

## 写真測量、屋上 GNSS 基準点測量および屋上 TS 細部測量による高精度 3D 都市モデル

中央工学校 正会員 ○久保寺貴彦  
 アジア航測 正会員 那須 充  
 中央工学校 非会員 草野 克己

### 1. はじめに

近年、気流や防災など都市を対象とした解析が盛んに行われている。例えば2014年3月、東京都環境局は、東京ソーラー屋根台帳を公開した。これは、日陰、屋根の向きおよび面積などから太陽光発電システムの発電量を予測するシステムである。現実の建築物は、個々に高さや形状は異なっているため、モデル化は容易でない。このように都市を対象とした解析は、3D都市モデルが必要であり、かつ、その結果はモデルの精度にも左右されることから、高精度3Dモデルが望まれている。しかし現在、高精度でない2Dの背景地図が主流である。例えば、背景地図の代表的な基盤地図情報の基本項目は、地図情報レベル2500の標高なし2Dである。

高精度の地物を得る測量方式には、TSによる細部測量がある。ただし、TSによる細部測量は、地上では私有地に入れないために建築物の形状を取得し難い。

こうした背景のなか、本稿の目的を次に掲げた。

- a) 高精度3Dモデルを作成するため、地図情報レベル1000の空中写真測量により建築物を計測し、3D数値地形図データを作成し、3D-GISに展開する。
- b) さらに高精度(地図情報レベル250)の建築物の3D数値地形図データを作成するため、屋上に基準点を設置しGNSS基準点測量により座標値を求め、その座標値を利用して屋上からTSの放射法により細部測量を実施し、作成した3D数値地形図データを3D-GISに展開する。

以上、異なる測量方式および地図情報レベルを併用することにより、次の事柄が期待できる。

- s) 写真測量による建築物の座標値の点検の方式に、屋上GNSS基準点測量および屋上TS細部測量が期待できる。
- t) 写真測量成果を3D-GISに展開することで、これらが屋上GNSS基準点測量および屋上TS細部測量の3D背景地図としての役割にも期待できる。
- u) 整合性の取れた高精度3D都市モデルは、多様な都市の解析に役立つことが期待できる。

### 2. 地図情報レベル1000の写真測量

用いた空中写真は、撮影縮尺1/5000である。

空中写真上の地物の座標値取得のため、空中写真と主に3級基準点の成果をもとに刺針観測を行った(写真-1)。刺針点の座標値をGoogle Earthで確認すると、水平位置0.2m程度、標高10m程度の較差が見られ、Google Earthでは特に標高を正確に把握し難い状況であることが確認できた。

デジタルステレオ図化機は、アジア航測社製の図化名人GE2を使用した(写真-2)。図化名人GE2は、計測する地物の3D数値地形図データの形式をESRI社製のArcGIS形式で作成できる。

パスポイントの設定、刺針観測をもとに標定点の設定、バンドル・ブロック調整法による空中三角測量を行った。その結果、水平位置の標準偏差0.077m、標高の標準偏差0.089mであった。これらは、地図情報レベル1000の標定点の精度0.1m以内を満足する値であった。

偏位修正画像作成後、数値図化において、立体視によって建築物屋上の角を計測してArcGIS形式の3Dポリゴンの数値地形図データを作成した。



写真-1 空中写真と基準点成果をもとに刺針観測

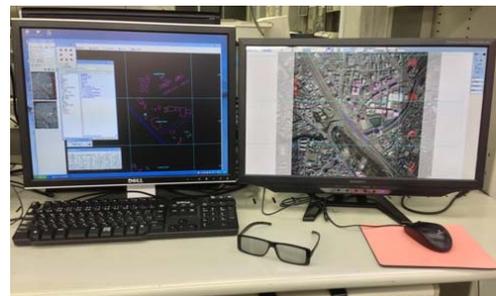


写真-2 デジタルステレオ図化機

キーワード : デジタルステレオ図化機, 電子基準点, GIS, 3D 建築物

連絡先 : 〒114-8543 東京都北区王子本町1-26-17 TEL 03-3906-1211 E-mail kubodera\_t@chuoko.ac.jp

### 3. 電子基準点のみを既知点とした屋上 GNSS 基準点測量

屋上 TS 細部測量を行うためには、屋上の器械点と後視点に既知座標値が必要である。この座標値を得るために、簡便な方法として、2014 年 4 月から実用化された電子基準点のみを既知点とした基準点測量に着目した。従来、1 級基準点測量のみ電子基準点のみを既知点とすることが可能で、その他の基準点測量では既知点にも GNSS 測量機の設置が必要であった。2014 年 4 月からは、2 級基準点測量においても電子基準点だけを既知点とすることが可能となった。そこで今回、図-1 に示すように、電子基準点のみを既知点とする単路線の 2 級基準点測量を行った。器械点と後視点用の新点 2 点を学校の屋上に選定したため、新点間距離は 40m 程度であり、2 級基準点測量の新点間距離 500m に逸脱する。このため、新点 2 点のセッションを組まず、新点 1 点ずつの単路線とした。写真-3 に屋上 GNSS 基準点測量の様子を示す。観測距離が 10km 未満であることから、観測時間 60 分以上のスタティック法である。セミ・ダイナミック補正を行い、厳密網平均計算により、屋上の新点の座標値の最確値を得た。



図-1 観測図(単路線)



写真-3 屋上 GNSS 基準点測量

### 4. 地図情報レベル 250 の屋上 TS 細部測量

地図情報レベル 250 の建築物の 3D 数値地形図データを作成するため、GNSS 基準点測量で新たに得た既知

点を器械点と後視点とし、TS による 3D 放射法の細部測量を行った(写真-4)。対象地物を建築物屋上の角として、ノンプリズムモードで測距して、地物の 3D 座標値を得た。細部測量から GIS へスムーズな接続を図るため、図化の段階から CAD を介さずに GIS を直接用いて 3D ポリゴンを作成した。



写真-4 屋上 TS 細部測量

### 5. 写真測量成果と細部測量成果を 3D-GIS へ展開

写真測量成果と細部測量成果を 3D-GIS へ展開し、重ね合わせた(図-2)。背景の地表面は、基盤地図情報であり、水平位置の整合が取れていることがわかる。青い建築物は、写真測量成果であって、屋根の傾きや屋上の構造物までもモデル化できた。黄色の点は、細部測量の観測点であり、写真測量成果に重ねることで高さの整合性の確認が取れるようになった。赤い建築物は、観測点を結線した細部測量成果である。細部測量によっても建築物の高精度 3D モデルを作成できた。写真測量成果と細部測量成果の高さの較差は最大 0.42m、最小 0.044m であった。較差ベクトルや立体視の信頼度など考察が必要であるが、細部測量によって最大 0.42m 高さの精度を向上させたといえる。

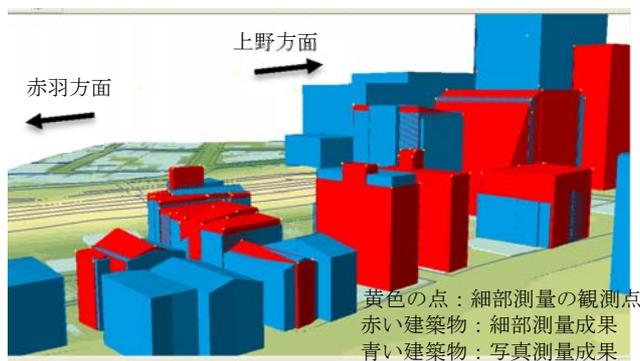


図-2 3D-GIS による写真測量成果と細部測量成果の重ね合わせ

### 6. おわりに

写真測量、屋上 GNSS 基準点測量および屋上 TS 細部測量により、それぞれ 3D モデルを作成し、位置精度を確認して、整合した高精度 3D 都市モデルを作成した。