

測量学実習におけるタブレット PC 導入による教育改善の取り組み

大東 延幸*・村中 昭典*

(平成26年10月30日受付)

Educational Improvement by Introducing tablet PC into Survey Study Training

Nobuyuki OHIGASHI and Akinori MURANAKA

(Received Oct. 30, 2014)

Abstract

Survey study training is an important practicum in our department, but there is a serious problem in its implementation. Students in this course are required to process the data obtained by survey, and such processes include mathematical calculations. Though these calculations are mostly simple, students tend to lack note-taking skills, and so they often try to process the data without understanding calculation processes well. This problem can be clearly observed from many of the reports they submit.

As an attempt to solve this problem, we started to have students buy note PC two years ago, and have them use the spreadsheet of Excel. According to our observation, this helped students understand calculation processes better, because it was no longer necessary for them to spend too much time carrying out mathematical calculations by hand on paper.

In this academic year, we introduced tablet PC instead of Note PC. We found that the use of tablet PC can be more effective for students to understand calculation processes, because it makes it easier for students to input the data on site and share them with each other.

Key Words: Survey study training, Improvement of an education effect, Introduction of a tablet PC

1. 都市デザイン工学科における測量学実習の位置付け

都市デザイン工学科は建設系の学科であり、建設系の実務にとって測量は必須かつ基本的な技能であり、大学卒業後の実務としての資格は測量士と測量士補がある。測量士補については、その規定に「大学で測量に関する単位を取得して卒業した者」が取得できるとされており、本学の都市デザイン工学科は開講されている測量に関する科目、具体的には「測量学」「測量学実習」「リモートセンシング入門」「測量情報処理」「空間情報と災害予測」の5科目が国土地理院より前述の「大学で測量に関する単位」として認定されており、本学科の卒業生は卒業後国土地理院に申請すれば測量士補の資格が取得できる。

この「大学で測量に関する単位」の中でも基本となる科目は1年次後期開講の「測量学」と2年次前期開講の「測量学実習」でいずれも必修である。実習である「測量学実習」は座学である「測量学」に引き続き行われ、「測量学」の内容を実習で再確認し測量の実技を体得出来るカリキュラム構成となっている。

また、測量学実習は学生が8人程度で一つの班を構成し班単位で実習を行う。2年生以降、班単位で実験実習を行う科目が増えてくるのであるが、2年生の最初に測量学実習を行うことは、班単位で行動し協力し、お互いに協力して実験実習の内容を理解し、解らないところはお互いにおしえ合い(共学)、欠席することなくお互いに迷惑をかけるないように注意して行動することを学ぶという、組織で「も

* 広島工業大学工学部都市デザイン工学科

のづくり」に携わる技術者にとって必要な態度を学ぶ機会でもある。¹⁾

2. 「測量学実習」の進め方と問題点の整理

測量学実習は、以下の構成と順序で行っている。²⁾

- ① 8人程度で一つの班にする。その際に工業高校出身者は測量学関連の実習を行っており、極力各班に1名以上の工業高校出身者がいるように配慮する。一班につき一箇所の測量地点を設定し。その多くが一つ以上の建物を囲む様に設定し、後述する製図に配慮する。
- ② 測量の手順は、班単位で角測量・水準測量・距離測量を行い、それらの結果からトラバース計算を行いその計算過程は各人がレポートとして提出する。各班の測量地点には、角測量を行う10～11個の測点を設定してあり、10～11角形の閉合トラバース(図1参照)となる。閉合トラバースは班単位で図にし、それを元に平板測量を行い建物の外形と植栽・側溝等の細部を書き込み、ケント紙にインク仕上げの製図として提出する。

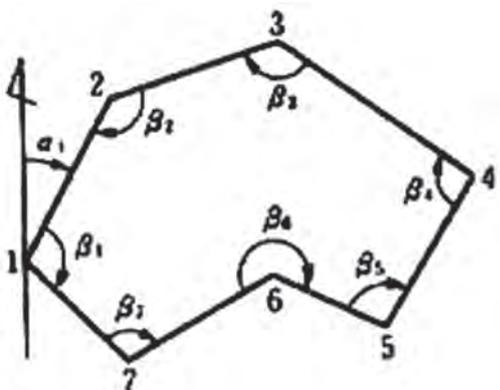


図1 閉合トラバースの概念図

- ③ 最後に、トランシットのついた三脚の据付の実技試験を行う。(図2参照) この実技試験は所定の時間内にトランシットのついた三脚を正しく据付けて、あらかじめ用意された2つのターゲットの間の内角を測定し、据付の精度と内角の測定結果の精度が一定の範囲内に入っていれば合格とする。また実技試験の所定の時間は欠席する事に1分短くし、授業のガイダンスの際に周知させて欠席させないインセンティブとしている。
- ④ 成績は、班単位で図面を提出し、実技試験に合格していることを前提として、レポートの内容で判断する。

上記の中で②で行う閉合トラバースの計算は、前節で述べた1年事後期に必修として受講している「測量学」の内容として学んでおり、その内容を理解するのに必要な数学は、角度に関する計算で三角関数を使う以外は、基本的に小学校で習った算数で出来る内容である。しかし、閉合ト

ラバースの計算は以下に述べるように現在の学生にとっては複雑である。

- 1) 各測点で行った角測量の結果と、距離測量で得られた測点間の距離(斜距離)を水準測量の結果から得られた高低差で補正し水平距離に換算した結果から、10～11角形の閉合トラバースを求める。
- 2) この際、10～11角形の閉合トラバースの内角の和の誤差が許容範囲内であることを確認し、角度の誤差を配分調整し調整内角を求める。
- 3) 求めた調整内角から、それぞれの測点の方位角(磁北線の真北を基準にした角度・図1の角度 α_1)を求める。
- 4) 求めた方位角とそれぞれの測点の内角、それぞれの測点の間の水平距離から緯距(次の測点までの北方向の距離： ΔX)と経距(次の測点までの東方向の距離： Δy)を求める。(図2参照)

測線	方位角 [° ' "]	距離 (m)	緯距 (m)	経距 (m)
1-2	251 24 45	25.436	-8.108	-24.109
2-3	307 51 50	22.551	13.842	-17.803
3-4	15 09 44	24.639	23.781	6.444
4-5	72 07 03	38.329	11.770	36.477
5-6	52 28 53	27.778	16.917	22.032
6-7	146 59 37	36.584	-30.680	19.929
7-1	237 23 16	50.991	-27.482	-42.952
合計	-	226.308	0.040	0.018

閉合誤差=0.044, 閉合比=1/5,100

図2 緯距と経距の計算例

- 5) トラバースは閉じているので緯距と経距のそれぞれの合計は0になるはずである。実際には測点の始点とトラバースを一周した終点の座標の差を示す閉合誤差Eとその精度である閉合比Rを求め、これらが許容誤差以内に入っていれば、求めたトラバースの精度が保証されておりトラバースが完成する。上記の1)～5)までの計算プロセスの中で、2)の内角の誤差のチェックと5)の閉合誤差のチェックの2回のチェックを行うが、そこで許容誤差の範囲を超えていれば、それぞれの班の測量場所に戻り再測量となる。(図3参照)

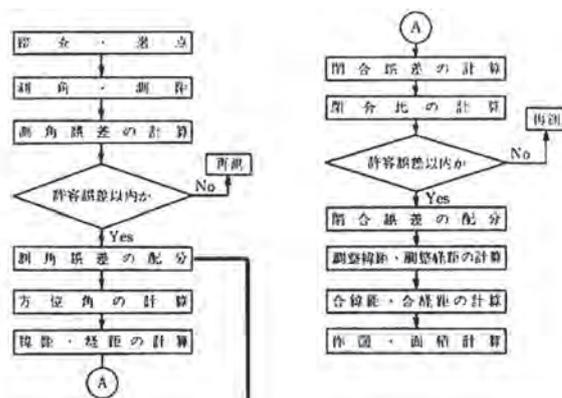


図3 閉合トラバースの計算のプロセス



図4 平成22年度までの閉合トラバースの計算の指導

前述の様に、班単位で角測量・水準測量・距離測量の3種の測量が終わってから閉合トラバースの計算を行うわけであるが、この計算に取り掛かるタイミングは各班でほぼ揃っているため、班単位で講義室に戻り測量データから計算する。計算方法は本来は1年次後期の「測量学」で学んでいるはずであるが、教科書1)に沿って改めて解説し、教員とTAが班単位で座って計算している学生達の間を回り、その計算状況の進行状態や測量結果の計算の精度等を確認する。(図4参照)

この閉合トラバースの計算で、例年ほぼ全ての班で一回目の、内角の誤差と閉合誤差が許容範囲に入らずやり直しとなる。複数回測量のやり直しを行う班も約半数に及ぶ。この計算は平成22年度までは学生がノート上に電卓で計算をすることで行っていたが、以下の様な問題点があった。

- 1) 近年の学生はノートをきっちり取ることができる者が少なく、後でレポートを提出することもあってこの計算をノート上で行うことが乱雑になりがちであり、図6に示すように計算プロセスは何段階もあるので学生自身がそれぞれの計算プロセスの意味をきっちり理解しながら計算を進めていたか疑問があった。
- 2) 前述の様に例年、ほぼ全ての班で一回目の計算がやり直しとなる。計算もその度にやり直しになり、単純な計算であるが作業量が多くノートをとるスキルの無さも加わって、単純な計算間違いが多かった。
- 3) 最終的にレポートを提出するが、そのレポートにも図4に示したような計算のプロセスをいくつも書かねばならない。計算そのものは単純な小学校レベルの四則計算であり、何度も学生にこのような作業をさせるのは、本来の目的である閉合トラバースの計算のプロセスを理解することを妨げている可能性がある。



図5 測量地点で直接データ入力を行う様子

3. 「測量学実習」におけるノート PC 導入の効果

そこで平成23昨年度からこの閉合トラバースの計算を学生全員にノート PC の持参を義務付けてエクセルの表計算を用いて行っている。測量学実習が始まる時点でノート PC を持っていない者は、学科でノートパソコンを機種を指定し斡旋した。斡旋する機種を選定するにあたって、

- 1) 工学部の学生として勉学で日常的に使える「関数電卓の延長上で使えるパソコン」として A 4 サイズで重さ 1 kg 程度の価格の安いウルトラブックとする。
- 2) 大学在学中は陳腐化しない性能とし、今後の実験実習や卒業研究での使用に耐える性能の機種とする。

平成23年度より、教室で行う閉合トラバースの計算をエクセルの表計算を用いて行い、教員は、エクセルでの閉合トラバースのプロセスのそれぞれの計算例を教室のスクリーンに映して説明した。ノート PC 導入の効果として、

- 1) 教員と学生がその場でデータの入力をスクリーンに映し計算プロセスについて説明することができた。
- 2) 学生は自分のデータをもとに図3に示すプロセスでデータを処理し、単純な数多くの四則計算に煩わせられることなく作業を進めることができ、計算プロセスの各意味と閉合トラバースの原理の理解が深まった。
- 3) 再測量の際、再計算も間違えず出来、再測量の原因を見つけることも容易になった。

測量学実習の内容の理解以外の効果としては、

- 1) エクセルをツールとして使い、大半の学生がレポートをパソコンを使って作成した。
- 2) 図5のようにウルトラブックを斡旋した効果もあり測量のデータをその場で入力する学生も増えた。

などの「工学部の学生として日常的にパソコンが使える学生を養成する」という点でも効果が大きかったと考える。

4. 「測量学実習」に対するタブレット PC 導入による教育改善の試み

本年度も測量学実習が始まる時点でノート PC を持っていない者に対して学科で機種を指定し斡旋した。斡旋する機種を選定するきに当って本年度からは

- 1) タブレット PC の性能が上がり、前述した測量学実習で使用できる機種、特に Microsoft Office が使える Windows タブレットの価格が下がってきた。
- 2) 逆に、例年対象機種になっていたウルトラブックの販売されている機種が減り、対象機種が減った事により、本年度はそこで本年度からはタブレット PC を選定し、同時に Bluetooth キーボード・同マウス・カバー・スタイラスペンもセットで斡旋した。(図 6 参照) このような構成にすることによって、講義室でのデータ処理はノートパソコンのようにして、測量実習現場へは本体のみを持ち出してタブレット PC として使用し、現場へ携帯しやすく利用できることを目指した。

上記の利用形態の狙いは狙い通りになり、測量実習現場と講義室との一体的な運用が出来き、学生はこれまで以上に現場での測量と講義室でのデータ処理のプロセスの理解に専念できるようになり、ノート PC 導入時以上に実習と講義の効率化が進み、作業が遅れる班も無くなった。

また、タブレット PC になったことで学生達はその使い方を教員の予想を超えていると工夫を始めた。

図 7 は、班の中でデータ処理を比べる様子である。班が同じなら測量データは同じであるが、データ処理の各プロセス毎の有効数字の考え方等の違いで、各班員の結果は厳密に同じにならない。途中での作業でタブレット PC をノートのように使って比べあうことも簡単になり、学生同士共助共学の促進に効果的であった。またデータ処理の途中で教員への質問の回数も増えた。(図 8 参照)



図 7 班の中でデータ処理を比べる様子



図 8 教員への質問をタブレット PC で行う様子



図 6 本年度導入したタブレット PC

4. まとめ

現在の実務の測量の現場ではデータ処理はブラックボックス化されているので、大学教育としての測量実習は測量データの処理のプロセスの理解が重要である。このために本学ではノート PC を導入して単純な計算の部分をエクセルで置き換えて、理解が重要な箇所を重点的に学習できるようにしてきたが、タブレット PC の導入で更にその効果が大きくなったと考える。

参考文献

- 1) 大東, 村中, : 測量学実習に対するノートパソコン導入による教育改善の試み, 平成 25 年度広島工業大学紀要 (教育編)
- 2) 細川吉晴 西田修三 今野恵喜 藤原裕一 諸泉利則 森田秀典 共著: よくわかる測量実習, コロナ社