

測量学実習における写真測量の紹介

牧原 貴之

山口大学

1. はじめに

山口大学では測量科目を修めて卒業すると測量士補を無試験で取得可能なことから、資格に見合う知識と実力を身につけることが必須となっている。そのため、測量学実習では、機器の使い方を覚え、観測データを正確かつ迅速に整理できることなどを目指し、角測量、距離測量、水準測量、トラバース測量、平板測量を行っていた。しかし、図板やアリダードなどを使用する平板測量は実務でほとんど使用されないことから、公共測量作業規定の準則や測量士補などの問題から削除された。

一方、測量士補の問題は、新しい技術を反映させる点が大きな特徴である。このため時代に即した新しい技術の学習が必要となる。その中でも写真測量は、2020年にUAV写真測量が公共測量作業規定の準則に追加されるなど、測量士補の問題にも出題される重要な測量である。

そこで測量学実習で、測量技術の変遷に合わせて平板測量に代わり写真測量に関する実習を取り入れられたので、その実施内容を紹介する。

2. 写真測量実習の方針

写真測量は、撮影した複数枚の写真から幾何学的情報を読み取り、2次元あるいは3次元の座標データを成果として取得する測量手法である。近年は、SfM/MVSを用いることが広く普及してきており、写真撮影後の処理から3Dモデリングまでの一連の処理をほぼ自動で行うことができる。しかし、複数の写真から3次元測定ができる仕組みや基礎的理論などを理解しておくことは、非常に重要である。そこで、写真測量実習では、最も基礎的な左右の写真の光軸が平行で、縦視差のない平行光軸撮影された2枚の写真を実習では取り扱うこととした。図-1に平行光軸撮影の模式図を示す。平行光軸撮影された2枚の写真から3次元座標を求める実習などを実施することとした。

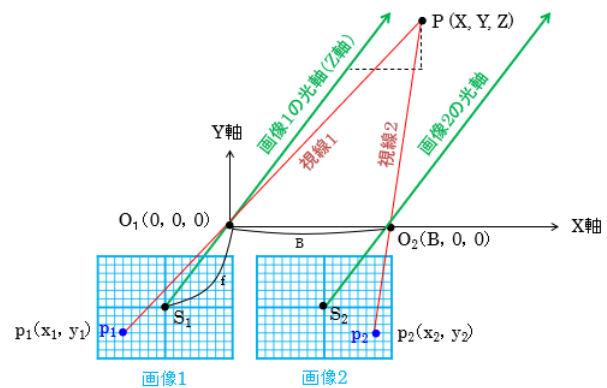


図-1 平行光軸撮影の模式図

3. 写真測量実習の内容

写真測量実習は、2週に分けて室内で実施した。1週目は、写真の幾何学、平行光軸撮影された3次元座標値の求め方、画素座標の計測方法を確認後、3次元座標を求める練習を実施した。2週目は、学生各自が平行光軸撮影を行い、撮影した写真から3次元座標を求め、指定した建物の面積を求める実習を実施した。

- 第1週-イントロ講義動画
- イントロ講義スライド (動画で使っているスライド)
- 小テスト「写真測量の理論式」
- 小テスト「画素座標の測り方」
- 小テスト「砂山の測量実習 Step 1」
- 小テスト「砂山の測量実習 Step 2」
- 「画素座標の測り方」用画像
- 「砂山の測量実習」用画像1
- 「砂山の測量実習」用画像2
- サンプルExcelシート_砂山の測量実習

図-2 Moodle画面

COVID-19 の流行に伴い、教室内の人数制限があったため複数の教室で授業を実施した。そのため学生各自がいつでも実習を進められるように e ラーニング用のプラットフォームである Moodle を活用した。Moodle 上の画面一部を図-2 に示す。実習の進め方は、学生は Moodle 上に掲載された講義動画を視聴後、複数の課題に回答して理解を深める形式とした。わからない点があった際には、各教室に配置されたスタッフが対応する。なお、すべての課題はパソコン内で完結する。

4. CG 空間を利用した写真測量

2 週目の実習では、学生各自が平行光軸撮影を実施する。現実空間内でカメラ撮影を実施するためには①確実な平行撮影の実施の問題、②学生人数分のカメラの問題があがった。これらの問題を解決するために、学生に CG 空間内で写真撮影を実施してもらうこととした。CG 空間はフリーソフトのゲームエンジンである「PLAYCANVAS」を使用し、用意した。CG 空間を図-3 に示す。CG 空間内では自由に動き回り、いろんな角度で固定して撮影が可能である。撮影された写真は自分のパソコンにダウンロードでき、その写真を使用して学生は課題に取り組む。



図-3 CG 空間

2 週目の課題は、3 次元座標を算出するのに必要なカメラの焦点距離、基線長が未知の状況で、1 辺の長さが 1m の立方体の箱を利用して、CG 空間内の屋根の面積を求める実習を実施した。画素座標は、Windows に標準搭載されている「ペイント」を使用して計測してもらった。焦点距離と基線長は、写真から算出した 3 次元座標の箱 1 辺の長さとして元々わかっている箱の長さを用いて、それぞれの差の 2 乗和を算出し、最小となる値を決定する。最小となる値を決定する際には、表計算ソフトの分析機能のソルバーを使用し、目標セルを差の 2 乗和、変数セルを焦点距離・基線長に設定し、目標セルが最小になる焦点距離・基線長を導く。補助 Excel シートの一部を図-4 に示す。学生は、Excel での解析の手助けとなるよう補助 Excel シートを用いて、計算を行う。差の 2 乗和が最小になるまで、学生は何度も写真撮影や計算を繰り返し実施する。

表5. 箱の頂点間距離				
	現在値 [mm]	正しい値 [mm]	差	差の2乗
箱の頂点1-2間距離		1000	-1000	1000000
箱の頂点1-3間距離			0	0
箱の頂点3-4間距離			0	0
箱の頂点2-4間距離			0	0
箱の頂点2-3間距離			0	0
最小化するもの (目的関数)	#D11/6		一差の2乗和を求めるSUMXMY2関数が便利	

図-4 補助 Excel シート

5. おわりに

測量学実習に取り入れた写真測量に関して、その実施内容を紹介した。

測量技術は、日進月歩進化し、それに合わせるように公共測量作業規定の準則や測量士補の問題なども変化する。教育機関の測量学実習においても、基礎的な部分も重視しながら、その変化に対応するように内容を検討する必要があると考えられる。