

ネットワーク型 RTK-GPS 測量による DSM の精度評価

日大生産工 ○朝香智仁
日大生産工 西川 肇
日大生産工 藤井壽生

1 はじめに

「ネットワーク型 RTK-GPS 測量」とは、配信事業者で算出された補正データ等又は面補正パラメータを通信装置により移動局で受信すると同時に、移動局において GPS 衛星から信号を受信し、必要な解析処理を行った後、他の移動局に移動して同様の観測を行い、これを順次繰り返す動的干渉測位方式により行うことをいう¹⁾。現在、ネットワーク型 RTK-GPS 測量は、3-4 級の基準点測量、地形測量などに用いられ、他の GPS 測量の方法と比較しても測定時間が格段に短縮でき、さらにその測定精度も 2cm 程度と非常に有用な測量である。

本研究では、ALOS/PRISM データから作成した数値地表モデル (DSM: Digital Surface Model) の高さ方向の精度を、ネットワーク型 RTK-GPS 測量成果を用いて評価することを目的とした。本研究の評価に設定した地域は、GPS 衛星の最低高度角 15 度が常に確保できることを前提にするため、平坦地と丘陵地が含まれる地域であり、且つ現地調査へのアクセスの良さから千葉県九十九里町の周辺地域とした。

2 研究手法

DSM の作成に使用した ALOS/PRISM データは、2007 年 8 月 15 日 (パス: 67, フレーム: 2885) に 3 方向視モードで観測された L1B1 データである。3 方向視モードの PRISM データからは、前方視-後方視、前方視-直下視、後方視-直下視の 3 つのステレオペアができることから、それぞれの DSM を作成してネットワーク型 RTK-GPS 測量成果と比較することにした。

本研究では、まず、ALOS/PRISM データから DSM を作成し、作成した DSM を用いて PRISM データをオルソ補正した。次に、オルソ補正済みの画像 (空間分解能 2.5m) の中から実際に判読できるような交差点や橋などを選定し、ネットワーク型 RTK-GPS 測量を行う現地調査地点の候補とした。そして、一日で測定が終了できることを条

件にし、35km × 35km の PRISM データ上に疎らな地点になるような 8 地点を現地調査地点に決定した。

2.1 ネットワーク型 RTK-GPS 測量

ネットワーク型 RTK-GPS 測量は、トプコン社製の GPS アンテナ (PG-A1) およびトプコン社製の受信機 (GB-500GD) を用いた。いずれも、GPS 測量機検定証明書を 2009 年 8 月 11 日に受けたものである。また、観測方法は VRS (Virtual Reference Station) 方式の単点観測法とし、使用する周波数は L1・L2、アンテナ高は 1.8m、データの取得間隔は 1 秒とした。観測時にはデータコレクタ (FC-100) に測定結果を保存し、後日、保存したデータから緯度経度および楕円体高を決定した。なお、緯度経度は平面直角座標 9 系に変換し、オルソ補正済みの画像上に投影できるかも検査することにした。

2.2 DSM の作成方法

DSM の作成に用いる標定モデルは、汎用的なプッシュブルーム方式のラインセンサモデルを採用した。内部標定に使用した PRISM のパラメータは、一般的に公開されている値を参考に、焦点距離 1939mm、空間分解能 2.5m、軌道高度 691.65km とした。外部標定は、画像の x 軸を中心とした ω 、y 軸を中心とした ϕ 、z 軸を中心とした κ を使用した 3 × 3 の回転行列を用いた。また、地上座標系 X, Y, Z に関しては 2 次、 ω , ϕ , κ は 1 次に多項式次数を設定してラインごとに外部標定要素を算出することにした。

本研究では、GCP7 点、タイポイント 43 点を直下視画像と後方視画像に取得し、200 の観測方程式から最小二乗調整によって共線条件を解くことにした。最小二乗調整によって、外部標定要素の計算と調整、タイポイントの X, Y, Z 座標の計算、内部標定要素の計算と調整、観測網におけるデータの誤差の最小化と配分をし、総合的な RMSE が 1 画素以内となった場合の GCP とタイポイントを最終的に採用した。

Geometrical Assessment of Digital Surface Models Derived from ALOS/PRISM Data
using the Network Based RTK-GPS

Tomohito ASAKA, Hajime NISHIKAWA and Hisao FUJII

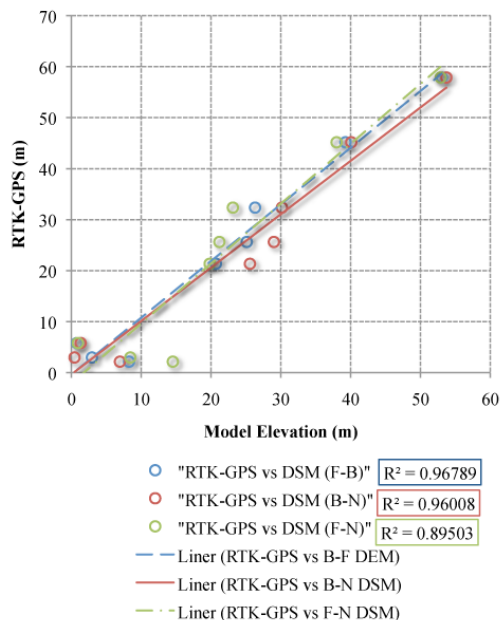


図- 1 RTK-GPS 測量成果と DSM との比較

3 結果と考察

2009 年 8 月 24 日に、予め決定した現地調査地点においてネットワーク型 RTK-GPS 測量を実施した。その結果、全ての地点において FIX 解が得られ、水平方向および垂直方向の最小二乗誤差は 0.019-0.051m と非常に高い精度で緯度経度および楕円体高を測定することができた。また、1 地点につき器機の据え付けから FIX 解が得られるまでの時間は、5 分程度あった。

図-1 は、現地調査地点においてネットワーク型 RTK-GPS 測量で測定した標高 (Y 軸) と、3 つのステレオペアから作成した DSM から現地調査地点の標高を抽出した結果 (X 軸) とを比較したものである。凡例には、最小二乗法により算定した線形回帰直線の種類と決定係数を示した。なお、ネットワーク型 RTK-GPS 測量で測定した標高は、楕円体高からジオイド高を差し引いた値である。ネットワーク型 RTK-GPS 測量で測定した標高といずれのステレオペアの標高とも良好な正の相関関係が認められたが、前方視-後方視のステレオペアがもっとも高い決定係数を示した。この結果は、前方視-後方視がもっとも B/H が大きかったことにより、前方視-直下視または後方視-直下視よりも高さ方向の精度が良好だったと考えられる。また、国土地理院発行の 50m メッシュ DEM の各画素と前方視-後方視から作成した DSM の各画素から標準偏差 (1σ) を算出したところ、20.410m と全体的にも精度が高い DSM であることがわかった。

なお、図-2 は、ALOS/PRISM の前方視-後方視のステレオペアから作成した DSM と、現地調査地点 (No.1-No.8) を示したものである。

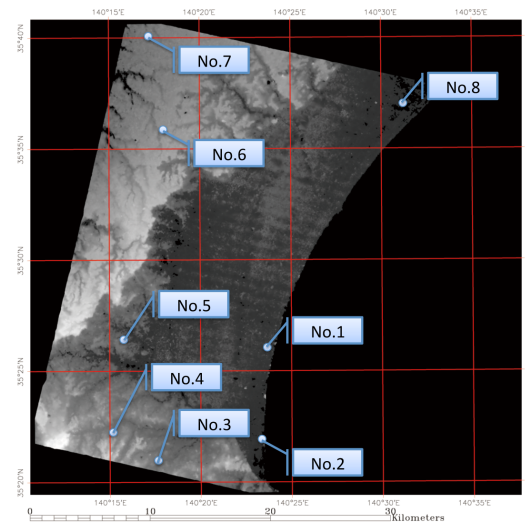


図- 2 ALOS/PRISM データから作成した DSM 画像と現地調査地点

4 おわりに

本研究では、ネットワーク型 RTK-GPS 測量成果を利用して、ALOS/PRISM から作成した DSM の精度を評価した。この結果より、平坦地と丘陵地が混在している地域において、前方視-後方視のステレオペアが最も高さ方向の精度が良好であることがわかった。

またネットワーク型 RTK-GPS 測量は、1 地点の観測が非常に迅速で且つ高精度な測定結果が得られるため、広範囲の現地調査地点を 1 日で観測することができた。さらに、単点観測法は 1 人で作業することもできるため、他の GPS 測量方法と比較して作業効率は画期的に高いといえる。ただし、1.8m のアンテナ高では町中や林では最低高度角 15 度が確保されないために観測することができなかったことから、本研究で示した結果は視通が確保された地点でのものと結論づけられる。

今後は、ネットワーク型 RTK-GPS 測量成果を外部標定点として利用することを検討している。

謝辞

本研究の一部は、「ALOS データ利用公募型共同研究 (研究代表者: 朝香智仁)」により実施したものです。また、ネットワーク型 RTK-GPS 測量の実施にあたり、株式会社新星コンサルタントの中島英敬氏に技術的なアドバイスをいただきました。ここに記して、謝意を表します。

参考文献

- 1) 社団法人 日本測量協会: -公共測量- 作業規定の準則, 日本印刷株式会社, pp.9-29, 2008.