

(54) DSM の生成と精度管理に関する研究

Research on the accuracy management method of DSM

結城壮平<sup>1</sup>・桑原祐史<sup>2</sup>・小柳武和<sup>3</sup>

Yuki Sohei, Kuwahara Yuji, and Koyanagi Takekazu

**抄録**：近年の地球温暖化の影響により，沿岸部低平地においては水没の危険性が高まるとされ，早急な対策が必要である．この様な中，土地の高さをメッシュとして表した数値標高モデル(DEM: Digital Elevation Model)や数値表層モデル(DSM: Digital Surface Model)を用いた水没域推定に関する研究が散見され，データの示す標高値の精度の捉え方を整理する事が重要であると言える．既往の研究では，基準点を用いて誤差・残差をデータのばらつき判断材料とする統計論的アプローチで議論が進められている．本研究では，氾濫シミュレーションに対する DSM の実利用を想定し，数値標高モデル 10m メッシュ，レーザプロファイラ，ステレオマッチング処理，InSAR 処理の各方法で生成した DEM 及び DSM の精度比較の方法を検討した．

**キーワード**：DEM, DSM, 精度評価  
**Keywords**：DEM, DSM, precision criterion

1. はじめに

現在，水没域推定に関する研究において，DEM(数値標高モデル:Digital Elevation Model)や DSM(数値表層モデル: Digital Surface Model)を用いたものが散見される<sup>1)</sup>，<sup>2)</sup>．推定時に用いる DEM 及び DSM の精度が極めて重要であることは言うまでもなく，その評価方法として，基準点標高成果を用いての誤差・残差での精度評価が多く用いられている．しかし，海外においては測量成果が入手困難であるケースが多く，ステレオ衛星写真等から DSM を生成しても，その精度を容易に求めることができない．一方で，氾濫シミュレーションを行う際においても，凹凸が多く存在するエリアなどではうまく計算を行う事が出来ず，面として滑らかであることが必要である．以上より，従来用いられている基準点評価に加えて他の評価方法も必要であると考えた．本研究では，同地域においての DEM 及び DSM を用いて，従来用いられている基準点での評価に加え，面的に見たときの精度，被覆分類別に見たときの精度の3つの観点から生成した DSM の精度評価を行った．

2. 使用データ及び対象領域

本研究では，国土地理院よりダウンロードした基盤地図情報-10m メッシュ<sup>4)</sup>(以下，GSI-10m)，常陸河川国道事務所より提供頂いたレーザプロファイラデータ(以下，LP)，ステレオ観測衛星データ(以下，ALOS/PRISM)，合成開口レーダーデータ(以下，ALOS/PALSAR)の4データを用いて DSM を生成し，精度評価を行った．それぞ

れの処理に関しては，ALOS/PRISM は IMAGINE 8.3 の OrthoBASE PRO を用いてステレオマッチング処理，ALOS/PALSAR は SARscape for ENVI を用いて InSAR(Interferometric Synthetic Aperture Radar)処理，LP は接合等のデータ編集を行い，それぞれの DSM 生成を行った．被覆評価を行う際の事を考慮し，観測時期に近いものであり，かつなるべく植生の影響の出にくい冬季のものを使用することとした．生成したデータは，生成方法の違いや元のデータ精度の違いにより，分解能が LP-2m，ALOS/PRISM-20m，ALOS/PALSAR-8m と異なっている．使用データの詳細を表-1に示す．対象領域は，基準点評価ができるよう測量基準点が十分に存在し，かつ多くの被覆条件(山間部，海岸，河川，耕作地，市街地など)を有している日立市南部周辺を選定した．

表-1 使用データ

	GSI-10m	LP	PRISM	PALSAR
観測日	—	2006/02/02 ~2006/03/13	2007/02/12	2009/12/15 2010/12/18
データの性質	1/25,000地図の 等高線から 作成	雲がある日には 観測不可	雲のある地点 は標高値算出 不可	天候や昼夜に 左右されずに 観測可能
生成 DEM,DSM 分解能	10m	2m	20m	8m
区別	DEM	DSM	DSM	DSM

1：学生会員 茨城大学 大学院 理工学研究科 都市システム工学専攻  
 (〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1, Tel: 0294-38-5261, E-mail: 12nm822r@hcs.ibaraki.ac.jp)  
 2：正会員 博士(工学) 茨城大学 准教授 広域水圏環境科学教育研究センター  
 3：正会員 工学博士 茨城大学 教授 工学部 都市システム工学科

### 3. 処理・考察

#### (1) ALOS/PRISM のデータ処理

ALOS/PRISM データの DSM 生成には、IMAGINE を用いてステレオマッチング処理を行い、ALOS PALSAR データの DSM 生成には、ENVI の SARscape を用いて処理を行った。ALOS/PRISM は、国土地理院刊行の数値地図 25000(地図画像)及び、前方視・後方視・直下視の三方向の画像データを用いて、30 点前後のリファレンス GCP の取得を行った。続いて、Triangulation(標定)を行った。その際の RMSE(Root Mean Square Error:平均二乗誤差)は 0.38m であった。続いて IMAGINE8.3 の OrthoBASE PRO を用いて、データの内挿を行った後 DSM を生成した。

#### (2) ALOS/PALSAR のデータ処理

ALOS/PALSAR は、時期の違う 2 つの SAR データを SARscape で読み込める形式に変換を行い、それと同地域の DEM(本研究では SRTM(Shuttle Radar Topography Mission))をダウンロードした。続いて、初期干渉位相計算、処理に使うペア画像情報、ペア画像が上手く干渉できるかの確認を行った。地形や衛星の軌等道による影響、干渉画像のノイズの除去等の処理を行い、最後に座標系を与えて出力を行った。

それぞれの処理フローを図-1に示す。これらの処理で生成したものに加え、その他の DSM 及び DEM の同一地点の一部切り抜きを図-2に示す。その際に、セル値の区分を 2m 間隔とし、0m以下の配色を黒と設定した。

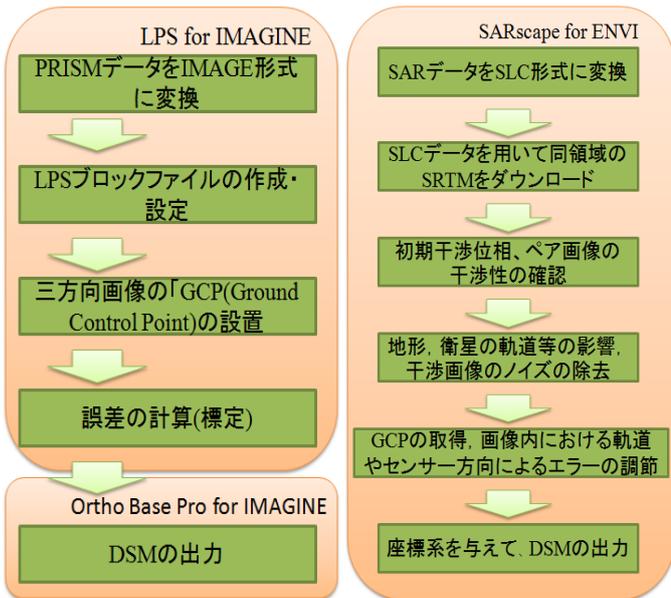


図-1 処理のフロー図

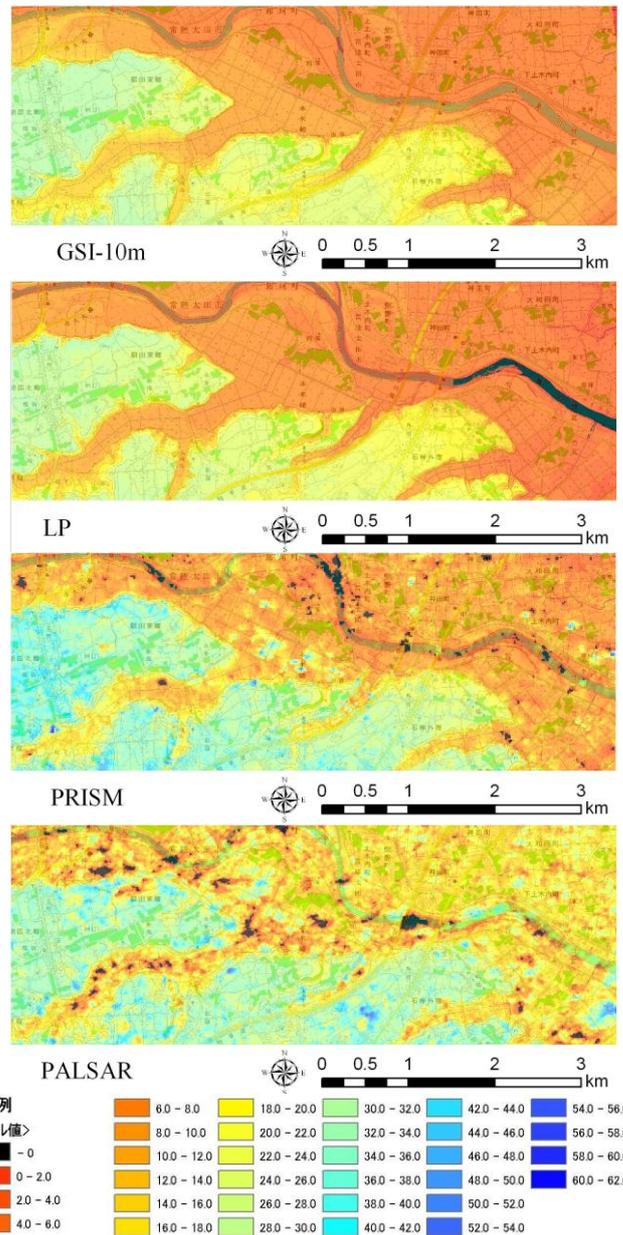


図-2 生成 DSM 及び DEM の一部抽出

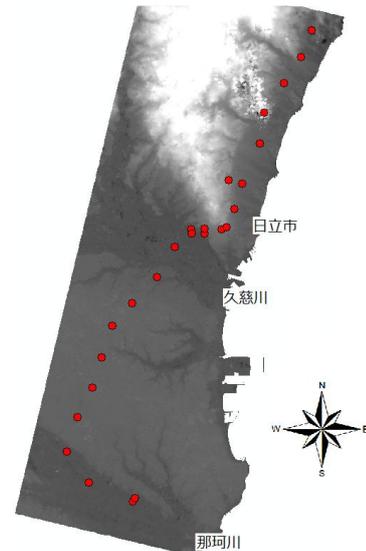


図-3 測量成果の分布

LP-DSM は、入手データがすでに自動及び、手動でのフィルタリング処理が施されていたため、久慈川に架かる橋などの処理は行われていた。しかし、河川付近を離れたエリアを見てみると、常磐自動車道やICなどの標高値もしっかりと映っていることが分かる。また、線路等の若干標高値が大きくなっているエリアに関してもしっかり確認することができた。

PRISM-DSM は、川付近において標高値が低く出ている場所が数か所見られた。その箇所を見てみると、橋の架かっているエリアや川の合流点においてその傾向が見られた。また、田エリアにおいては、GIS-10m と比較的近い値をとっているが、所々に標高が高くなっている箇所が見られた。PALSAR-DSM に関しては、田の標高値が極端に低くなっている箇所がいくつか見られた。

#### 4. 評価方法および結果

本研究では基準点評価、面積評価、被覆分類評価の3項目で精度評価を行った。以下に評価方法及び成果を示す。

##### (1) 基準点評価

従来から用いられている DSM の評価手法である。生成した DSM 及び、GSI-10m を、基準点成果を真値として精度評価を行った。評価には基本基準点 19 点、公共基準点 6 点の計 25 点を用いた。基準点は主に、山間部、住宅地、河川付近等のエリアに存在していた。基準点評価に用いたデータの分布を図-3 に示す。生成 DSM と基準点のそれぞれの誤差を計算し、正規分布を作成し標準偏差を求めた。求めたそれぞれの正規分布及び、標準偏差を図-4、図-5 に示す。本研究で用いたデータで生成した DSM においては、GSI-10m、LP、ALOS/PRISM は公称値(公称された標準偏差)内に収まった。一方で、ALOS/PALSAR に関しては、24.86m と公称値を大きく上回る誤差となった。原因として、干渉が上手くいかなかったことが考えられる。しかし ALOS/PALSAR に関して、40m 以上の特に大きな誤差を示していたエリアである建物用地の基準点データ 5 点を評価対象から外すと 5.60m となり、公称値内に収まる結果となった。このことから、住宅や工場などといった建物の多いエリアにおいては PALSAR-DSM の精度が下がってしまう事が推測される。また、PALSAR-DSM は既知点のデータとして SRTM の値を用いているため、本来は誤差がほぼ 0m 付近に分布するはずだが、誤差平均が 11m と大きく出ている。他の地点を見てみると、標高が高く出ているエリアもあるが、多くのデータは GSI-10m よりも低い値で分布していた。そのため、全てのデータに+11m を加えて平行移動を行った。なお、ALOS/PRISM データには一部雲がかかっているエリアが存在していたため、そのエリアにある基準点を評価対象から外してある。

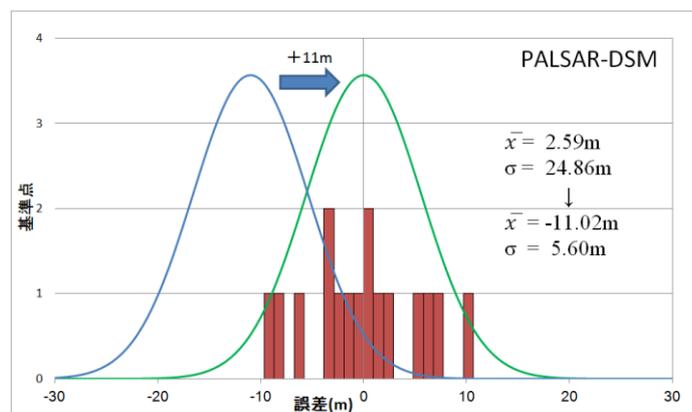
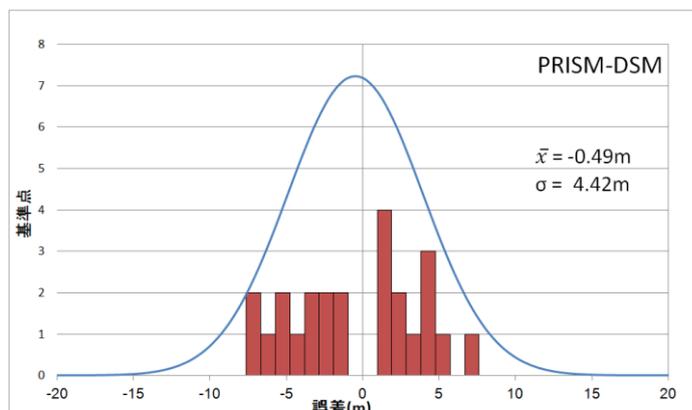
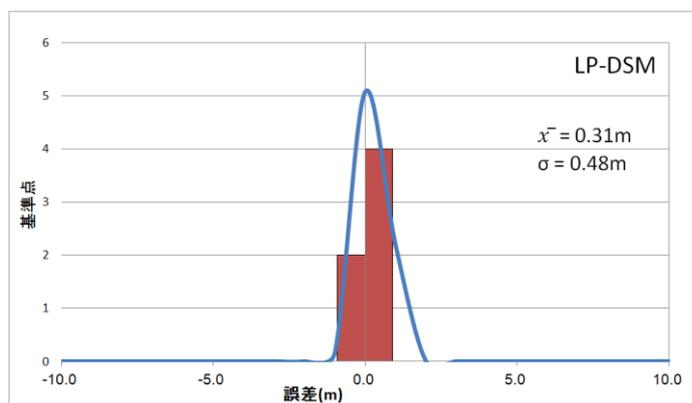
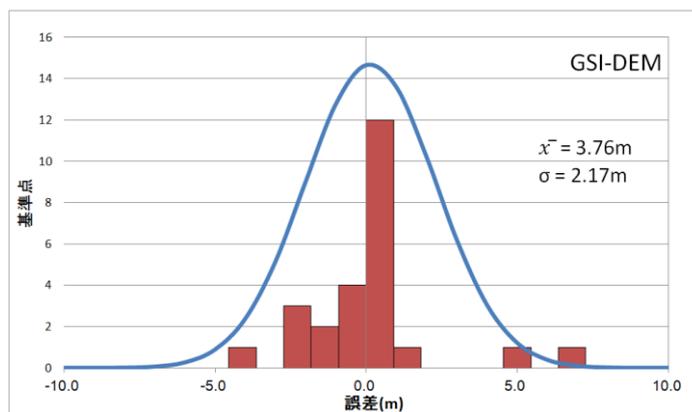


図-4 基準点における誤差の分布

## (2) 面積評価

氾濫シミュレーションなどを考える際には、数 m でも低いエリアのほうへと水は流れてしまう。そのため、生成 DSM の一点一点の点精度だけでなく、面として見たときの粗さに関する精度も重要となってくる。また、海外では十分な測量基準点が存在していないエリアも多くある。そのため、海外での DSM 等の精度評価を想定した場合に、基準点評価を行えない場合がある。そのため本研究では、相対的評価であるが②面積評価を行った。方法は、生成 DSM(LP, ALOS/PRISM, ALOS/PALSAR) 及び、GSI-10m に関して、それぞれ 10m の等標高面のポリゴンを作成し、GSI-10m を基準として、等標高面の面積量にどの程度のばらつきが存在しているのかという点で評価を行った。評価を行った結果を、図-6 に示す。それぞれの標準偏差は、LP-DSM が 0.64km<sup>2</sup>、PRISM-DSM が 3.08km<sup>2</sup>、PALSAR-DSM が 5.89km<sup>2</sup> であった。面積評価においては、明確な基準となる数値は無いものの、LP データで生成した DSM の精度が他の生成 DSM に比べて GSI-10m と等標高面の面積量が近いことが読み取れた。一方で一番大きく差が出たのが ALOS/PALSAR データで生成した DSM であり、5.89km<sup>2</sup> となった。しかし本研究で求めた標準偏差は、それぞれの生成 DSM 毎の比較した総面積量が違っているため、比較面積が大きくなるとその分誤差が大きくなってしまふ可能性が高くなってしまふ。それらに関して再度考慮に加え評価を行う必要がある。

## (3) 被覆分類評価

標高値は、土地被覆の条件の違いにより DSM の精度に大きな差が生じてしまふ。また、その精度についても個々の手法によって様々なばらつきがあると考え、本研究では評価項目を田・森林・山地・建物用地・河川・海と設定し、それぞれの被覆条件の違いによってどの程度の差が生じるのかの精度評価を行った。面積評価と同様に GSI-10m を基準として、生成 DSM(LP, ALOS/PRISM, ALOS/PALSAR) の被覆条件毎に精度確認を行った。その結果、用いたデータの観測時期が冬であるため、PRISM-DSM、PALSAR-DSM に関しては、田において限りなく裸地となっており、精度に大きな影響を与えることなく、比較的精度の良好な結果となっていた。また、LP-DSM に関して、山地以外のどのエリアにおいても数 m 前後の小さい誤差となっていた。一方で、どの生成 DSM においても山地では精度が大きく下がる結果となった。これは、標高値の変化が激しい山地においてはデータの取得が難しい、または山間部では冬場でも樹木が多く残っているため誤差が大きく生じたことが原因ではないかと考えられ、一番精度の高かった LP-DSM に関しても標高値にばらつきが多く見られた。また、ALOS/PRISM、ALOS/PALSAR では河川データが取得できないのに対して、LP データは河川の標高値も計測されていた。その値から、水面の標高値が算出さ

	GSI-DEM	LP-DSM	PRISM-DSM	PALSAR-DSM
検証点数	25	6	24	21⇒16
標準偏差(m)	2.17	0.48	4.42	24.86⇒5.60
公称値(標準偏差)(m)	5.00	0.15	4.92	17.00

図-5 基準点評価

	GSI	LP
比較総面積(km <sup>2</sup> )	239.87	238.73
総面積比(%)	0.47	
標準偏差(km <sup>2</sup> )	0.64	

	GSI	PRISM
比較総面積(km <sup>2</sup> )	386.27	372.74
総面積比(%)	3.50	
標準偏差(km <sup>2</sup> )	3.08	

	GSI	PALSAR
比較総面積(km <sup>2</sup> )	1635.98	1444.12
総面積比(%)	3.58	
標準偏差(km <sup>2</sup> )	5.89	

総面積比 = (GSI面積 - 生成DSM面積) / GSI面積 × 100(%)

図-6 面積評価

れていると考える。基準点評価でも触れたが、PALSAR-DSM に関しては、市街地における精度に大きなばらつきが見られ、精度があまり高くない結果となった。

## 5. まとめ

本研究では、GSI-10m, LP, ALOS/PRISM, ALOS/PALSAR の 4 データを用いてそれぞれの DEM 及び生成 DSM を①基準点評価 ②面積評価 ③被覆分類評価の三項目に分け、精度評価を行った。PALSAR-DSM に関しては、本研究の InSAR 処理に用いた Master と Slave の観測日に 1 年の空きがあり、植生などの影響でコヒーレンス値が低くなってしまひ、干渉がうまくいかなかった。そのため生成 DSM の精度が大きく下がってしまったと考えられる。また、面積評価においては明確な基準値が存在していないため、本研究では相対評価で精度評価を行った。今後、評価基準の作成を行いたい。

**謝辞：**本研究で用いた H18 年度の LP データは常陸河川国道事務所から提供されたものである。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- 岡田遥平: 全球低平地における水没域推定を目的とした DSM 補正の検討, 土木学会年次学術講演会公演概要集, 2011 年 9 月.
- 田村正行, 楠山達弥: 基準点標高成果による数値標高モデルの精度評価, リモートセンシング学会第 48 回学術講演会論文集, 2010 年 5 月.
- CGIAR CSI, <<http://www.cgiar-csi.org/>>, (2012/01/11).
- 国土地理院, <<http://www.gsi.go.jp/>>, (2012/01/18).