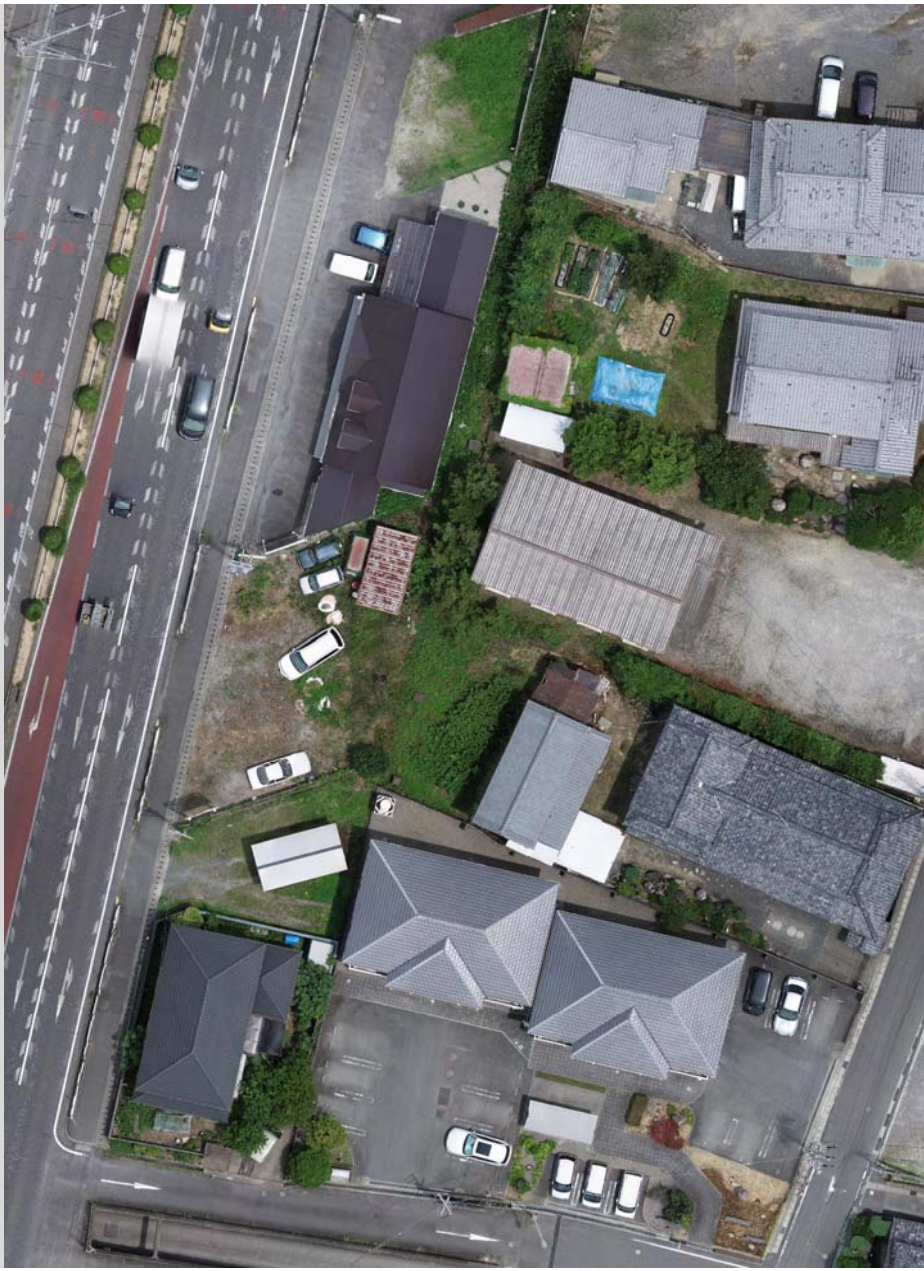
土地家屋調査士の
測量用ドローンの導入について



なぜドローンで測量をするのか

測量方法といえば…

・地上でのTS（トータルステーション）を用いた測量
→作業の手間や時間、人数が多くかかる

・ヘリコプターなどの航空機を使用した写真測量
→広範囲を短時間で観測できるが、費用が高い
自分で所有するのは難しい

ドローン測量はこれらの**中間**の役割を担うことができる測量
→使い方によって作業効率の向上、時間・コストの削減が可能

ドローン測量を導入するメリット

①作業時間や人員を削減できる

TSでの観測よりも短時間で広範囲を観測することができるため
現場作業にかかる時間が大幅に短縮できる。
ドローンの作業のみなら現場は基本的に当日で終えることができる。

②面的に観測をする為、観測の情報量が多くなる

TSではプリズム等を設置した箇所しか観測できないが
ドローンは写るもの全てが観測データとして扱える。

③立ち入りが難しい場所においても観測が可能

傾斜地や草木の密集地、交通量の多い道路でも上空が開いている場所であれば観測が可能。

ドローン測量のデメリット

①天候に影響されやすい

TSによる観測では多少の雨風では観測は不可能ではない。
しかし、ドローンは雨天時や強風時に飛ばすことができない。
そのため、特に**冬季**や**梅雨時期**には飛ばすことができる日が限られる。
湿気にも弱いため**霧**が発生している場合も作業を見送ることとなります。

②TSと比べて精度が悪い

TSでの観測は、誤差は多くても数mm程度ですが
ドローンの場合、少なくとも数cmの誤差はあるものとして運用をする
必要がある。

③ドローンの飛行時間を気にする必要がある

1つのバッテリーで飛ばすことができる時間は機種により20～40分前後
充電に時間がかかるため、広大な面積の場合、複数個のバッテリーを用意するか
1日での撮影を諦めることとなります。

ドローンでできる測量の種類

- **写真測量**
  ドローンに付属しているカメラで撮影した写真と位置情報を
  利用して、一枚の写真を作成する。
  写真のゆがみ等をソフトで解析して1枚の写真を作成する。
  「オルソ画像」や「点群データ」を作成する。

- **レーザー測量**
  ドローンにレーザースキャナを搭載し、膨大な点群データを
  取得する。写真測量ではソフトの解析により点群データを作成するが、
  こちらは実測をかけるため、写真測量より精度が高い。
  しかし、価格が高く、機種によっては何千万円もする。

ドローンで測量を行う場合にかかる費用（写真測量）

- **ドローン本体**
  - とにかく価格を抑えたい　30万円前後
  - RTKを使用し、精度や作業効率をあげたい　100万円前後
  - 高性能のもの・レーザー測量にも使える　150万円以上
- **解析ソフト**　およそ50万円～70万円
  （PIX4DやMetashape等）
- **保険（ドローン本体の動産保険）**　ドローンの価格の10％前後
- **ドローンの資格**
  ドローンの講習を受ける場合　30万円～50万円
  （ドローン操縦士検定2級）

ドローンの資格について

2022年からドローンの**国家資格制度**が開始された。
「無人航空機操縦士　1級　2級」

これらは「**免許**」ではなく「**技能証明**」のため、ドローンを操縦する際に必ず必要となるわけではない。

では、なぜこのような資格があるのか？

航空法等で規制されている空域において、承認を得て飛ばすことができる。
その許可をとる際に、このような**技能証明**が必要となる。

（技能証明には国家資格の他に民間資格も存在する）

ドローンを飛ばす場合に許可が必要となるケース（航空法132条）

- 空港等の周辺の空域、150ｍ以上の上空、緊急用務区域
  →これらは許可は難しい
- **人または家屋に密集している地域の上空　（DID地区）**
  →調査士としてはここを飛ばしたいケースが多い



出典：国土交通省ウェブサイト

ドローンを飛ばすのに許可が必要な空域の確認方法

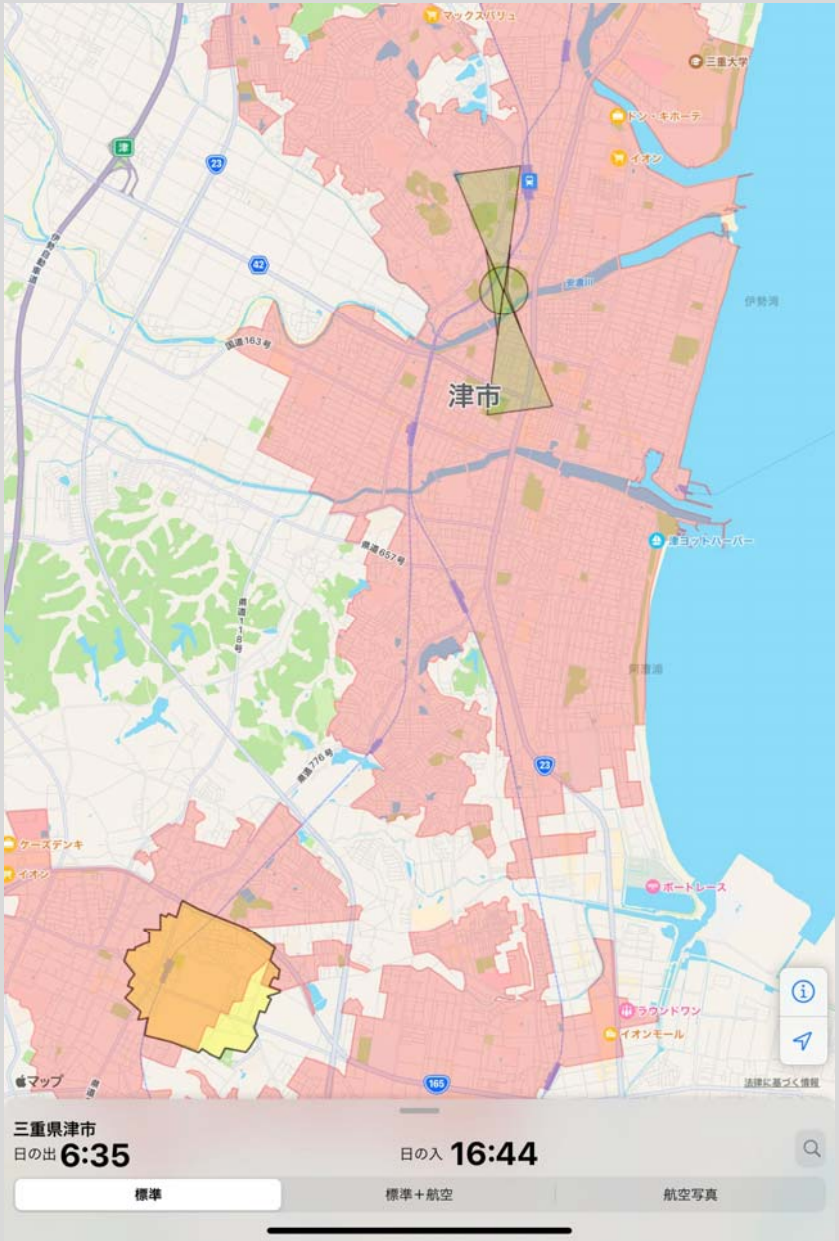
アプリ「**ドローンフライトナビ**」が便利

DID地区や空港周辺、自衛隊周辺など
何らかの規制がある空域がすぐに分かる

夜間飛行は日の入りから日の出

このような空域で飛ばす場合には詳細な
確認が必要となる。

機種によっては空港周辺は機体が作動しないように
設定されている。



ドローンを飛ばす場合に承認が必要となるケース

対策を講じたうえで地方航空局長の承認を受け、飛行することができる。

・目視外での飛行
　手元のモニターを見ての操縦も含まれる
　（この場合の目視とは操縦者本人に限定され
　　補助者等は含まない）

・人または物件から30ｍ未満の距離を
　確保せずに飛ばすことができない
　→何もない原野でしか飛ばせない
　　厳密には電柱等も含まれる



出典：国土交通省ウェブサイト

ドローンを飛ばす際に調査士として許可や承認が必要となる主なケース

・人口集中地区で飛ばしたい
→人口集中地区での飛行の許可が必要

・自動航行でモニタを見て飛ばす
広範囲にわたって飛ばすため見えなくなる（目視外飛行）
→目視外飛行（補助者あり）の承認が必要

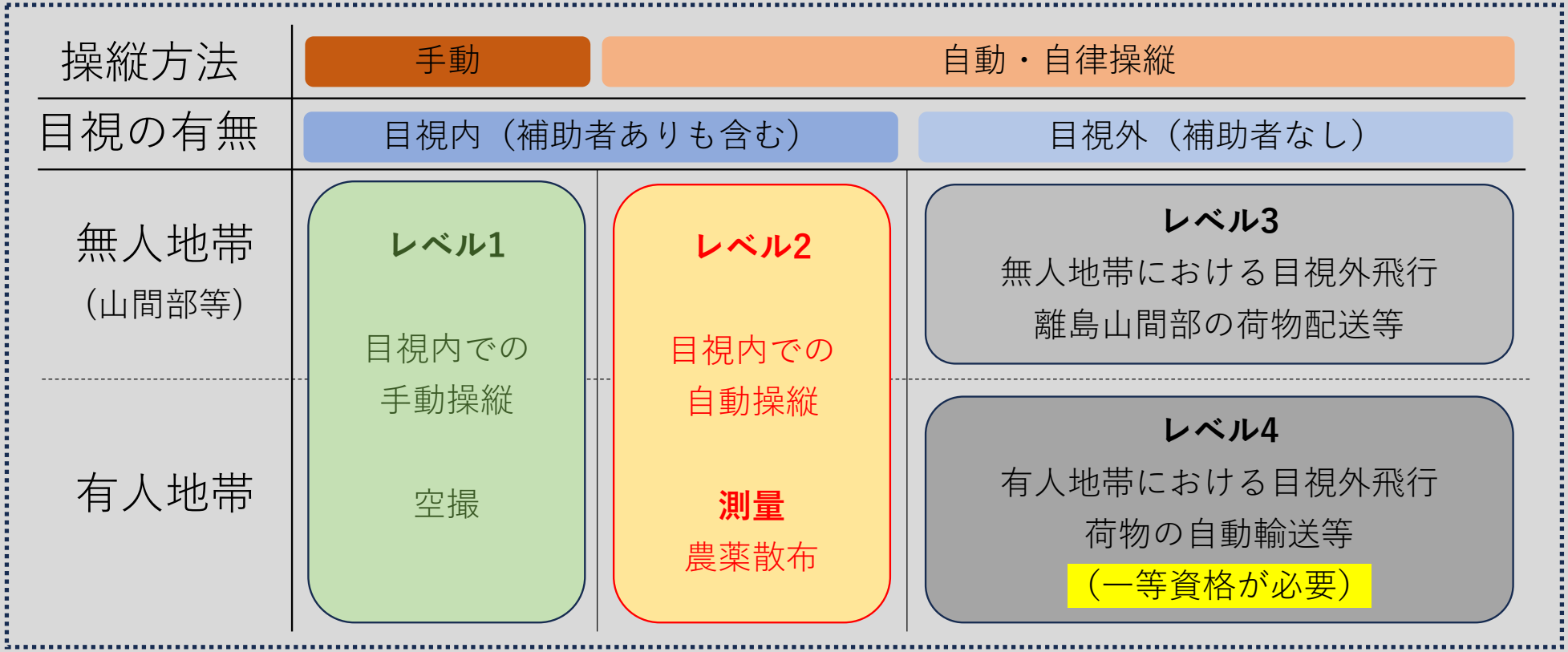
・30ｍ未満に人や物件がある場所で飛ばす
→周囲に物件がある状態での飛行の承認が必要

このような場所で飛行させる場合は、それぞれ許可及び承認が必要となり、それを取得するために「技能証明」が必要となる。

資格の種類と内容　　2022年12月5日から国家資格制度が開始

一等無人航空機操縦士（一等資格）
二等無人航空機操縦士（二等資格）
民間資格（国家資格開始前からある）

3年毎に更新が必要



レベル１～３は二等資格、民間資格で対応が可能

２等資格と民間資格の違い

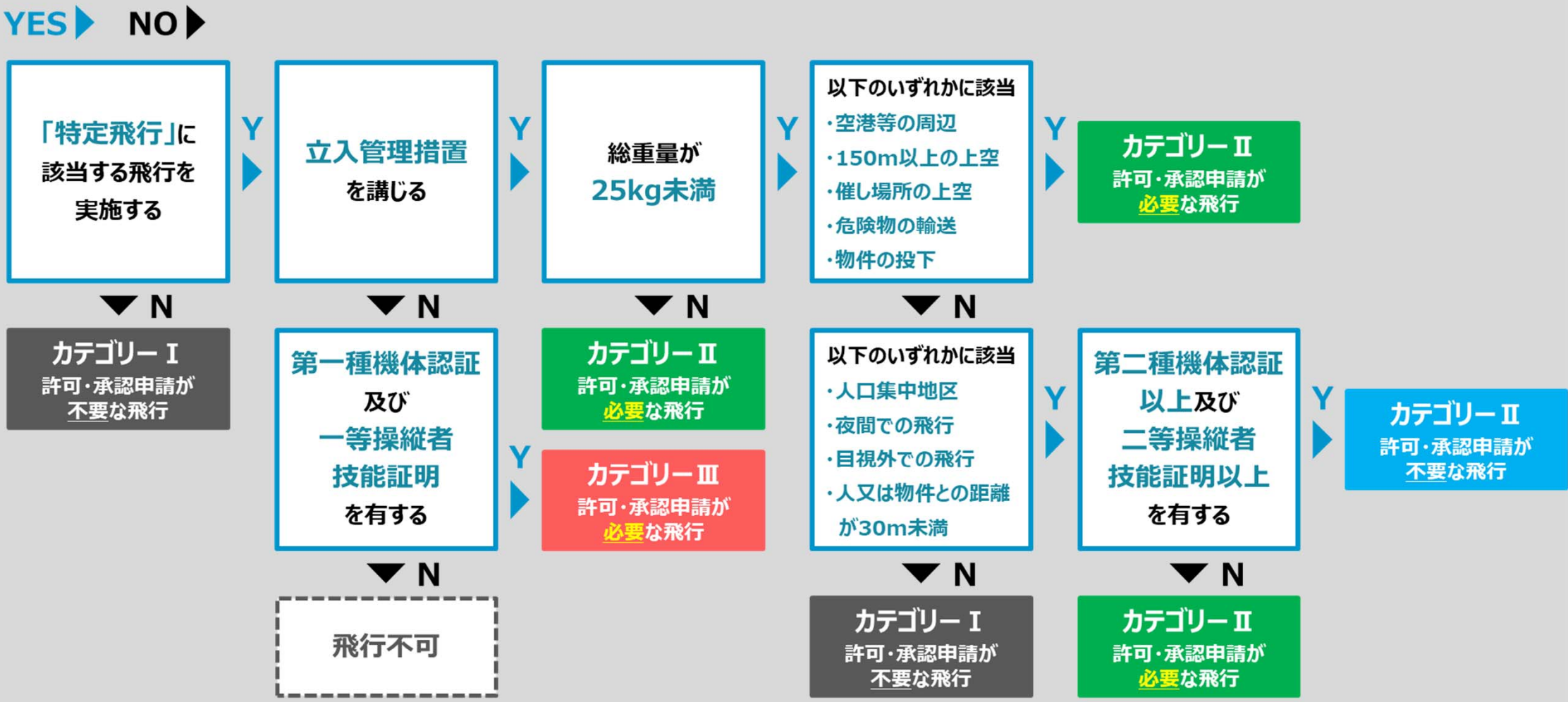
カテゴリーⅢ	特定飛行のうち、無人航空機の飛行経路下において立入管理措置を講じないで行う飛行。（＝第三者の上空で特定飛行を行う） **飛行レベル4（有人地帯での補助者なしの目視外飛行** **飛行毎の承認・許可が必要（一等資格のみ）**
カテゴリーⅡ	特定飛行のうち、無人航空機の飛行経路下において立入管理措置を講じたうえで行う飛行。（＝第三者の上空を飛行しない） **承認・許可は国家資格と民間資格で取り扱いが異なる**
カテゴリーⅠ	特定飛行に該当しない飛行。 航空法上の飛行許可・承認手続きは不要。 人の少ない地域での日中の目視内飛行

※立入管理措置とは、無人航空機の飛行経路下において、

第三者（無人航空機を飛行させる者及びこれを補助する者以外の者）の立入りを制限することを指します。

例：危害を軽減する機構（プロペラガードや衝突防止センサー等）の装着、経路全体を見渡せる補助者の配置等

飛行カテゴリー決定のフロー図



出典：国土交通省ウェブサイト

２等資格と民間資格の違い

国家資格を所持している場合、**カテゴリーⅡB**においては
「形式認証」を受けた機体を飛行させる場合、承認・許可が不要となる。

カテゴリーⅡ	
カテゴリーⅡA	**カテゴリーⅡB**
飛行毎の承認・許可が必要 **・空港周辺** **・高度150m以上の飛行** **・イベント上空** **・危険物輸送** **・物件投下**	**飛行毎の承認・許可は不要** **（国家資格+形式認証の場合）** **・DID地区上空の飛行** **・目視外飛行** **・夜間飛行** **・人・物件から30m未満の飛行**

民間資格の場合はどちらも許可・承認が**必要**

形式認証とは？

ドローンを製作しているメーカーが機種ごとに検査をうけて認証されるもの
→個人から申請をおこなうものではない

カテゴリーⅡBにおいて、許可・承認が省略できるのは
「**国家資格**」と「**形式認証**」の両方がある場合のみ

少しずつメーカーが形式認証の取得をすすめているが、
現時点では認証を取得した機種はほぼない
最大手のDJI社で認証を受けたものは現時点では存在しない

→現時点では基本的に許可・承認が必要

包括申請について（国家資格、民間資格両方）

カテゴリーⅡBの飛行については、承認・許可については**包括申請**が可能

本来は飛行毎に日時やルート、安全対策を提出し許可・承認を得た上で飛行する。

しかし、天候等の理由によりスケジュールが変更になった場合等は再度申請することが必要である。また、申請のたび手数料や手間がかかってしまう。

しかし包括申請の場合、経路や日時を指定しないで申請を出すことができ、飛行毎に許可・承認を取得する必要がなくなる。（最長1年間）

これにより天候による急な日時の変更等にも対応でき、手間も年1回で済ますことができる。

ただ、安全に飛行するための独自マニュアル等の作成が必要になる事もあるため、専門家への依頼も視野に入れたい。（行政書士が数万円で請け負っている）

趣味での飛行の場合は包括申請はできない。

各種申請について

各種申請は国土交通省 DIPS（ドローン情報基盤システム）を使用する。
https://www.ossportal.dips.mlit.go.jp

100g以上の機体（おもちゃの機体以外ほぼ全て）が航空法き規制対象と
なるため、測量用ドローンを購入した場合はここで機体と使用者の登録をする。

許可・承認が必要な飛行（特定飛行）の申請もここで行う。

ドローン測量で得られるもの

・3次元点群データ

撮影した写真を解析し、位置情報の点の群れを作成する。
レーザースキャナで作成されるものと同様のものが得られるが、
実際にそのを実測しているレーザースキャナより精度は落ちる。
ＸＹＺの位置情報が得られる。
点群データからの測量成果の作成には各種オプションが必要

・オルソ画像

撮影した複数枚の写真を組み合わせ、ゆがみを取り除いて補正し
一枚の大きな画像にしたもの。
画像の標定点等から縮尺を与えれば、通常のCADでも使用できる。

・3次元点群データ

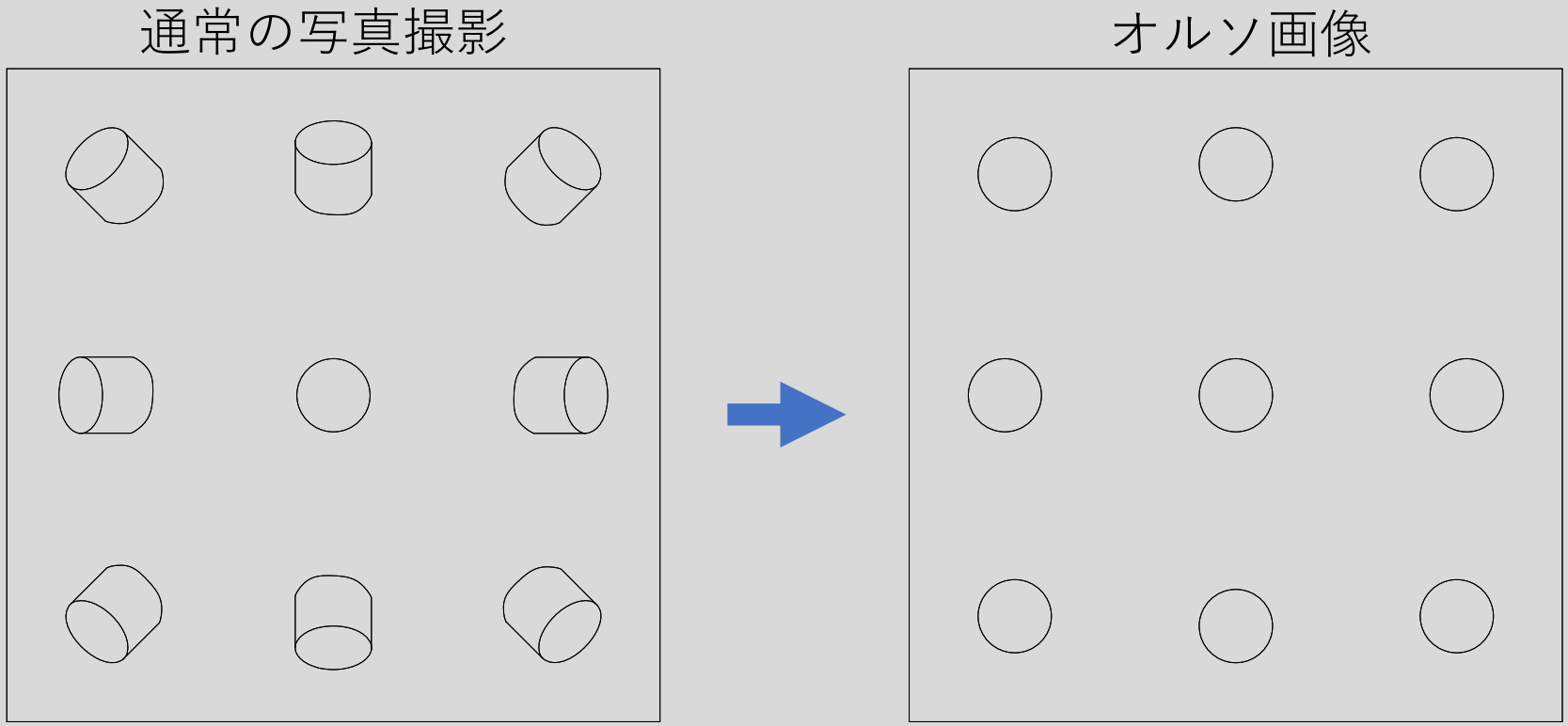


写真の撮影位置



ドローンでの写真測量のイメージ

オルソ画像とは



中心から離れるにつれて大きくなる歪みを補正したもの
例：Googleマップ等の航空写真



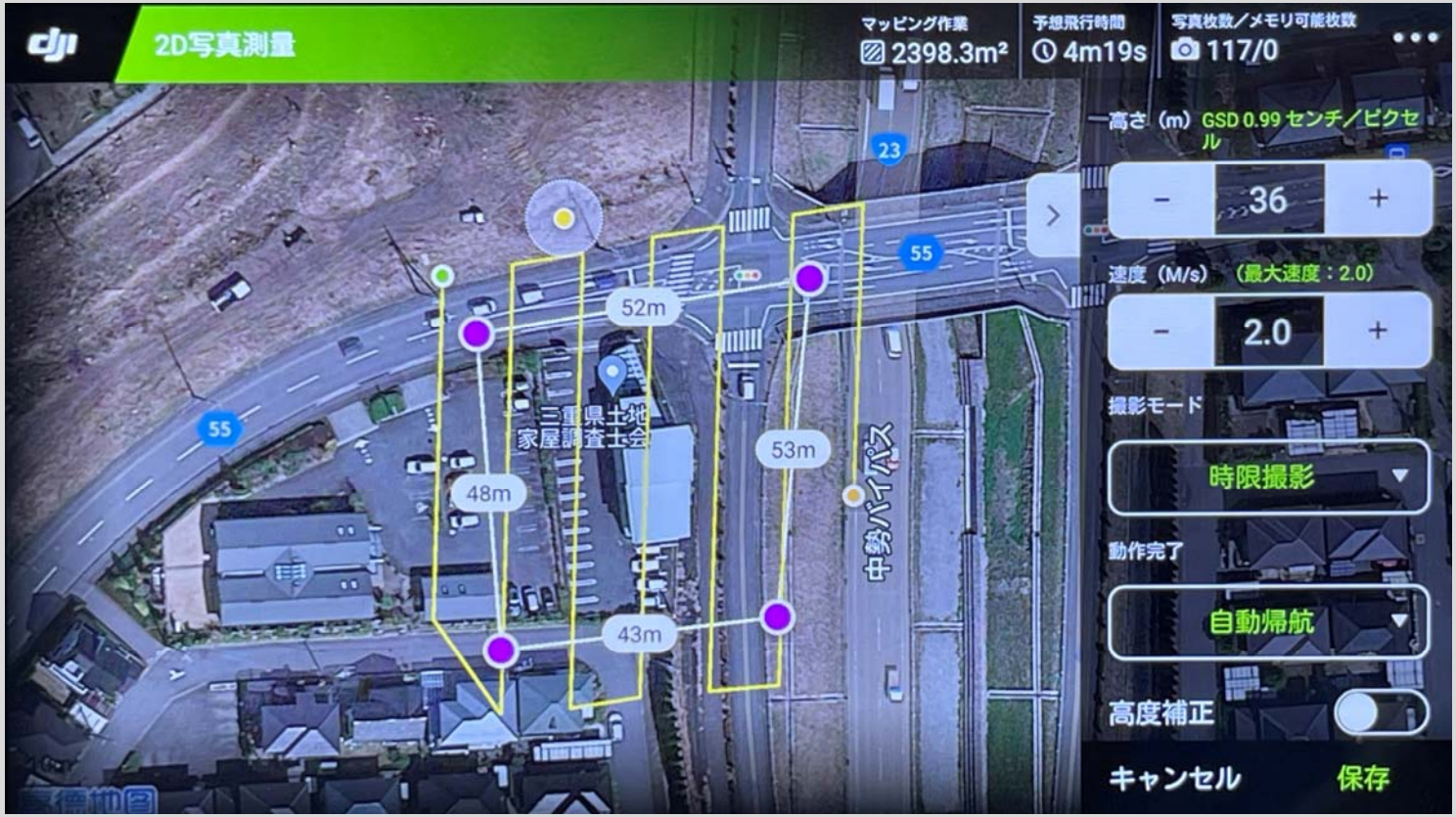


建物の側面が写っていない
屋根しか見えていない

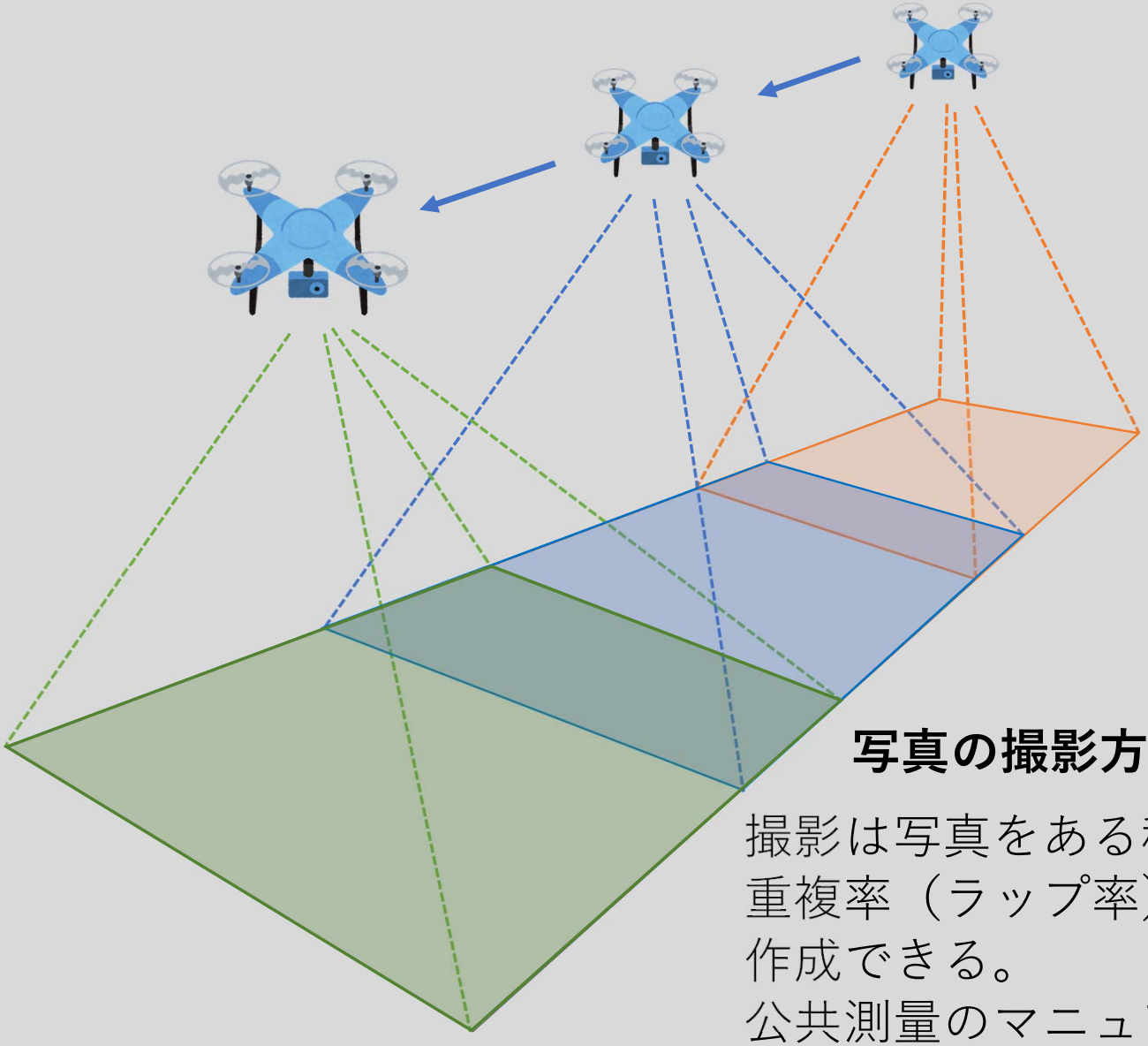
↓

オルソ画像

飛行ルートの設定



機種によって異なるが、測量箇所を指定し、高度やラップ率を入力すると
自動でルートを選定してくれる。
高度を下げると画像が高精細になるが、観測時間が長くなりデータの容量が増える。



写真の撮影方法

撮影は写真をある程度重ねて連続で撮影していく
重複率（ラップ率）が高いほど精度の高い画像が
作成できる。
公共測量のマニュアルでは縦方向80％横方向60％以上

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%



参考：UAVを用いた公共測量マニュアル（案）

標定点について

標定点…撮影範囲における正確な座標がわかっている点

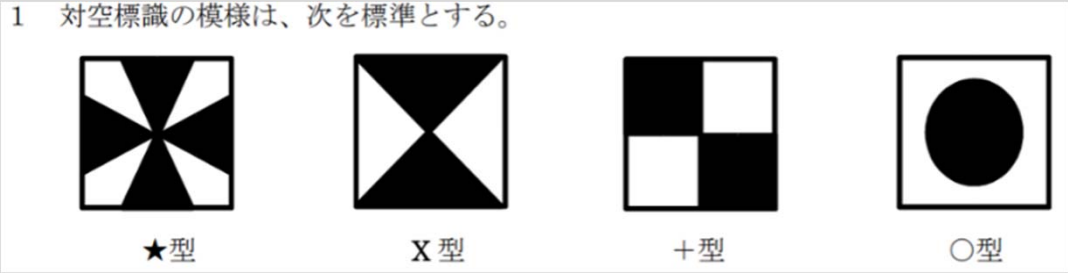
ドローンのGPS位置情報のみだと数メートル以上の誤差が生まれる

公共測量で求められる誤差の範囲は5ｃｍ以内

↓

街区基準点やGNSSによる観測をした点を標定点として使用し
誤差の補正を行う

撮影の際には対空標識を設置する



参考：UAVを用いた公共測量マニュアル（案）

標定点について

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 km²あたり1点	0.16 km²あたり1点	0.36 km²あたり1点

公共測量が求める精度

参考：UAVを用いた公共測量マニュアル（案）

ドローンの位置情報のみでの撮影では、数メートルの誤差が出るため
多くの標定点を設置し、補正を行う必要がある。

一部の**RTK**搭載の機種は、ドローンの位置情報の正確性が格段にあがるため、
標定点が少なくても正確な観測をすることができる。
精度管理のために標定点を置くがRTKを利用している場合、標定点がなくても
精度を確保することができるため、標定点なしでも撮影は可能である。

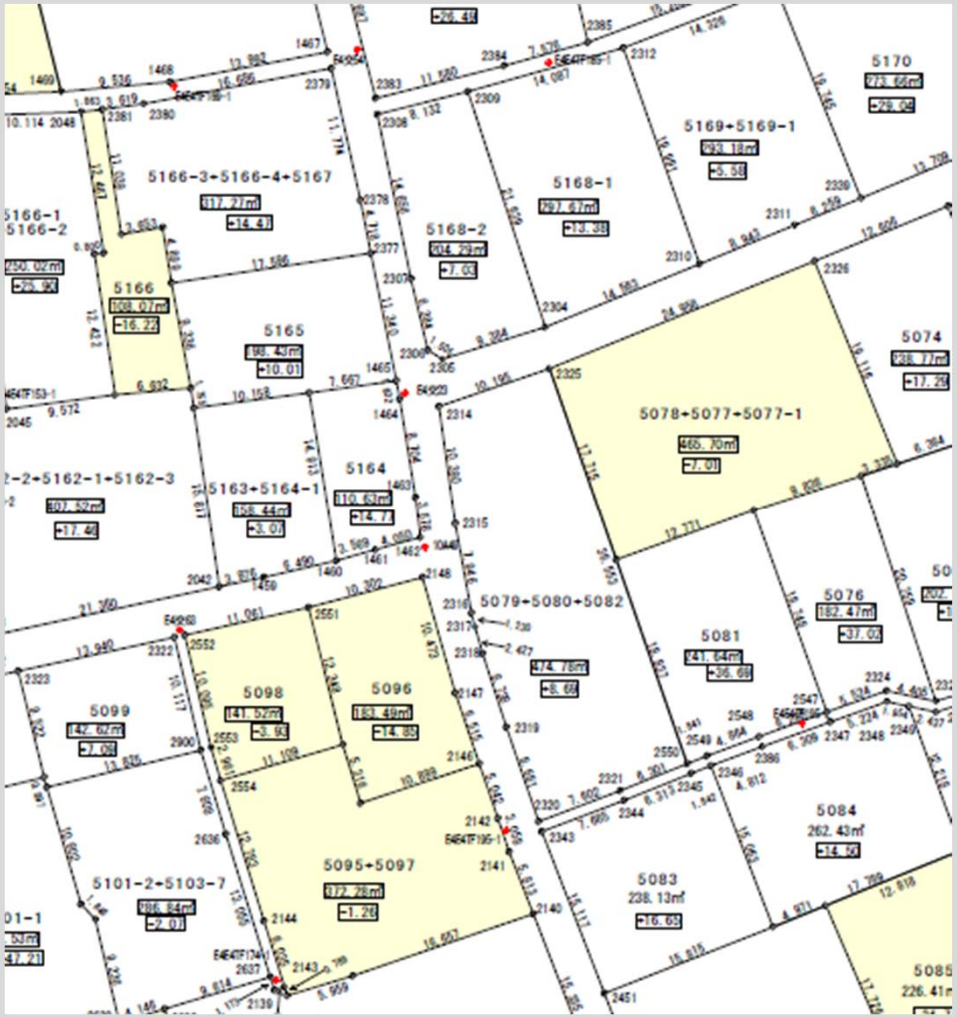
そうすることにより、TSやGNSSで標定点を作る手間が大幅に削減できる。

実際の活用例





実際の活用例


5166-3→5166-4→5167
5166-1
5166-2
5166
5165
5168-1
5168-2
5169→5169-1
5170
5078→5077→5077-1
5074
5164
5163→5164-1
5079→5080→5082
5076
5081
5099
5098
5096
5095→5097
5101-2→5103-7
5084
5083

