

# ALOS/PRISM データを利用した数値地形モデルの作成

日大生産工 朝香智仁  
日大生産工 西川 肇  
日大総科研 近藤 勉

## 1 はじめに

2006年1月24日に宇宙航空研究開発機構(JAXA)が打ち上げた地球観測衛星「陸域観測技術衛星(Advanced Land Observing Satellite: ALOS)」は、自然資源管理や災害モニタリングなど、多くの実用分野で利活用されている。ALOSに搭載されているPRISMは、可視域の波長を用いて、前方視・直下視・後方視の3方向の画像を同時に取得することができる光学センサであり、地上基準点を用いない1:25,000地形図の作成を観測目的のひとつとしている<sup>1)</sup>。

PRISMの観測モードは9種類があるが、基本的な観測モードは3方向視モードであり、観測幅が前方視35km、直下視35km、後方視35kmの同時観測が行われる。しかしながら、ユーザからの要求に基づいて、一部の場所については観測幅が直下視70km、後方視35kmの2方向視モードの同時観測が行われることがある。

本研究では、解析事例の少ないモード2で取得されたデータから相対的な数値標高モデル(DSM)を抽出し、その抽出精度について評価するとともに、DSMから作成した水文モデルに必要な数値地形モデルについて考察することも目的とした。

## 2 研究手法

本研究で使用したALOS/PRISMデータは、2方向視モードで観測された2008年5月22日のレベル1B1のデータセットである。レベル1B1データセットは、衛星から地上アンテナにダウンリンクされたデータに対してシステム補正のみを施しているために地形歪みが残っており、直下視画像と後方視画像に視差差が大きく存在することからDSMの抽出に適していると考えた。JPEG圧縮によるノイズをメディアンフィルタによって前処理した、 $29000 \times 16000$  (px)の直下視画像、14500

$\times 16000$  (px)の後方視画像を解析に利用することにした。

### 2.1 DSMの抽出方法

DSMの抽出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。標定は、画像の左上隅が原点となるピクセル座標系 $(c,r)$ 、投影中心が原点となりセンサ内部の一を示すために使用される画像空間座標 $(x,y,z)$ 、地図投影法を使用した三次元座標系である地上座標系 $(X,Y,Z)$ を関連づける作業である。本研究では、標定作業が完了したテレオペア画像から三角形網(Triangulated Irregular Network: TIN)を発生させ、TINを変換することでDSMを抽出する方法とした。

#### (1) 内部標定・外部標定

内部標定は、画像を取得した時点のセンサ内部幾何を定義するために、画像のピクセル座標系を画像空間座標系に変換するパラメータを決定する作業である。PRISMのパラメータは、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、画像を取得した時点のセンサの位置と向きを定義するために、画像空間座標系と地上座標系との関係を決定する作業である。角度を定義するために、画像の $x$ 軸を中心とした $\omega$ 、 $y$ 軸を中心とした $\phi$ 、 $z$ 軸を中心とした $\kappa$ を使用した $3 \times 3$ 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、 $\omega, \phi, \kappa$ 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。

バンドル・ブロック調整は厳密なブロック三角測量であり、画像空間と地上空間の関係を数式化する際に共線条件を使用して計算する。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．

## (2) 三角形網を利用した DSM の抽出

TIN は，サイズや形状が不規則でオーバーラップしない連続した三角形の集まりで構成されたベクターデータである．TIN は，各ポイントの編集が自由にでき，さらに急激な地形の変化を表現できる利点がある．本研究では，TIN を 50m メッシュのラスターデータへ変換することで DSM を抽出することにした．50m メッシュに設定した理由は，DSM の抽出精度を国土院発行の 50m メッシュ数値標高モデル (DEM) と定量的に比較しようと考えたためである．

## 2.2 DSM の抽出精度の評価方法

DSM の評価方法は，垂直方向の精度を DEM を用いて，式 (1) の NIMA (National Imagery and Mapping Agency) LE90<sup>2)</sup> で評価することにした．

$$LE90 = \pm 1.646 \sqrt{\frac{\sum (|e_i| - |\bar{e}|)^2}{n}} \quad (1)$$

ここで， $|e_i|$  は参照ポイント  $i$  の絶対誤差， $|\bar{e}|$  は参照ポイント全体の平均絶対誤差， $n$  は使用した三次元参照ポイントの総数である．LE90 は，抽出した DSM の各ピクセルの集合は正規分布に従うという仮定に基づき，90% の信頼度における高さ方向に対する精度の範囲を表す．

## 3 結果と考察

図-1 は，2 方向視観測モードの PRISM から抽出した DSM である．LE90 の結果は， $\pm 562.5820\text{m}$  と全体的に誤差が大きいことがわかった．

また，図-2 は，DSM 画像の 360 ライン目の DSM と DEM の Z 方向プロファイルであるが，谷の部分では誤差が少なく，山の嶺や斜面において標高を高く見積もっていた．画像全体のプロファイルにおいて解析した結果も同様な傾向が表れていた．しかしながら，DSM および DEM から作成した水文モデルに使用される数値地形モデル (流路網データや流域界データ) はほぼ同様なデータが作成できることがわかった．よって，2 方向視モードのデータセットから抽出した DSM は，標高値に誤差が含まれるものの山岳地域の起伏は概

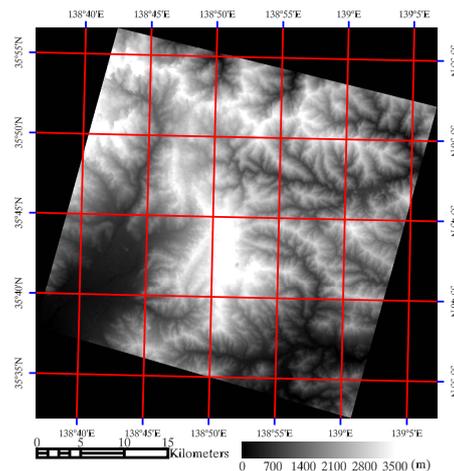


図- 1 2 方向視観測モードの PRISM から抽出した DSM

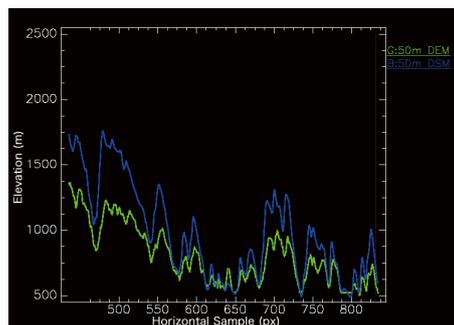


図- 2 DSM と DEM との Z 方向プロファイルの比較

ね既存の数値標高モデルと近似したデータであると思われる．

本研究の解析結果において DSM の抽出精度は誤差を含むものであったが，今後，RPC ファイルなど利用して DSM の抽出精度を向上させる方法について検討する予定である．

謝辞： 本研究は，「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．関係各位に謝意を表します．

## 参考文献

- 1) Iwata, T., Osawa, Y., and Kawahara, T.: Precision pointing management for the Advanced Land Observing Satellite (ALOS), PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPACE TECHNOLOGY AND SCIENCE, Vol.23(1), pp.949-958, 2002.
- 2) Department of Defense : Mapping, Charting and Geodesy Accuracy, MIL-STD-600001, 1990.