

ドローンによる写真測量と土木分野でのデータ利用

実施担当者 岐阜県立加茂農林高等学校
教諭 森本 達雄



1 はじめに

ドローン(Drone)はここ数年で急速に普及し、私たちの生活に様々な変化をもたらそうとしている。近年、電池・モーター・センサーなどの超小型化やスマートフォンの普及によりドローンが急速に利用されるようになり、近年「空の革命」が一気に進んでいる。既に様々な産業の分野でドローンは利用されており、土木の分野においてもドローンの利用が急激に進み、写真測量データの利用による工事進捗状況の確認や土量計算なども行われている。今回は、ドローンの基礎学習、操作実習、実際の写真撮影とデータ処理について調査研究を行った。

2 調査研究内容

2-1 ドローンの歴史

ここ 10 年ほどで爆発的に普及したドローンであるが開発の歴史は古く、第2次世界大戦前の無人操縦飛行機が始まりである。1930 年代からイギリスやアメリカで標的機として無人の飛行機が開発され、1940 年に米国で開発された標的機が「ターゲットドローン」と命名された。現在 4 枚羽のドローンをよく見かけるようになったが、当初は無人航空機がドローンと呼ばれていたわけである。

2010 年にフランスの Parrot 社のホビー用マルチコプターが販売されたことで、現在の 4 枚羽タイプのドローンが急速に広まった。そしてバッテリーの開発による機体の軽量化、WiFi の技術を用いての遠隔操作が可能となり、一般人を対象とした小型ドローンが一気に利用されるようになった。現在、多くの会社がドローンの開発販売を行っているが、世界のドローン市場の約 90% を DJI (中国)、Parrot (仏)、3D Robotics (米) の 3 社で占有しており、中でも DJI は全体の 70% 近くを占めている。国内メーカーのドローン開発は残念ながら大幅に遅れているのが現状である。

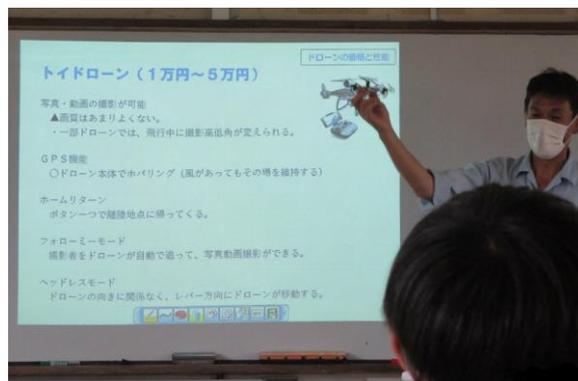


図1 ドローンについての学習

2-2 ドローンの測量・土木分野他での利用状況

産業界では日進月歩でドローンの利用技術が高められ、様々な分野でドローンが利用されるようになってきている。測量分野では、狭い範囲の写真測定と地図業務、土木分野では工事進捗状況の管理、現場で使用する土の体積を計算する土量計算や切土盛土の土量管理、土木構造物の点検業務によるひび割れ箇所の発見作業など、農業分野では生育状況や収穫時期の調査のための栽培管理、農薬散布や鳥獣の防除など。防災分野では、捜索や救助活動、緊急物資の輸送など、様々な分野での利用が進められ、新たな技術開発が行われている。

2-3 写真測量

(1) 写真測量とは

対象物を一定間隔の2点から撮影し、被写体の位置や形・大きさなどを測定する技術である。まずこれまでに測量に利用されてきた飛行機による写真測量について説明する。地図の作成には長い間飛行機が利用されてきた。長所は①広範囲の測量を短時間で撮影できる。②撮影した写真から現地の状況や時間変化を再現できる。③一対の写真により地図の精度を高めることができること、などがある。短所は①飛行機の経費がかかる ②樹木や建物により見えない死角ができる ③天候に左右されやすいこと、などがある。

ドローンは飛行機と比較すると写真を簡単に撮影できるが、バッテリー容量の関係でまだ飛行時間が短く、撮影高度が低い関係から撮影面積も狭い。しかし、軽量で一人でも扱えることから手間はかからず、狭い範囲であれば短時間で現地の写真測量が可能であり、その後の画像処理による地図の作製も短時間でできる。ドローンによる写真撮影は、狭い範囲での写真撮影や緊急災害時の現地調査などには非常に有効な方法である。

| 種類 | 飛行時間 | 撮影面積 | 経費 | 備考 |
|------|-------|---------------------|----|-------------------------------|
| ドローン | 30分程度 | 数k m ² | 少額 | 短時間で撮影でき機材が少ない |
| 飛行機 | 5～6時間 | 100k m ² | 高額 | 長時間の撮影となり機材が必要 天候の影響を受けやすい |

表1 ドローンと飛行機の写真測量の比較

(2) 投影方法

写真撮影は、レンズの中心から撮影面を見る中心投影であるが、これでは写真の隅(遠く)にあるものは小さくなり側面も写ってしまうために、広い範囲野写真を重ね合わせるができない。撮影

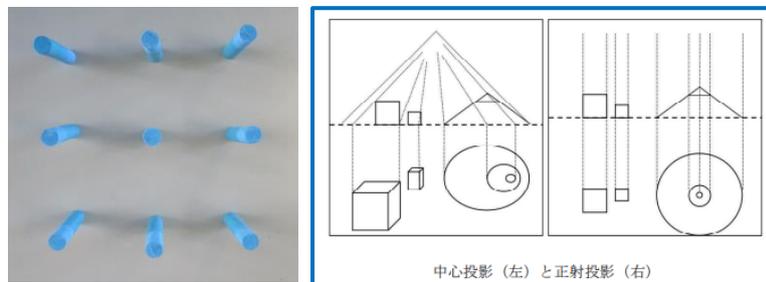


図2 中心投影 (左写真、左図) と正射投影 (右図)

面のすべての点を真上から見る正射投影にしなければ平面の地図を作成することはできないのである。そのため一旦撮影基準面のすべての対象物を、真上から見た画像に直す必要がある。この

変換を「オルソ変換」、変換した画像を「オルソ画像」という。進行方向の連続した写真の列をコースといい、コース間の重なりをサイドラップ (S.L) という。サイドラップは通常 30% 程度である。(図 3) ドローンによる写真測量では、通常 O.L=90%、S.L=75% 程度が必要である。

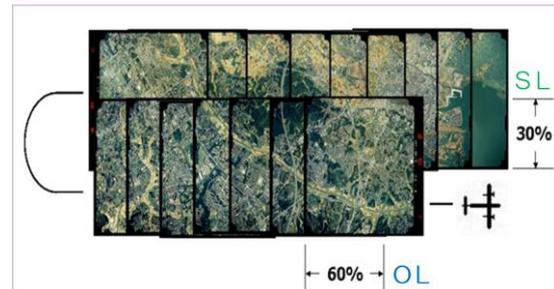


図 3 オーバーラップとサイドラップ

2-4 ドローン操作練習

操縦練習は指導者自身がホビー機から練習を始めて効果があったことから、2台のホビー機を購入し生徒は練習を行った。飛行時間は約 5 分程度と短い、プロペラにガードがあり天井や壁にぶつけ落下させても簡単には壊れない。室内での練習は意外と難しく、機体の起こす風で狭い室内空間に気流ができ、ホバリングを難しくさせた。生徒は徐々に微妙なレバー操作が少しずつできるようになり、高さや向きの微調整が可能になった。またとっさの操作判断力も身に付きとても有効な練習であった。また、短い時間でバッテリーがなくなってしまうことから、少しでも長く練習できるようにするためにどのように操縦すべきかを生徒たちが自ら考え、車と同じように空中



図 4 操縦練習風景

で急加速や急停止をしないようゆっくり操作レバーを倒すこともできるようになり、後の大きなドローンの操作にも大変役に立った。

右図のドローンは、トイドローンの操作方法とほぼ同じであるが、ドローン本体のセンサーにより空中に自動で位置を維持でき、トイドローンと比較すると操縦は非常に簡単で驚いた。



図 5 写真撮影に使用したドローン

2-5 水田での写真撮影とデータ処理

学校水田において実際に写真測量は、生徒が操縦し以下のように行った。

ドローン：D J I 製 M A V I C 2 P r o (有効画素数は 2000 万画素、最大飛行時間 31 分)
 撮影写真枚数：6 コース×1 コースあたり 10 枚程度=60 枚程度

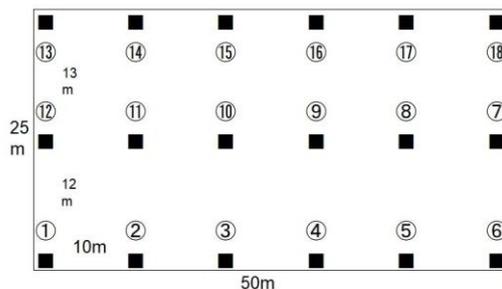


図 6 水田のサイズとマーカーの位置



図 7 写真より作成したオルソ画像

2-6 土地造成現場での写真撮影と画像処理

(1) 写真撮影と算出土量

水田撮影と同様に土地造成現場で写真撮影を行った。図8は、写真から作成した3D立体画像で、図9上図はオルソ画像である。

算出したい土量は、下図のように赤線で囲むとすぐに値が出てくる。これは、囲った赤線の最低標高を基準にその上部の土量を出したものである。また赤い横線の断面について、下の断面図がすぐに作成できる。

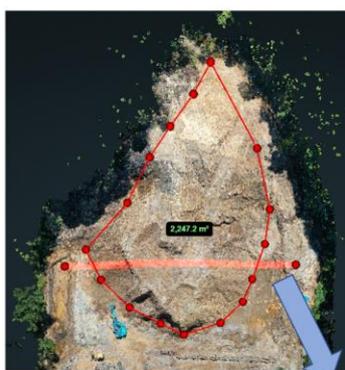
生徒は、これまでに校内で水準測量により高低差の測量を行い、その後縦断面図と横断面図より、土量計算他を行ってきた。実際に現地でその方法による測量は実施していないが、仮に測量するとしたら4人チームで土量計算まで、丸3日はかかると予想した。実際の撮影時間は10分程度、画像処理に時間がかかるものの、非常に早く正確にできることが実感できた。

撮影した写真画像の処理は、(株)スカイマティクスの「KUMIKI」というクラウドサービスで行った。

操作はとても簡単で、HPで登録後、撮影した写真をダウンロードし、必要なデータを入れるのみで、図8,9のような画像作成や面積計算、土量計算などを短時間で行うことができる。



図8 写真より作成した3D画像



面積
2247.2m²
(赤線内)

断面図



図9 オルソ画像と断面図

3 まとめ

今回の調査研究と実際の撮影や画像処理実習をとおして、ドローンの基礎的知識と操作方法、画像処理について学ぶことができた。将来、学校現場においてもドローンを利用した測量実習が必要になると考えられ、今後教科測量においてドローンについての学習や操作練習、撮影と画像処理を継続させ、ドローンの利用方法を創造できる人材育成をしていきたい。

謝辞

本研究を行うにあたり多大なるご支援をいただいた公益財団法人中谷医工計測技術振興財団様に厚くお礼申し上げます。本当にありがとうございました。

参考文献

- 1) 続・ドローン産業応用のすべて 進化する自立飛行が帰る未来 野波健蔵 編著 Ohmsha
- 2) 必携ドローン活用ガイド ～災害対応実践編～ 内山庄一郎 著 東京法令出版