

LANDSAT および DEM の活用

長崎大学 森山雅雄 matsu@cis.nagasaki-u.ac.jp

1. はじめに

本文書は、Landsat データとDEM(デジタル標高モデル)をフリー GIS ソフトウェアであるQGISを用いて利用する一例を示したものである。DEMとリモートセンシングデータの統合利用は、単体利用よりも多くの情報を得ることができる。是非、各自の利用分野で独自の活用法を見出していいただきたい。

2. DEM(Digital Elevation Model デジタル標高モデル)

DEMとは地形図の標高を一定水平方向間隔でデジタル化したものと考えてよい。現在ではDEMは衛星データから作成することが多く、空間分解能がkmオーダーから数mのものまで多種多様存在する。現在、経済産業省が提供するASTER Global DEM(GDEM)、およびJAXAが提供するAW3D30が全球をカバーしており、30[m]の空間分解能のデータが無料で入手できる。日本国内であれば国土地理院が提供する基盤地図情報が5[m]または10[m]の分解能で無料で入手できる。本文書ではGDEMを利用するが、他のDEMもQGISで利用可能である、是非、入手して利用していただきたい。

AW3D30: http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/aw3d30/index_j.htm

基盤地図情報: <https://sites.google.com/site/qgismemo/ji-pan-de-tu-qing-baono-li-yong/ji-pan-de-tu-qing-baowo-biao-shishitai-jpgiswoshapefileni-bian-huan>

3. QGIS を用いた GDEM の表示

GDEM は産総研からも入手できるが、LANDSAT 地表面反射率プロダクトの入手先である Earthexplorer から入手できる。今回利用した GDEM も LANDSAT データと一緒に Earthexplorer から入手した。QGIS の左側のラスタデータ入力アイコンを左クリックし、配布したデータの ASTGTM2_18utmndem.tif を選択すると、表示エリアにモノクロで表示される。レイヤ->プロパティを選択し、スタイルサブウィンドウから、単バンド疑似カラーを選択し、適当なカラーマップを右から選び、分類を左クリックする。このとき、0 を黒くするように左の色の管理テーブルを編集し、OK を左クリックすることで、色のついた DEM 表示ができる。

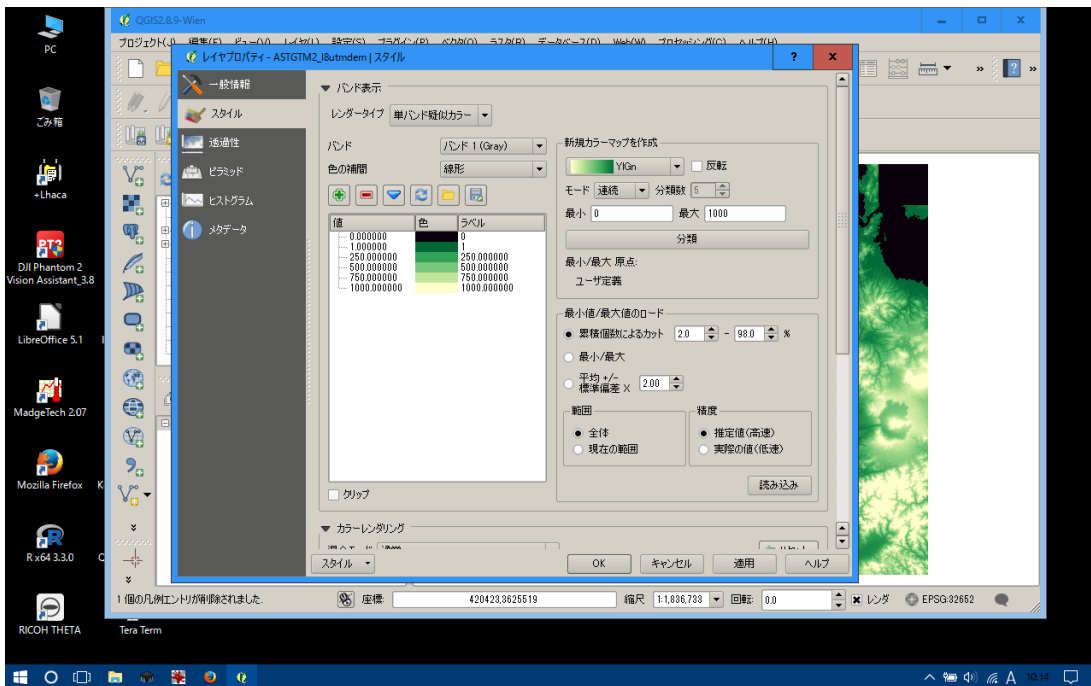


図 1: DEM の疑似カラー表現設定

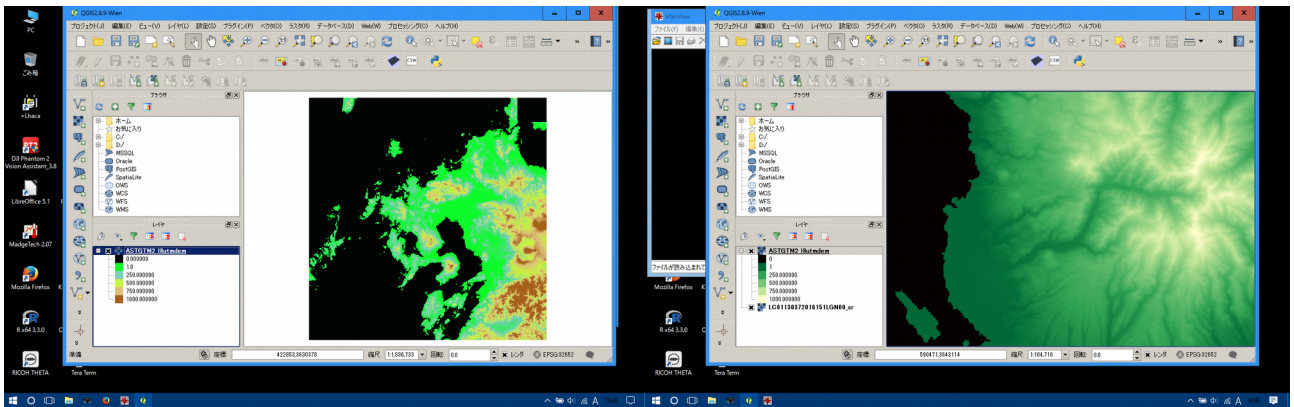


図 2: DEM のカラー表示とズーム

上部のルーペのアイコンを使ってDEMをズーム表示し、手のひらアイコンで表示領域を移動して詳細を見ることが可能である。

4. 地形解析

DEM は空間的な標高の分布であるため、その空間的な変動特性から多くの情報を得られる。それらの一つが、斜面傾斜(斜度)と傾斜方位の算出である。QGIS には複数の傾斜と方位の算出法があるがここでは QGIS に最初から組み込まれた機能を用いる。まず、ラスター->解析->DEM(地形モデル)を左クリックし、サブウィンドウを表示させる。表示されている入力 DEM であることを確認し違っていた場合は選択ボタンを左クリックし、DEM を選択する。計算する項目をモードから選び、適切なファイル名を出力に記述する。以下は傾斜を計算した例である。

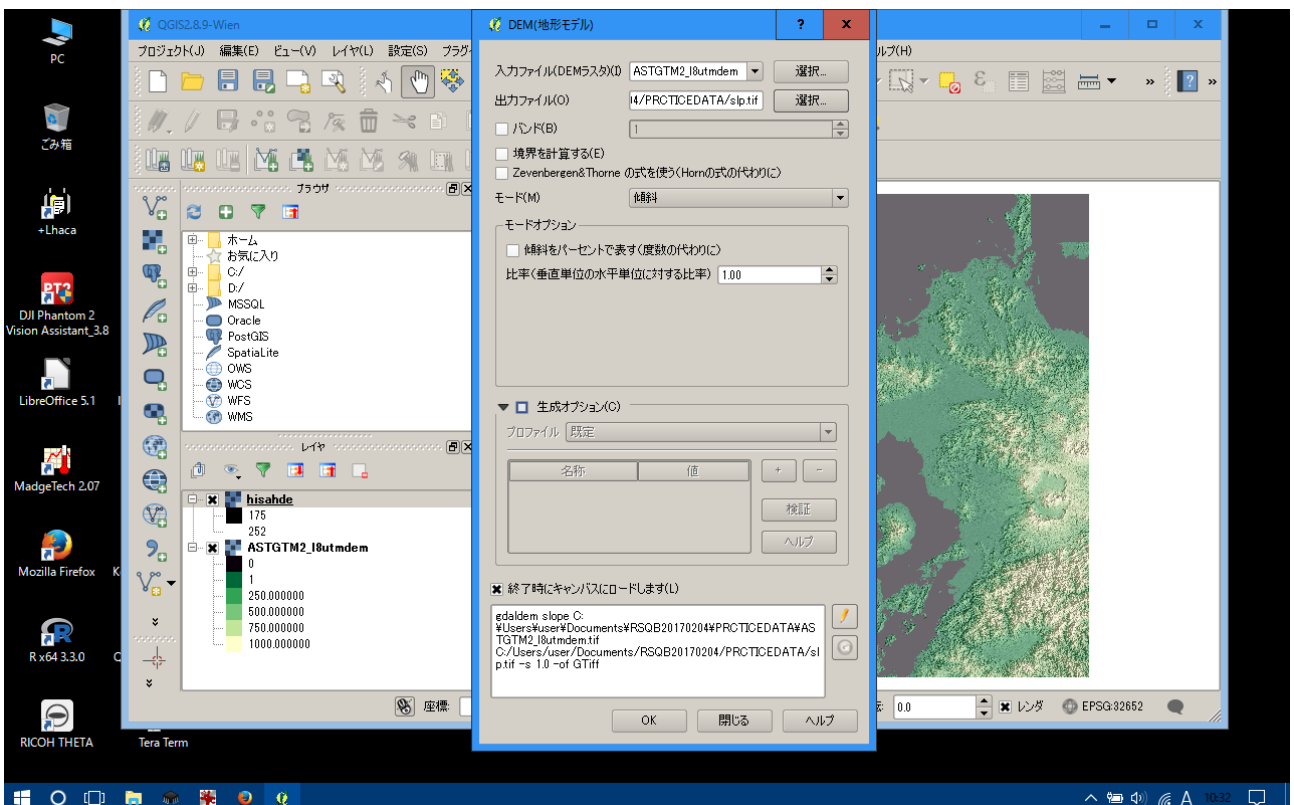


図 3: 傾斜計算例

以下は傾斜(水平が 0 度)と方位(北が 0 度、時計回り)である。

演習 1 方位を正しく見せるカラーテーブルを作成し、方位を表示せよ。

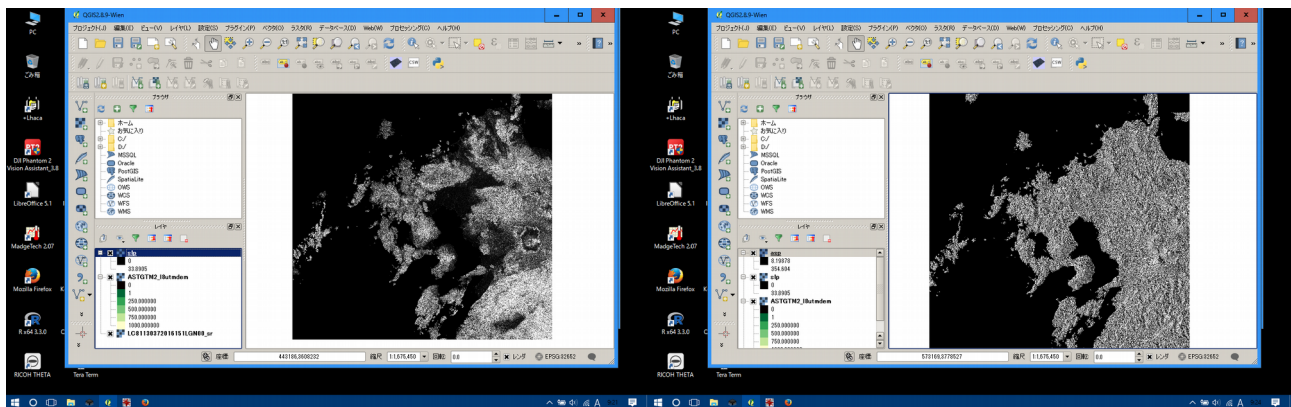


図 4: 方位と傾斜

次に陰影図を作成する。陰影図とは、DEM が与えられたとき、太陽の幾何を入力しどのような影ができるかを示すものである。今回は、DATA フォルダにある LANDSAT データ取得時の太陽幾何を入力して陰影図を作成する。DATA フォルダにあるテキストファイルをメモ帳などのエディタで開き、SUN_AZIMUTH, SUN_ELEVATION の値を把握する。傾斜と同様のラスタ->解析->DEM を選択し、モードを陰影図として、ライトの方位角に SUN_AZIMUTH、ライトの高さに SUN_ELEVATION の値を入力し、OK を左クリックすると陰影図が得られる。

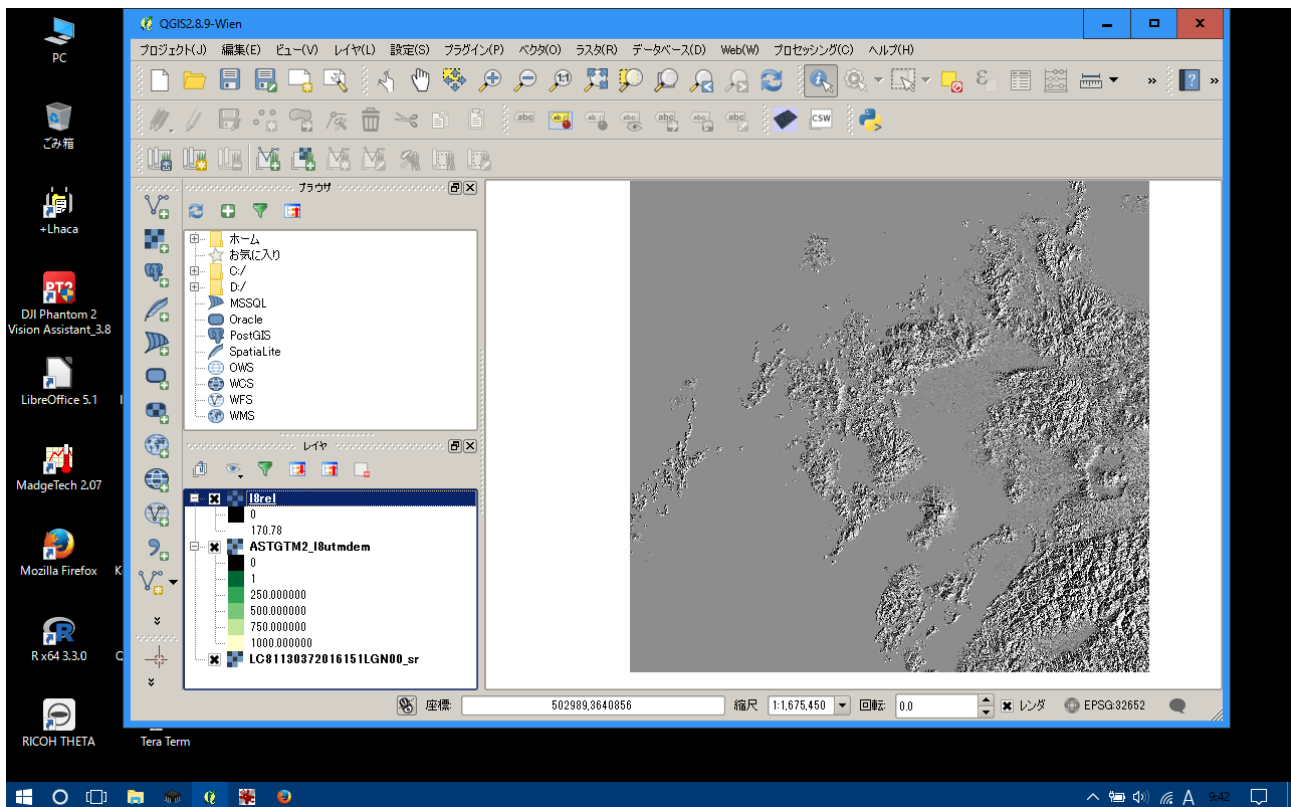


図 5: 陰影図

陰影図はそのままでも多くの情報が得られるが、DEM と重ねて表示することで、より分かりやすいものとなる。カラー表示した DEM と陰影図がレイヤにあり、陰影図が DEM の上にあると想定して、陰影図のプロパティを表示させ、透過を 50% にすると、陰影図と DEM が重ねて表示できる。

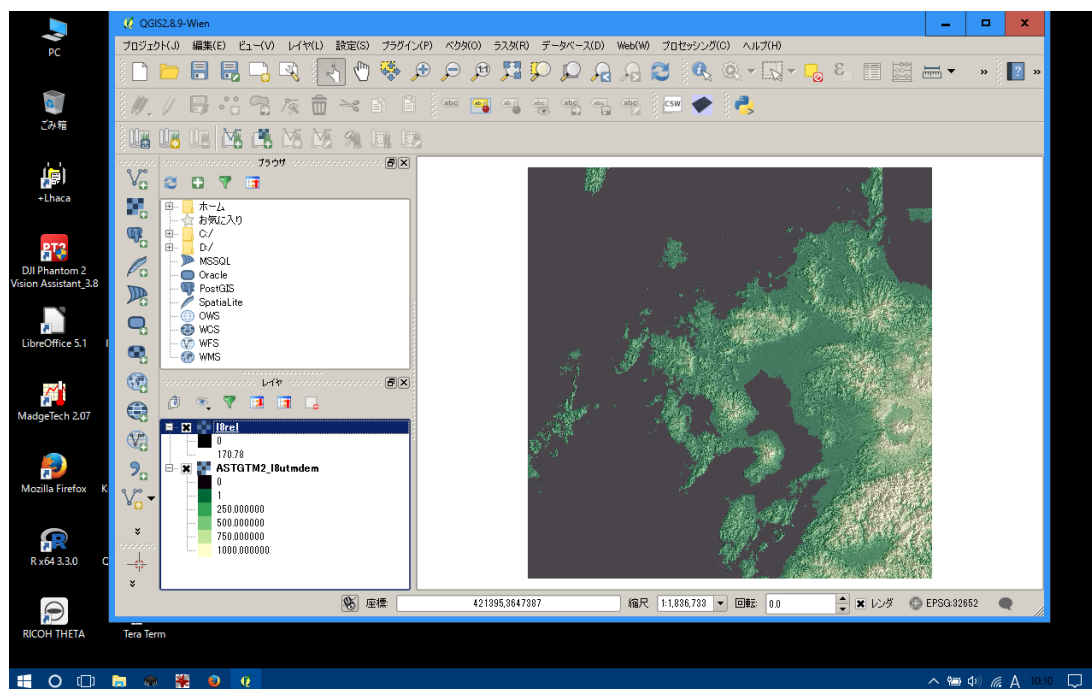


図 6: 陰影図とDEM の表示

次に特定の地形のみを抽出する手法を説明する。ラスタ->ラスタ計算機には、条件が成立すれば1、成立しなければ0を返す条件判断式を計算する機能がある。この機能を用いてラスタデータの特定の範囲を切り出すことが可能となる。ここでは、先に計算した傾斜が 30° 以上の画素を抽出する手順を示す。ラスタ->ラスタ計算機を選択し、サブウィンドウを表示させる。入力には先に計算した傾斜を選択し、出力は、傾斜が 30° 以上の領域を表すファイル名を記述する。

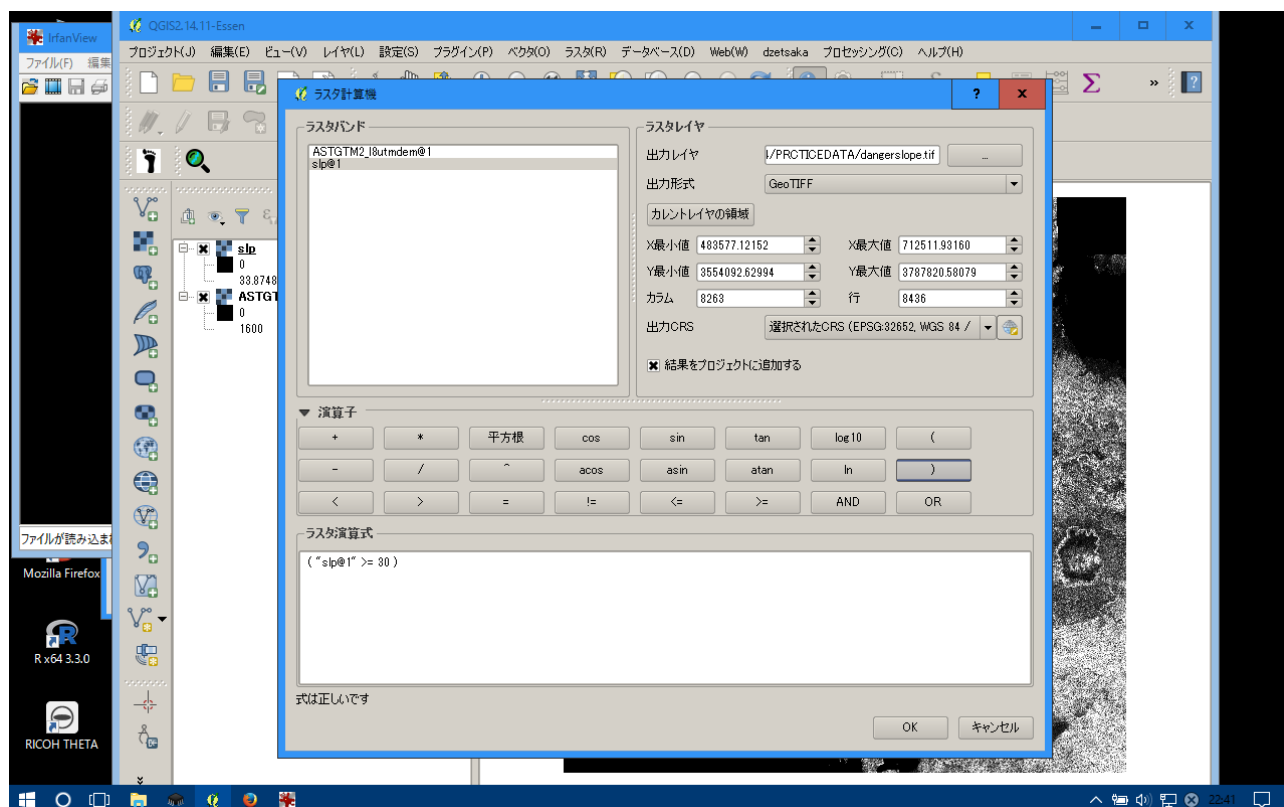


図 7: 傾斜が 30° 以上の領域の抽出

ラスタ計算機の条件判断式はかつこで囲まれた等号または不等号を用いた比較式である。ここでは傾斜が 30° 以上であるという比較式を入力している。条件式が成立した場合は 1、そうでない場合は 0 が戻り値となるため、結果の画素値は 0 または 1 の二値である。

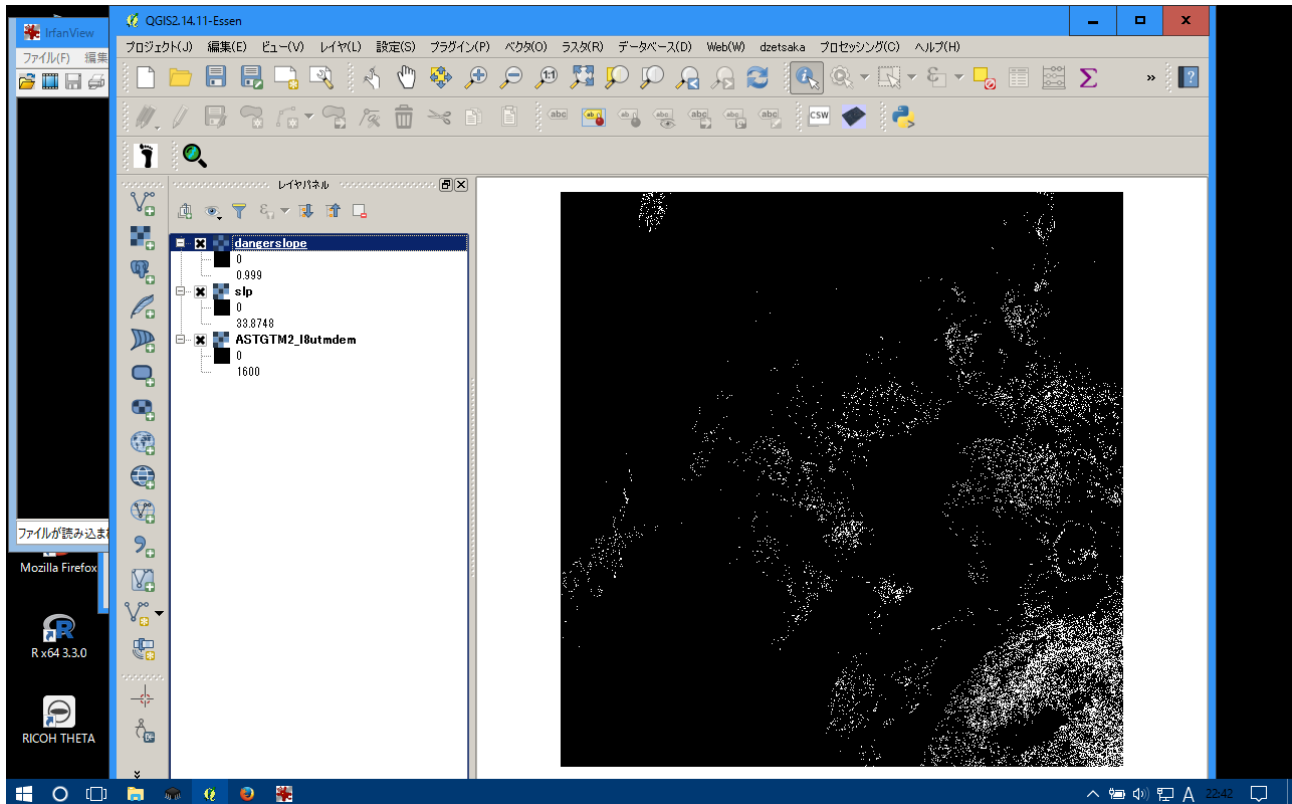


図 8: 傾斜が 30°以上の領域

本来ならば、この後、ラスタ->変換->ポリゴン化でこの結果をベクタ形式に変換しておく、後の解析に役立つのだが、計算時間が膨大であるためここでは行わない。興味のある方は是非実施していただきたい。

演習 2 標高を 500m 刻みに 0, 5, 10, 15, 20 という画素値を割り当てた画像を作成せよ。

5. 地形効果の補正

LANDSAT 地表面反射率プロダクトは、大気の影響は補正しているがすべての地面は水平と仮定しているため、地形効果が残存している。配布しているデータの LT81130372016151LGN00_sr.tif は、2016 年 5 月 30 日の LANDSAT8/OLI データから推定した地表面反射率プロダクトである。QGIS のラスタ読み込みアイコンを左クリックしてこのファイルを読み込み、プロパティで、赤をバンド 4、緑をバンド 3、青をバンド 2 に割り当て、RGB カラー表示をし、上部のルーペアイコンで山岳地帯をズームして表示すると、山の南北斜面で明るさが異なることがわかる。これが地形効果である。視覚判読の場合なら、このような状況は人間が把握できるが、画像処理のようにすべてコンピュータにやらせる場合には誤差の要因となる。このため、地形効果を除去する必要があるが、大気補正後のデータでは解析的に除去するのは難しい。地形効果は、大気補正が完全であれば乗法的な誤差であり、その大きさは波長に無関係であるため、バンド間の比をとることで消える。ただし、単純な比は分母が小さくなると値が増大するため、二つのバンドの反射率の差を和で割るという正規化計算が实际的である。代表的な正規化計算は、NDVI (Normalized Differential Vegetation Index), NDWI(Normalized Differential Water Index), GRVI(Green Red Vegetation Index)などがある。以下にその計算式を示す。ここで、 ρ は反射率、下付き添え字は OLI のバンドを表す。

$$NDVI = \frac{\rho_5 - \rho_4}{\rho_5 + \rho_4}, \quad NDWI = \frac{\rho_5 - \rho_6}{\rho_5 + \rho_6}, \quad GRVI = \frac{\rho_4 - \rho_5}{\rho_4 + \rho_5}$$

以下に NDVI の計算過程を示す。LT81130372016151LGN00_landmask.tif は晴天の陸域を 1、そうでないものを 0 とした陸マスクであり、これを追加して読み込んで、陸域晴天のみ計算対象とするような計算式を入力する。

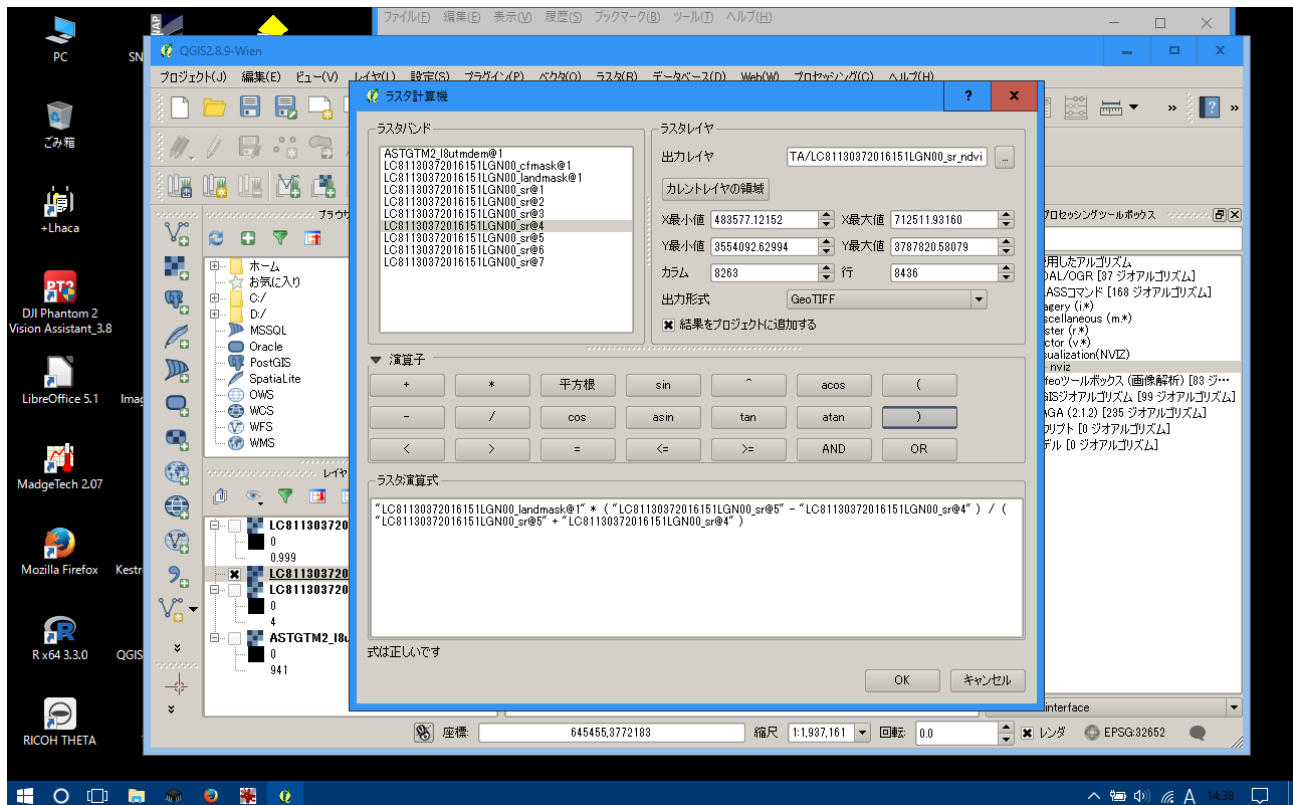


図 9: NDVI の計算式

計算が終了すると、NDVI が表示される。プロパティから疑似カラー表示を選択し、適切なカラーマップを選択し、それをズームしたものが以下である。山岳地帯での地形効果が軽減されているのが見て取れる。

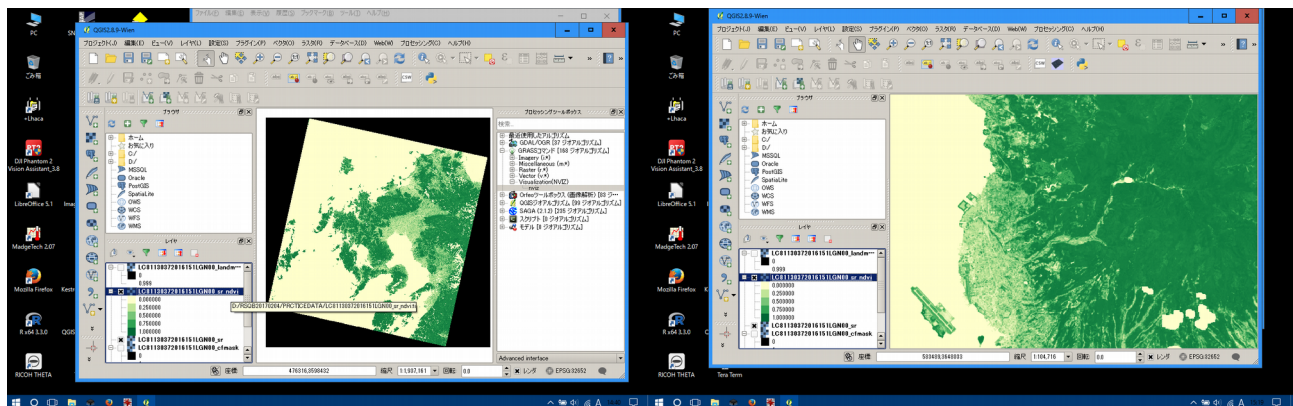


図 10: NDVI 表示例

演習 3 NDWI、GRVI も同様に計算してみよ。

6. LANDSAT データの三次元表示

DEM と LANDSAT データがあるので、LANDSAT データを三次元表示することができる。QGIS に最初からついていない機能ではないが、qgis2threejs という三次元表示プラグインをインストールすることで、手軽に三次元表示ができる。まず三次元表示したい LANDSAT データをズームしておく。水平方向、垂直方向とも m の単位であるため、広い範囲を表示するとおのっぺりと表示されてしまう。QGIS 上部に CSW と書かれたアイコンがあるが、その隣に黒い平行四辺形のアイコンが見える。これが qgis2threejs のアイコンである。これを左クリック

してサブウィンドウを表示させる。サブウィンドウ内の **map canvas image** を選択し、**Run** を左クリックすると、ブラウザが起動し三次元表示された **LANDSAT** データが見える。マウスで視点を変更できるのでいろいろな方向からの見え方を確認してほしい。

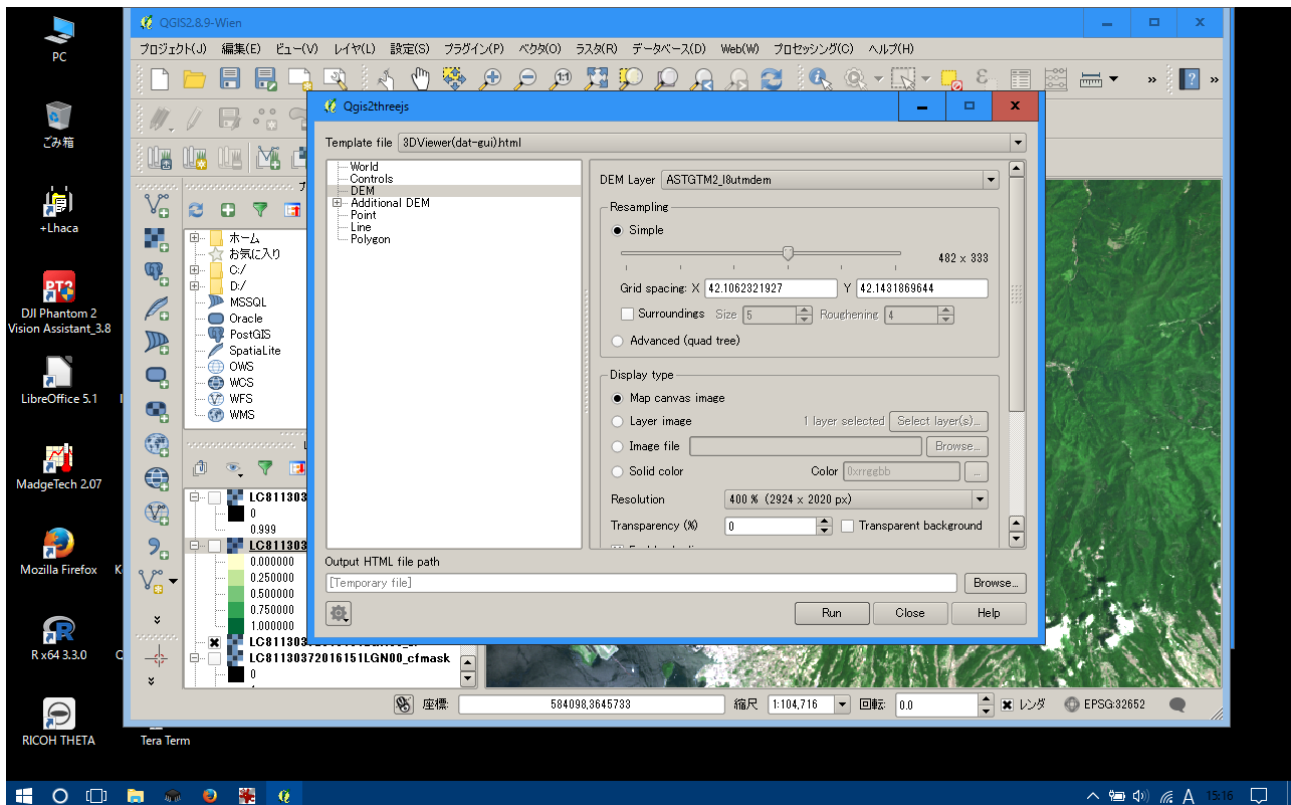


図 11: 三次元表示の準備

7. おわりに

DEM の活用をいくつか紹介した。これにとどまらず、例えば標高、傾斜、方位の範囲指定をしてその範囲での各種衛星データの統計量算出など、多くのより進んだ解析が手軽に実現できる。是非、自分なりの活用法を自分で構築していただきたい。