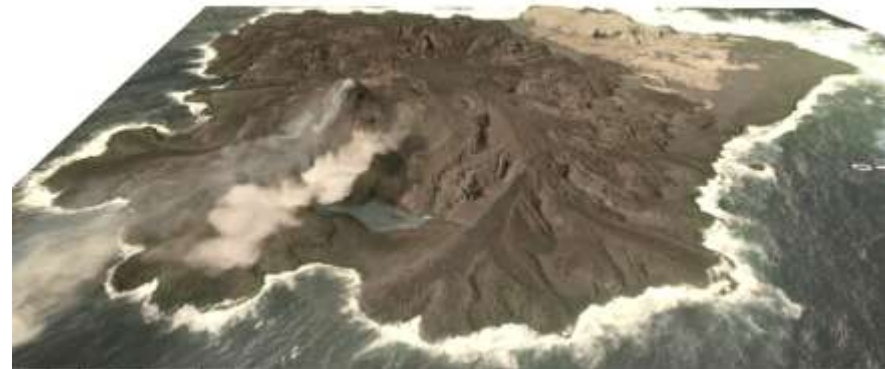
S f M = Structure from Motion

カメラの位置・向きと撮影対象の3次元形状を同時に復元する技術

M V S = Multi View Stereo



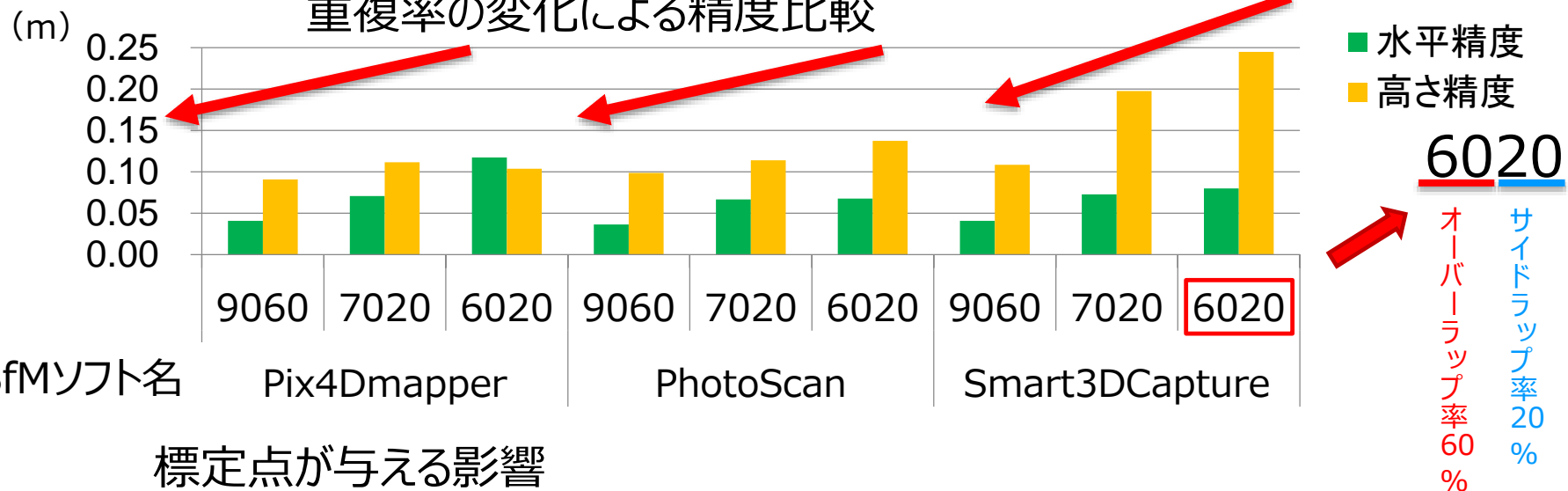
カメラ同士の相対的な位置関係を推定するコンピュータビジョン（C V）の技術



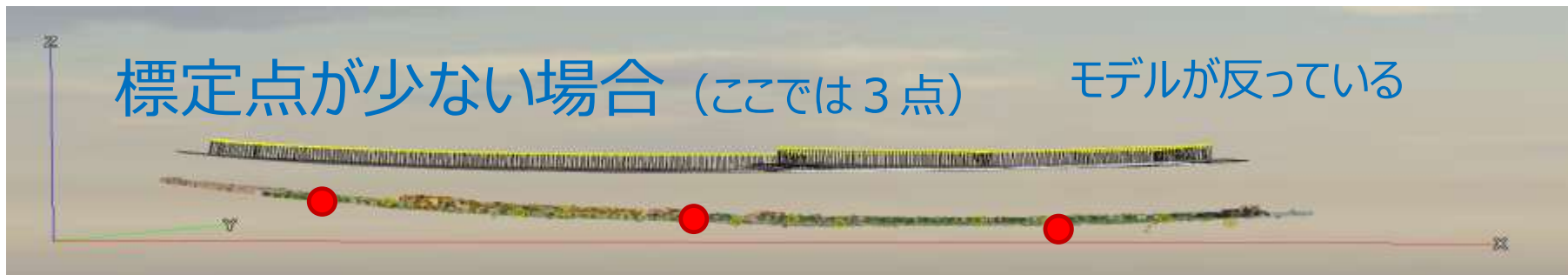
重複させながら撮影した写真群から → 三次元形状を復元

三次元点群測量の精度検証結果

重複率の変化による精度比較

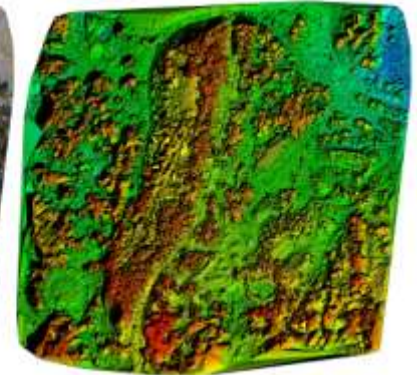
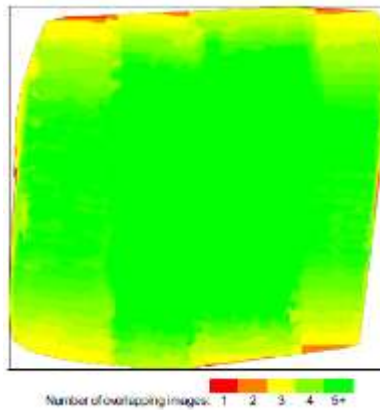


標定点が与える影響

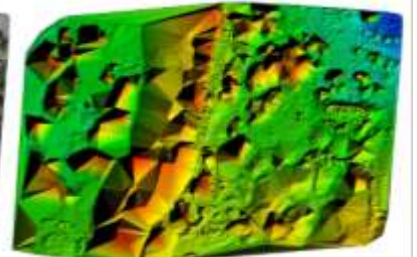
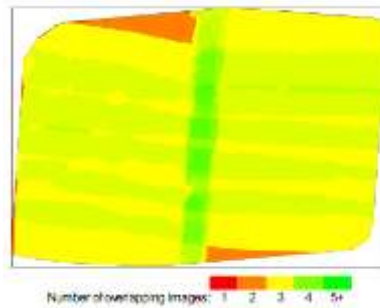


SfM/MVSを用いた三次元点群データ整備で精度を確保するには、
1つの点が4枚以上の写真に写るように撮影することが必要。

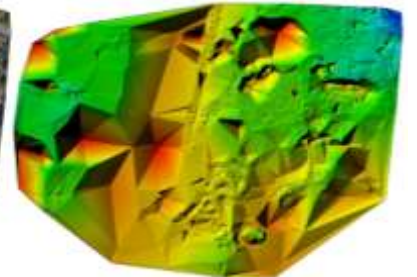
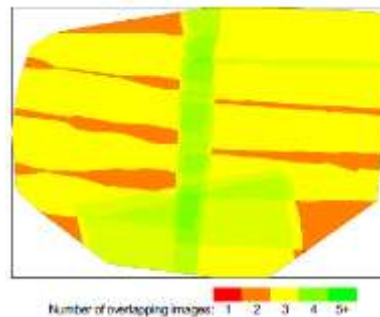
オーバーラップ 90%
サイドラップ 60%



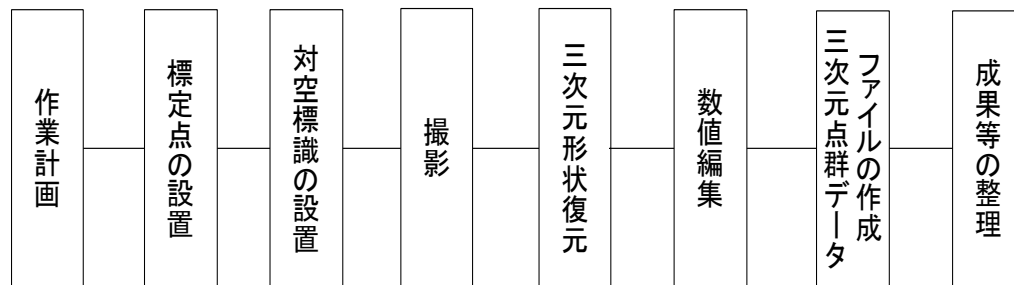
オーバーラップ 70%
サイドラップ 20%



オーバーラップ 60%
サイドラップ 20%

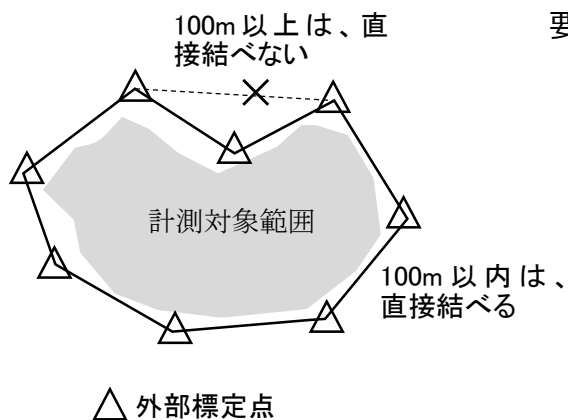


● UAVを用いた空中写真による三次元点群測量→新たに規定

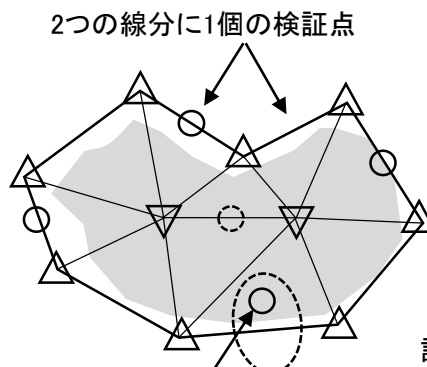


UAVを用いた空中写真による三次元点群測量における工程別作業区分及び順序

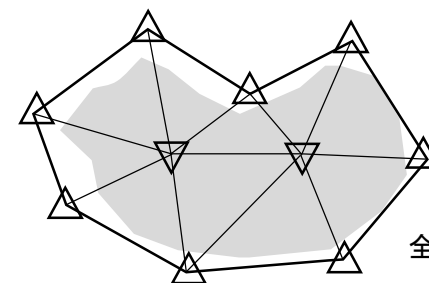
【標定点及び検証点の設置】



要求精度【最大0.05 m以内】の例



- 外部検証点
- 内部検証点

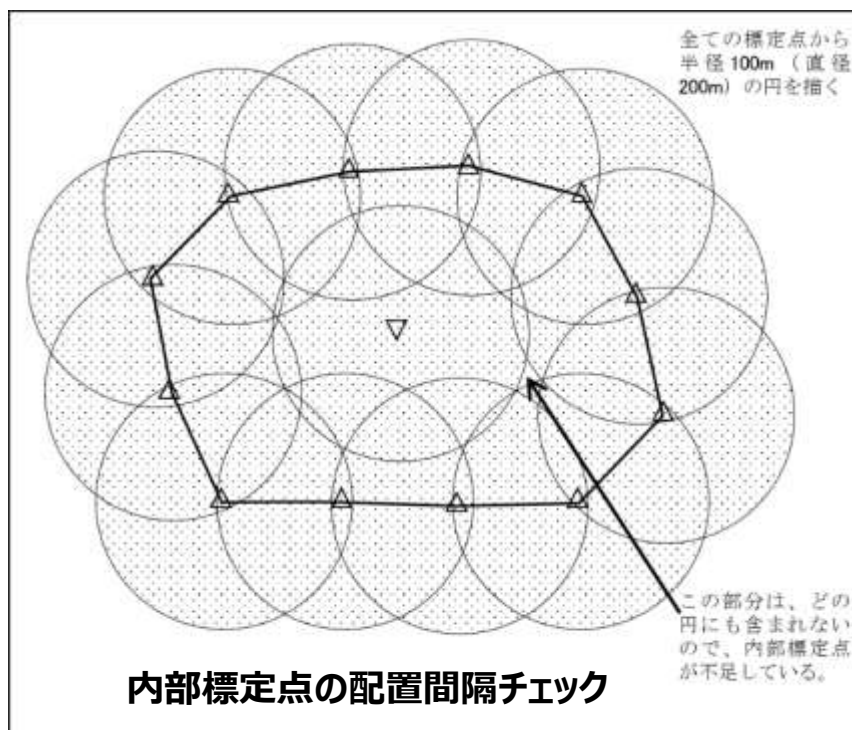
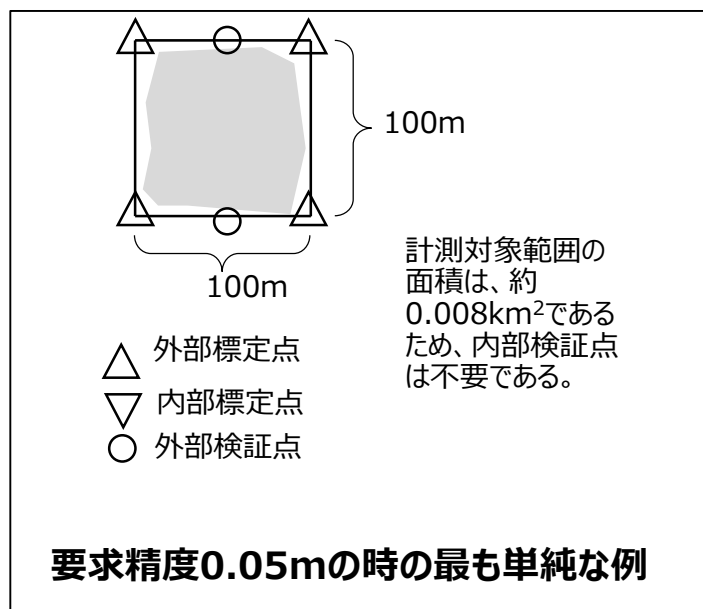


- ▽ 内部標定点
- △ 外部標定点

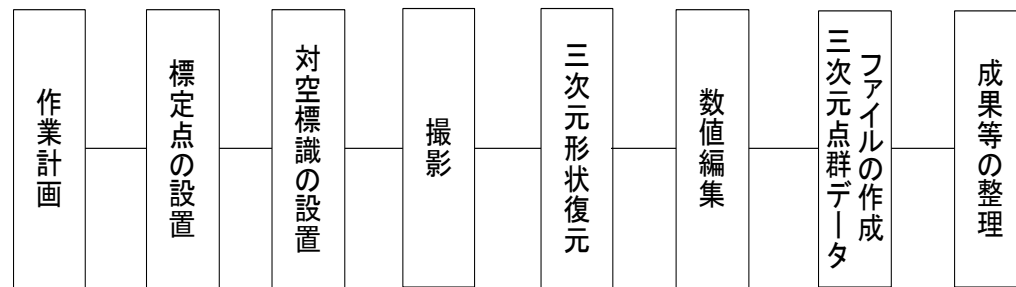
計測対象範囲の面積は、約0.024km²であるため、内部検証点は1点必要である。

要求精度別標定点間隔及び検証点数

要求精度	最大誤差0.05 m以内	最大誤差0.1 m以内	最大誤差0.2m以内
外部標定点	概ね辺長100 m以内	概ね辺長100 m以内	概ね辺長200 m以内
内部標定点	概ね辺長200 m以内	概ね辺長400 m以内	概ね辺長600 m以内
内部検証点	0.04 km ² あたり1点	0.16 km ² あたり1点	0.36 km ² あたり1点



● UAVを用いた空中写真による三次元点群測量→新たに規定



UAVを用いた空中写真による三次元点群測量における工程別作業区分及び順序

【撮影】

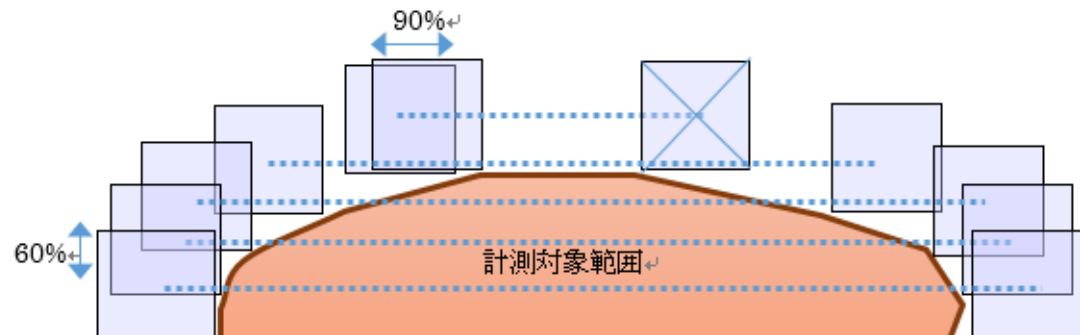
- 撮影高度は、三次元点群データの高さの精度を最大0.05 mとすると、地上画素寸法が0.01mとなるように使用するカメラの画素サイズと焦点距離から決定

$$\text{「撮影高度} = (\text{地上画素寸法} / \text{使用カメラの1画素あたりのサイズ}) \times \text{焦点距離} \text{」}$$

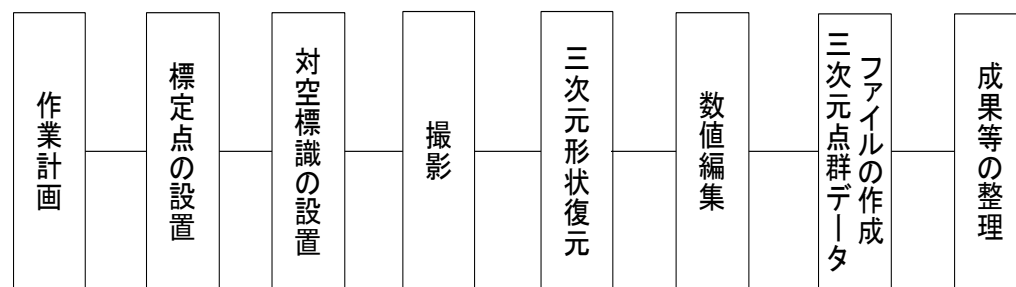
【要求精度別地上画素寸法】

要求精度	最大0.05 m以内	最大0.1 m以内	最大0.2 m以内
地上画素寸法	0.01 m	0.02 m	0.03 m

- 空中写真の重複度は、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
- 計測対象範囲外に、少なくとも1枚以上撮影



● UAVを用いた空中写真による三次元点群測量→新たに規定



UAVを用いた空中写真による三次元点群測量における工程別作業区分及び順序

（標定点の残差及び検証点の誤差の点検）

- 標定点の残差及び検証点の誤差は、平面位置、高さとも全て0.05 m以内
- 平面位置の誤差は、作成したオルソ画像上で確認できる各検証点の平面座標を観測得られた各検証点の成果と比較することで、各検証点の誤差を求める。
- 高さの誤差は、得られた三次元点群を用いて、平面座標に対して半径15cm以内に含まれる点群を抽出し、距離の重み付内挿法によって高さ座標を求め、得られた各検証点の成果と比較することで、各検証点の誤差を求める

【点密度の標準】

地図情報レベル	点密度の標準	低密度の範囲の許容点密度	高密度の範囲の許容点密度
250	0.5m メッシュに1点以上	10mメッシュに1点以上	0.1mメッシュに1点以上

UAVは、現時点では、まだまだ安全な道具とはいえない

→ 使い方を誤ると、重大な事故を発生させる可能性が高い

一方で、世の中で一般的かつ統一的な安全確保のためのルールなどは、まだ整備されていない

→ 測量分野に最適化した、安全確保の考え方や必要な手続き等を示すことが必要

公共測量におけるUAVの使用に関する安全基準（案）

- 使用する**UAVに関する条件**
 - UAVの種類、性能、機能、管理運用条件 など
- UAVを使用した測量作業を行う場合に**必要な体制**
 - 平時の管理体制、現場における作業体制 操縦者の技能 など
- **情報管理**やその保管
 - 運航実績、事故発生状況、整備状況 など
- あらかじめ**準備**等が必要な事項
 - 災害対応マニュアルの整備、従事する職員への教育 など
- **運航前**に行うことが必要な事項
 - 計画の策定、住民への説明、保険への加入 など
- **運航**するに当たっての留意事項
 - 運航直前の確認事項、運航休止の条件 など

様々な事項（ルール）を安全基準(案)の中で示している

安全基準（案）が対象としているUAVの使用方法、目的、機材等

- 空中写真の撮影や、地形データの取得（レーザ測量等）など、測量に必要なデータの取得作業
 - これらの作業では、測量精度を確保するため、UAVを一定の高度、ルート間隔で運航し、撮影やデータ取得等を行うことが必要
 - あらかじめ指定したルートを、GNSS等を利用して、**UAVが自律的に飛行**する方法（いわゆる自動運航）が原則

災害現場の調査、公共施設の調査等における使用方法とは異なる部分

- 総重量が**25kg未満の回転翼のUAV**を使用
 - 固定翼型のUAVや、より大型のUAVについては、求める安全基準が異なるため、今回は対象外
 - 産業用のUAVに加え、いわゆるホビー機も対象に含まれる



- 安全を確保するため、使用するUAVについては一定の性能や機能を有することや、適切な管理を行うこと、使用する際の体制の整備、必要な手続き等の履行を行うことを求めている

本安全基準（案）で定める、安全確保のために具体的に求める機能、管理方法等

- UAVの外観、形状

- 認識しやすい色や模様、灯火や表示の装備
- 機体を識別できる情報（所有者、識別番号等）の表示
- 鋭利な突起物がない構造（プロペラガードの装着等） など



- 実装が求められる機能

- GNSS等を利用した**自動運航機能**
- 機体やバッテリーの状態を地上の**モニタ等で監視**するとともに、**記録**する機能
- 異常が生じた場合に運航を中止する機能（**フェイルセーフ機能**） など

- 必要な管理等

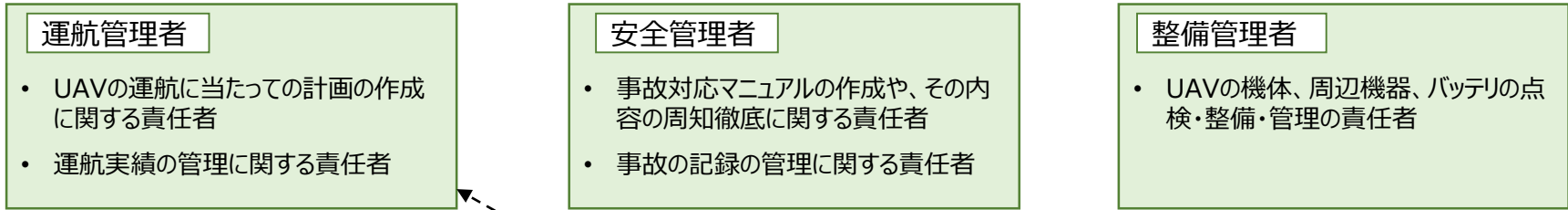
- 日常の整備と、製造元や第三者機関等における**定期的な点検**の実施
- **運航記録、事故等の記録、整備記録**等の適切な管理
- 適切なバッテリーの使用 など



本安全基準（案）で定める作業体制

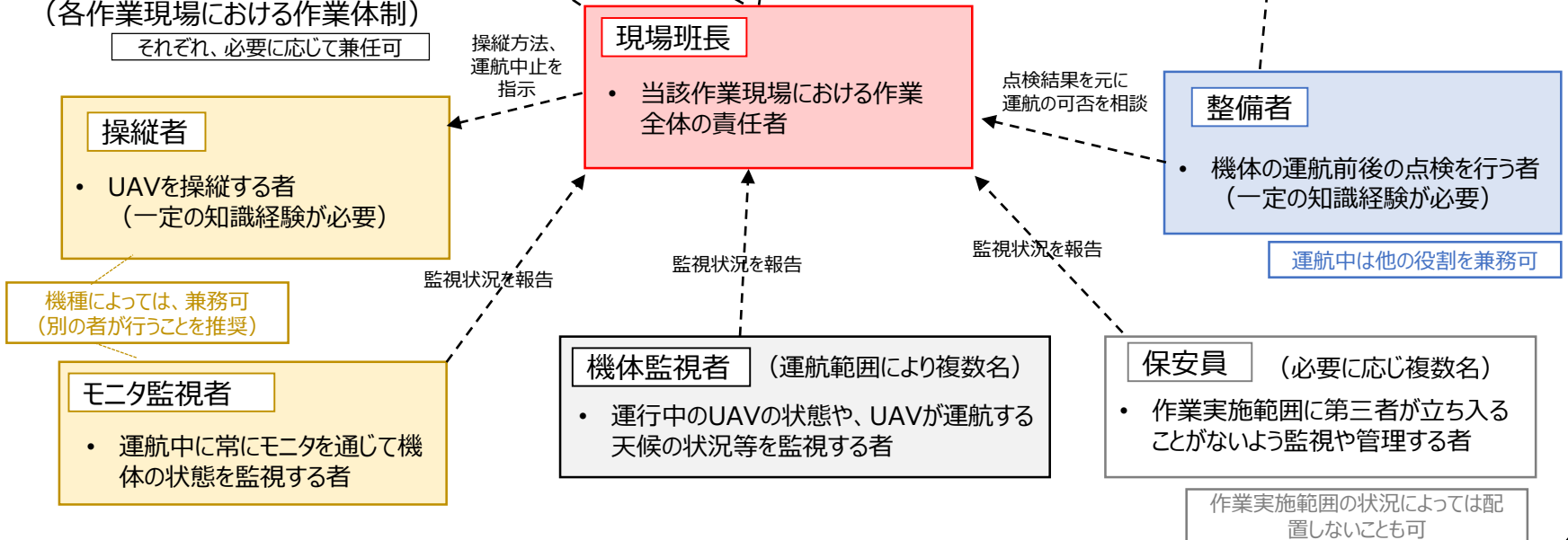
実施者（測量作業機関、測量会社）は、以下のような作業体制の整備が必要

（測量作業機関における管理者）



（各作業現場における作業体制）

それぞれ、必要に応じて兼任可



本安全基準（案）で定める操縦者等の要件

● 操縦者

- 操縦に関する一定の知識と技能、経験を有することを、民間資格や第三者機関による証明等で客観的に示すことができること
- 使用する機体と同一モデルの機体を用いた自動運航の経験を有すること
- 使用する機体と同一モデルの機体について、3時間以上の操縦経験及び使用前90日以内における、1時間以上の操縦経験を有すること



- 操縦経験時間は、手動（マニュアル）操縦の時間のみ
- 測量作業以外の訓練、他業務の時間も含める
- 航空局に事前の届出が必要な場合（DIDでの運航等）10時間以上の経験が必要（航空局のルール）

● 整備者

- 機体整備に関する一定の知識と技能、経験を有することを、民間資格や第三者機関による証明等で客観的に示すことができること

本安全基準（案）で定めるUAVの運航条件

- 基本的には、航空法に基づく国土交通大臣の許可や承認を得る必要がない空域、運航方法での使用

- 空港周辺の空域以外での運航、高度150m未満の空域での運航
- 日中（日出～日没）の時間帯における運航
- 地上の構造物等から30m以上の距離を確保した運航



- 作業員の目視下での運航

- 操縦者が肉眼で目視できる範囲に加え、現場の作業員（機体監視者等）が監視する場合を含む

ただしこの場合、あらかじめ国土交通大臣の承認を得ることが必要

- 運航範囲の直下及び周辺に、不特定の第三者が存在しない

- 運航範囲の直下及び周辺とは、UAVの運航高度に応じた範囲
- 不特定の第三者とは、あらかじめUAVが上空を運航することを周知できる者以外の者（例えば一般的な通行人、通行車両等）
- DIDにおける運航も対象

ただしこの場合、より高い安全性の確保が必要。
また、あらかじめ国土交通大臣の許可を得ることが必要

本安全基準（案）で定める作業前に必要な手続き等

- 現地調査に基づく計画の作成
 - 全体計画（運航日時、作業方法、使用機材、作業体制等）については、あらかじめ**測量計画機関（発注元）の承認**を得る
 - 運航計画（運航高度、ルート等）の作成には、精度確保のため**測量士が関与**する
- 住民等への説明
 - 測量法第15条の規定に基づき、運航予定範囲の土地の占有者には**あらかじめ通知**
 - 運航予定範囲内の居住者に対しては説明を行い、**運航の許可を得る**ことが原則
 - プライバシー保護のための必要な取組
- その他の準備等
 - 保険への加入
 - 現地調査の実施
 - 必要な装備、備品等の準備
 - 航空法、電波法等に基づく必要な手続き

本安全基準（案）で定める現場での運航に当たっての留意事項

- 運航前点検、ならし運転の実施
- 計画の最終確認と、運航の可否の決定
 - 気象条件、現場周辺の状況等を踏まえた、運航の可否の決定
 - 作業体制の確認、準備
 - 自動運航に必要な情報の入力、確認
- 運航中止の条件
 - 天候や気象条件が急変した場合（雷など）
 - 他の飛行体が接近したり、構造物に接近した場合
 - 機体に異常が生じた場合（異常音、異常動作、部品の破損や落下 など）
 - 機体の運航を正しく行うことができない状況が生じた場合（通信遮断など）
 - その他、あらかじめ定めた判断基準（降雨、降雪、風、バッテリー残量）を超えた場合
- 運航後の対応（機体点検、記録、報告）
- 事故発生時の対応



使用する機体の性能や操縦者の技能等を踏まえ、あらかじめ計画の中で判断基準を設定

本安全基準（案）で定める作業者（測量作業機関）が実施すべき事項

- **事故対応マニュアルの作成**
 - 事故等が発生した際の一般的な対応手順、方法
 - 緊急連絡体制、緊急連絡先
 - 作成するマニュアルの内容は、全ての作業者に対し周知が必要
- UAVを使用する作業に関する**関係者への教育**
 - 管理者や測量作業に従事する全ての作業員に対し、UAVを使用する作業の特徴や留意事項を教育
 - UAVの仕組みや性能、各種法令の概要、安全確保の方法など
- **専門技術者の確保、育成**
 - 操縦者、整備者等の知識や技能の維持向上のため、必要な研修、訓練等を実施



安全基準（案）の基本的な考え方

- 本安全基準（案）は、安全確保の考え方を具現化したものの1つであり、必ずしもこれに従わなければならないというものではない

本安全基準（案）を適用する際には、最終的には測量計画機関の了解が必要
- 本安全基準（案）で定める機能やルール等については、いずれも原則を示したものであり、必要に応じて条件等の変更は可能

この場合、測量計画機関と協議が必要
- 本安全基準（案）は、事故等の発生にいたる事象の軽減や、万が一事故等が発生した場合に生じる被害の軽減が目的

事故等が一切発生しないという趣旨のものではない
- 技術も日々進歩しており、社会情勢も変化する中で、作業者には柔軟な対応が求められる

本安全基準（案）には、一定の不確実性が含まれており、作業者の技量等を踏まえ、最善の策を講じることが必要

- これらのマニュアル（案）及び安全基準（案）は、2016年3月30日に公表
<http://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/public/uav/index.html>
- 2016年度からの一般的な測量作業(i-Constructionに係る測量作業を含む) においてUAVを使用する際には、適用可能
- 実際の運用を踏まえてさらに改善すべき点や、最新の技術動向等も踏まえた改正、対象範囲の拡充等についても、引き続き実施予定
- 良好な利用事例を積み重ね、世の中の理解を得ることが重要

問い合わせ先

国土地理院 企画部 測量指導課
Tel: 029-864-1111 (内線3241, 3243)