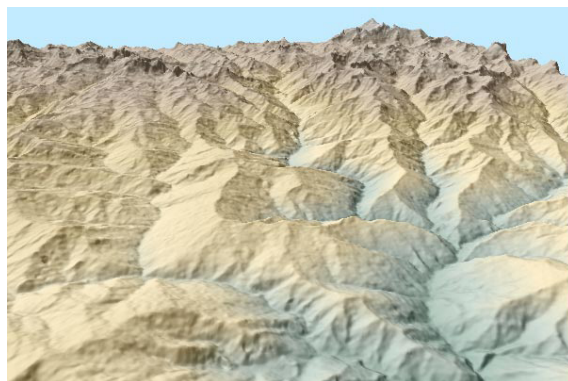


ASTER 全球標高データ (GDEM)

次世代高性能光学センサ (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer、略称 ASTER) 画像から求められた、セルサイズ 1 秒 (約 30m) の全球デジタル標高モデル (GDEM) が公開されました。この DEM は、日本の経済産業省 (METI) と米国航空宇宙局 (NASA) が共同で公開したもので、北緯 83 度から南緯 83 度の陸地をカバーする 22,600 個の $1^\circ \times 1^\circ$ のタイルで構成されています。タイルは GeoTIFF フォーマットであり、WGS84 の測地系に準拠した緯経度座標です。標高は EGM96 ジオイドを基準とした整数のメートル単位です。GDEM タイルは、(財) 資源・環境観測解析センター (ERSDAC) と NASA の Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC) から、個別にあるいは複数個単位で無料でダウンロードできます：

<http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp> <https://wist.echo.nasa.gov/api/>



ヒマラヤ山脈 (ネパール) のセルサイズ 1 秒の ASTER GDEM タイル N27E086 の 3D 鳥瞰図。DEM3 次元地形レイヤの上に DEM のカラー起伏陰影図を描画。北北東の方向の図で、右上の地平線上にエベレスト山が見えます。

GDEM の作成方法

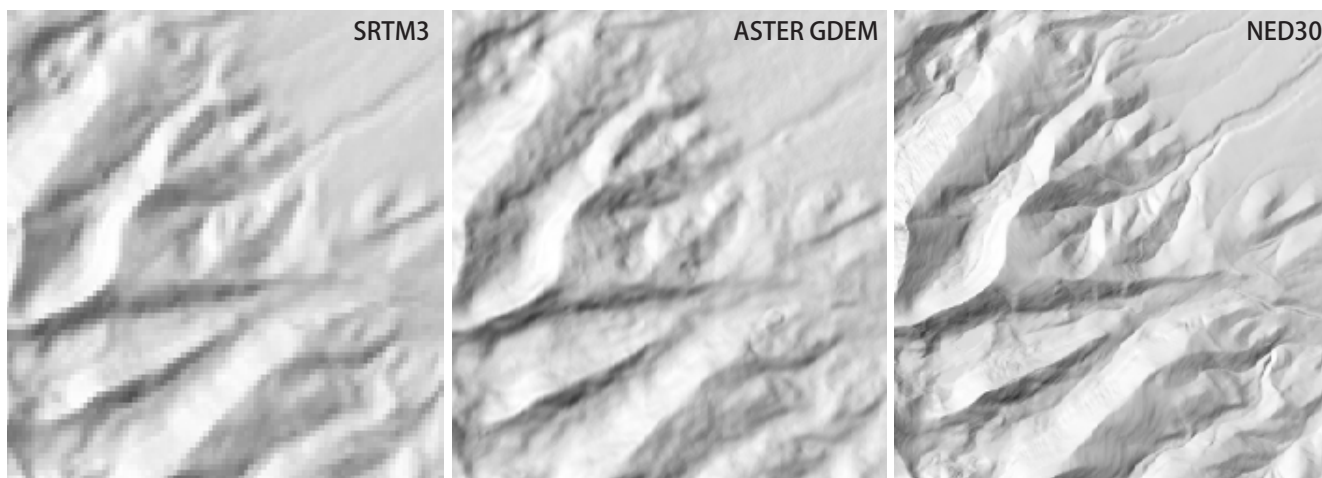
ASTER は近赤外線バンドを使ってステレオ画像を得ることができるセンサで、直下視および後方視の望遠鏡を持ち、衛星軌道に沿って同じ領域を異なる角度から画像化できます。ASTER GDEM は、ASTER でこれまで観測された全 150 万シーンのデータから以下の手順に従って自動処理されました。

- 立体視相関によって 1,264,118 個のシーンに基づいた DEM を作成し、ほぼ全ての陸域を繰り返し観測
- 雲のあるピクセルを除去するための雲マスキング
- 雲を除去した全 DEM データのスタッキング (重ね合わせ)
- 残存した不良値や異常値の除去
- 重ね合わせたピクセル値を平均して、最終的なピクセル値の作成
- 選択した残存不良値を、参照用 DEM の標高値と置換
- $1^\circ \times 1^\circ$ のタイルに分割

SRTM DEM との比較

ASTER GDEM は、シャトルレーダ地形図ミッション (SRTM) で作成した DEM と同じく、軌道から地表を直接リモートセンシングして得られたデータです。ASTER GDEM のカバーする領域は SRTM データに比べ、北極および南極圏へ向かって南北に広がっており、北極ユーラシアやグリーンランド、カナダ、南極大陸の貴重な地形データを提供します。オリジナルの SRTM DEM もレーダシャドウイングやフォーショートニング効果により急峻な山岳地域で多数のデータの欠損を含みます。ASTER GDEM は精度は落ちるものの、急峻な地形の標高をより広範囲にカバーしています。

(2 ページ目へ)



中央コロラドの山岳地帯の起伏陰影画像。シャトルレーダ地形図ミッションのバージョン 3 の DEM データ (SRTM3、セルサイズ 3 秒、左)、ASTER GDEM (セルサイズ 1 秒、中央)、および米国のナショナル標高データセット (NED30、セルサイズ 1 秒、右) の比較。ASTER GDEM と NED30 の画像は 1 倍ズームで表示されています。ASTER GDEM のセルサイズは約 30m ですが、右上の扇状地にある細い水路のような 100 ~ 120m より小さな地形は ASTER GDEM でははっきり見えません。ASTER GDEM の実効的な空間解像度はセルサイズ 90m の SRTM3 DEM と同程度です。

ASTER GDEM の精度評価

ASTER GDEM の事前評価によると、精度は垂直方向で 20m、水平方向では 30m と概算されました (信頼度はともに 95%)。作成機関による予備的な品質評価では、アラスカとハワイを除く隣接するアメリカ全土の GDEM タイルを USGS の NED データや 13,000 個所以上のコントロールポイントと比較しました。他の大陸の GDEM タイルに関しては、その地域の DEM データや SRTM データと比較しました。この評価では、GDEM タイルの実質的な標高精度は想定していた 20m 以内またはその近くで、信頼度は 95% であるという結論に至りましたが、ASTER GDEM の標高値は 1 秒 (約 30m) グリッドで配置されているものの、実際にはそのサイズの地形分解能がある訳ではないという結論を出しました。ASTER GDEM は、他の 30m 解像度の DEM (NED30 や米国の 30m の SRTM データ) と比較するとぼやけて見えます。ASTER GDEM が分解できる空間的な精細度は、100 ~ 120m であると推定されます。



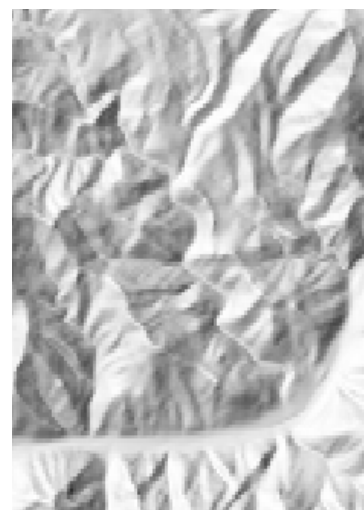
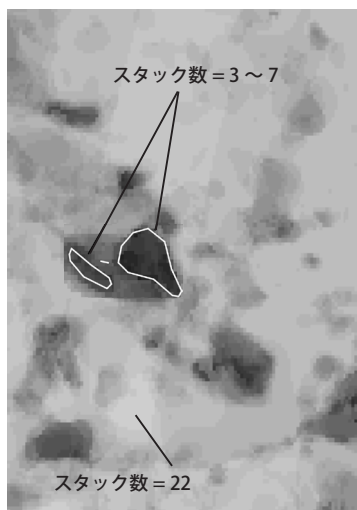
北エクアドルの ASTER DEM タイル S01W079 から作成したカラーの陰影起伏。人が住む開拓された溪谷にいくつかの火山が見られます。表示範囲の幅は約 40km です。

データの異常や不良

ASTER GDEM は、データの全体的な精度や使用に影響を及ぼすような残留不良値や異常値を含んでいます。不良値の中には生の標高データを表示しただけで分かるものもあれば、起伏陰影図にした時に見えてくるものがあります。

一番多い不良値は、最終的な DEM 標高の平均値を作成するためにスタックされた DEM の個別シーンの数に関連しています。各 ASTER

GDEM タイルには、スタック数を記録した GeoTIFF ファイルと一緒に提供されています。最も正確な標高は、20 個以上の DEM シーンをスタックして算出されたものです。標高の精度はスタック数が少なくなるにつれて下がり、スタック数が 4 以下の場合は特に低くなります。周辺部よりスタック



左図は、起伏陰影で表示した ASTER GDEM タイルの小さな領域で、多くの「くぼみ」の異常値を含みます。中央の図はこの領域のスタック数ラスタで、右図は比較用の起伏陰影の NED30 データです。このくぼみは、スタック数ラスタ中のスタック数が低い領域 (濃いグレーの部分) にあたります。

数が格段に少ない不規則な小領域が多く見られ、数 m ~ 100m 以上の標高異常が小さなくぼみや隆起となって現れます。上図は、このような異常値を陰影起伏表示および対応するスタック数の画像として示した例です。

ASTER GDEM タイルには、雲のない ASTER データが入手できないピクセルを含むものがあります。このような地域は、熱帯および北極や南極に近い緯度において顕著に見られます。これらの空洞は、SRTM や NED、その他使用可能な DEM データを使って埋められました。埋められた値は、ASTER と参照した DEM の間のズレを補正するように調整されました。参照できる DEM データがない北極および南極圏に関しては、ASTER GDEM で残留した雲のセルに -9999 の値が割り当てられました。内陸の水塊に関しては、水面を水平にするような特別な処理はしていません。

研究用

経済産業省と NASA は、今回の ASTER GDEM バージョン 1 を「実験的」あるいは「研究用」とみなすべきであると述べています。ただし、不完全なものの、公開によって得られる利点は大きく、将来的にユーザ組織が改良版の作成に貢献することを期待して、公開に踏み切りました。