

# 住居環境科における測量分野での DX 機器の活用について

## Use of digital transformation in the surveying field in department housing environment

山之内 隆志 \*1      渡邊 友也 \*1  
YAMANOUCHI Takashi      WATANABE Yuya

**要約** 建設業界では DX 機器の導入が進められている。住居環境科においても BIM ソフトを活用した図面作成や AR、VR を使用した施工など多岐にわたっている。ここでは、建築測量分野における DX 機器の活用法と今後の授業構成について検討した。併せて、DX 機器を用いた職業訓練を進めるうえでの問題点をまとめた。

### 1 はじめに

住居環境科に配備されている Digital Transformation (以下 DX) 機器は Building Information Modeling (以下 BIM) ソフト、トータルステーション、高精度位置出し機、測量用ドローン、AR 用ホロレンズといった多くの機器がある。本報では特に測量分野で使用する機器の授業での導入状況及び授業構成について報告する。

### 2 授業構成

#### 2.1 現状のカリキュラム

住居環境科では測量関係のカリキュラムとして建築測量実習を実施している。実習のカリキュラムは距離測量、水準測量、多角測量、工事測量を実施し、単位数は 2 単位である。実習ではオートレベルや電子セオドライトといった基本機器を使用して、測量の基本を習得するが、その内容だけでも実習時間は不足している状況である。測量関係の DX 機器を実習に導入するには DX 機器自体の操作はもちろん、付属するタブレットの使用やドローンに関する各種規定など、多くの内容について学習する必要がある。したがって、本校の現行カリキュラムは、DX 機器の活用を学ぶ内容が十分であるとは言えない。

標準カリキュラムにはコンピュータ基礎及びコンピュータ基礎実習が設置されている。この 2 科目を使用して DX 機器の授業展開を行っている施設もあるが、実際はコンピュータ機器の基本操作や 2 次元 CAD を含めた多くの細目を実施しなければならず、この細目

を実施するには標準カリキュラム 2 科目でも不足していると考えられる。本校住居環境科では不足を補うために標準外カリキュラムとして令和 6 年度までにコンピュータ実習のカリキュラムを 2 単位増設して対応してきたところである。

また、DX 機器の導入の一環で近年新設された標準カリキュラムである BIM 実習も 2 単位で実施されている。建設業界でも BIM ソフトを用いた 3 次元ソフトの活用は飛躍的に導入が進められ、住居環境科の学生にとって、非常に重要である。BIM 実習についてもカリキュラム的には訓練時間が不足しており、その不足分を補填するためにもコンピュータ関連実習が使用されている状況である。したがって、新たな DX 機器の活用法を習得する時間を捻出するためには、実習科目を新設することが必要不可欠であると考えられる。

#### 2.2 標準外カリキュラムの設置

上述したカリキュラム構成の問題点を踏まえて、令和 8 年度より、標準外カリキュラムとして建築測量実習Ⅱを新設した。カリキュラム構成は、DX 機器の活用を想定したものでトータルステーション、高精度位置出し機、ドローンを活用した実習内容である。本校で使用する機器を図 1~3 に示す。また、実施時期については、建築測量実習ⅠがⅣ期で 1 年次に受講し、建築測量実習ⅡはⅤ期とし、2 年次に受講するよう計画した。これは、DX 機器を活用した測量は総合制作実習など様々な建築物の施工に活用できるため、2 年次の早い段階での実施が望ましいと考えたためである。

\*1 住居環境科  
Department of Housing Environment



図1 トータルステーション  
 (株式会社トプコンソキア iXseries)



図2 高精度位置出し器  
 (株式会社トプコン楽位置)



図3 ドローン本体とコントローラー  
 (DJI JAPAN 株式会社 MAVIC 3 ENTERPRISE)

### 3 DX 機器ごとの実習内容

#### 3.1 トータルステーション

トータルステーションは建築及び土木の実務的な工事測量に最も活用されている。特徴としては多角測量が可能なことに加えて、距離測量も可能で、さらには水平距離を容易に測量できる点である。半面、機器の操作が複雑になるため、事前に多角測量や距離測量といった測量の基礎を理解していることが重要である。基礎学習は建築測量実習Ⅰにおいて1年次に実施する。

トータルステーションを用いて測量する課題は、建築施工実習Ⅰで実際に施工する建築物とした。図4に施工する建築物の基礎伏図を、図5に完成CGを示す。

実際に施工する建築物で測量を行うことは、建築物の形状等を理解してスムーズに測量する点で有効な課題だと考える。

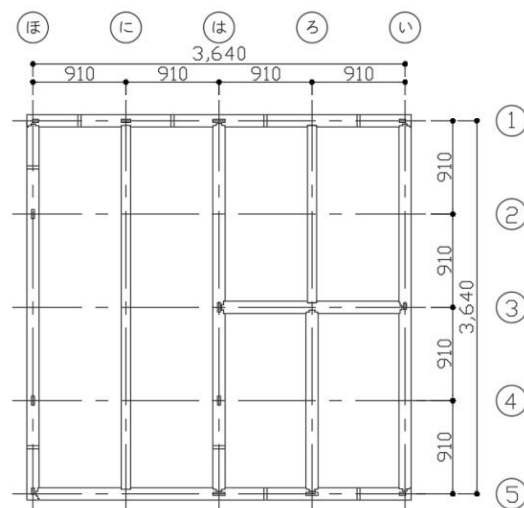


図4 建築物の基礎伏図

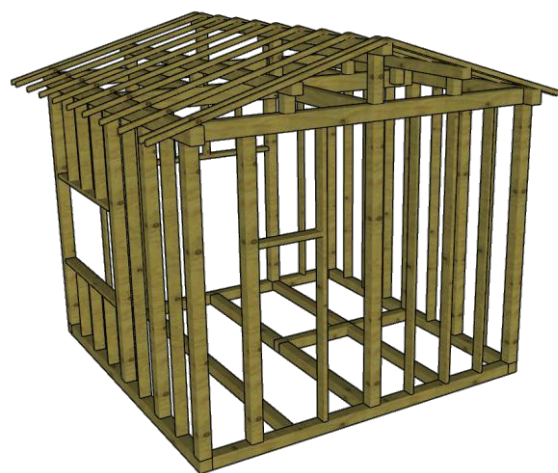


図5 建築物の完成CG

課題を実際に測量している様子を図6に示す。従来のメジャーやデジタルセオドライトでの測量では、施工場所ごとの不陸による高低差は無視されがちだが、トータルステーションを使用することで、微妙な不陸も数値的に把握できる。そのため正確な水平距離を測量でき、測量制度も向上することが確認できた。

さらにトータルステーションの機能である後方公開法を用いることで、既存の測量ポイントから機器の盛替えや測量ポイントの追加など多彩な作業を体験することができる実習課題だと確認できた。



図6 測量風景



図9 機器設置状況



図10 測量状況

### 3.2 高精度位置出し器

高精度位置出し器についても、トータルステーション同様に建築施工実習 I の実習課題の位置出しにおいて使用する課題とした。学習のポイントとしては、作業の省人化と容易な機器操作を体験できるように考慮した。測量作業にはタブレット端末を使用するため、タブレット端末でのアプリケーション操作方法について事前学習したうえで、測量作業を実施する予定である。図7、8に学習用教材の抜粋を示す。課題の有効性及び問題点を把握するうえで、実際に測量を実施した。測量している様子を図9、10に示す。

高精度位置出し器においては、2次元的な測定に限らず、BIMソフトなどの3次元形状をタブレット端末に入力することで、施工中にも様々な測定が可能である。図11、12は、建築施工実習 I において代替基礎の上に土台及び大引きを設置した状況だが、高精度位置出し器により、施工精度の確認が可能である。他にも鉄骨建築物の柱などの建入れの精度確認(図13)や複雑な曲面で構成されている既存建築物の経年劣化による位置のずれなども容易に計測(図14)が可能である。

高精度位置出し器の使用方法を習得することによって、各実習での有効利用につながると考えられる。

DX 機器は今後様々な点での利用拡大が進むと考えるため、学生の技術習得は必要不可欠と考える。



図7 設置方法に関する教材



図11 土台精度確認



図12 大引き精度確認

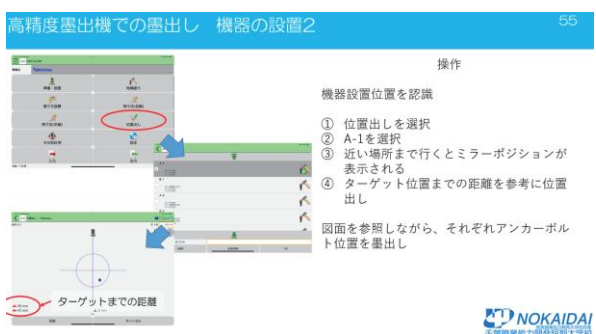


図8 操作方法に関する教材

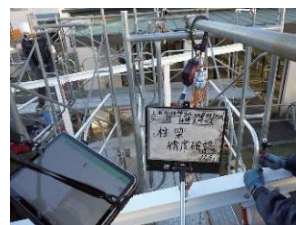


図13 鉄骨精度確認



図14 曲面部測量

### 3.3 ドローン

ドローンの課題は空中写真測量を行うものとした。具体的にはドローンによって位置情報及び画像データ

を取得し、Structure from Motion (SfM) ソフトにより簡易的な3次元形状を作成し、その3次元形状により距離等の測量データを得る内容となる。授業では、必要なドローンに関する法律等の知識から操縦方法や測量原理などを事前に自作の教材を用いて学習する。その後実習において簡単な操縦訓練を行う。実際の測量データの取得はドローンの自動操縦機能により取得する内容とした。施設に配備されているドローンはDJI JAPAN 株式会社製の MAVIC 3 ENTERPRISE となっており、機体の上部に RKT モジュールが設置されていて cm レベルでの測位が可能となっている。

実習課題の進め方は以下の手順となる。

#### 1. コントローラーにより飛行ルートを作成

施設内の安全な飛行エリアに対して、図形を描く要領で指示し、飛行高や撮影設定度等を入力することで飛行ルート (図15) が作成される。



図15 飛行ルートの作成例

#### 2. 自動飛行の実施

前述した飛行ルートを実際に飛行させてデータを取得する。図16に得られた測位データとその地点での写真データが紐づけられた状態でデータが作成される。また、実際の測定精度を高めるために飛行の際には DJI 社製 D-RTK 2 モバイルステーション設置し、測位制度を高めるようにした。

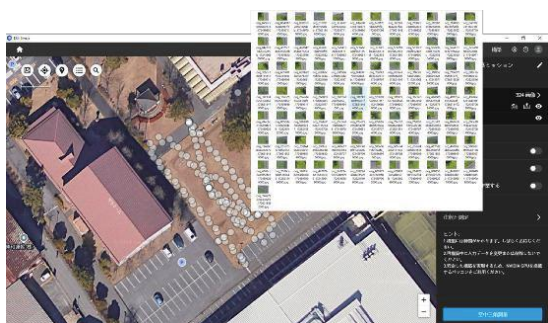


図16 取得データ例

#### 3. 3D データの生成

データ作成にはさまざまなアプリケーションソフトがあるが、データの互換性及び操作の容易性から、DJI JAPAN 株式会社製の DJI TERRA を使用する。図17に作成したモデリングデータ例を示す。作成したデータを使用して、ソフト内で面積や距離の測量を実施する。



図17 DJI TERRA で作成したモデリングデータ

#### 4 今後の課題

実施に向けて課題も残っている。一つ目の課題は学生に説明する教材の作製である。全国的に機器は導入されているが、公開できる教材開発等が必要である。

二点目は DX 機器の導入数が少ない点である。実習で使用するため今後追加購入検討が必要である。

三点目は各種機器の施設内のネットワークやライセンス更新など多くの手続きが必要な点である。施設によっては十分な対応がなく、指導員と申請担当者との連携が必要である。

四点目は指導員自体の研修の実施である。業務対応研修が順次実施されているが、現段階では初歩的な内容が中心であるため、建設業界での活用事例に合わせたレベルアップを目的とした高度な研修が必要となる。

#### 5 おわりに

本報では住居環境科における測量分野での DX 機器の授業展開について述べてきた。DX 機器は、測量に限らず、設計や施工など多くの分野で導入されている。

機器はどれも非常に高額機器であり、活用に向けて積極的に取り組まなければ、機器が使用されず放置されることも考えられる。導入機器は各施設で早期に授業で活用することが重要である。また、施設で目玉となる機器であるため、オープンキャンパス等での有効活用にも繋げたい。

#### 参考文献

##### 1) DJI Mavic 3 Enterprise シリーズ

<https://enterprise.dji.com/jp/mavic-3-enterprise>