

# LISM/TCによる月面DTM (Digital Terrain Model) の精度評価

平田 成<sup>1</sup>, 春山 純一<sup>2</sup>, 中村 良介<sup>2</sup>, LISMグループ

1:神戸大学自然科学研究科, 2:宇宙航空研究開発機構

本研究は神戸大学21世紀COEプロジェクト「惑星系の起源と進化」より支援を受けています。

## 1.概要

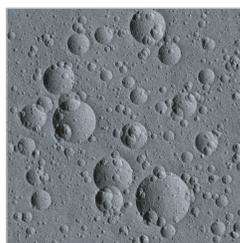
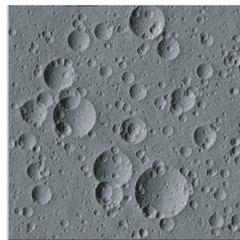
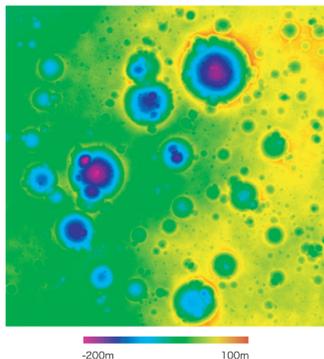
月探査衛星SELENEに搭載されるLISM/TC(地形カメラ)はステレオペア画像を取得することで、立体視の原理で月面のデジタル地形モデル(Digital Terrain Model)を作成する。このDTMはクレーターやリッジなど月の様々な地形形状を解析するための源泉データとなる。DTMの精度はカメラの光学的、電子的な性能や、プラットフォームである衛星の姿勢安定度、姿勢情報精度、位置情報精度などの複雑な要因によって支配されている。平田ら(2001)は、模擬画像を用いた検討により、カメラの性能がDTM精度に与える影響について予備的な評価を行っている。本研究では種々のカメラ特性がDTM精度に対してどのような影響を与えるか、改めて詳細な解析を行った。今回特に着目したのは、検出器読み出しライン間のオフセットの影響である。オフセットが載った画像はアロングトラック方向に縞状のパターンを生じ、ミスマッチングを引き起こしやすいと考えられる。さらに、TCの非可逆データ圧縮によって画像情報が失われ、後処理による縞状パターンの除去に問題が生じる懸念があるためである。

## 2.ステレオマッチングアルゴリズムと模擬画像

今回使用したステレオマッチングアルゴリズムは平田ら(2001)で用いたものと同じであり、

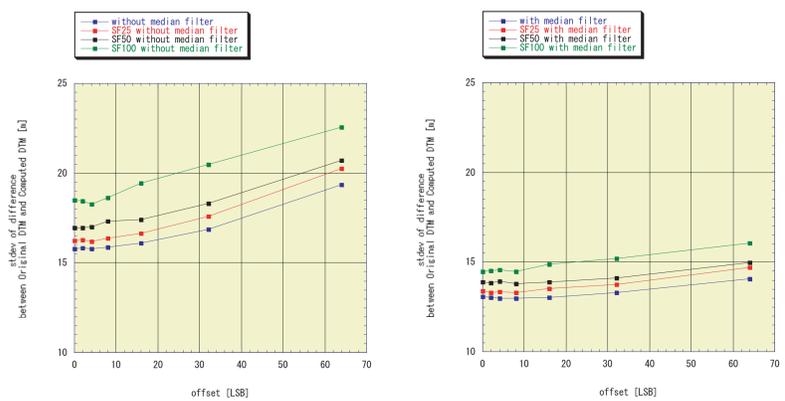
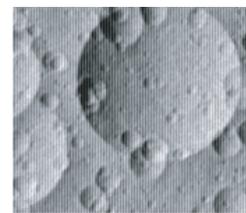
- ・面積相関係数によるマッチング
- ・多段階相関法
- ・サブピクセルマッチング
- ・可変サイズ相関窓
- ・メディアンフィルタによるミスマッチング点除去
  - 不正ライン・カラム並び
  - 標高値

という特徴を持つ。また、模擬ステレオペアも平田ら(2001)と同じものを用いている。



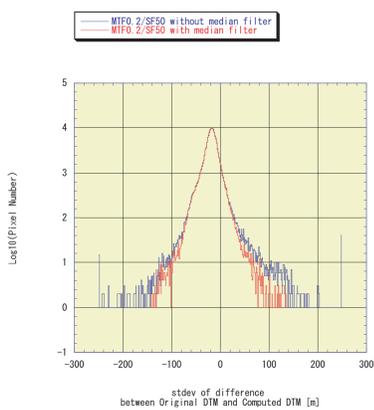
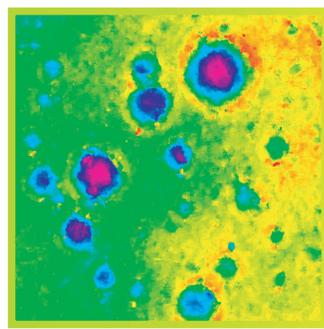
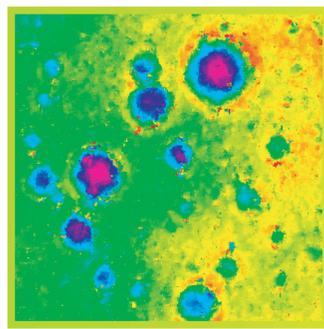
## 5.ライン間オフセットの影響

後方視画像の偶数ラインに一定(2, 4, 8, 16, 32, 64LSB)のオフセットを載せた場合のDTMの精度を調べた。オフセットが8LSBを超えると精度の悪化が顕著になる。しかし精度の悪化はメディアンフィルタの適用で効果的に低減することが可能であるので、ショットノイズ的な誤差が支配的であることがわかる。フィルタ適用後はオフセット16LSB程度までは精度の悪化は見られなくなる。また、非可逆圧縮のスケールファクタが大きい場合でも特にオフセットの影響との相乗効果は見られない。実際にはTCの読み出しライン間のオフセットは大きくても8LSB以下と見られるため、大きな影響はないと考えられる。



## 3.DTM作成結果

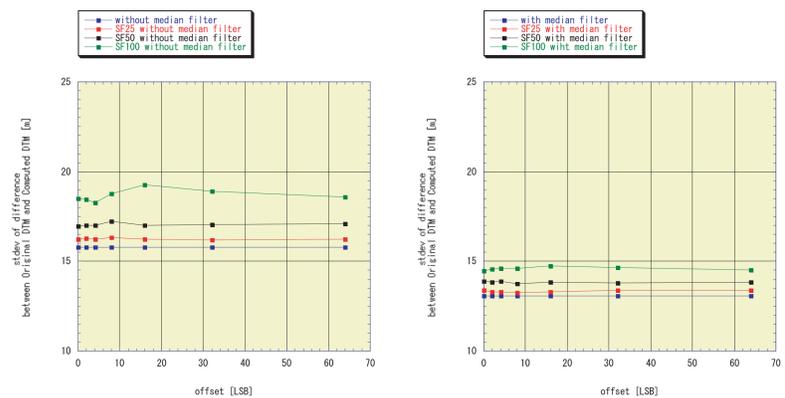
想定されるTCの性能(MTF0.2, SF50での非可逆圧縮)を加味した模擬画像によるDTMの作成結果を示す。源泉の模擬地形と比較して、クレーターの形状などの全体的な誤差と、散在するショットノイズ的な誤差の二種類があることがわかる。前者の誤差はクレーターのリムなどで大きい。後者はメディアンフィルタによるミスマッチング点除去で効果的に取り除くことができる。



源泉DTMと計算されたDTMとの差の値のヒストグラム(縦軸は画素数の対数)。メディアンフィルタの適用により、大きな誤差をもつ画素が除去されている。以下の解析ではこの差の分布の標準偏差をDTMの「誤差」としている。

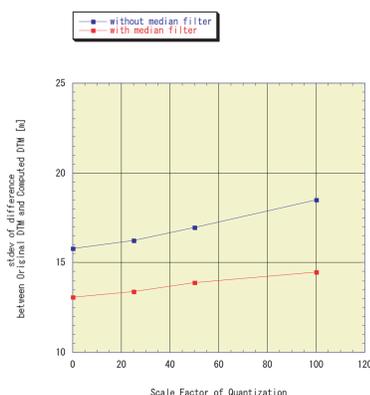
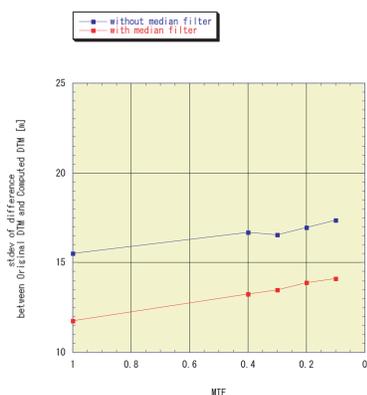
## 6.非可逆圧縮後のライン間オフセット除去の効果

オフセットを適用した後に非可逆圧縮を加えた画像について、オフセット分を再度差し引いた画像の場合のDTMの精度を評価した。非可逆圧縮をしたにもかかわらず、最初のオフセット分を差し引いた画像を用いると、オフセットが最初からなかった場合と同等にまで精度が向上した。このことは非可逆圧縮データでも適切な輝度校正を行うことで良好なDTMが得られることを意味している。



## 4.光学的性能と非可逆データ圧縮の影響

MTFは視野の中心と端で変わる。また、非可逆圧縮時の量子化スケールファクタは運用時のパラメータとして変更可能である。これらの要因の影響は運用上想定される範囲(MTFは0.2前後, SFは通常50, 最大で100)では、DTMの精度に大きな差は出てこない。ただし、SF100ではやや精度が悪化してくる。いずれの場合もメディアンフィルタでは除去しにくい誤差である。



## 7.クレーター形状解析に与える影響

得られたDTMを用いてクレーターの深さと体積の計測を行った結果を示す。計測時の条件は以下の通りである。

- ・水平方向の距離(今回の場合はクレーターの直径)はDTMではなく画像から得た
- ・リムは誤差が大きいので、クレーターの深さは周囲の平地からの比高をとった
- ・プロファイルを見ながらノイズが多そうなところを避けて測定した

深さ計測の結果は元のDTMと傾向は一致しているものの、大きなクレーターで真値よりも深く計測される傾向が出た。また、体積の計測では、直径500mを超えるクレーターではほぼ真値と一致しているものの、小さいクレーターでは真値よりも小さい体積を出す傾向にある(ただし誤差も大きいのでエラーバーの範囲には入っている)。

