

## 各種のデジタル測量器機を用いた地形測量

03A3715 川井 尚也  
03A3735 三好 洋輝  
指導教員 田中 邦博

### 1.はじめに

昨年、RTK GPSの性能を確認するため、観測時間の違いが固定局の座標値に及ぼす影響、セッションの違いが移動局の座標値に及ぼす影響、移動局の座標値の経時変化などについての検証を行ない次のような知見を得た。

観測時間の違いが固定局の座標値に及ぼす影響について；スタティック観測では、静止した状態で長時間観測を行なうことで数値の安定度が高くなる。固定局のスタティック観測において、観測時間をマニュアル通りに120分間保持することによって、安定したデータを確保することができることが確認された。これは、時間に比例して受信データの取得量が増える分、平均化されてより正確な値へ収束するからである。

セッションの違いが移動局のXY座標値に及ぼす影響について；固定点の座標確定に使用する電子基準点の座標値は、国土地理院のGEONET(GPS連続観測システム)で得られた電子基準点観測データがインターネット上で公開されているが、24時間以上の連続観測データでないと座標値が安定せず、マニュアル通りに、測定日から3日以上経ってから、測定日の電子基準点の座標値を取得した方が、データの精度を確保するために良い。さらに、固定局の座標値を確定する場合、精度の良い「セッション0」を使用する必要があることが確認された。

衛星数とPDOP(位置精度低下率)について；GPSで基準点測量を行なう場合、精度の点から、仰角が15度以上の衛星を使わなければならない。仰角15度以上の上空視界が確保されていない状況では、受信衛星数が5個以下となることがあり、位置精度低下率PDOPが3以上となれば測量データとしては精度不足であり、場合によっては計測不能になる。言い換えれば、仰角として15度以上の上空視界が確保できる環境であれば、衛星数は5個以上が確保でき、PDOPも概ね3未満となるため、データも安定することが確認された。

従って、学内でのGPS測量では、点在する建屋が衛星受信の障害となる。すなわち、建物や樹木、周辺の傾斜地があるところではそれらが障害となって、仰角15度以上の上空視界及び受信衛星数の確保が難しくなる。

移動局のXY座標値の経時変化について；RTK観測はリアルタイムに測定できる利点はあるが、公称10～15mm程度の誤差が見込まれる。昨年の計測でも移動局の観測では、経時的にこの程度の変動が発生することを念頭に置く必要があることが確認された。

以上、RTK GPS測量は、リアルタイムにかつかなりの精度を保持して測位することが出来る。しかしながら、測位誤差も生じ、基本的なマニュアルを遵守しないと正確な測定が出来ないことが分かった。

電子平板を含めて、これらのデジタル測量器機を使用し、その計測データをCADやGISによりビジュアル的に加工することにより、成果をリアルに再現することが出来ることが確認された。

今年度は、各種のデジタル測量器機を用いて、使用器機の違いによる測定値の変化や差異を把握し、その結果を基に、地形状況に合わせたデジタル器機を使用して地形測量を行ったので報告する。また、成果評価には三次元解析及びGIS(地理情報システム)を用いた。



写真 - 1 デジタル測量器機類の概観(左よりGPS・TS・ポケナビ・電子平板)



標高値(Z)を計測し、器種による標高値(Z)の違いを把握した。図-2は、RTK GPSで測定した座標値を基準として、TS(印)及びオ-トレベル(印)のそれとの差異を示したものである。図から分かるように、オ-トレベルとの比較で一部に卓越したものがあるが、それ以外では、TS及びオ-トレベルとの差は最大でも3.5cm以内にとどまり、使用器機の違いによる標高値(Z)の変化に明確な違いは見出しがたい。

(3) RTK-GPS測量における標高値(Z)に及ぼす測定時間の影響

RTK-GPS測量における標高値(Z)に及ぼす測定時間の影響を探るため、計測日時に間隔を置いて標高値を測定し、それに及ぼす測定時間の影響を検証した。図-2に前項と併せてその差(印)を図示した。最大で3.8cmの差が生じ、かつ結線の上下動も目立っている。従って移動局の観測では、経時的にこの程度の変動が発生することを念頭に置く必要がある。マルチパス以外にも、近傍の建屋が障害となり衛星数の確保が出来なかったことが測定値の変動を大きくした要因であろう。

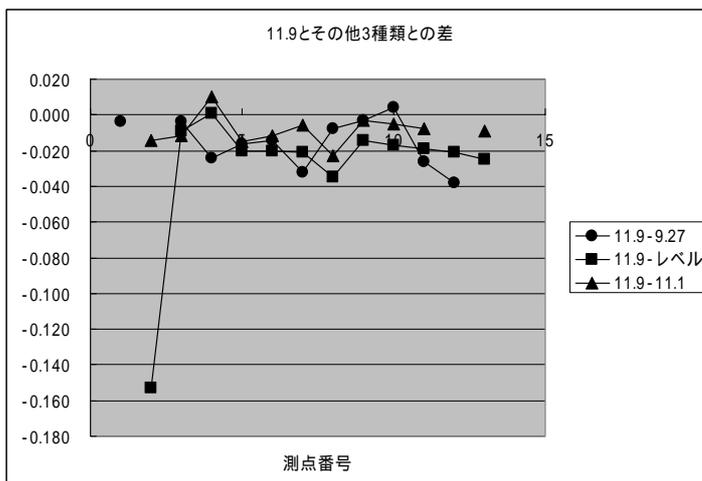


図-2 RTKを基準にした標高差

#### 4. 実測結果

学内の硬式野球場及びピオト-ブ演習地での地形測量について、その事例を紹介する。ピオト-ブ演習地は、南北約75m、東西約80mの比較的狭い範囲ながら起伏に富み、高低差は約5mである。一方野球場は、南北約150m、東西約150mの扇型の広さを持ち、ほとんど平坦で、高低差は約1m以内でしかない。このように、対照的な2つの地形を取り上げ、RTK-GPS及び電子平板、さらには通常の平板を用いた地形測量を行なった。

##### (1) 硬式野球場の地形測量

本学にある硬式野球場の地形図を作成するため、TSと電子平板の組合せ及び通常の平板測量(平板と普通アリダードの組合せ)の2通りの測量を行なった。まず、平板測量に必要な図根点(トラバ-点)を設置するため、野球場(グラウンド)を取り囲む形でTSを用いた8点の閉合トラバ-スを行った。その結果、精度は57,000分の1であった。これらの図根点(トラバ-点)から平板測量を行い、図-3のような成果を得た。この図からプランメ-タ-法(零セット式・補正



図 3 平板測量図

(平板と普通アリダードの組合せ)

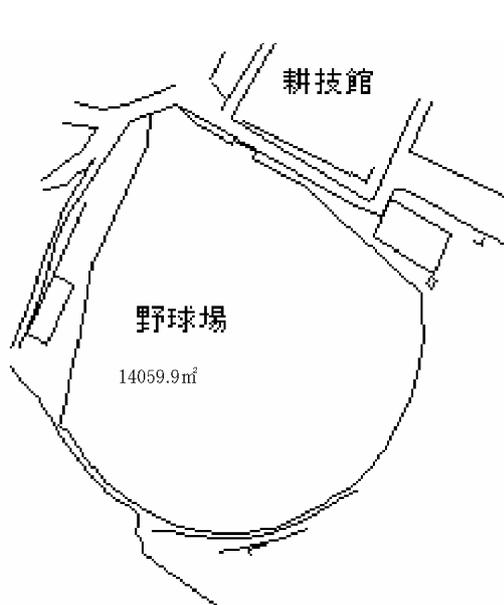


図 4 電子平板測量図

(TSと電子平板の組合せ)

式・固定式)により測定したグラウンドの面積は、 $14052.8\text{m}^2$ であった。なお、プラニメータの読みは、二人で5回ずつ測定した数値の平均値とし、面積はその読み単位面積を乗じたものである。観測時間は、閉合トラバース測量(踏査・選点・造標を含む)に3時間、平板測量に12時間を要した(高低差測量を含む)。次に、TSと電子平板を併用した放射法測量を行なった。その結果を図-4に示す。図-4は電子平板の機能を用いて、簡単な編集を行なったものである。観測した総点数は256点で、観測時間はおよそ6時間であった。平板測量と同様に現況がよく表現できている。このように電子平板は、簡単な操作法が分かれば、ある程度自由に編集図化ができる利点がある。また、観測中に図面が出来てくるので、現場においてある程度、成果の確認をすることができる。それにDM(Digital Mapping)要素で図形線を描くと、CADにデータを貼り付けたときに、CAD上での編集が容易になる。このTSと電子平板を併用した放射法測量によるグラウンドの面積は、 $14057.9\text{m}^2$ であった。通常の平板測量は一般には余り大きな精度は期待できない。従って、電子平板測量とではその面積の値に大きな開きが生じると考えていたが、面積比(平板/電子平板)は $0.9996$ でほぼ1に近く、意外な結果となった。その原因は、閉合トラバースの精度が $57,000$ 分の1(平坦地では $5,000\sim 20,000$ 分の1が目標)を確保できたことによると思われる。閉合トラバースの精度がある程度の高水準で確保できれば、通常の平板測量でも電子平板測量に劣らない成果を出すことができるようである。

## (2) ピオトーブ演習地の地形測量

本学に設けられたピオトーブ演習地の地形図を作成するため、TSと電子平板の組合せ及びRTK GPSとGISの組合せの2通りの測量を行なった。

まず、基準点を作るためにRTK GPSによるスタティック観測を行なった。写真-2は器械点からの風景である。左側に山林があり、右側に高台がある。このように、左右を山林と高台に囲まれており、ピオトーブ演習地そのものにも起伏があるので、本来であれば、全体を見渡せる場所(高台)に器械点を設置したかったが、電子平板測量との整合性を加味して、硬式野球場に近い平坦地に機械点を設置した。

次に、TSと電子平板を併用した放射法測量を行なった。細部測量を行う機械を据え付け、かつバックサイトにも使用できる閉合トラバース網を9点設置した。図-5はピオトーブ演習地の地形測量の結果を電子平板の機能を用いて、簡単な編集を行なったものである。観測した総点数は446点で、観測時間はおよそ15時間であった。ピオトーブ演習地内の道や池など、現況がよく表現できている。植生の分布範囲など、詳細な測量を行なう場合にはさらに時間を要する。硬式野球場のような平坦地と異なり、起伏に富み、かつ細かく入り組んでいるため、多くの観測時間を要する。



写真 2 ピオトーブ演習地

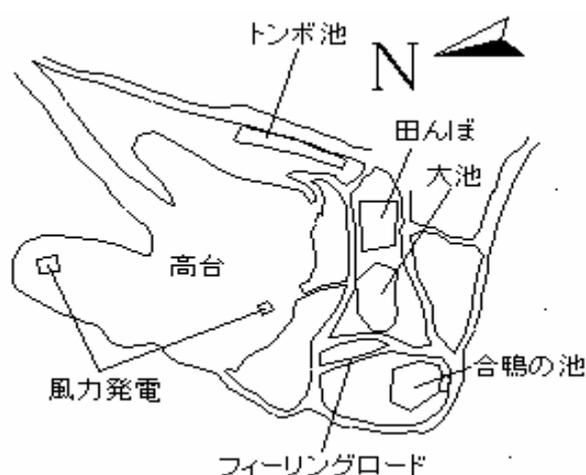


図 5 ピオトーブ演習地電子平板図

## 5. まとめ

今回得られた知見をまとめると次のとおりである。

デジタル測量は、短時間にかつかなりの精度を保持して測位成果を排出することができる。

ピオトーブ演習地のように起伏が大きく、上空視界が確保されていない地形では、電子平板が有効である。

閉合トラバースの精度がある程度の高水準で確保できれば、通常の平板測量でも電子平板測量に劣らない成果を出すことができる。