

「景観配慮対策における小型 UAV の活用」解説動画

補助テキスト

「景観配慮対策における小型 UAV の活用」解説動画 補助テキスト

はじめに	1
1 イントロダクション	2
1.1 農業農村整備事業における景観配慮対策	2
1.2 景観配慮対策の進め方	2
1.3 小型 UAV の概要	3
2 景観配慮対策における小型 UAV の活用	4
2.1 安全対策等の留意点	4
【飛行の禁止空域】	4
【飛行のルール】	5
【飛行前の安全確認等】	5
2.2 小型 UAV 活用の利点	6
【小型 UAV の特徴】	6
【景観配慮対策での活用】	6
【高解像度で広範囲、即時性を有した地域の概況把握】	8
【地域の地形や景観対象の状況を三次元的に再現】	8
【地域景観や対策を分かりやすく可視化】	9
3 俯瞰的視点からの景観情報の収集	10
3.1 活用場面	10
3.2 撮影方法	11
【カメラ水平による高度別の見え方】	11
【機場等の点施設の撮影】	13
【全方位撮影（広範囲の土地利用等の概況把握）】	14
4 空撮画像の解析	17
4.1 三次元コンテンツの概要	17
4.2 三次元コンテンツの生成方法	18
5 地域住民等へのプレゼンテーション	19
5.1 三次元コンテンツの活用例	19
5.2 参考：環境配慮対策等における小型 UAV の活用例	20
おわりに	22

はじめに

平成 30 年 5 月に策定された「農業農村整備事業における景観配慮の技術指針(以下、「技術指針」)」では、手引きから技術指針策定までの期間に検討されたデザインコード活用や視点場設定などの技術手法の他に、新たにドローン等の小型 UAV(Unmanned Aerial Vehicle : 無人航空機)を活用した調査方法についての解説が加わり、多様な視点からの調査の実施が可能となりました。

特に、近年マルチコプター(電動マルチローターヘリコプター)方式の小型 UAV が注目を集めており、技術の進歩にともなう高性能化と低価格化により様々な分野において急速に普及と活用が進んでいます。

農業農村整備の現場では、現場測量や農業水利施設等の点検・メンテナンス等の場面でドローン等の小型 UAV が活用されています。小型 UAV による空撮は、「必要な時期」、「必要な場所」の「広範な地形や土地利用状況の収集が可能」であり、こうした特徴から、広範な地域を対象とした景観情報の収集や整備対象施設の見え方等の三次元的な検討を必要とする景観配慮対策においても効果的な活用が期待されています。

こうした小型 UAV の活用場面の増加や活用にあたる期待が高まる一方で、小型 UAV の墜落や航空機等とのニアミスなどの重大な事故が国内でも発生するなど、小型 UAV の有効活用と安全対策の両者についての普及啓発が求められています。

そこで、技術指針から新たに導入した「ドローン等の小型 UAV による調査」に着目し、技術者等への技術の普及を目的として、小型 UAV を活用した調査にあたる事前準備、調査対象地に係る法規制等の確認、調査時の留意事項や安全対策等を含む調査方法、及び空撮映像や画像を用いた三次元モデル作成等の解析手法を解説した動画(以下、「解説動画」)を制作しました。本テキストは、解説動画を補完し、農業農村整備事業における景観配慮対策での小型 UAV を有効に活用する方法をまとめたものです。

なお、農業農村整備事業における景観配慮対策の基本的な考え方、対策方法等については、「農業農村整備事業における景観配慮の手引き(平成 18 年 8 月)」、「農業農村整備事業における景観配慮の技術指針(平成 30 年 5 月)」を参照してください。

1 イン트로ダクション

1.1 農業農村整備事業における景観配慮対策



農村景観は、地域の生産や生活、多様な自然環境や地域の伝統文化が織り出す美しさを持ち、地域住民に安らぎや充足感をもたらすとともに、都市住民にとっても価値ある原風景として認識されています。

農林水産省では、農業農村整備事業の実施にあたり、良好な景観に配慮するための対策を検討することとし、平成30年5月に景観配慮対策の現場適用性を向上させることを目的とした「農業農村整備事業における景観配慮の技術指針」を策定しました。

1.2 景観配慮対策の進め方

景観配慮対策は、「調査」、「計画」、「設計」、「施工」の手順で進められ、ドローン等の小型 UAV は、「調査」段階の「概査*」での情報収集に役立てることができます。

また、撮影した空撮画像は、整備対象施設と周辺景観との調査を検討する材料として活用することが期待できます。

概査とは

調査段階における概査では、地域景観の概況等を把握するため、文献調査、聞き取り調査、地域景観に関する各種計画の収集等による情報収集等の作業全般を示すものです。

1.3 小型 UAV の概要

無人航空機を意味する UAV (Unmanned Aerial Vehicle) は、大きく分けて2つのタイプが存在しています。一つは「マルチコプター」と呼ばれる複数枚の回転翼を使って飛行する機体、もう一つは、「固定翼機」と呼ばれる主翼が機体に固定され、前進することで揚力を得て飛行する機体です。それぞれ特徴があり、マルチコプターは、ホバリング等も可能で安定しており操縦も容易で比較的重いものを運ぶ（搭載する）ことができます。



図1 小型 UAV (マルチコプターの例)

UAV は、輸送・デリバリー、災害対応、測量、点検・メンテナンス、農業、監視・警備・捜索、エンターテインメントなど、様々な分野において活用がされています。農業分野での活用には、大きく分けて農薬や肥料などの散布用としての活用と、空中撮影で情報を得るための活用があります。精密農業などのためのほ場センシング、農地や水路など農業用施設の点検などの用途、あるいは景観配慮に関わる調査での活用は空中撮影の例にあたります。

(参考 農研機構農村工学研究部門:「農業農村整備事業の景観配慮対策に関わる調査における小型 UAV 活用ガイド」令和2年6月)

2 景観配慮対策における小型 UAV の活用

2.1 安全対策等の留意点

ドローン等の小型 UAV の自動（姿勢）制御技術が向上するなかで、飛行にあたり操縦者の知識と判断に基づく「安全に飛行ができるかどうかの状況判断」、「機体の整備」、「飛行規程に則った操縦」等の安全対策が重要となっています。そのため、重大な事故を未然に防ぐためにも、操縦者だけではなく小型 UAV を扱うすべての人は、航空法、電波法をはじめとした小型 UAV に関係する法令を遵守することが必要となります。

平成 27 年 9 月に航空法の一部が改正され、平成 27 年 12 月 10 日からドローンやラジコン機等の無人航空機の飛行ルールが新たに導入されることとなりました。

最新の飛行ルールの詳細については、国土交通省 HP「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）で情報提供を行っています（情報確認：令和 2 年 12 月 25 日）。

【飛行の禁止空域】

次の（A）～（C）の空域のように、航空機の航行の安全に影響を及ぼすおそれのある空域や、落下した場合に地上の人などに危害を及ぼすおそれが高い空域における小型 UAV の飛行には、あらかじめ、国土交通大臣の許可を受ける必要があります。

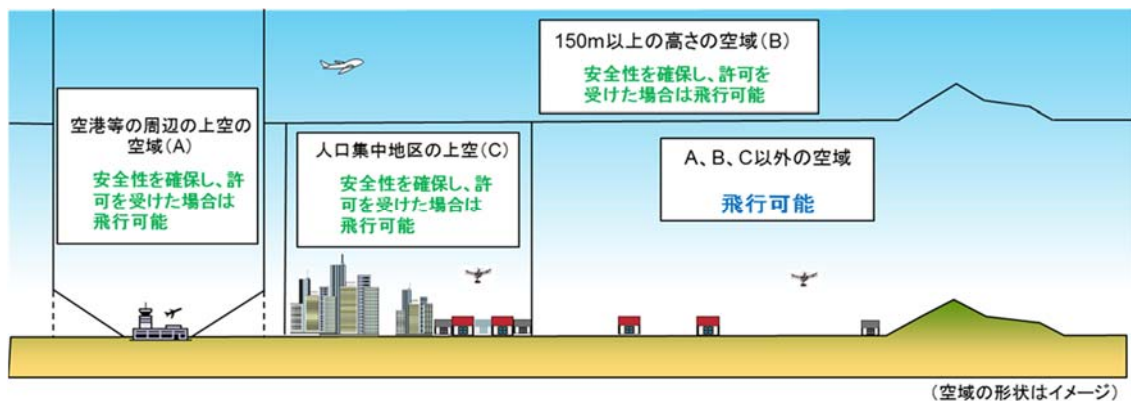


図 2 飛行許可が必要な空域（出典：国土交通省 HP「無人航空機（ドローン・ラジコン機等）の飛行ルール」）

※令和元年 9 月 18 日付けで、一部の空港（新千歳空港、成田国際空港、東京国際空港、中部国際空港、関西国際空港、大阪国際空港、福岡空港、那覇空港）では、新たに進入表面若しくは転移表面の下の空域又は空港の敷地の上空の空域が飛行禁止空域となります。

【飛行のルール】

飛行させる場所に関わらず、小型 UAV を飛行させる場合には次の現行ルール（令和 2 年 9 月 18 日時点）を守ることが必要です。

- ① アルコール等を摂取した状態では飛行させないこと
- ② 飛行に必要な準備が整っていることを確認した後に飛行させること
- ③ 航空機や他の無人航空機と衝突しそうな場合には、地上に降下等させること
- ④ 不必要に騒音を発するなど他人に迷惑を及ぼすような方法で飛行させないこと
- ⑤ 日中（日出から日没まで）に飛行させること
- ⑥ 目視（直接肉眼による）範囲内で無人航空機とその周囲を常時監視して飛行させること（目視外飛行のルールに反する例：F P V（First Person's View）、モニター監視）
- ⑦ 第三者又は第三者の建物、第三者の車両などの物件との間に距離（30m）を保持して飛行させること
- ⑧ 祭礼、縁日など多数の人が集まる催し場所の上空で飛行させないこと
- ⑨ 爆発物など危険物を輸送しないこと
- ⑩ 無人航空機から物を投下しないこと

※⑤～⑩のルールによらずに無人航空機を飛行させようとする場合には、安全面の措置をした上で、地方航空局長の承認を受ける必要があります。

【飛行前の安全確認等】

飛行前には機体の動作確認を行うとともに、操縦者の保護具（ヘルメット、グローブ等）の装着、ナビゲーターとの連絡方法の確認、飛行場所の確認や休憩時間の調整等の安全対策を行うことが重要となります。

2.2 小型 UAV 活用の利点

【小型 UAV の特徴】

近年、技術革新が進んでいるドローン等の小型 UAV は、飛行の安定性や操作性の向上や、撮影にあたる安定性、映像品質の向上などの高性能化が進み、高解像度な空撮映像を手軽に撮影することが可能となっています。

農業農村整備においては、こうした小型 UAV の特徴を活かすことで、現場測量や立ち入りが困難な施設等の目視点検、工事の進捗管理等の施工管理や施設の維持管理の効率化を図ることが期待されています。また、小型 UAV による空撮映像は、農作物の生育管理を行うなど農業農村地域でも広く活用されるようになっていきます。

【景観配慮対策での活用】

景観配慮対策においては、従来、地図情報の読み込みや現地踏査等による確認作業により行ってきた調査段階における「概査」等の地域の概況把握をより効率的に行うことが期待されています。

本来概査では、図 3 のような二次元情報を主とした地図情報等を読み込むことで、地域の地形や土地利用状況を分析し、地域景観の大まかな構造や特徴等の概況を把握してきました。こうした概査作業を行うことで、以降に行う「精査」の質を高め、より効果的な景観配慮対策の検討に役立てられてきました。

こうした二次元情報の読み込みに、図 4 のような三次元的に空間を捉えることができる空撮映像の確認を行うことで、地域を構成する農地や集落、林地などの位置関係、道路または農地の線形や形状といった大景観レベルで捉える地域の特徴、あるいは民家のまともり方や屋根の向きや形状、農地内の樹木の配置状況などの中景観レベルの特徴を捉えることができ、効率的かつ効果的な概査を行うことが期待されています。

また、こうした二次元情報を主とした地図情報等の読み込みと、三次元的に空間を捉えることができる空撮映像等を視認することで、直観的な地域景観の認知が得られ、現場技術者だけでなく地域住民に対しても地域景観や景観配慮対策についての理解を促進する効果があることも期待されています。

景観配慮対策において、小型 UAV を活用する利点の詳細は p.8 に示す通りです。

地理院地図
GSI Maps



図3 印旛沼地区の状況（地形図）



図4 小型 UAV による空撮写真（高度 90m）（印旛沼地区にて上記地図記載地点より撮影）

【高解像度で広範囲、即時性を有した地域の概況把握】

従来の地図や空中写真などでは困難であった小さな施設や農地の一筆が確認できるほどの高解像度で、広範囲に、今の状況をその場で確認することができます。そのため、地域概況を効率的かつ効果的に把握することが期待できます。

さらに季節や作物の栽培暦など調査時期が重要な検討事項となる農村景観の調査において、今の状況をその場で調査・確認できる適時性も有しています。そのため、景観配慮対策において求められる地域の概況把握を効率的かつ効果的に実施することができます。



図5 空撮映像例



図6 高解像度で空撮した大豆畑

(参考・画像出典 農研機構農村工学研究部門：「農業農村整備事業の景観配慮対策に関わる調査における小型 UAV 活用ガイド」令和2年6月)

【地域の地形や景観対象の状況を三次元的に再現】

これまで、地形や施設構造を視覚化するためには、地形図や平面図、断面図等の二次元で表現された図面等を用いることが一般的でした。

小型 UAV で空撮した画像解析により、平面や立面の検討や地形などの三次元解析をシームレスに行うことができ、視点場の検討や各種景観シミュレーションに活用することが期待できます。



図7 三次元解析例（棚田の点群データ）

【地域景観や対策を分かりやすく可視化】

俯瞰的な視点から撮影した空撮映像は、施設や農地などの狭い範囲にとどまりがちな検討の視野を広げるうえで、住民参加などによる景観づくりの有効な手段となります。

また、動画や三次元モデル等の活用は、担当者や住民間での情報共有を容易にすることも期待できます。



図8 地域住民等が参加したワークショップ例

3 俯瞰的視点からの景観情報の収集

3.1 活用場面



図9 空撮映像例

ドローン等の小型 UAV により、「鳥の目」から対象地域の景観を俯瞰的に見渡すことができることが最大の特徴として挙げられます。

景観配慮対策では、整備を行う施設が周辺景観と調和するよう配慮し、対策を検討します。そのため、整備を行う施設がどのような景観的な特徴のある場所に立地しているかを把握することが重要となります。

従来は、当該自治体の景観計画や事業誌等の既存資料、衛星写真、地図等の読み取りによる情報収集を行ったうえで、現地調査では展望台などの広範囲を見渡せる所から地域全体の様子を捉えていく作業を行います。

しかしながら、展望台のような場所がない場合も多く、地域の全体像を捉えることが難しいこともあります。ドローンによる空撮は、展望台がない場所でも容易に広範囲を俯瞰して見ることができ、整備施設の周辺地域の景観的な特徴を効率的かつ効果的に把握することが期待できます。

撮影対象と飛行ルート、撮影方法の検討

飛行前に撮影目的や撮影対象にあわせて小型 UAV の飛行ルートと撮影方法を検討しておくことが必要となります。地域景観の概況を把握する目的ではカメラを水平にセットした撮影や 360° パノラマ撮影が一般的に行われます。

頭首工やダム躯体等の特定の点施設を撮影する際には、カメラを斜めにセットして施設の周りを飛行して（飛行しながら）撮影を行うこともあります。

また、地形または施設等の三次元解析を行うための画像収集を目的とした撮影では、カメラを真下に向けて広範囲を撮影するなどの方法がとられています。

こうした目的に即した撮影方法を次項にて紹介します。

3.2 撮影方法

空撮では、カメラ一体型の小型 UAV を用いることで、地表面と水平方向や斜め方向などいろいろな角度からの俯瞰撮影が可能となります。

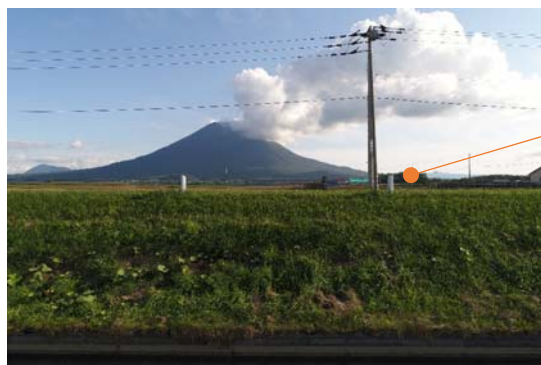
高度を高くするほど、遠くの対象を含めた眺望を得ることができ、より広範囲の地形の起伏や土地利用の状況を確認することができます。

また、動画撮影では、360° のパノラマなど広い眺望や地表面からの高さ方向も 50 メートル、100 メートルとさまざまな高さをシームレスで捉えることができ、対象地域のダイナミックな景観の広がりや地域の景観の構成の把握に役立てることができます。

【カメラ水平による高度別の見え方】

地域を広範囲に捉えようとする際には、撮影角度を水平（俯角 0°）にすることが一般的です。高度を高くするほど、遠くの対象を含めた眺望を得ることができ、より広範囲の地形の起伏や土地利用の状況を確認することができます。

高度と景観の見え方については、次の事例を参考にしてください。



【高度 1.5m】

- 地上の人の目線とほぼ同じ高さからでは、建物や構造物、林などにより視界が遮られたりする。

【高度 10m】

- 構造物や林など配置や農地の形状等を把握することができる。



図 10 高度による見え方の違い（1）



【高度 30m】

- 段丘などの地形の起伏を捉え、農地の広がりや道路等の線形を把握することができる。

【高度 50m】

- 林地や農地の配置から土地利用の状況がより明確に把握することができ、かなり遠方まで景観の広がりを捉えることができる。



【高度 90m】

- 手前は標高が高く畑地が広がり、奥に行くほど標高が低くなり水田が形成され、高低差が発生する段丘崖に林地が形成されている様子が見てとれる。
- ただし、これ以上高度が上がると、地形の起伏を視認することが難しくなる。



図 10 高度による見え方の違い (2)

広大な農地の起伏を確認するための高度

地形の起伏は、直線的な道路の線形や段丘林などの林地を見ることで確認することができます。

上の事例のように、カメラを水平にして、広大な農地や土地を対象とした撮影を行う場合、高度 30m から 50m程度が地形の起伏や段丘の存在を確認する最適な高さで、90m 以上になると地形の起伏を確認することが難しくなりました。

【機場等の点施設の撮影】

機場等の点施設を斜めから空撮する場合、カメラを水平にセットするよりある程度俯角をつけた方が良い場合があります。

下の事例は、揚水機場を対象として、機場より約 200m 離れた地点から小型 UAV を垂直に高度 40m まで飛行させ、カメラの角度を俯角 0° 、 5° 、 10° 、 20° と変えて撮影しました。

俯角 0° では、地平線が写真の中央に位置し機場は写真の下部に位置していますが、俯角 10° では撮影対象である揚水機場が写真の中央に位置する形となっています。

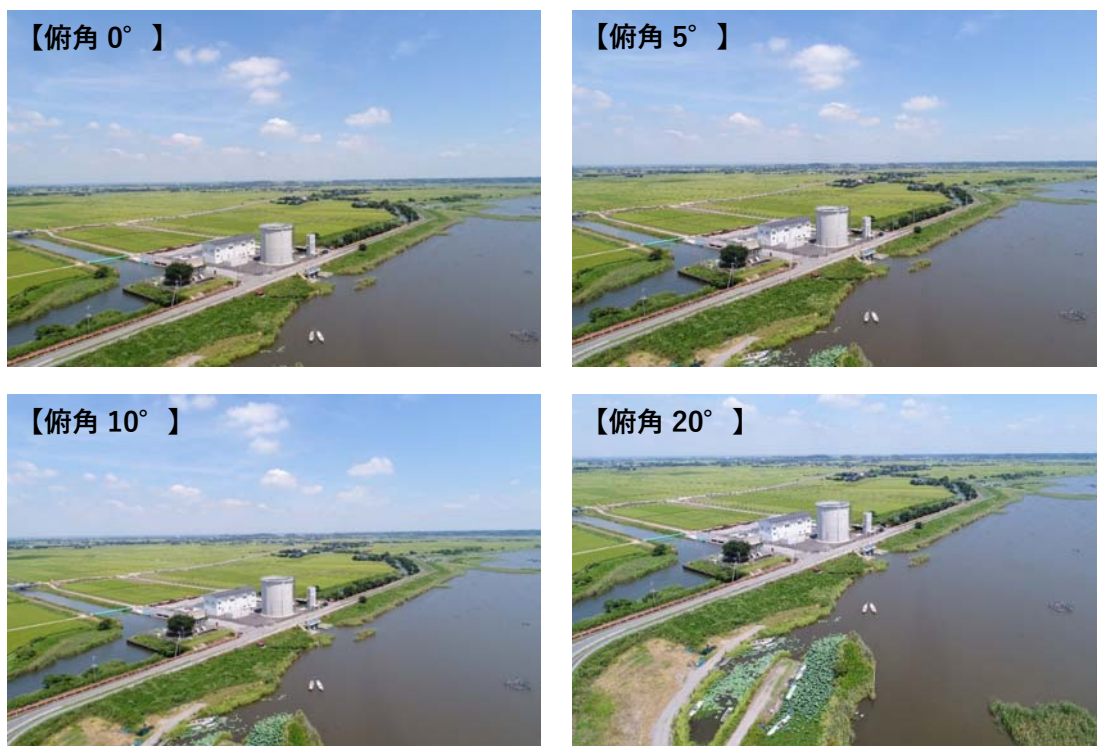


図 11 カメラ角度による見え方の違い

機場等の点施設の撮影方法

機場や頭首工等の点施設の撮影にあたっては、施設規模を勘案して施設からの距離、高度を検討することが重要です。また、カメラにはある程度俯角をつけ、対象施設を斜めから撮影することで、対象施設を画面の中心に捉えつつ、周辺の奥行きや広がり把握することができます。

上の事例では、対象施設から 200m 離れた地点から垂直に 40m 小型 UAV を上昇させ、カメラの俯角 10° で、施設を中心に周辺景観の広がり確認できる画像を撮影することができました。

なお、小型 UAV で撮影される映像の視野角などは、搭載しているカメラによって変わるため、実際に撮影して適切な画角を調整するなどの対策が必要です。

【全方位撮影（広範囲の土地利用等の概況把握）】

景観配慮対策のうち概査においては、対象地域の広範囲にわたる地形や土地利用の状況を的確に把握することが重要となります。景観配慮対策に限らず、整備対象施設等が立地する周辺の状況を的確に把握するうえで、ドローン等の小型 UAV がとても役立ちます。

対象地域を広範囲に把握するための撮影では、上空でホバリングさせた状態でドローンを水平回転させ、全方位を撮影する方法が最適です。

次に、全方位を把握するための四方位撮影（静止画像）とパノラマ撮影・動画撮影の方法を示します。

四方位撮影（静止画撮影）

静止画撮影では、東西南北などの四方位、八方位など撮影の方角を決めて撮影を行うことにより周囲の状況が把握できます。

下図は、河川上の水路橋の上下流、左岸・右岸の撮影をおこなった例です。左岸側の地形（台地）や下流、右岸側の平地の散居集落の様子を確認することができます。



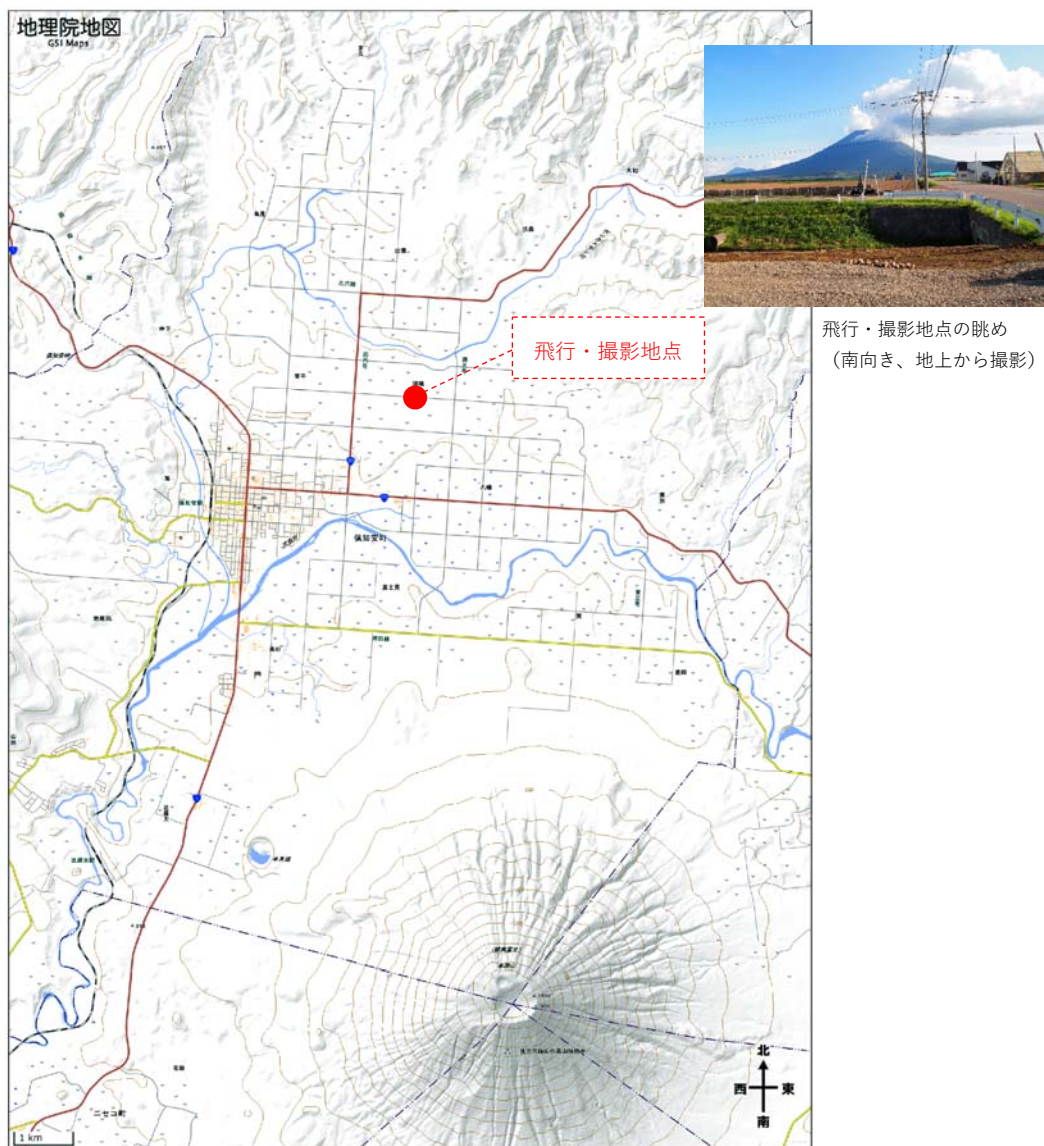
図 12 四方位撮影例

パノラマ撮影・動画撮影

パノラマ撮影や動画による撮影などを用いることにより 360° 全方位の撮影をおこなうことも可能です。

下図は、小型 UAV を用いて動画による 360° 全方位撮影を行った例です（高度 100m、俯角 0° で撮影）。

通常の概査などの調査では、地形図などの地図情報から土地利用、景観構成要素（地物）を抽出したり、現地にて地上からの写真撮影にて景観構成要素を記録したりします。ドローン等の小型 UAV を活用することで、地図情報の分析や現地踏査と比較しても容易に膨大な景観情報を収集することができるため、効率的な地域景観の特性把握や視点場設定等の分析が可能となります。



飛行・撮影地点の眺め
(南向き、地上から撮影)

図 13 パノラマ撮影地点（北海道倶知安町）

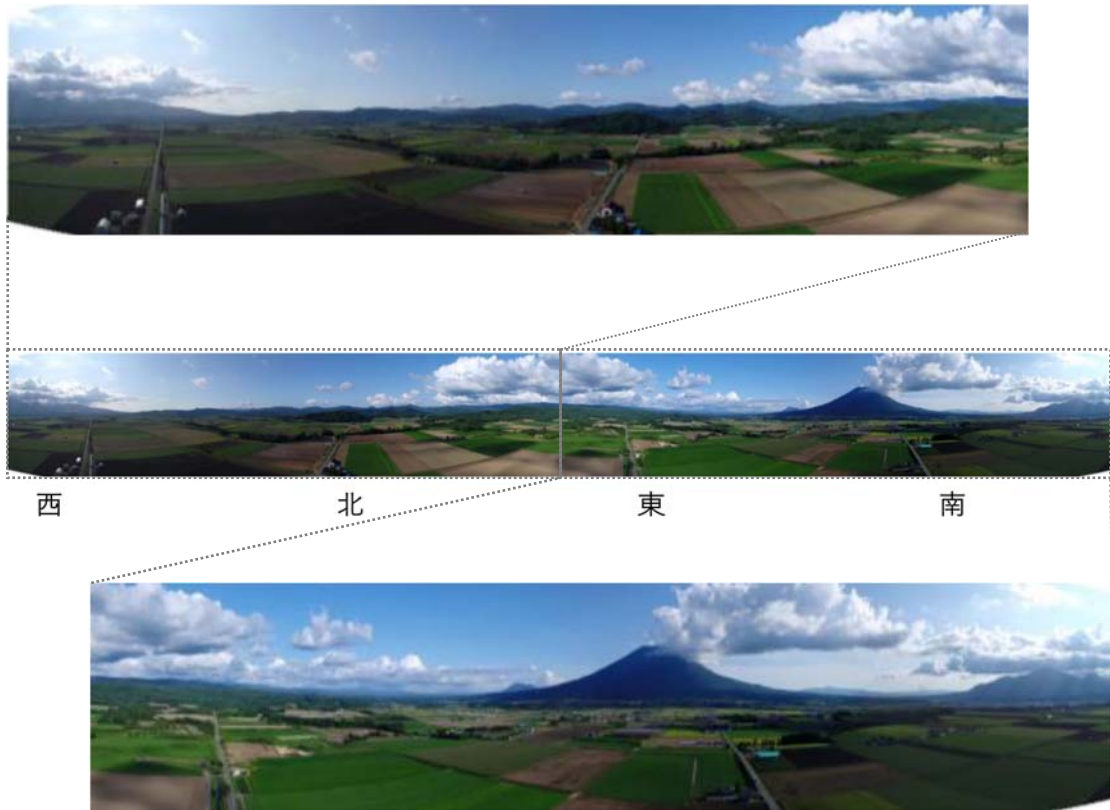


図 14 パノラマ撮影例（図 13 に示す飛行・撮影地点で撮影）

高度と得られる景観情報

360° 全方位撮影において、飛行地点から半径 2.5km 以内（中景域）にある地物（景観構成要素）無理なく視認できる画像を得るためには、高度 90m 以上から撮影をすることが望ましいです。

また、半径 400m 以内（近景域）の地物（景観構成要素）を中心とした画像を得るためには、高度 60m 以下もしくは俯角 5° 程度で撮影することが望ましいです。

（参考 農研機構農村工学研究部門：「農業農村整備事業の景観配慮対策に関わる調査における小型 UAV 活用ガイド」令和 2 年 6 月）