

# 高専におけるドローンを使った空中写真測量実習

長岡工業高等専門学校 教育研究技術支援センター 正会員 込山晃市  
長岡工業高等専門学校 環境都市工学科 正会員 山本隆広

## 1. 背景と目的

現在、建設業界においては建設投資費の減少や労働者の高齢化など多くの課題を抱えている。国土交通省は生産性の向上や担い手確保に向けた対策として、i-Construction を掲げ、ICT を全面的に活用することで建設生産プロセス全体での生産性向上を図る取り組みを進めている。既に情報化施工や CIM (Construction Information Modeling / Management) といった取り組みが行われている中で、i-Construction と共に UAV を用いた測量マニュアルの整備、空中写真測量やレーザースキャナを用いた出来形管理基準の整備など、新たに 15 の新基準、積算基準が設けられ、ICT を活用した新技術の活躍が期待されている。さらに i-Construction に関連した施工技術の紹介や実務的な講習会の開催、研究開発など情報通信業界や機械メーカーなどの他産業界も参入し、建設業界全体で積極的な技術の普及と導入が図られている。

教育現場においても i-Construction に関する授業は行われているが、ほとんどが座学によるものである。その中で、測量分野の実習においては水準測量や平板測量、角測量などの基礎的な測量技術が主だった実習課題として与えられ、近代化する測量技術の実習が行われていないのが現状である。多くの教育機関において、測量に関する実践的知識を有した教育者の不足、トータルステーションなどの機器の購入や維持管理にかかる費用、学生が使用する場合のリスク管理、実習教材の開発が行われていないことなどが理由として考えられる。しかし、ICT、IoT、AI といった近代産業技術は日々進化を遂げており、それらを活用した測量技術はもとより、i-Construction とはどのようなもので、どのような知識が必要であるのかを、座学だけでなく実習として体験し学習することは、実践的かつ即戦力となる技術者の育成に必要不可欠である。

現在、長岡高専においては、表 1 のような測量の授業及び実習を行っており、電子平板測量などの ICT 関連の実習を既に導入している実績がある。

本発表は長岡高専の測量学の授業にてドローンを用いた空中写真測量実習を行った事例報告であり、他の教育機関等における測量実習教材の参考になればと考えている。

## 2. 使用機器

ドローンの飛行に際してまず問題となるのが、いわゆるドローン規制である。本学の敷地は DID 地区に該当するため、ドローン飛行の際は航空局への届け出が必要である。そこで、本実習では規制対象外となる総

重量 200g 以下のトイドローンに着目し、RyzeTech 社の Tello を使用することとした。本機体総重量は 80g、最大連続飛行可能時間が 13 分、撮影静止画像画素数が 500 万画素、初期設定で 10m の高度制限が設けられているため、学生がドローンの操作を行うにあたって目視外飛行とならないような低高度での飛行が可能である。なお、ドローンの操作には iPad を使用し、操作用のアプリケーションは AppStore にて無料で配布されているものである。

本実習で使用する SfM (Structure from Motion) ソフトとして JACIC の災害復旧効率化支援システムである Photog-CAD フリー版を使用した。本ソフトウェアは法面に対して正面からの写真 3 枚で三次元モデルの作成と断面の測定までも行えることから、写真測量の概要を学ぶといった点で十分な機能を有していると考えられる。

表 1 長岡高専における測量に関する授業

科目名	学年	単位数	授業内容
測量学 I	1 年 後期	1	機器の使い方 水準測量, 角測量
測量学実習 I	2 年 前期	1	水準測量 三角測量
測量学 II	2 年 通年	2	トラバース測量 基準点測量, 誤差
測量学実習 II	3 年 前期	2	路線・地形測量 電子平板測量
測量学 III	3 年 通年	2	路線測量 河川測量
応用測量学 (選択科目)	5 年 前期	1	GNSS, 写真測量 GIS, 誤差, 精度



図 1 使用したドローン (Ryze Tello)

### 3. 実習概要

本実習は本科5年生の応用測量学の2回分の授業で行った。1回目は写真測量の講義を行った。写真測量の種類とその仕組みから作業計画の立案、標定点の設置など、実務的な部分も含めて実際の作業の流れがわかるような講義内容とした。2回目に屋外実習及び SfM ソフトを使用しての写真解析を行った。なお、実習は本科目の受講者は16名であったため、4班に分けて同時進行で行い、解析作業は各自情報処理センターにて行うこととした。学校裏手の法面を対象に写真測量を行い、法勾配及び法面の形状と法尻から法肩までの高低差の算出までを行うこととした。今回の実習にて対象とした法面は、法面勾配約 1:1.0~1.4 で高低差約 4.5m~6.0m である。

### 4. 実習手順

- 1) 屋内にて全員がドローンの離着陸から写真撮影までの操作を体験し学習する。
- 2) 対象となる法面の周辺に標定点の代わりとなる紅白ポールを視認可能な位置に設置する。(図2)
- 3) 各自でドローンを飛行させ、対象とする法面の正面及び左右からの写真を撮影し保存する。この作業は班員全員が行う。
- 4) 保存された写真から班ごとに解析に使用する写真を選択して iPad に保存し、情報処理センターのパソコンにコピーする。
- 5) 各自が PC 及び SfM ソフトを起動し、スクリーンに投影された教員の PC 画面を見ながら同様の操作を各自で行って、解析手順を学ぶ。
- 6) 解析後に得られた三次元モデルから法面勾配や高低差などを算出し、解析結果をキャプチャした画面をレポートに貼り付けて提出する。

### 5. 実習成果とまとめ

今年度初めて行った実習であったが、当日は天候に恵まれ、風によるドローン飛行への影響もなかった。また、学生自身でドローンの操作や解析など積極的に取り組む姿勢がよくみられた(図3)。提出されたレポートには、今回の実習を通じて理解したことを記述してもらったが、多くの学生から、ドローン操作や写真解析が思ったより簡単に行える、ICT 技術が身近に存在している、今までの測量に比べて ICT 技術を活用することによる省力化を実感したなどの記載があり、ICT 教育として意義のある実習であった。

しかし、今年度実習を行った上でいくつかの課題が残った。解析した断面と実際の法面形状との差異を測定する時間を取れずに、解析だけで終わってしまったことや紅白ポールの立て方や対象法面に対するドローンの位置や角度を明確にしなかったために解析に失敗したことである。今後はこれらの課題を解決して写真測量の実習を行うと共に、これからも様々な ICT 技術に関する低コストで汎用性のある実習教材を開発していきたい。

### 6. 参考文献

- 1) 込山晃市, i-Construction の教育用教材開発, 第35回土木学会新潟会論文集, 2017.
- 2) 表真也, 大屋誠, 安食正太, 福田浩司, 測量実習における ICT 技術の導入及び共同型授業への取り組み, 土木学会第72回年次講演会論文集, 2017.



図 2 撮影対象法面



図 3 写真測量実習の様子

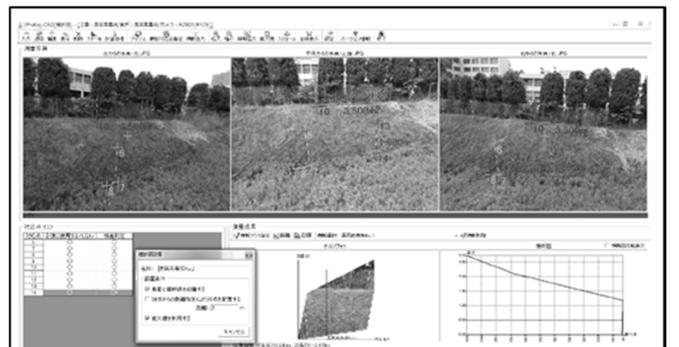


図 4 解析結果 (提出レポートより)