

文化財業務で使う GIS – QGISを利用した実践的操作 –

石井淳平（厚沢部町）

GIS in Cultural Heritage Management: A Guide to Using QGIS

Ishii Junpei (Assabu)

・ 地理情報システム (GIS) / Geographic information system

1. GIS 概論

1.1 何を「GIS」と呼ぶのか

「空間的な情報の取り扱いについて、コンピュータを用いてシステム化したもの」¹⁾ という説明が簡潔です。「遺構配置図に遺物の出土地点をプロットして、等高線を上書きする」という作業をコンピュータ上で行えば、「GIS」といえます。これらの作業を手作業で行うことも可能ですが、「縄文中期前半の土器群だけを抽出する」という種類の作業を繰り返すうちに、人間には不可能な作業量に近づいていきます。また、「土器の出土量に対する石器の出土量の比率の空間分布」のように統計処理を含んだ処理を人間が正確に行うことは難しくなります。空間情報を含んだ複雑で膨大な処理を行うためのコンピュータソフトウェアが必要となります。

1.2 GISにできること

空間情報のあるデータならどんなものでも対象になります。一般的には地理情報とはみなされない遺物の実測図や写真を GIS ソフトウェアで活用することも可能です。GIS で行われているのは次のような作業です。

- 最短経路・コスト距離
- 傾斜算出、画像強調
- 気象等観測データの補間
- 属性に基づいたデータベース処理

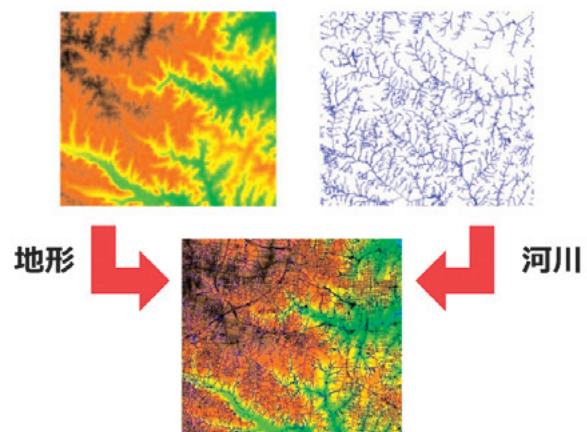


図 1.1 異なるデータの重ね合わせ (田中淳2018「QGIS初級編 version3.03」, FOSS4G 2018 Hokkaidoハンズオン資料)

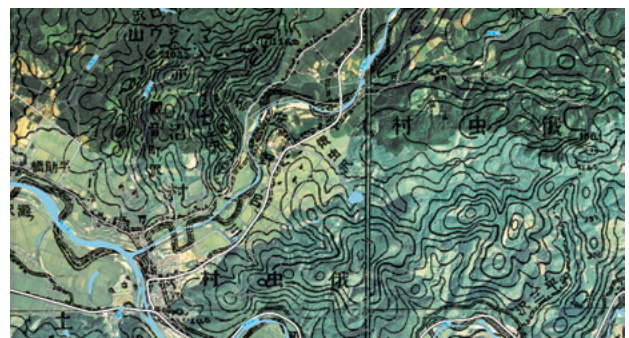


図 1.2 国土地理院旧版地形図と航空写真、現代の道路・河川の重ね合わせ

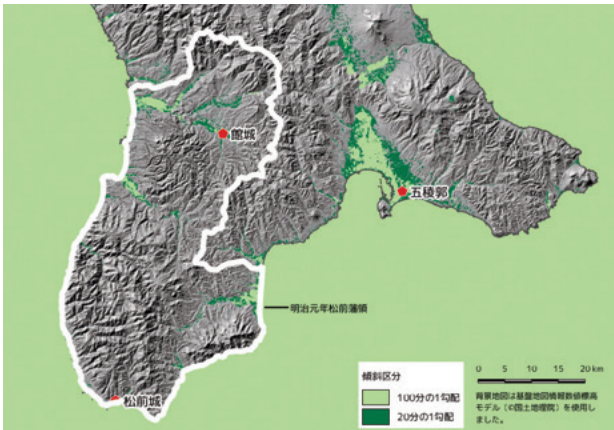


図 1.3 標高データから土地傾斜区分図を作成

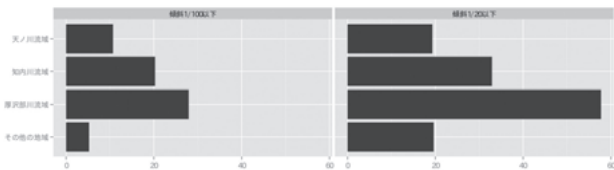


図 1.4 土地傾斜区分図からグラフを作成

1.3 ベクタデータ

1.3.1 ベクタデータの種類

- ポイント = 点データ
- ライン = 線データ
- ポリゴン = 面データ

1.3.2 ベクタデータの形式

「座標で地図を表現するデータ」をベクタデータと呼びます。データの種類には次のようなものがあります。

Shapefile ESRI社のフォーマット。デファクトスタンダード。データベースとしては古い構造(.dbf)を維持しているため最新のデータベースでできない場合があります。GISでのトラブルの多くがシェープファイルに由来している側面があります。

Spatialite データベースエンジンにSQLiteを使用。シンプル・軽量・高機能。ポストシェープファイル。

GPX GPSで使われるファイル形式。GISにインポートした後は別のファイルに変換することが一般的です。

CSV カンマ区切りテキスト。x座標とy座標があればGISデータとして使えます。表計算ソフトで扱

えてシンプル極まりない構造ですが、ポイントデータしか表現できません。

GeoJson Javascriptをベースにつくられたデータ格納形式。JSONのGIS版。

これまではShape形式がスタンダードでしたが、ウェブ系のエンジニアやデータベースの専門家が地理情報システムを扱うことが増えたため、様々な形式のデータが登場しています。「とりあえずShape形式にしておけば大丈夫」という時代ではなくなってきたようです。

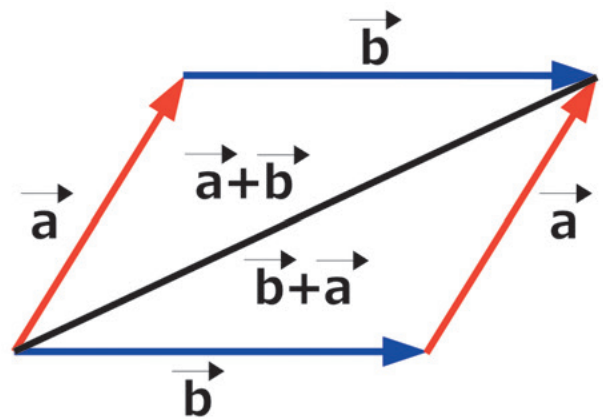


図 1.5 ベクタ画像の概念 (田中淳2018)

1.3.3 ベクタデータの特徴

ベクタデータの特徴は、地理情報をデータベースとして扱うことができる点です。データベースであるため次のような作業が可能になります。

- 出土層位ごとに遺物の分布図を作成する。
- 包含層出土遺物のうち、堅穴の2m圏内から出土した遺物を抽出する。
- 時代ごとに遺構図を表示する。

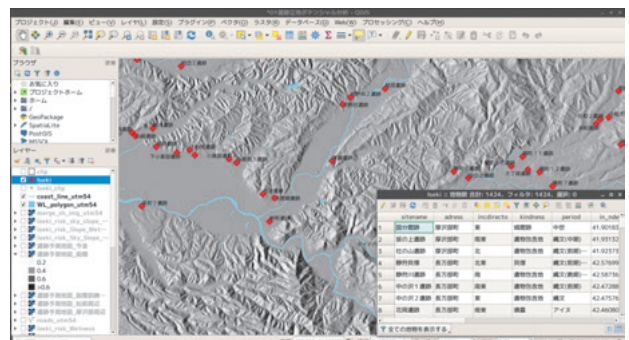


図 1.6 データベースとしてのベクタデータ

1.4 ラスタデータ

1.4.1 ラスタデータの形式

GeoTIFF 一択です。GeoTIFF はオープンな規格で設計されており、当面ラスタデータは GeoTIFF が使用されるものと思われます。

1.4.2 ラスタデータの特徴

航空写真や遺物実測図のように「絵的」なもの、標高データのような数値行列を「絵的」に表現したものにわけられます。標高データでは標高値をグレースケールの 256 階調に割り振ったり、任意のカラースケールに変換して表現します。GIS の機能の一つとして、様々なラスタデータを透過的に重ね合わせて表現することが可能です。傾斜区分図や陰影図、曲率図などと組み合わせて「赤色立体図」や「CS 立地図」などの新しい視覚表現も生み出されています。



図 1.7 絵的なラスタデータ (Landsat7 衛星画像)

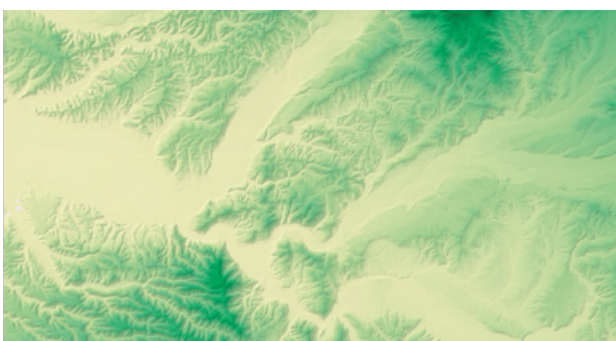


図 1.8 データ行列のラスタデータ (数値標高モデル)

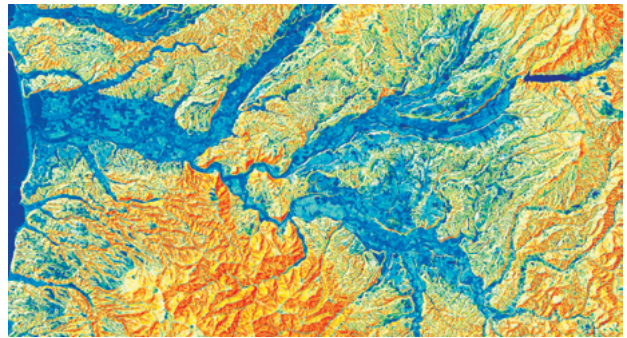


図 1.9 衛星画像+傾斜区分図+陰影図

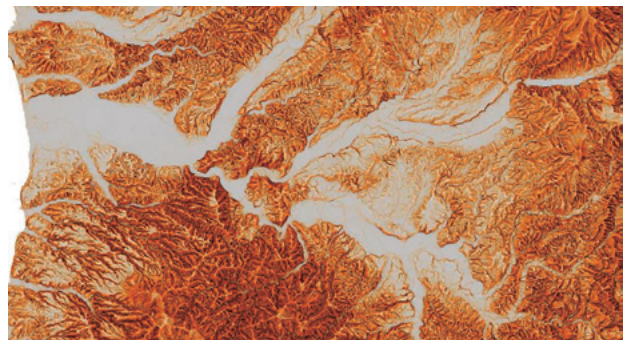


図 1.10 微地形の判読に特化したCS立体図 (北海道CS立体図)

1.5 測地系と座標系

1.5.1 測地系・座標系とは何か

- 測地系 = 地球の形
- 座標系 = 投影法とほぼ同義。球体の平面展開方法

測地系	座標系	QGISでの表記	EPSG
Tokyo 日本測地系	地理座標系	Tokyo	4301
	平面直角座標系	Tokyo/Japan Plane Rectangular 1~19	30172*
	UTM座標系	Tokyo/UTM zone 51N~56N	3095
JGD2000 世界測地系	地理座標系	JGD2000 (≠WGS84)	4612
	平面直角座標系	JGD2000/Japan Plane Rectangular1~19	2454
	UTM座標系	JGD2000/UTM zone 51N~56N	3100*
WGS84 世界測地系	地理座標系	WGS84	4326
	webメルカトル	WGS84/Pseudo Mercator	3857

図 1.11 測地系と座標系一覧 (田中淳 2018)

1.5.2 測地系は何を選ぶべきか

「世界測地系」²⁾ 以外の選択肢はありません。現在公共事業や公費負担の事業として行われる発掘調査³⁾ で世界測地系以外の測地系を採用することは「違法」です。

測量法第1条 この法律は、国若しくは公共団体が費用の全部若しくは一部を負担し、若しくは補助して実施する土地の測量又はこれらの測量の結果を利用する土地の測量について、その実施の基準及び実施に必要な権能を定め (後略)

測量法第11条第1項 基本測量及び公共測量は、次に掲げる測量の基準に従って行わなければならない。

一 位置は、地理学的経緯度及び平均海面からの高さで表示する。ただし、場合により、直角座標及び平均海面からの高さ、極座標及び平均海面からの高さ又は地心直交座標で表示することができる。

測量法第11条第2項 前項第一号の地理学的経緯度は、世界測地系に従って測定しなければならない。

1.5.3 座標系は何を選ぶべきか

GISで運用する上で3つ選択肢が考えられますが、地方自治体等での運用実績を勘案すると平面直角座標系を選ぶことが適切と考えられます。

緯度経度系 座標としては馴染み深いものですが、GISで扱う上では空間演算処理ができず不適切です。また、自治体の他の測量成果との整合をとることも難しくなります。

UTM座標系 赤道を原点とする投影座標系です。比較的広範囲を扱うことに優れているといわれます。自治体ではあまり一般的ではありません。

平面直角座標系 自治体で一般的に利用されている座標系です。特に理由がなければ平面直角座標系を選択することが無難です。



図1.12 平面直角座標系 (田中淳2018)

1.6 緯度経度系の取り扱い

測量法上は測量成果は原則として緯度経度系を使用することとなっています。平面直角座標系等は「場合によ」って使用可能というのが法的な位置づけです。発掘調査報告書抄録の遺跡位置は「遺跡のほぼ中心と思われる位置を度分秒の単位で記入する。国土地理院2万5千分の1地形図等を利用して算

出する」⁴⁾ こととされています。

緯度経度系の使用はGISでは推奨されませんが、抄録用位置情報は度分秒形式の緯度経度で表示する必要があります。「遺跡の位置」に厳密性を求めていくと「遺跡とは何か」という途方もない課題にたどりつきますので、本研修では触れませんが、代表点の求め方は次の3つが考えられます。

- ・遺跡の範囲が確定している場合には遺跡範囲の幾何学的な重心点
- ・遺跡の地番が確定している場合は所在地番の幾何学的な重心点
- ・遺跡範囲が確定していない場合は25000分1地形図上で目視によりもっとも中心らしいと思われる点とする

幾何学的な重心点の算出はGISソフトウェアで行います。目視による方法では地理院地図による座標の取得が簡単です。

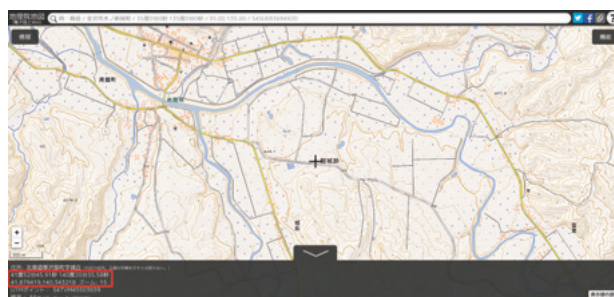


図1.13 地理院地図による緯度経度の取得

1.7 地図と「データ」と著作権

本研修で使用した道路データはオープンデータとして提供されている「OpenStreetMap」を使用しました。「データ」は通常著作物とはみなされませんが、一般的なウェブ地図(GoogleMapなど)は地図画像ですから、著作権法の適用を受けることになります。スクリーンショットなどによる利用(複製や公衆送信)については著作者が定めたルールにしたがって許諾等を受けることとなります。

オープンデータである「OpenStreetMap」についてもウェブ地図として公開されている地図画像には著作権が発生しますので、「©OpenStreetMap contributors」を表示した上で複製利用することと

なります。

1.8 国土地理院の地図と測量法

一方、国土地理院発行の地図やデータの場合には著作権法ではなく測量法による規定が適用されます。本研修では地理院発行の基盤地図情報を使用して地図画像を作成しました。こうした地図画像の作成(地図の調整)は測量法上の「測量」にあたる行為で、法第30条の「測量成果の使用」が適用されます。

以上のように、地図データを扱うためには著作権法上の取り扱いと測量法上の取り扱いを理解する必要があります。ルールにしたがって必要な手続きを行ってください。

1.9 オープンソースソフトウェアへのこだわり

本研修ではオープンソースのGISソフトウェアであるQGISやGRASS GISを使用します。GISソフトウェアは高額であることが多く、個人はもちろん、多くの自治体では導入が難しいものです。しかし、QGISを使用すべき理由は無料だからではありません。

無料で高機能なGISソフトウェアはQGIS以外にも存在します。たとえば「カシミール3D」というソフトウェアは簡単な操作で高品質な地図画像を作成できる優れたソフトウェアです。QGISと「カシミール3D」の違いはオープンソースであるか、否かという点にあります。

オープンソースであるQGISでは、ソースコードが公開されているので原則的にはどのようなOSでも自力でインストールすることができます。無料であってもオープンソースではないソフトウェアにはこのような自由度はありません。

1.10 研究環境の確立

私たちは行政職員として埋蔵文化財保護に関わり、同時に市井の考古学者として調査・研究活動にも関わります。組織が導入した高価なソフトウェアを利用して個人の研究活動を行うことは行政的には目的外使用にあたり「反則」です。コンピューターが考古学の業務に深く関わるようになるほど、考古学者の活動もソフトウェアに依存せざるを得なくなり

ます。「職場にいないと研究できない考古学者」では悲しすぎます。組織依存ではなく、自力で研究環境を構築できることがオープンソースソフトウェアの魅力です。

1.11 考古学情報へのアクセシビリティ

考古学者が個人として研究環境を確立できるメリットと考古学情報の公開とアクセシビリティの確保は密接に関わります。考古学情報に誰もがアクセスできる環境で研究が行われることは、公正性をもたらします。大規模組織や研究機関に所属する一部の考古学者しか利用できない環境ではなく、市民と同じ研究環境で研究手法やデータを共有することが、考古学へのアクセシビリティを高めることにつながると考えています。

以上のことから、オープンソースソフトウェアは商用ソフトウェアの代替ではなく、行政として、研究者として積極的に活用すべきツールと言えます。

1.12 参考となる書籍

『業務で使う林業QGIS徹底使いこなしガイド』(全国林業改良普及協会)

北海道庁の喜多耕一さんが森林業務に必要なQGISのテクニックについて解説しています。「林業QGIS」とうたっていますが、この本一冊でQGISの基本的な操作方法を完全に網羅しています。QGIS3.x対応版が近日刊行予定です。

『考古学のためのGIS入門』(古今書院)

奈良文化財研究所の金田明大さんらによるGISの概説書です。「考古学のための」とうたっていますが、GIS全般の概説を含んだ内容となっています。2001年刊行のため、GISをめぐる周辺環境が現在とは大きく異なっていますが、理論や基本を学ぶための必読書です。

『実践 考古学 GIS 先端技術で歴史空間を読む』(NTT出版)

宇野隆夫さん編著による「GIS応用編」というべき内容です。理論的、概説的な内容は少なく、実践例が多く示されています。「GISでどんなことができるのか」という実践事例を探索したい場合におす

めです。

『景観考古学の方法と実践』(同成社)

「景観考古学」という聞きなれないタイトルですが、内容としてはGISを利用した研究実践です。筆者の寺村裕史さんは景観のもつ認知的な側面をGISのをもちいることで客観的な情報として取り扱うことに心を砕いています。考古学で利用されるGISの手法が数多く取り上げられていますので、『実践』と同様、事例集として役立ちます。

1.13 Webページ

『森林土木メモ』(<http://koutochas.seesaa.net/>)

『業務で使う林業 QGIS 徹底使いこなしガイド』の著者喜多耕一さんのブログ。QGISの便利なテクニックはもちろん、スマートフォンやタブレットをフィールドワークのツールとして活用する方法も紹介しています。

『月の杜工房』(<http://mf-atelier.sakura.ne.jp/mf-atelier/index.php>)

マニアックな内容なのですが、ちょっとしたことで行き詰まった時にお世話になります。「こういうことが絶対できるはずなのに、わかんないよー」というときに参考させていただいています。

『カッパ出没マップを作成する』(https://github.com/Arctictern265/QGIS_book/blob/master/4/4-4.md)

『[オープンデータ+QGIS] 統計・防災・環境情報がひと目でわかる地図の作り方』(技術評論社)第14章掲載の本文図版が公開されています。内容としてはQGIS中級編といえますが、こちらに示されている手順がひと通りできる方は「QGIS中級者」を名乗って差し支えないと思います。考古学に応用できるテクニックがコンパクトに紹介されていますので、一度目を通しておいて損はありません。

2. ラスタデータを利用した地形指標の作成と地図表現

2.1 この時間に覚えること

- DEMデータの表示を変更する。

- DEMデータから新たな地形指標(ここでは陰影図)を作成する。
- DEMデータと陰影図を重ねて陰影付きの段彩図を表示する。

2.2 ラスタデータの特徴

- 正体は画像ファイル(TIFF形式が一般的)
- 連続量(標高や傾斜量)が基本ですが、土地分類図や植生図のような離散量を扱うこともあります。
- 標高や傾斜、植生など異なる指標を組み合わせた演算を行うことができます⁵⁾。

2.3 段彩図を作成する

レイヤ→レイヤの追加→ラスタレイヤの追加

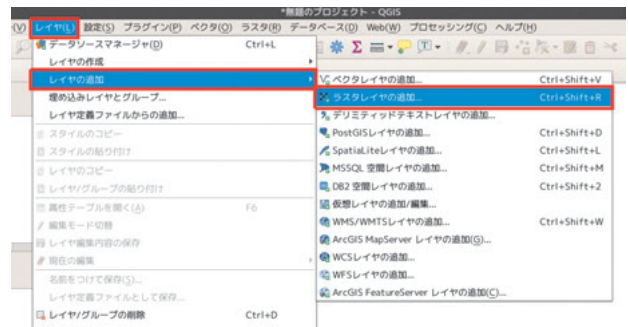


図2.1

...をクリック

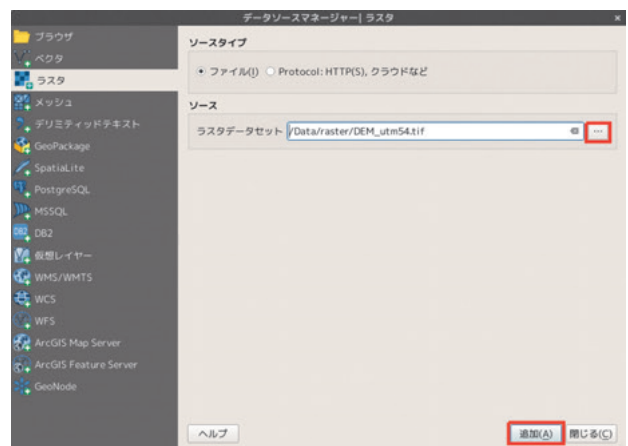


図2.2

「DEM utm54.tif」をダブルクリック

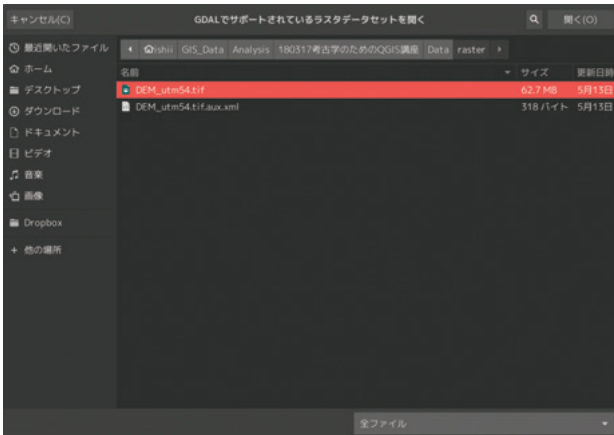


図2.3

何もせず、OKをクリック

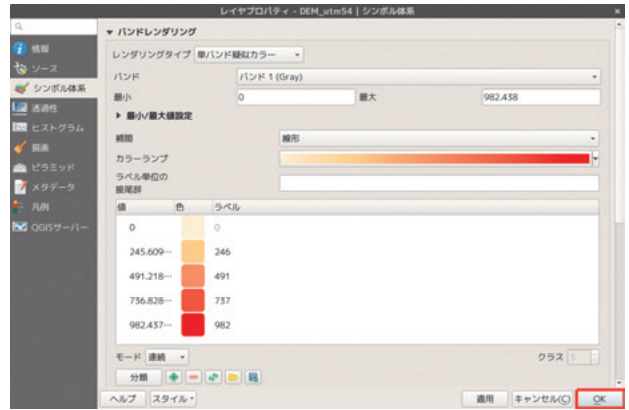


図2.6

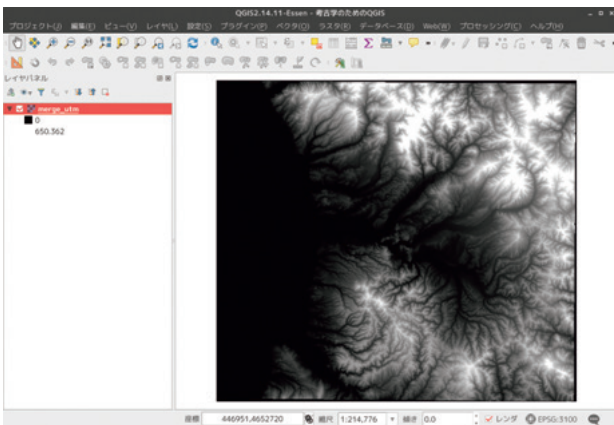


図2.4 DEMの表示

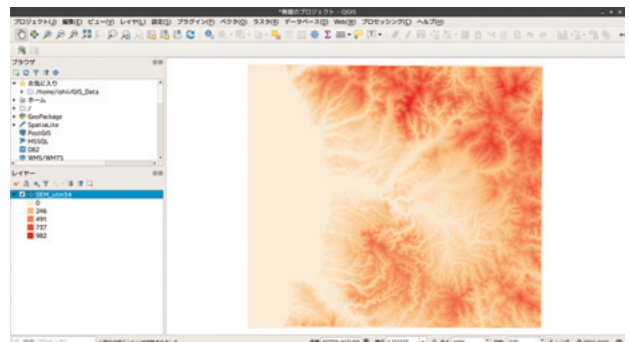


図2.7 標高によって着色された段彩図

1. DEM utm54をダブルクリック
2. シンボル体系タブを選択
3. レンダリングタイプ：単バンド疑似カラー

2.4 色分け区分を変更する

1. シンボル体系タブを選択
2. 補完：個別の
3. モード：等分位
4. クラス：3

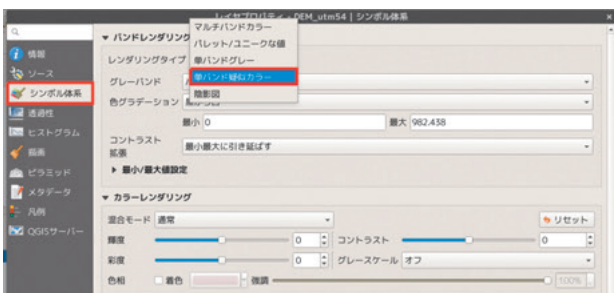


図2.5

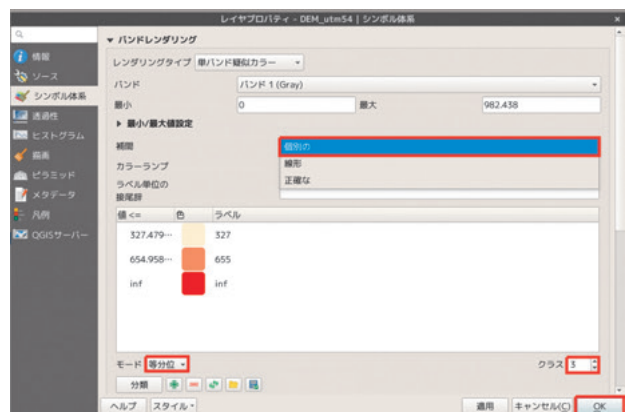


図2.8

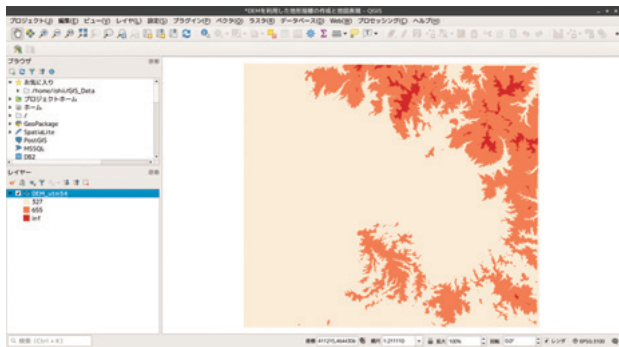


図2.9 3段階に区分された段彩図

1. シンボル体系タブを選択
2. モード→変分位
3. クラス→5

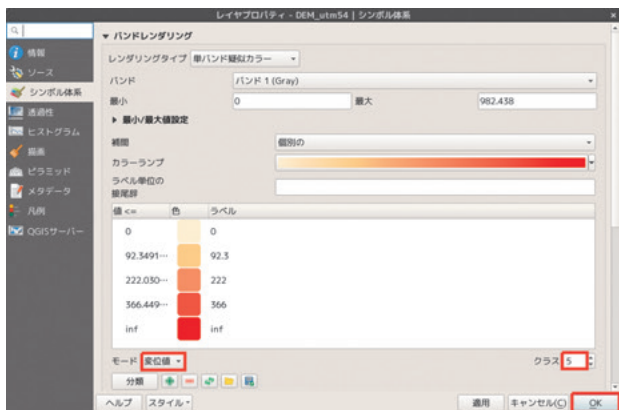


図2.10

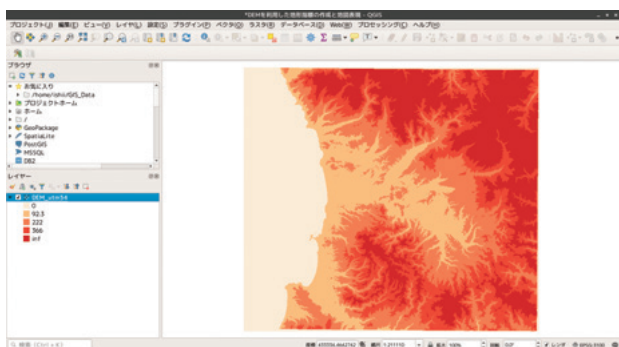


図2.11 特徴点を抽出した段彩図

2.5 段彩図の色を変更する

カラーランプ→全てのカラーランプ

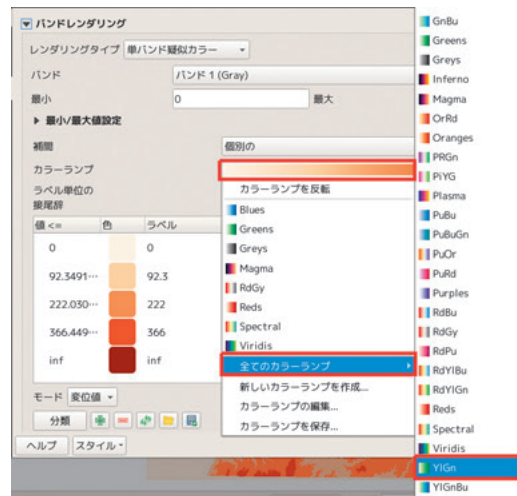


図2.12

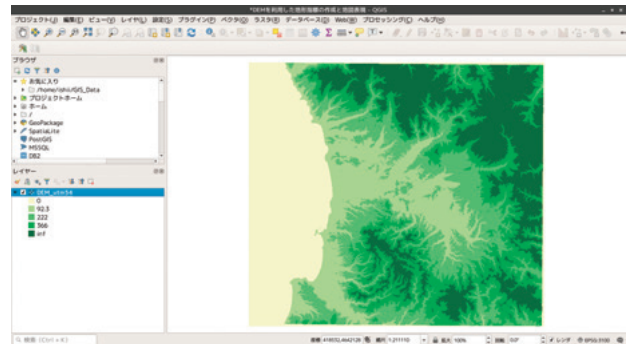


図2.13 変更されたカラーパレット

「0段階」の色をダブルクリック

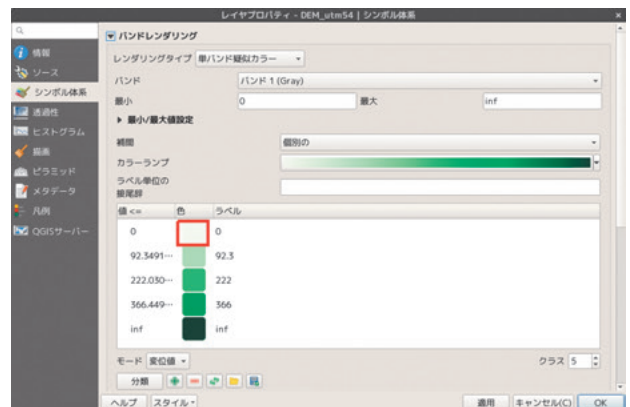


図2.14

標準色→青系の色を選択

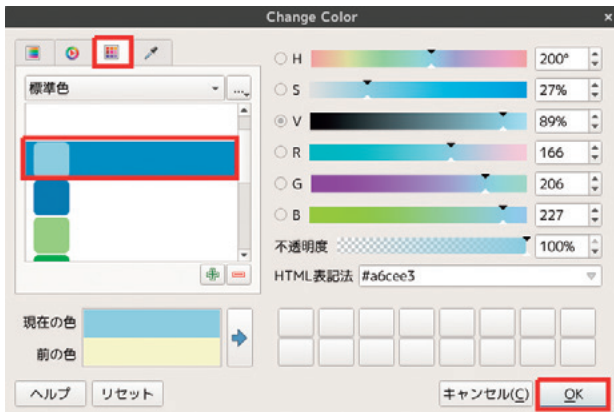


図2.15

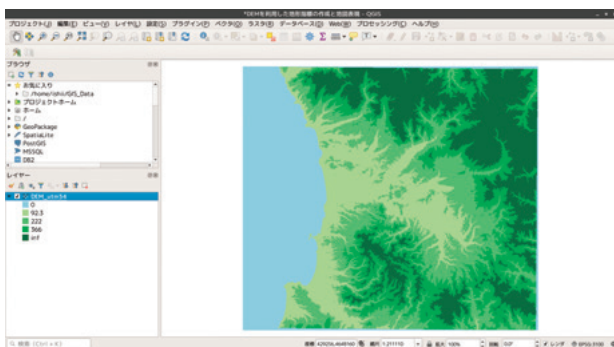


図2.16 標高0に水色を割り当てた段彩図

2.6 手で段階を変える

カラーテーブルの値を0,50,200,400に変更する。

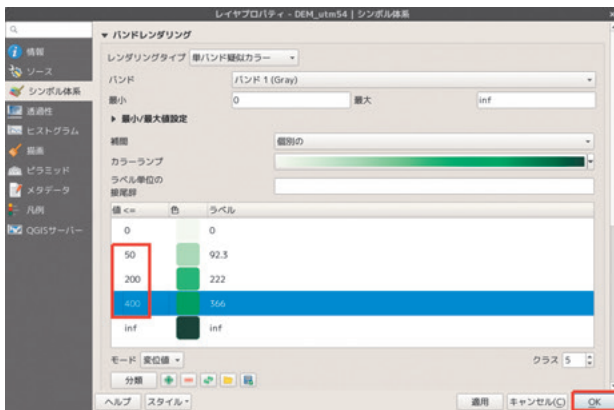


図2.17

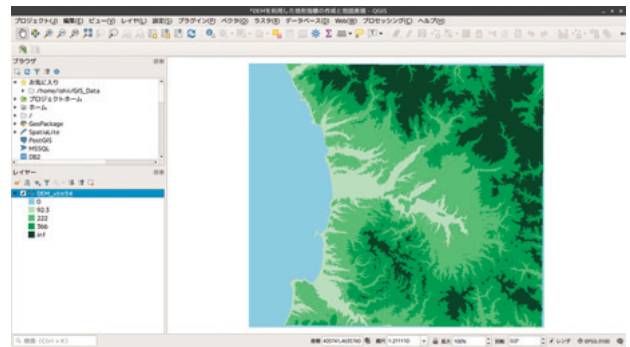


図2.18 手で色区分を変更した段彩図

2.7 陰影図を作成する

ラスター→解析→陰影図

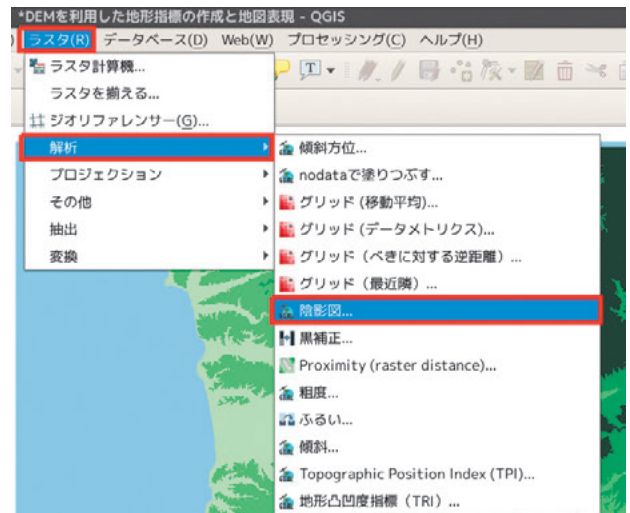


図2.19

入力レイヤ→DEM_utm54



図2.20

「アルゴリズム実行後に出力ファイルを開く」に
チェック→ファイルに保存

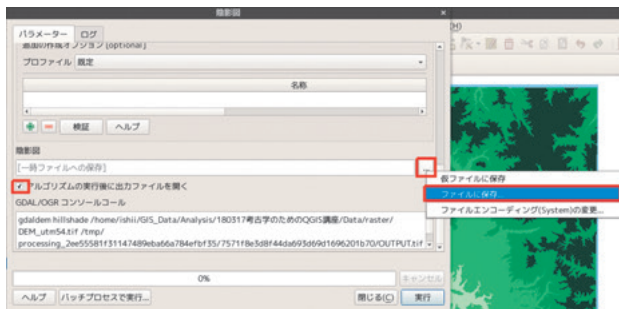


図2.21

Data フォルダに「shade」というファイル名で保存（拡張子不要）。

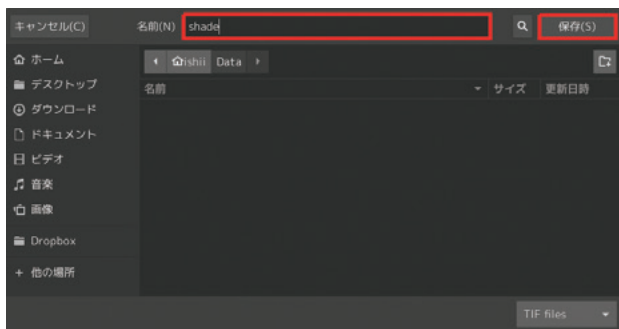


図2.22

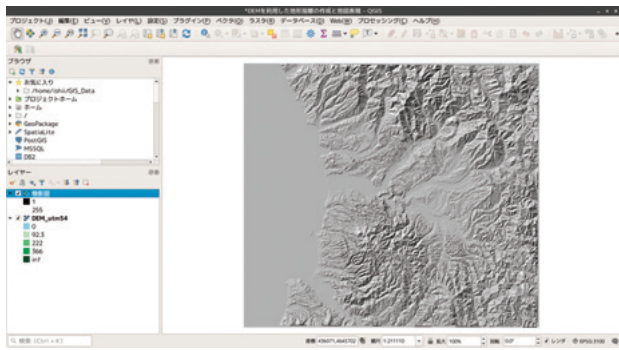


図2.23 陰影図

2.8 傾斜区分図を作成する

ラスター→解析→傾斜...

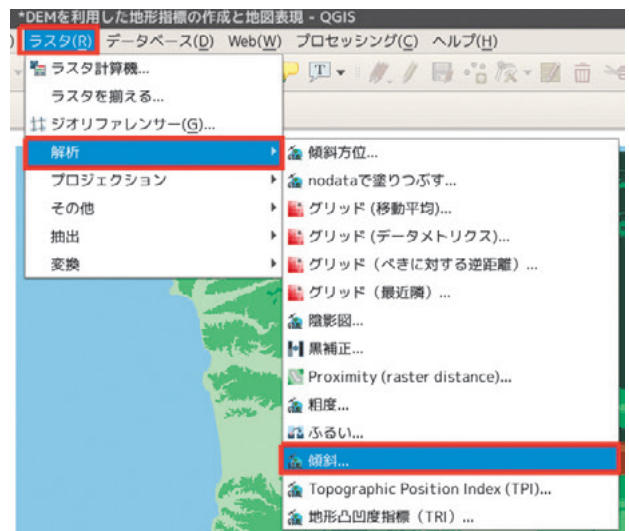


図2.24

入力レイヤ→DEM_utm54→傾斜をクリック



図2.25

Data フォルダに「slope」というファイル名で保存（拡張子不要）。

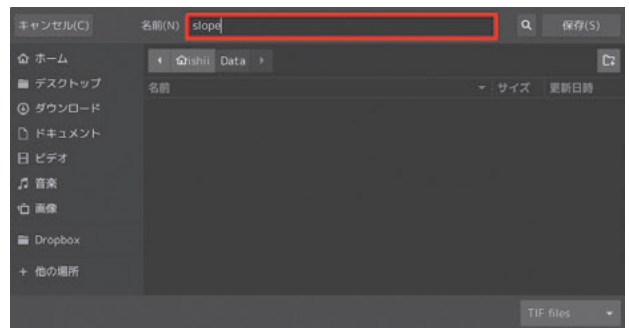


図2.26

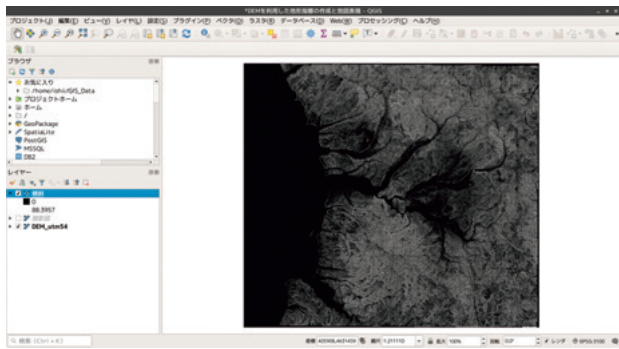


図2.27 傾斜区分図

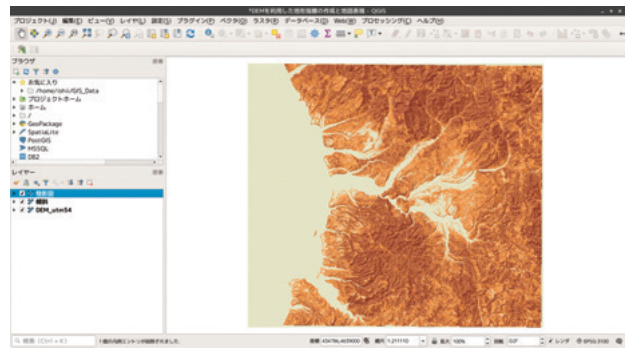


図2.31 上層レイヤを透過した立体的な地図表現

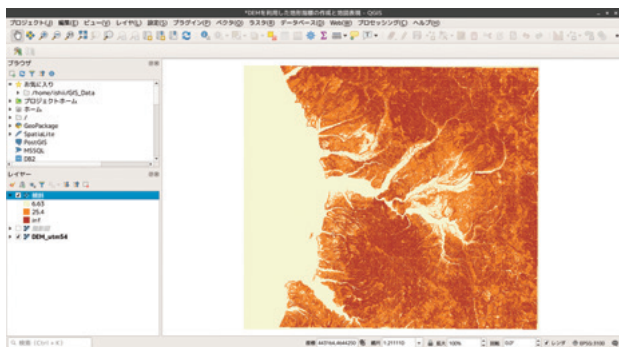


図2.28 段彩図化した傾斜区分図

2.9 透過率を変更する

陰影図をレイヤの一番上に移動

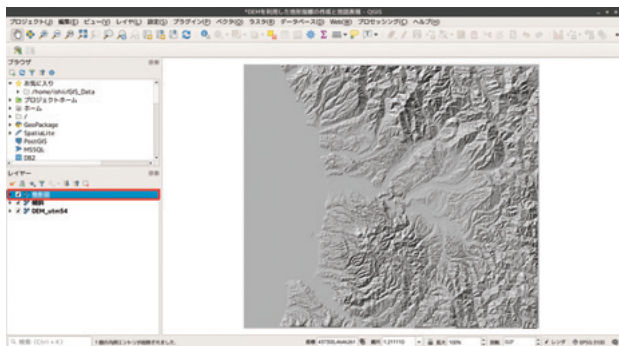


図2.29

レイヤプロパティ→透過性→不透明度 (30%)

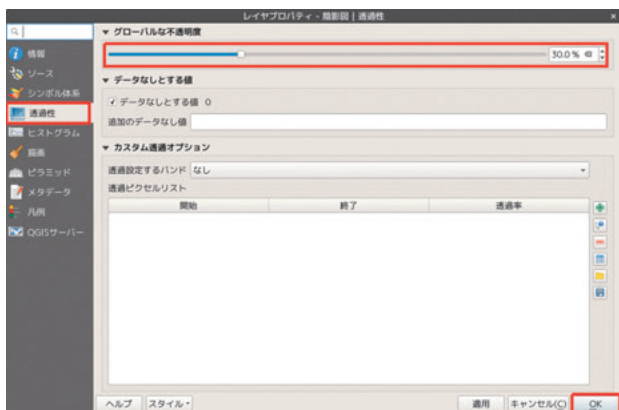


図2.30

2.10 乗算による地図表現

1. 不透明度：100%
2. シンボル体系タブを選択
3. 混合モード：乗算

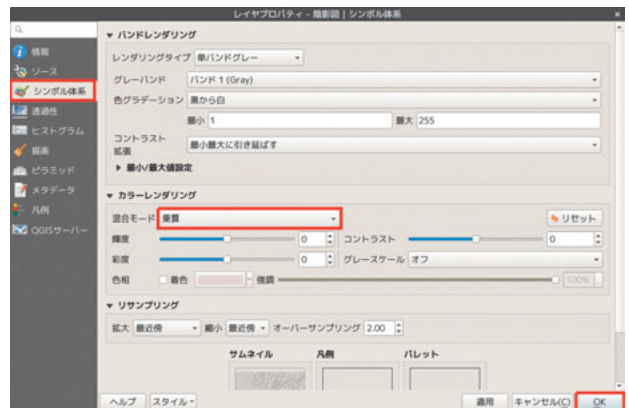


図2.32

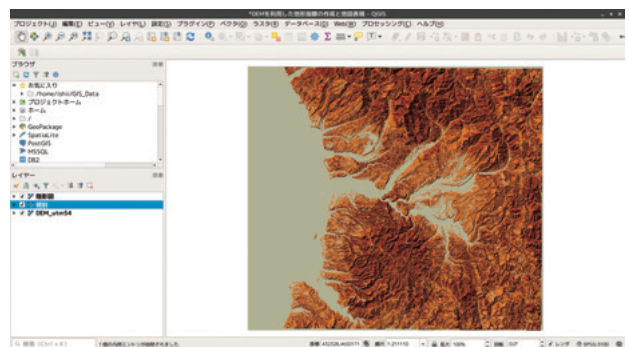


図2.33 乗算による傾斜区分図と陰影図

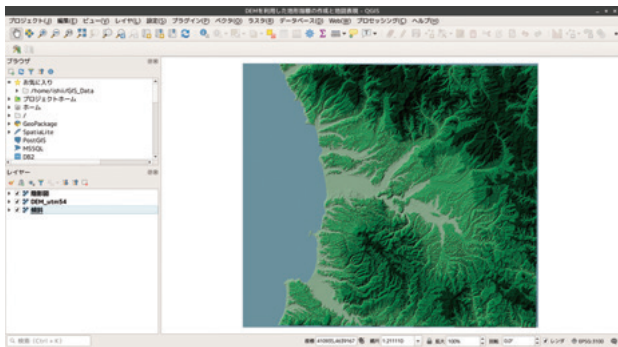


図2.34 乗算による標高図と陰影図

2.11 CS立体図

曲率や傾斜などのラスターデータを乗算で重ね合わせるにより、微地形を観察しやすくなったものが「CS立体図」です。喜多耕一さんによる作成手順が公開されています (<http://koutochas.seesaa.net/article/444171690.html>)。

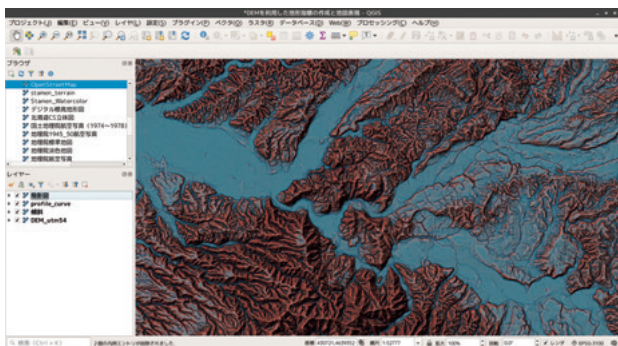


図2.35 CS立体図

3. 紙地図をGISで使う

3.1 この時間に覚えること

- ジオリファレンサーを使って紙図面に座標を与える。
- 変換方法やリサンプリングについて知る。

3.2 QGISによる幾何補正

図面に座標を与えるために、紙地図の特定の地点の座標を取得します。座標の取得方法は2通りあり、紙地図の特定の地点の座標がわかっている場合（発掘調査図面でグリッド交点の座標がわかっている場合など）はX座標、Y座標を手入力します。紙地図上で座標が明らかではない場合（国土地理院の旧版地形図や航空写真の場合）には、紙地図とすでにGISデータになっている別の図面の同一地点を比定して

座標を取得します。

背景地図には地理院地図や OpenStreetMap などのウェブ地図も使用できます。

3.3 背景地図の読み込み

ブラウザ→地理院標準地図→右下の座標参照系

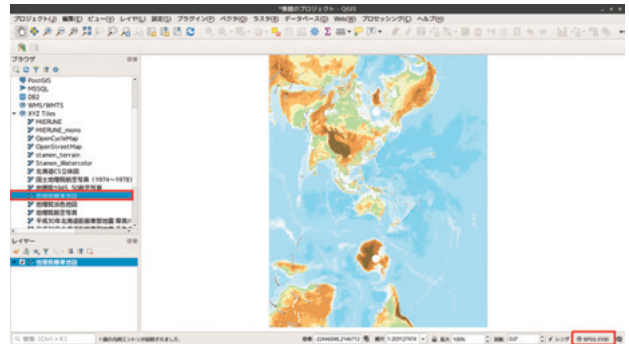


図3.1

プロジェクトのプロパティ→JGD2000/UTM zone54N → OK



図3.2

3.4 ジオリファレンサーの起動

地図をズームして北海道西南部厚沢部町付近に移動

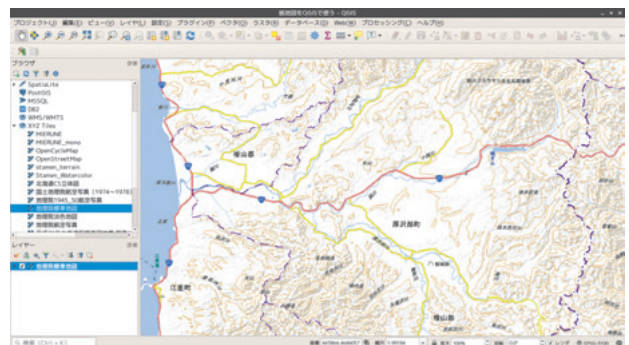


図3.3 北海道西南部厚沢部町付近

ラスター→ジオリファレンサー

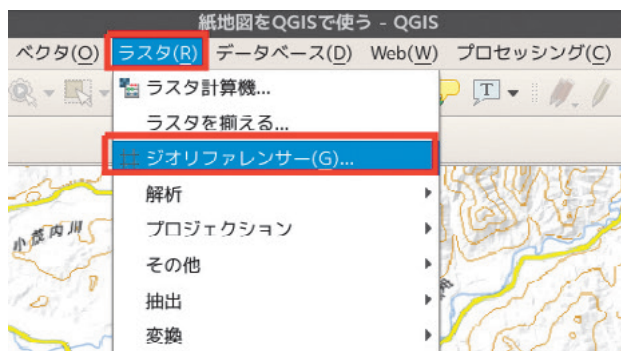


図3.4

ファイル→ラスターを開く

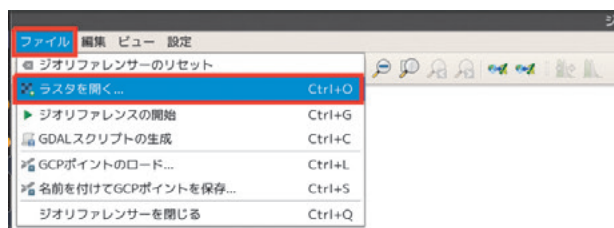


図3.8

y1920_Esasi_Tate.tif → 開く

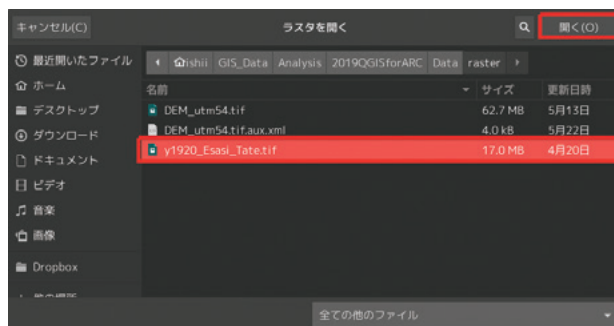


図3.9

3.5 ジオリファレンサーの設定をする

設定→変換の設定

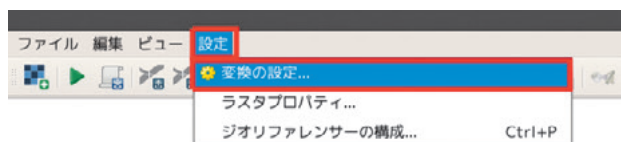


図3.5

1. 変換タイプ：線形
2. リサンプリング方法：線形
3. 変換先SRS：EPSG:3100-JGD2000/UTMzone54N
4. 「出力ラスター」をクリック

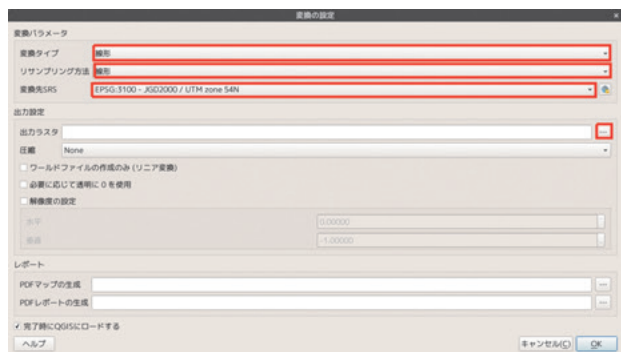


図3.6

ファイル名 (OldMap_utm54) → Tif ファイル → 保存

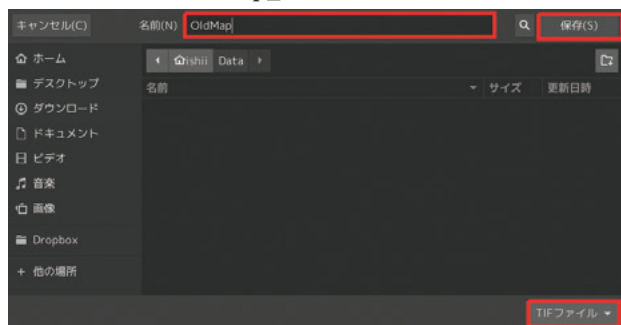


図3.7

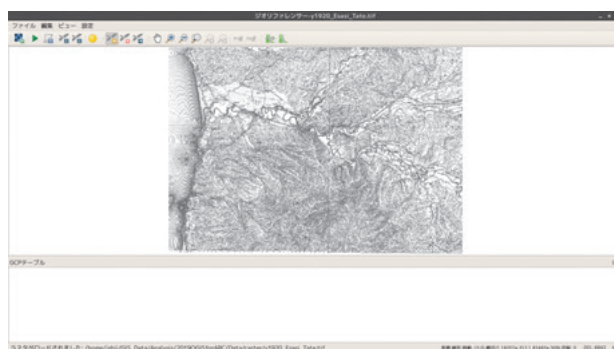


図3.10 1920年発行旧版地形図

3.6 GCPポイントを設定する

地図に座標を与えるための基準点を GCP ポイントと呼びます。ここでは読み込んだ紙地図と背景地図の同一地点を指定して座標を与える方法を学びます。

ジオリファレンサーと背景地図を同じ縮尺で並べる。→ポイントの追加

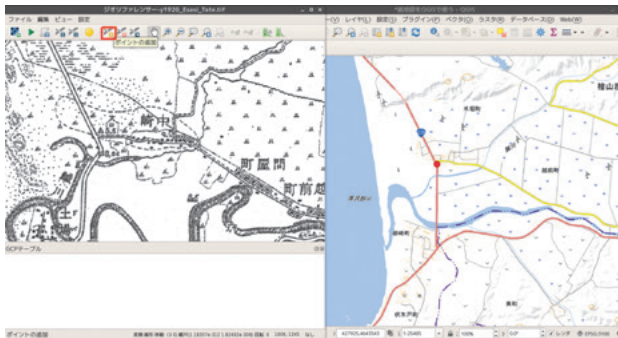


図3.11

座標を指定する地点をクリック→マップキャンパスより

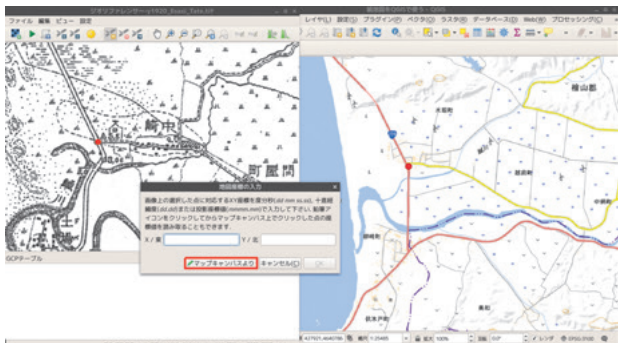


図3.12

背景地図上で対応する地点をクリック→OK

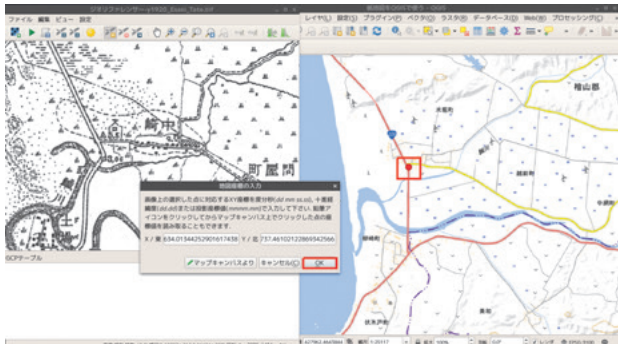


図3.13

同様に4点以上の地点に座標を与えていく。

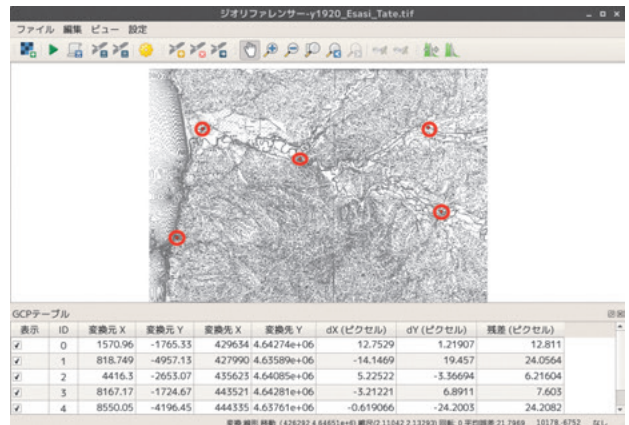


図3.14 GCPポイントの設定

ジオリファレンスの開始をクリック。

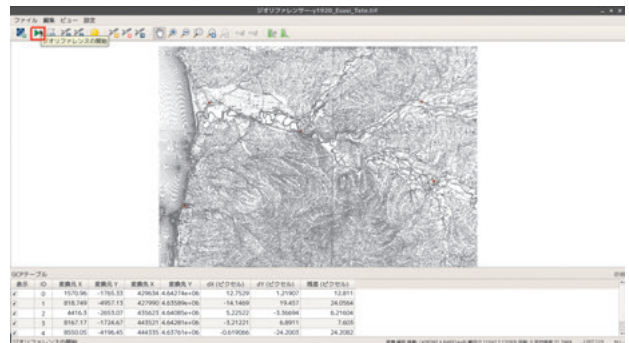


図3.15

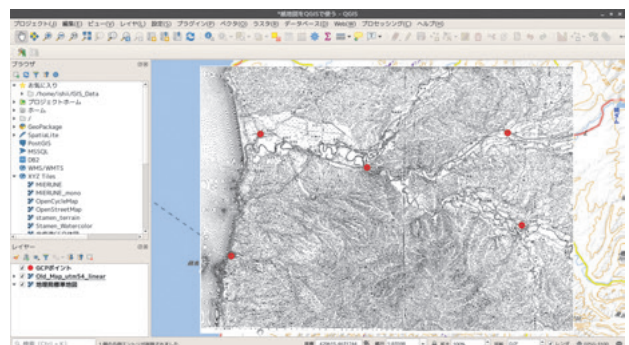


図3.16 GISデータとなった紙地図

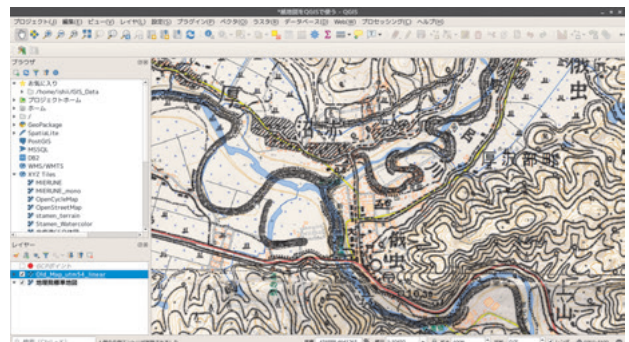


図3.17 「乗算」による現在の地図と1920年旧版地形図

3.7 幾何補正のコツ

幾何補正を正確に行うためには、同一地点（GCPポイント）の正確な比定が必要になります。地点の比定が正確ならその周辺の幾何補正の精度が高くなりますが、GCPポイントから離れると補正量が増加し精度が下がっていきます。このため、GCPポイントの数とばらつき具合が重要となります。GCPポイントはある程度までは多いほうが精度が上がります。また、紙地図のようにもともと平面投影された原稿と、航空写真のような歪みのある原稿では、紙地図のほうが少ないGCPポイントでも正確な幾何補正ができるようです。幾何補正について、次のことを心がけています。

- 1図面につき6点をめざす。
- なるべく図面全体をまんべんなくカバーするように設置する。
- 6点設置したところで一度幾何補正を実行し、追加のGCPポイントの必要性を判断する。

3.8 変換タイプ

たくさんの変換タイプが用意されていますが、「線形」か「シンプレートスプライン」で試してみてください。変換タイプの違いは、航空写真のような歪みの多い対象で差が出てくるようです。

- 線形
- ヘルマート
- 多項式1
- 多項式1
- 多項式1
- シンプレートスプライン
- 投影変換

3.9 リサンプリング方法

迷ったら、「線形」で試してみてください。

- 最近傍
- 線形
- キュービック
- キュービックスプライン
- ランチョシュ

リサンプリング方法については対象となるラス

データの性質によって使い分けることもあります。

たとえば、地形分類図や植生図などをラスタ化して統計的な演算処理をする場合などではリサンプリングによってデータ値が変化しては困ります。植生図でブナ林を赤にナラ林を青に割り当てた場合、ナラ林とブナ林の中間に赤と青の中間色が補完されてしまうと意味がなくなってしまいます。「最近傍」によるリサンプリングではこうしたデータの間を埋める処理を行わないようにします。一方、航空写真のような「絵」として意味があるデータでは隣接するピクセルが滑らかに連続していることが必要です。「キュービック」のようなりサンプリング方法ではデータの間値を適切に処理して滑らかな絵を作成します。

離散的なデータでは統計的な変化がない「最近傍」、滑らかな補完が必要な航空写真では「キュービック」を選択しておけばよいでしょう。

3.10 変換先SRS

よく利用するEPSGコードを覚えておくと作業ははかどります。おもな測地系、座標系は次のようなものです。

- 日本測地系（Tokyo Datam）
 - 緯度経度系（4301）
 - 平面直角座標系（30161～30179）
 - ユニバーサルトランスバースメルカトルグリッド（102151～102156）
- 世界測地系（JGD2000）
 - 緯度経度系（4612）
 - 平面直角座標系（2443～2461）
 - ユニバーサルトランスバースメルカトルグリッド（3097～3101）
- WGS84（4326）

3.11 図面を取り込む手法

幾何補正を行うためには図面をデジタル化する必要があります。発掘調査で作成される現場図面のサイズはB3が標準です。このサイズの図面を一度にスキャンできる環境はあまり多くないと思われます。大判の紙図面をデジタル化する方法は次の2点

が考えられます。

1. A3あるいはA4に縮小コピーした現場図面をスキャンする。
2. 現場図面を写真撮影する。

実際に試したところ、縮小コピーしてスキャンの方が精度は高くなりますが、長焦点のレンズを使用した場合には写真撮影でも十分実用に耐える精度が確保できるようです。時間と機材にあわせて選択してください。

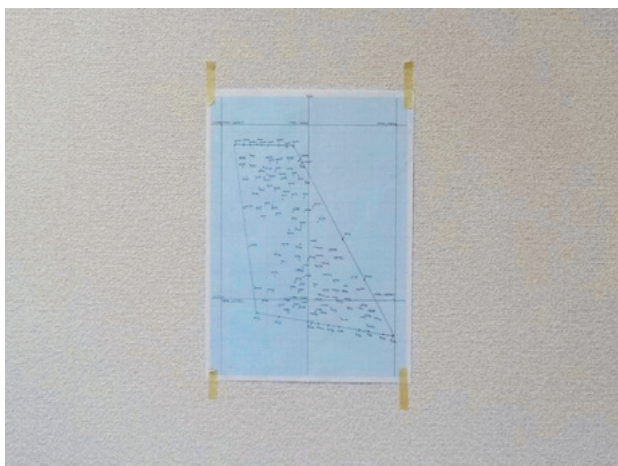


図3.18 現場図面を撮影してデジタル化

3.12 幾何補正された図面

幾何補正された紙地図はラスタデータとして扱うことができます。航空写真や旧版地図などのように画像として利用する場合がありますが、トレースしてベクタデータを生成する際の原図として利用することもあります。

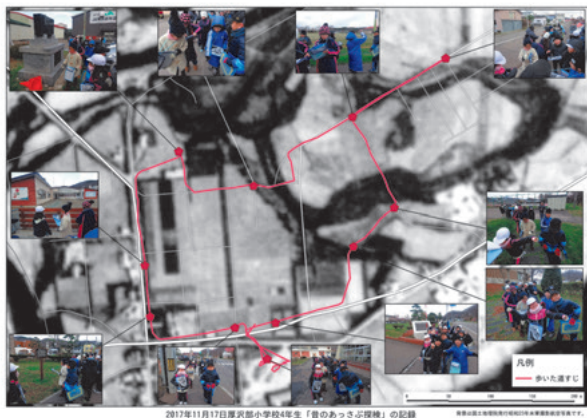


図3.19 幾何補正された航空写真を利用したフィールドワーク

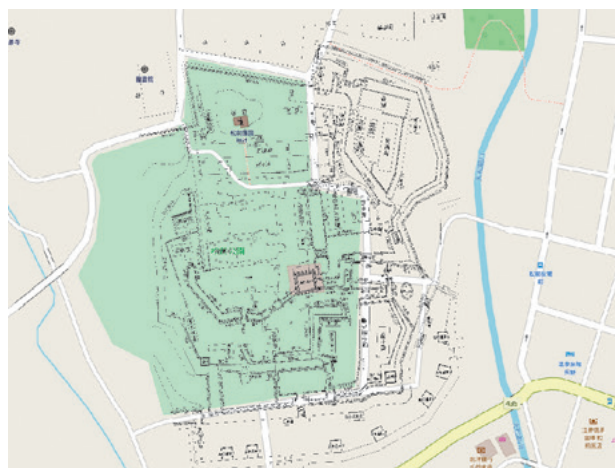


図3.20 ウェブ地図と松前城の縄張り図

4. ベクタデータを利用した地図表現

4.1 この時間に覚えること

ベクタデータの扱い方をマスターします。ベクタデータはデータベースとしての側面があり、論理演算子を使用して色や線種などを指定することができます。データベースとしてのベクタデータの取り扱いを実習します。

- ベクタデータを加工して線種変更、彩色をする
- 演算子を使ったベクタデータの分類と表現

4.2 データを開く

レイヤ→レイヤの追加→ベクタレイヤの追加

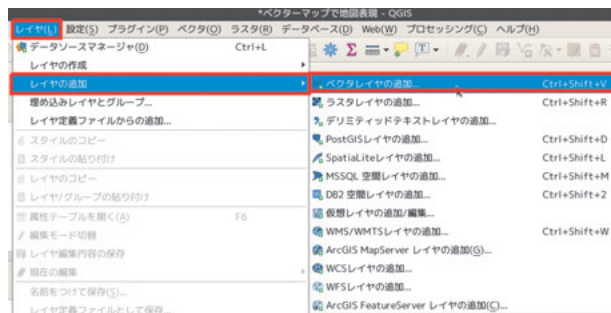


図4.1

エンコーディング→UTM-8

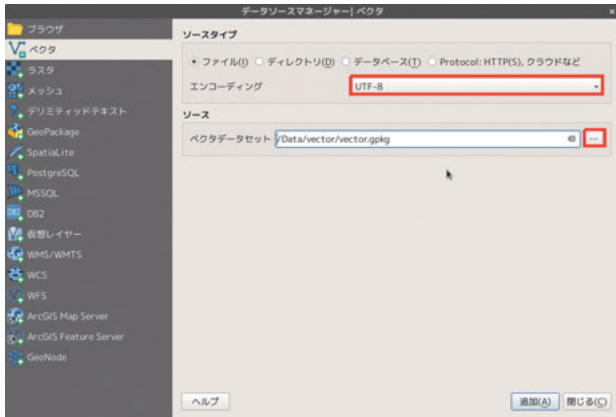


図4.2

vector.gpkg を選択

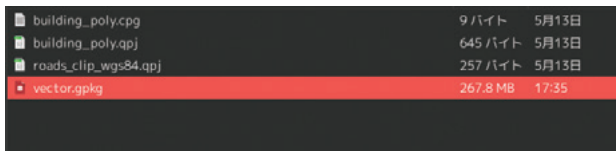


図4.3

追加するベクタレイヤを選択→全てを選択

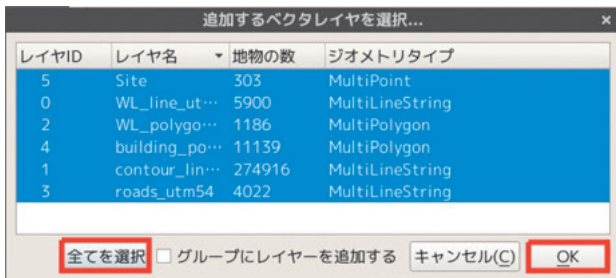


図4.4

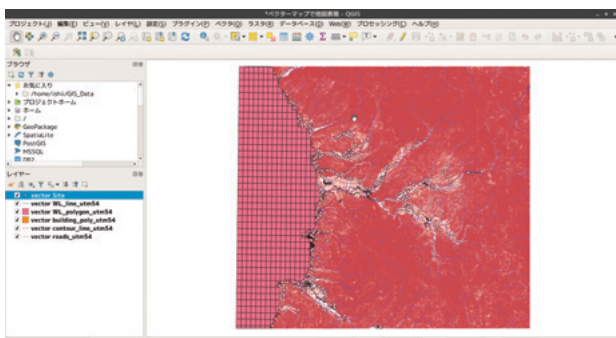


図4.5

4.3 ポストshapefile? Geopackages

今回読み込んだベクタデータは Geopackage (.gpkg) というファイル形式です。 .gpkg はこれまでデファクトスタンダードだった shape-file を置き換える存在として注目されています。 QGIS3系以降で

はデフォルトの保存形式は .gpkg になりました。次のような特徴があります。

1. フィールド名の文字数に制限がない
2. データベースである SQLite のファイルとして構築されている
3. 複数のベクタデータを一つのファイルに格納できる

特定の企業や団体に依存しないオープンな規格であることから、今後、GISデータのデフォルトファイル形式として普及することが期待されています。

4.4 線の太さや色を変えてみる

vector_WL_polygon_utm54 をダブルクリック

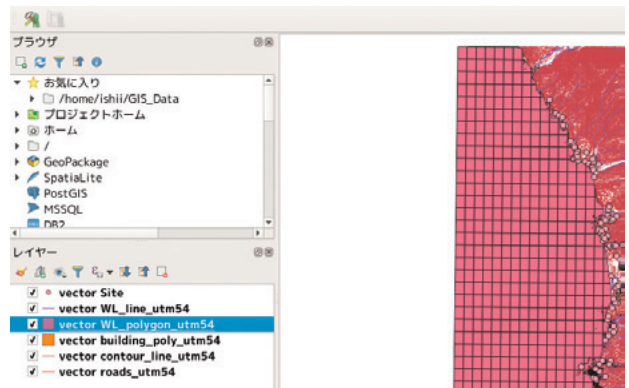


図4.6

1. 「シンプル塗りつぶし」を選択
2. 塗りつぶし色：水色系統
3. ストローク色：水色系統

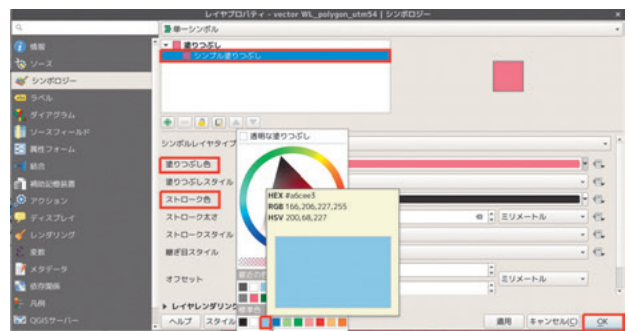


図4.7

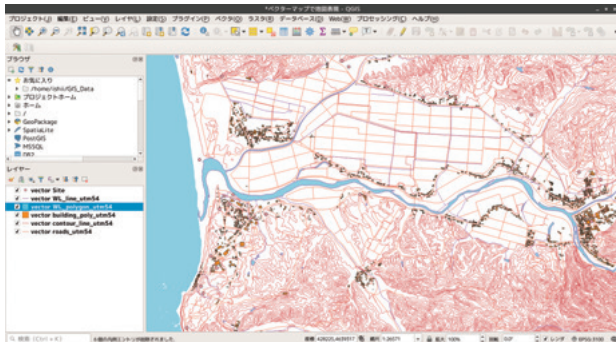


図4.8 水域が水色に着色

4.5 建物の色を変える

1. vector_building_poly_utm54をダブルクリック
2. 「塗りつぶし色」→灰色系統
3. 「ストローク色」→線なし

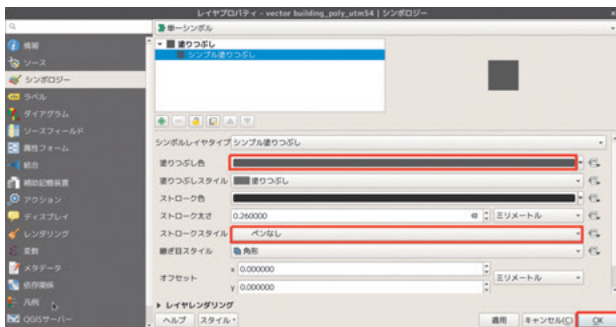


図4.9

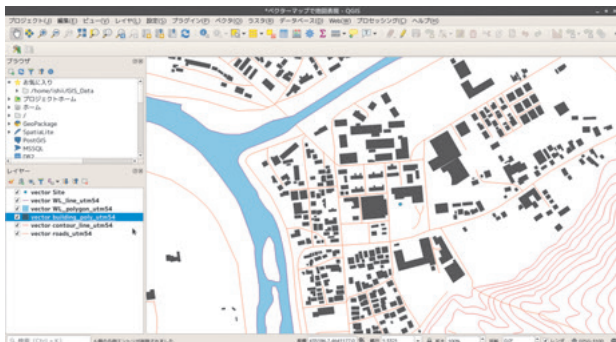


図4.10 グレーに塗りつぶされた建物

4.6 分類ごとに色を変える

1. vector_roads_utm54をダブルクリック
2. 「分類された」を選択
3. 「カラム」: type を選択
4. 分類をクリック



図4.11

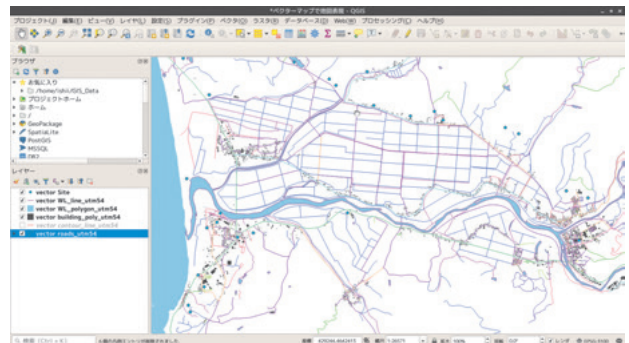


図4.12 分類されたが色や線種が無秩序

4.7 論理演算子を使って色や線種を変える

自動的に分類すると分類数が多くなりすぎる場合や分類が不統一な場合には、論理式を使用して手動で分類します。たとえば、縄文時代前期、縄文時代中期、旧石器時代などの時期区分がある場合、「縄文時代」という区分で分類する場合には「" 時期区分 "LIKE '% 縄文 %」のように検索語を指定して縄文時代だけを抜き出すことが可能です。ベクタデータをデータベースとして活用する場合には必須の技術となりますので、確実にマスターしてください。

「ルールに基づいた」 → 「+」 をクリック

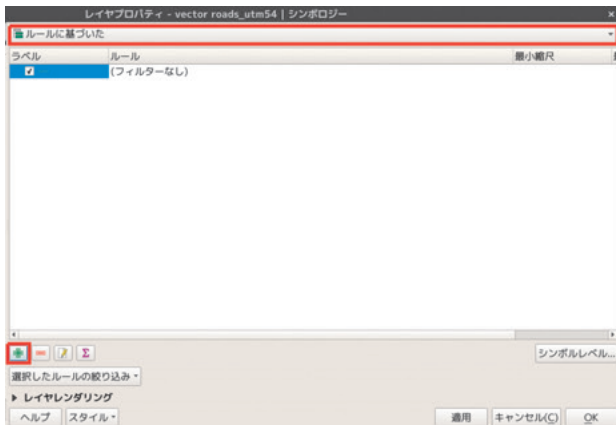


図4.13

1. 「色」: 赤系を選択
2. 「幅」: 1.5

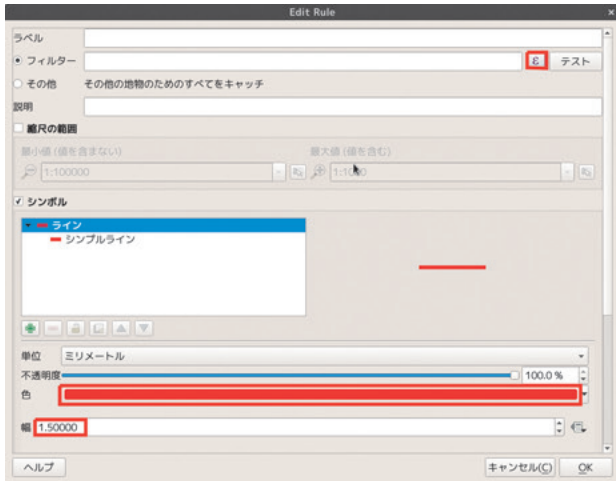


図4.14

国道 (trunk) を選択
"type" LIKE 'trunk'

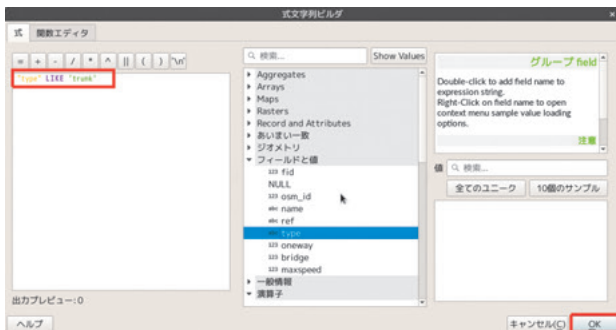


図4.15

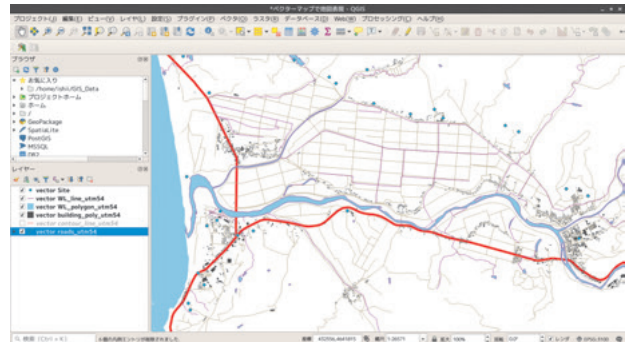


図4.16 国道だけが赤く着色

4.8 論理式のルール

論理式の基本ルールは以下のとおりです。必ず覚えてください。

- 演算子「LIKE」は「=」とほぼ同じ働きをする
マッチング演算子
- フィールド名は「"」で囲む
- フィールド値 (文字列) は「'」で囲む
- ワイルドカードは「%」

論理式の例

1. 「type」フィールドの「trunk」を検索
"type" LIKE 'trunk'
2. 「type」フィールドの「tru～」を検索
"type" LIKE 'tru%'
3. 「type」フィールドの「trunk」と「primary」を検索
"type" LIKE 'trunk' OR "type" LIKE 'primary'
4. 「type」フィールドが「trunk」で「name」フィールドに「函館」を含むものを検索
"type" LIKE 'trunk' AND "name" LIKE '%函館%'

4.9 スタイルのロード

あらかじめ作成した論理式や描画条件を保存して読み込むことができます⁶⁾。

1. vector_roads_utm54をダブルクリック
2. スタイル：スタイルを読み込む

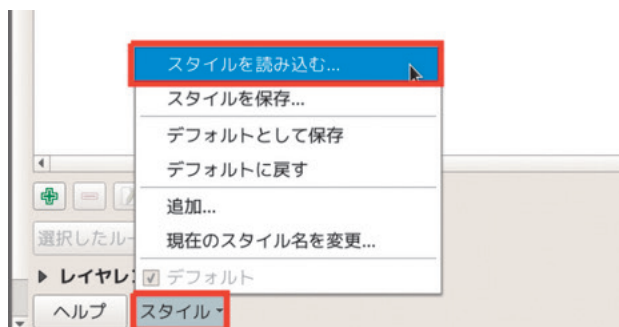


図4.17

スタイルをロード→ファイルから→ファイル

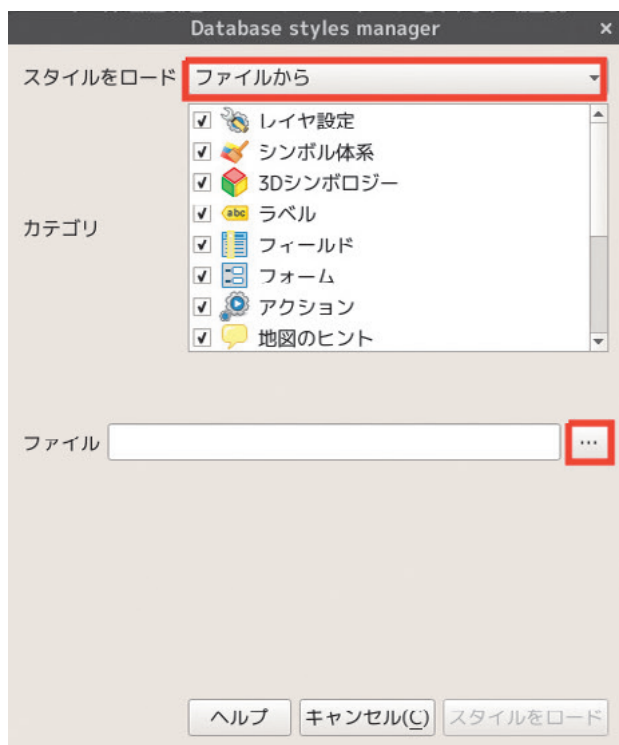


図4.18

1. Data フォルダ→stylefile フォルダにある次のいずれかを選択

- OSM 道路 Google 風.qml
- OSM 道路 Mapnik 風.qml
- OSM 道路まち探検用.qml

2. スタイルをロード

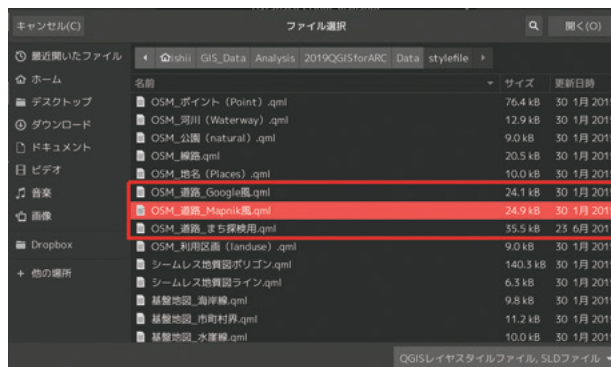


図4.19

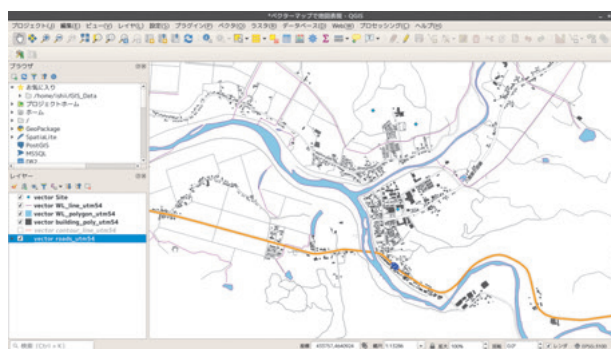


図4.20 Google風に描画された道路地図

4.10 どうやって描画しているか

1. 論理式をつかって「type」が「trunk」と「trunk_link」を選択
2. 選択された地物に色や線種を指定

国道を選択

"type" = 'trunk' or "type" = 'trunk_link'

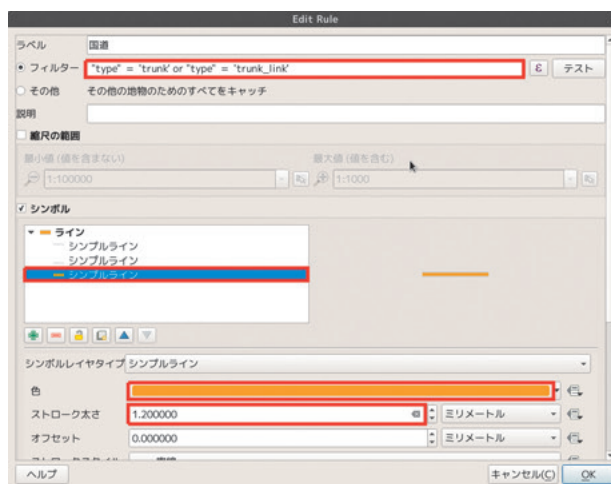


図4.21

細い線2本のうち1本はプラス側（ここでは0.8mm）にオフセット（ずらす）させる。

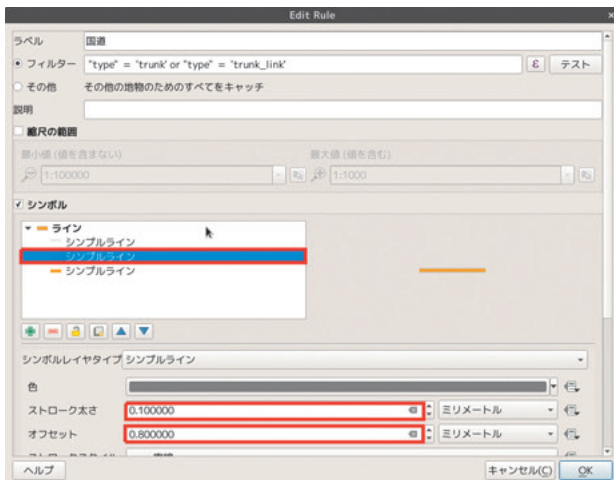


図4.22

もう一本の細い線はマイナス側 (-0.8mm) にオフセットさせる。

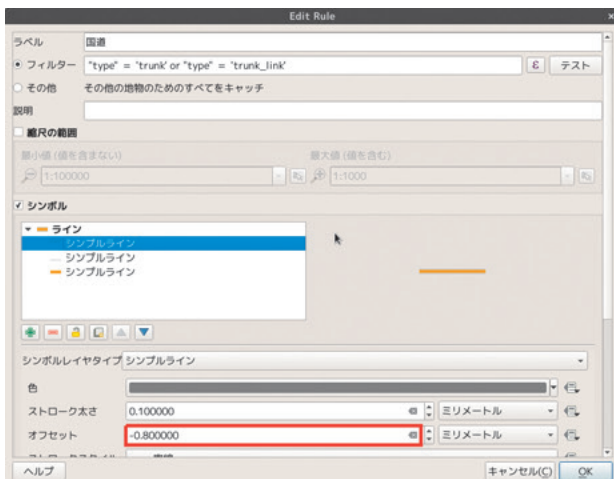


図4.23

4.11 等高線のスタイル設定

1. vector_contour_utm54をダブルクリック
2. スタイル→スタイルを読み込む

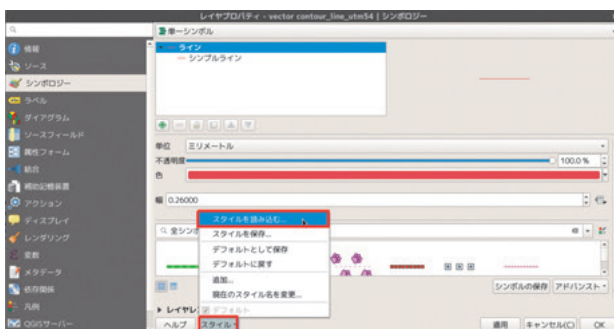


図4.24

基盤地図等高線10m v220.qmlを選択



図4.25

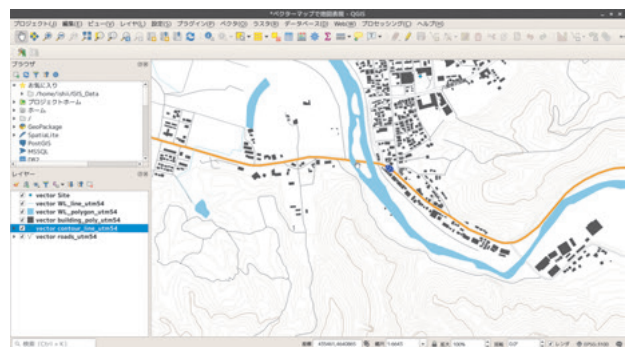


図4.26 スタイル設定された等高線

4.12 ラベルをつける

ベクタデータにラベルをつけます。

1. vector_Siteをダブルクリック
2. レイヤプロパティ→ラベル

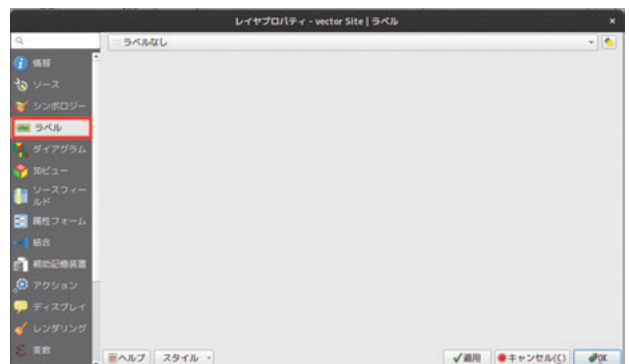


図4.27

「単一のラベル」を選択

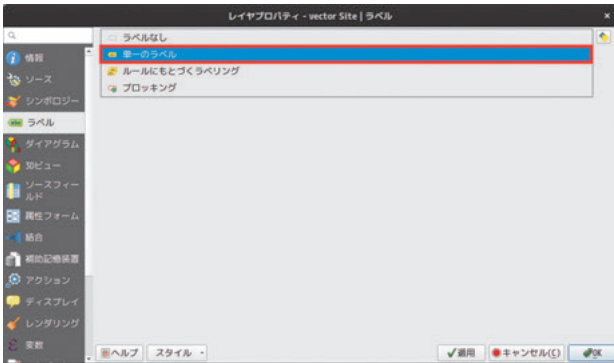


図4.28

ラベル→sitename

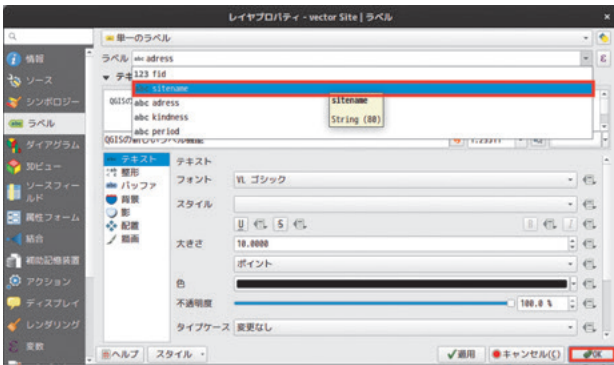


図4.29

遺跡名のラベルが付される。



図4.30

4.13 フォントサイズと色の変更

- レイヤプロパティ→ラベル→テキスト
- 大きさ：7.0 (ポイント)
- 色：任意 (ここでは緑)

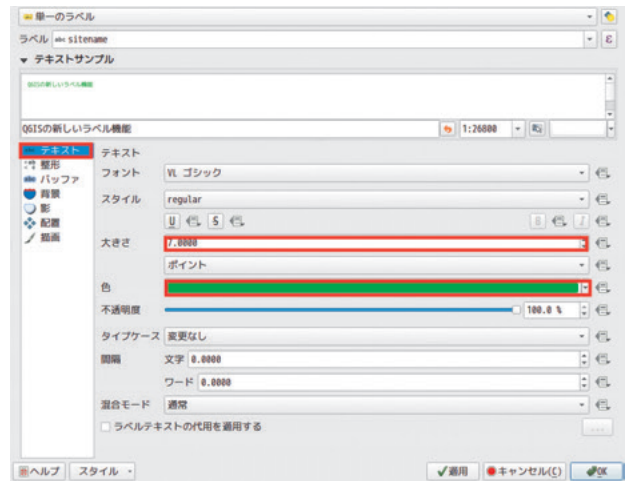


図4.31

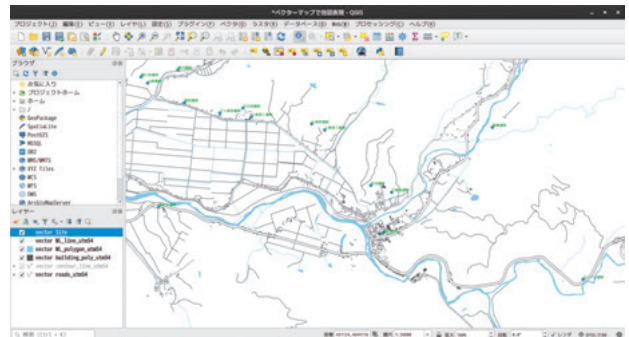


図4.32 7ポイントで緑色のラベル

4.14 バッファと配置

- レイヤプロパティ→ラベル→バッファ
- 大きさ：1.0
- 色：任意 (ここでは薄めの緑)

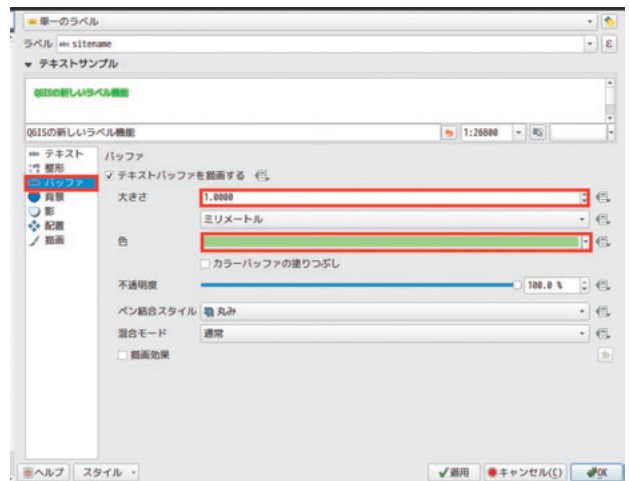


図4.33

1. ラベル→影
2. 「ドロップシャドウを描画する」にチェック
3. オフセット：1.0
4. ぼかし半径：1.5

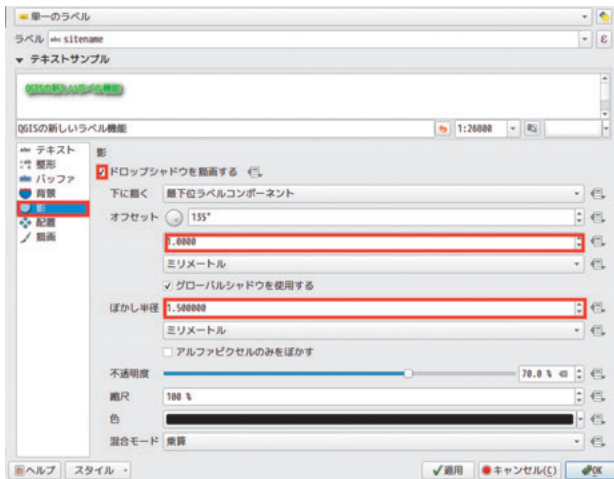


図4.34

1. ラベル→配置
2. 「カルトグラフィック」にチェック
3. 距離：3.0

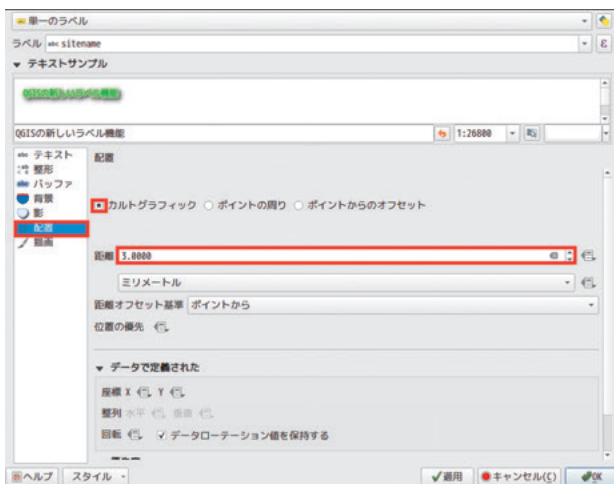


図4.35

1. ラベル→描画
2. 「このレイヤーのすべてのラベルを表示する (衝突するラベルを含む)」にチェック



図4.36

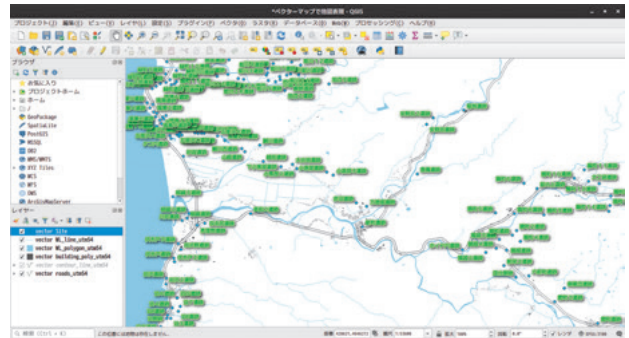


図4.37 遺跡名ラベルの表示

4.15 時期別に縄文遺跡を表示する

「vector_site」データは一つのカラム (列) に複数の時期区分が入力されているので、単語単位で検索する必要があります。論理式を使用した地物の表示を行います。

レイヤプロパティ→シンボロジー→ルールに基づいた

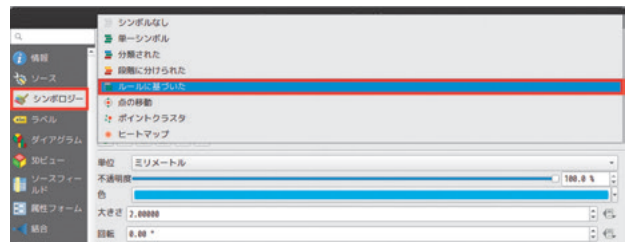


図4.38

「フィルターなし」 → 「フィルター」

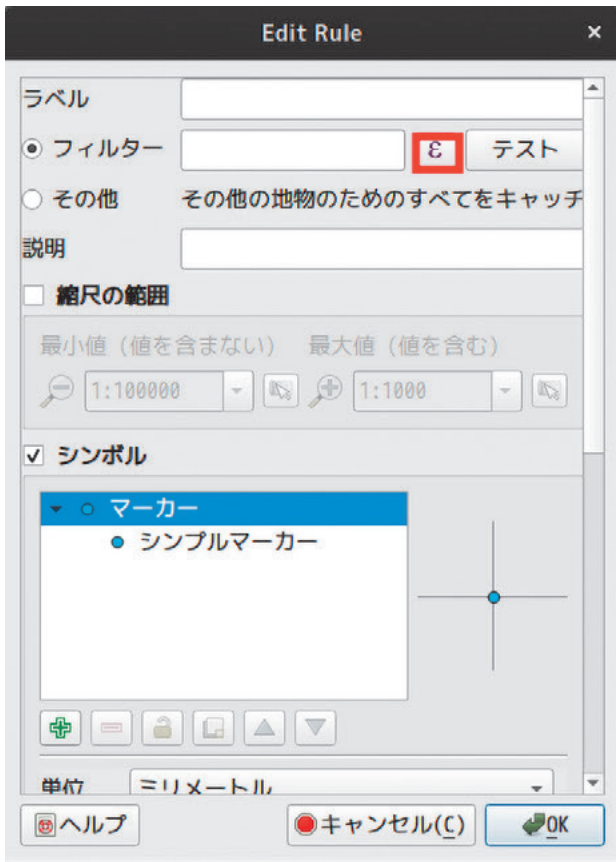


図 4.39

1. 「フィールドと値」: 「period」
2. 次の論理式で「period」列で「早期」の含まれるオブジェクトを検索

早期を抽出

"period" LIKE '% 早期'

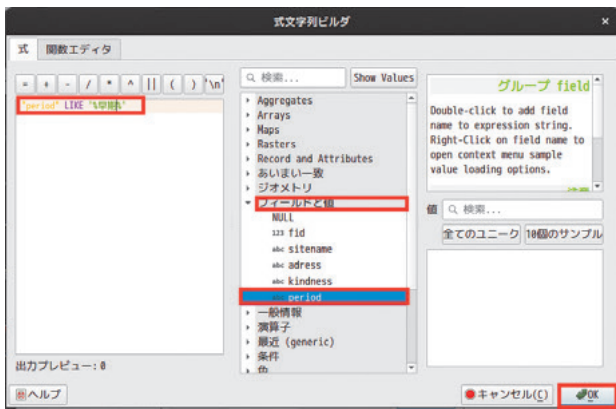


図 4.40

シンプルマーカー→緑色を選択

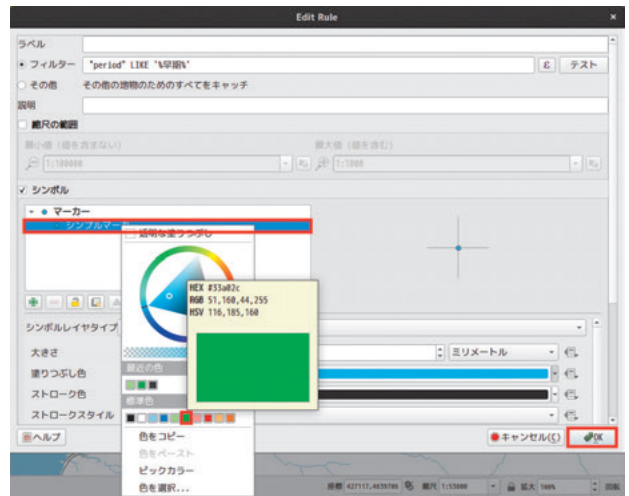


図 4.41

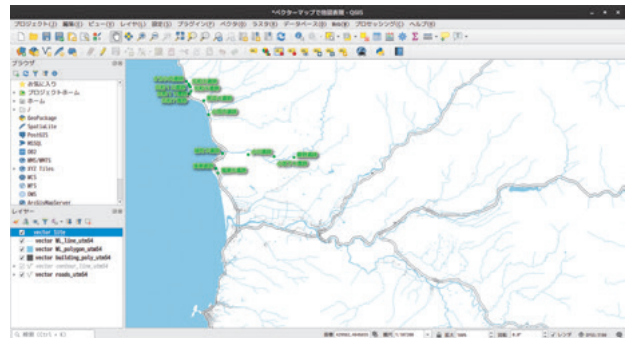


図 4.42 縄文時代早期の遺跡を抽出

4.16 遺跡の時期ごとに色分けする

レイヤプロパティ→ソース→レイヤ名「早期」に変更



図 4.43

「早期」右クリック→レイヤの複製

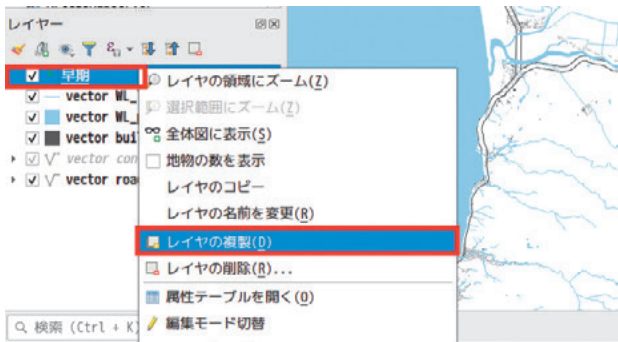


図4.44

レイヤプロパティ→ソース→レイヤ名「中期」



図4.45

シンボロジー→「ルール行」ダブルクリック

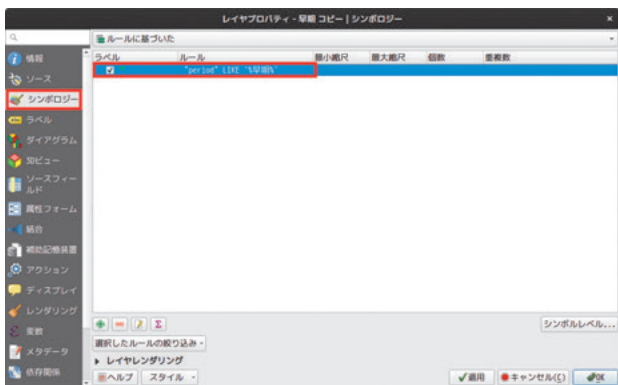


図4.46

1. フィルター：「period LIKE '% 中期 %」
2. シンボルレイヤタイプ：シンプルマーカー
3. 塗りつぶし色：青（任意）

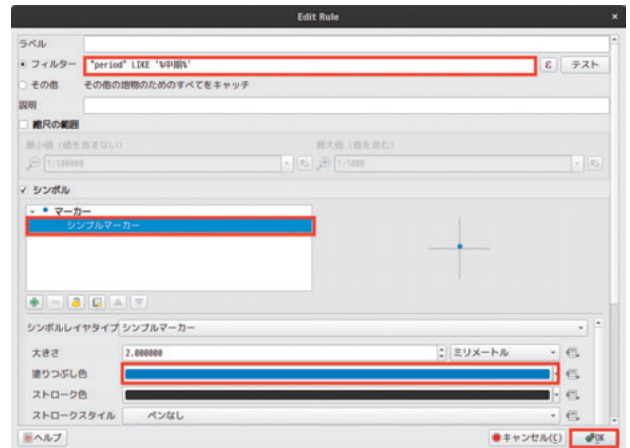


図4.47

ラベル→テキスト→色：青（任意）

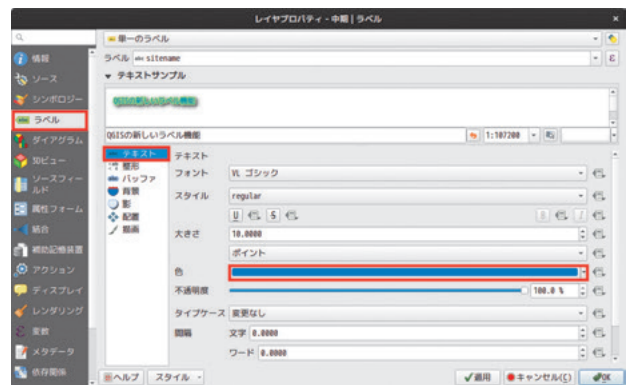


図4.48

ラベル→バッファ→色：水色（任意）

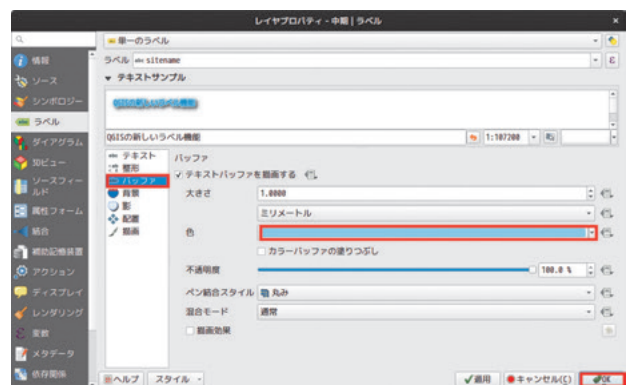


図4.49

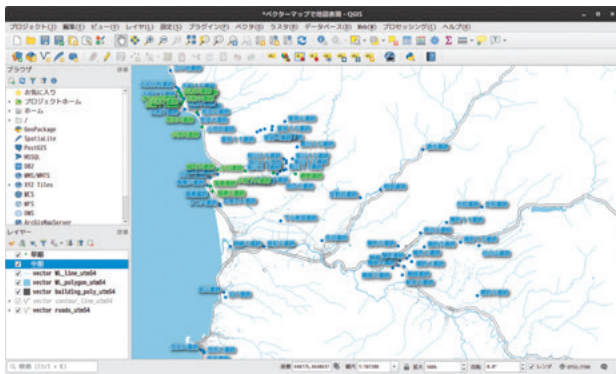


図4.50 中期を水色で描画

以下、同様に前期、後期、晩期について塗り分けた遺跡分布図を作成してください。完成イメージは下記のような雰囲気です。

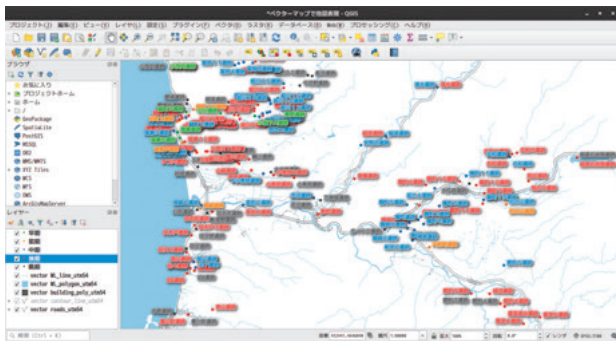


図4.51 時期ごとに塗り分けた遺跡分布図

5. QGISで地図印刷

5.1 この時間に覚えること

QGISは印刷原稿を作成するための「レイアウト」という機能が用意されており、高品質な印刷原稿を作成することができます。調査成果などの日常的な出図にも役に立つ「レイアウト」機能を使った版組を実習します。

5.2 練習問題

下図のようなベクタとラスタが混在する地図を作成してください。前の時間に作成したベクタ地図と「ラスタ地図」で覚えた手法を組み合わせで作成します。

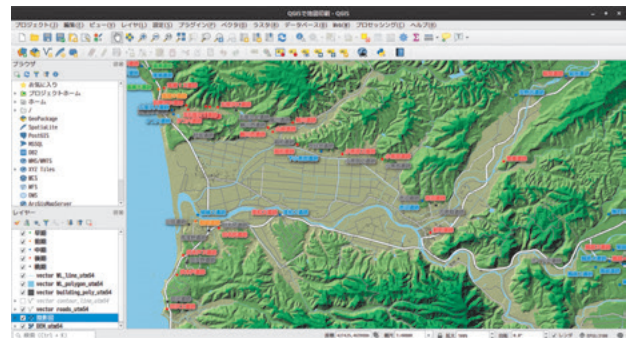


図5.1

5.3 「地図テーマ」を設定する

「地図テーマ」とは表示するレイヤの組み合わせを記憶させる機能です。この機能を使うことで、一枚の印刷原稿の中に「白地図」、「標高図」、「遺跡分布図」などの異なる主題の地図を混在させることができます。

地図テーマの管理(目のアイコン) → テーマの追加

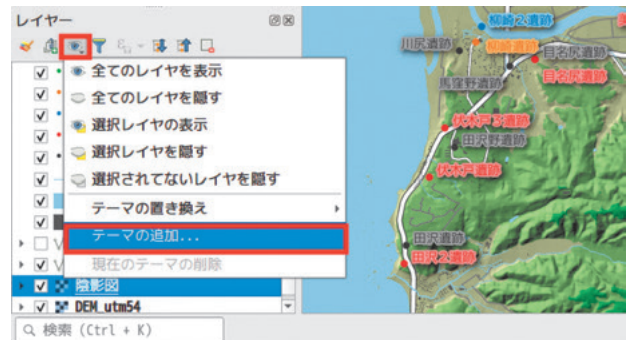


図5.2

テーマ名の入力を求められるので「すべてのデータ」と入力

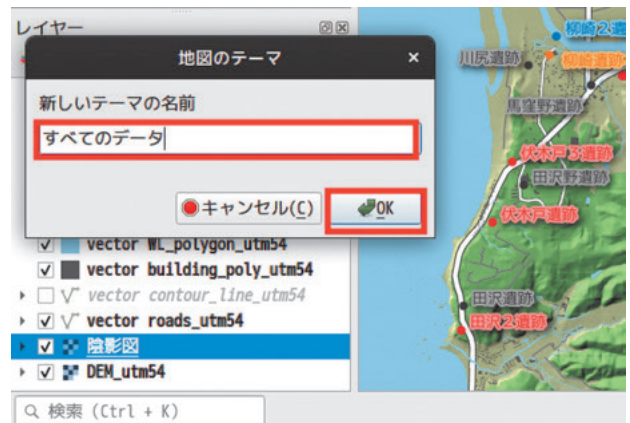


図5.3

地図テーマの管理に「すべてのデータ」が表示さ

れている。レイヤの表示・非表示の組み合わせを変更しても、地図テーマを選択するとともに戻すことができる。

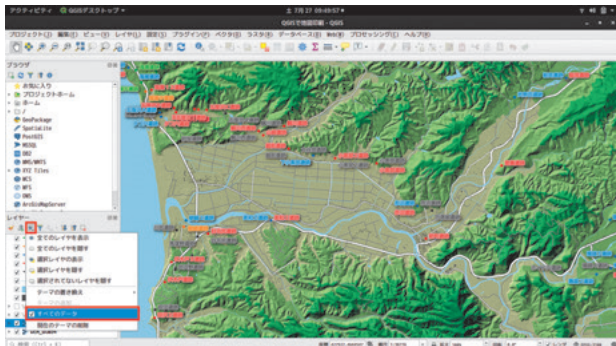


図5.4

5.4 時代ごとに地図テーマを設定する

「早期」の遺跡だけを選択する（他の時期のチェックを外す）。

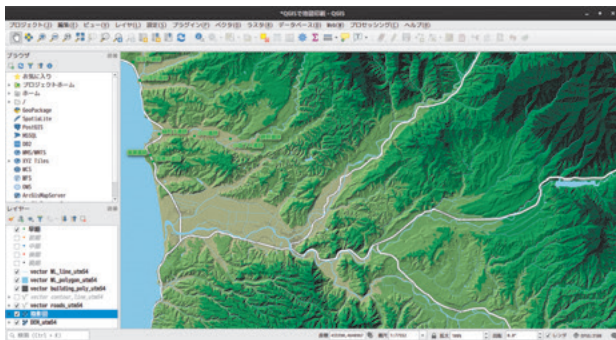


図5.5

1. 地図テーマの管理（目のアイコン）
2. テーマの追加
3. テーマ名「早期」
4. 同様に時期ごとにテーマを設定する。

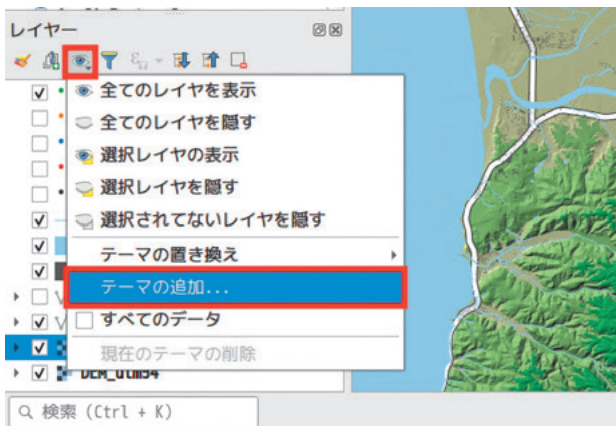


図5.6

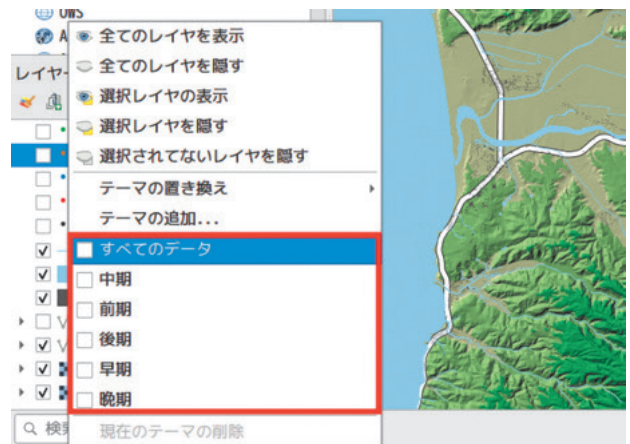


図5.7

5.5 印刷原稿のための「レイアウト」機能

QGISでは印刷原稿作成に特化したブラウザ（「レイアウト」）が用意されています。「レイアウト」では複数の地図やスケール、方位記号、テキスト、凡例などを付け加えることができます。

プロジェクト→レイアウトマネージャ

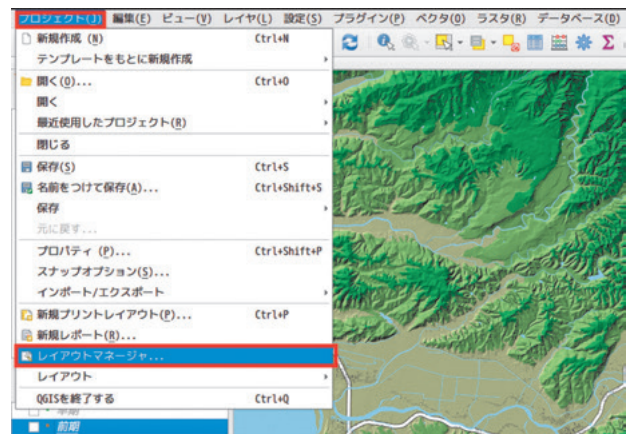


図5.8

作成をクリック



図5.9

タイトル：遺跡分布図

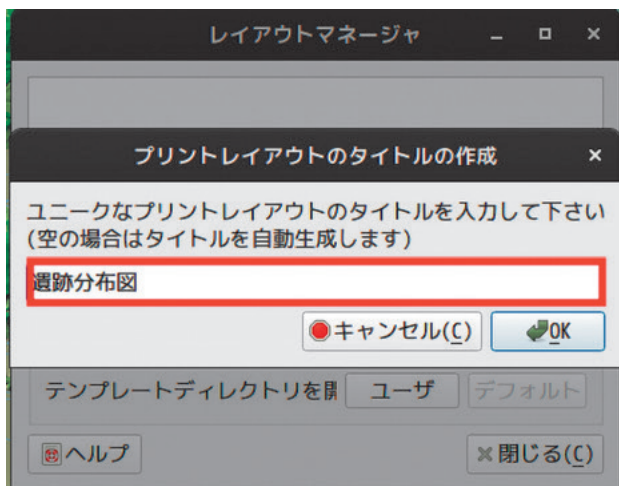


図5.10

印刷用のフォーマットが開く。A4横がデフォルトなので縦型にします。

レイアウト→ページの追加



図5.11

ページの挿入→方向：縦

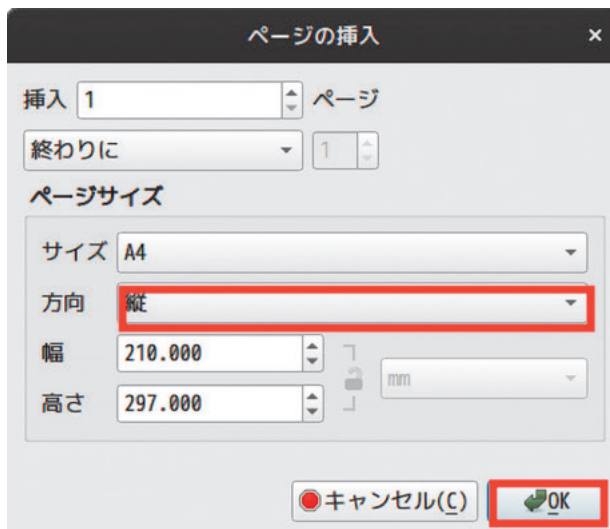


図5.12

1. 横型のページを削除する。
2. 右クリック→ページを削除

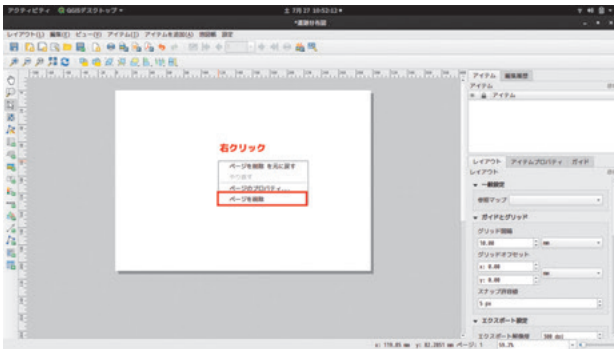


図5.13

5.6 地図を追加する

地図をはじめとしたアイテムはドラッグで追加します。サイズは後から調整できます。イラストレーターのような自由度はありませんが、ワードやエクセルでの作図より、はるかに融通がききます。

「地図を追加」アイコンをクリック

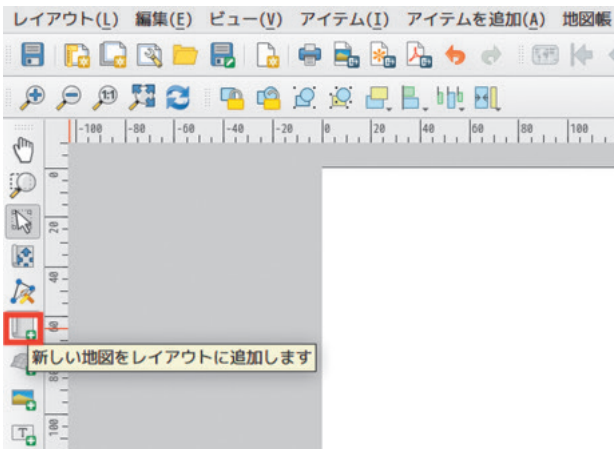


図5.14

ドラッグして地図描画領域を設定



図5.15

5.7 地図を調整する

1. アイテムプロパティを開く
2. 縮尺：400,000
3. レイヤ：「地図テーマに従う」にチェック
4. 「すべてのデータ」テーマを選択

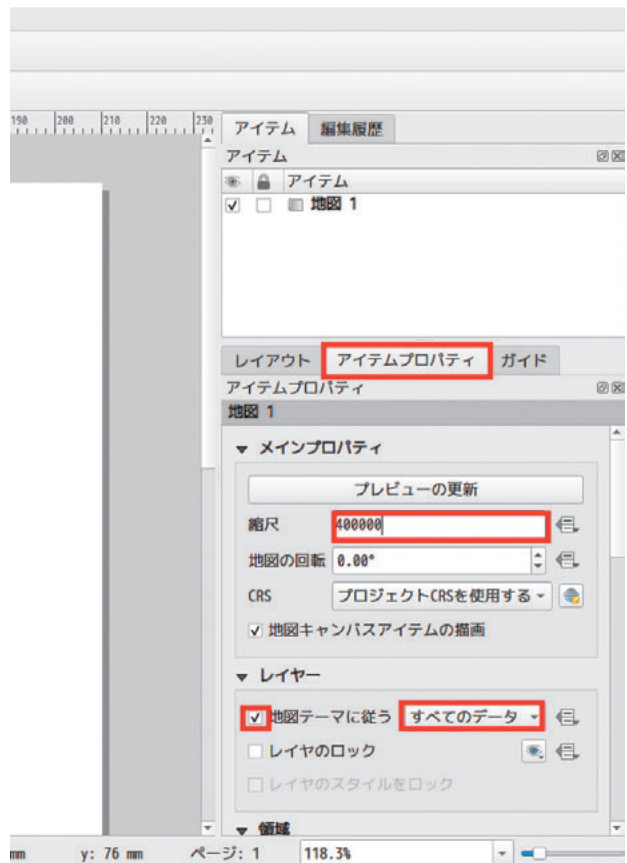


図5.16

地図の大きさや位置を変更するのは「アイテム選択/移動ツール」

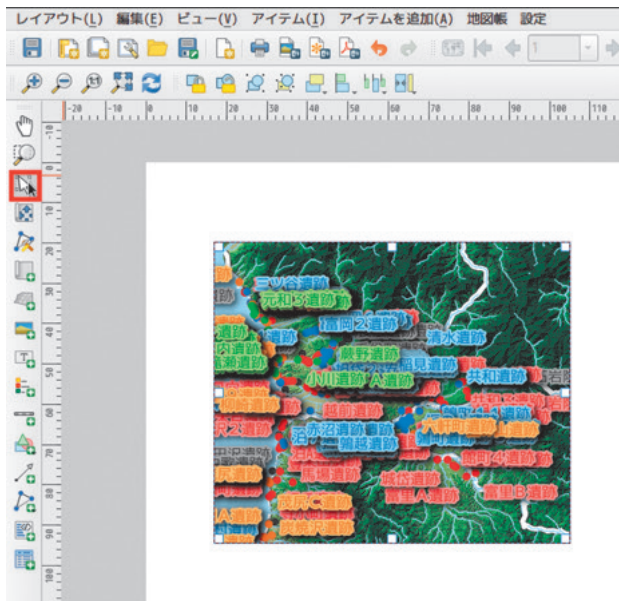


図5.17 地図のサイズ変更

地図の画角を変更するのは「コンテンツ移動ツール」

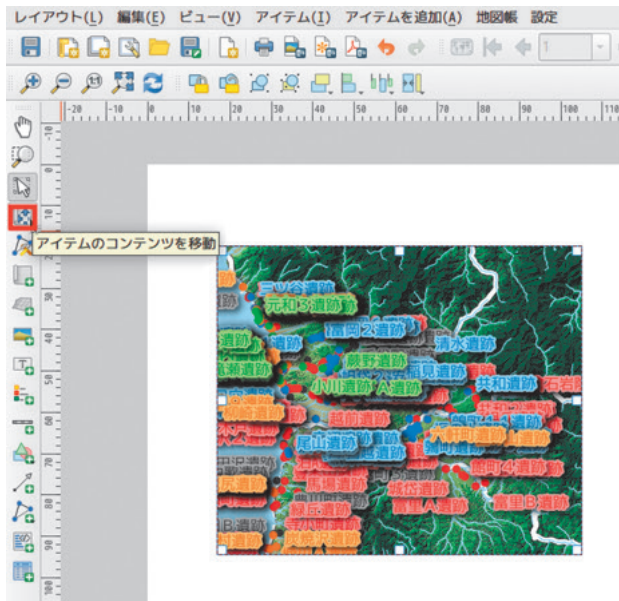


図5.18 地図の画角変更

「アイテム選択/移動ツール」を選択した状態で右クリックして地図をコピーペーストする。



図5.19

コピーした地図を選択した状態で、アイテムプロパティ→レイヤー→地図テーマに従う：「早期」

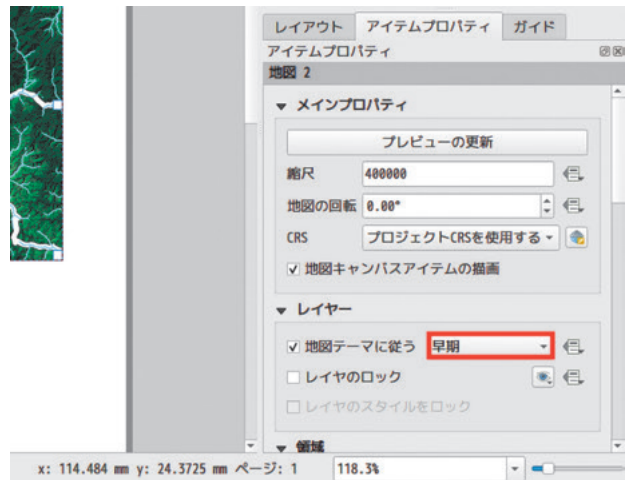


図5.20

以上の作業を繰り返して、中期、後期、晩期の遺跡分布図を作成する。



図5.21

すべてのレイヤを含んだ凡例が出力されます。

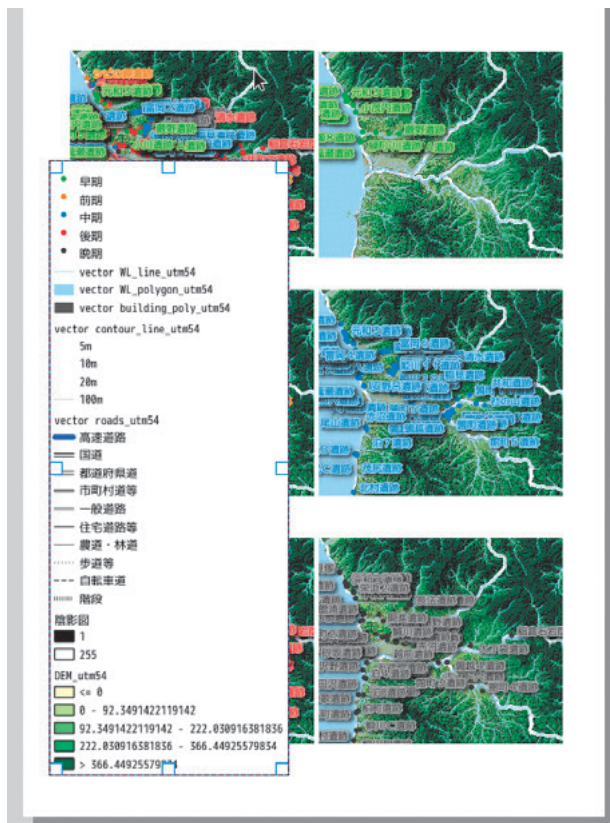


図5.23

5.8 凡例を追加する

「凡例を追加する」を選択

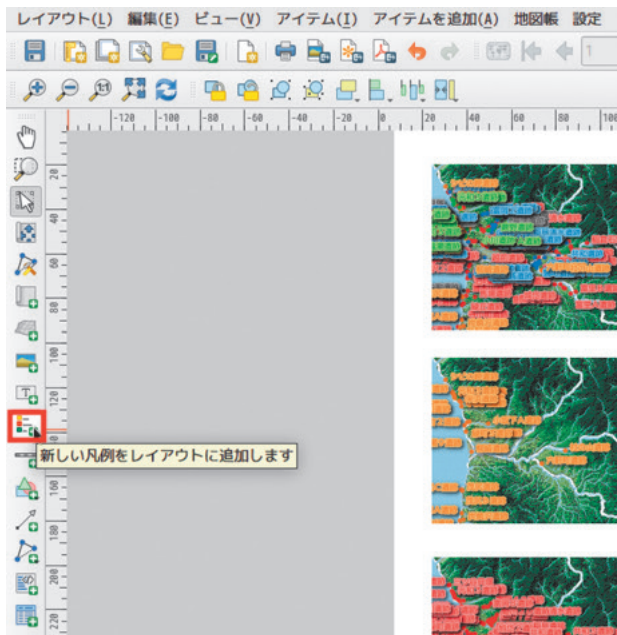


図5.22

アイテムプロパティ→自動更新：チェック外す、
不要な凡例アイテム選択→「-」ボタンクリック

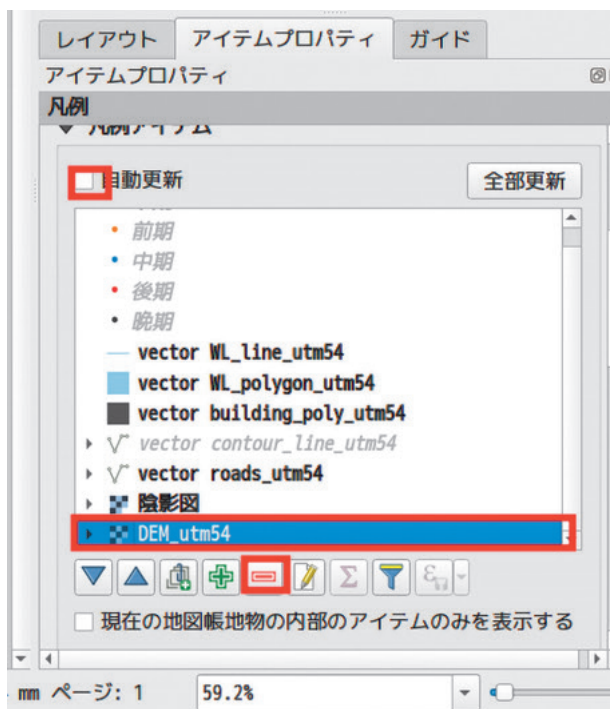


図5.24

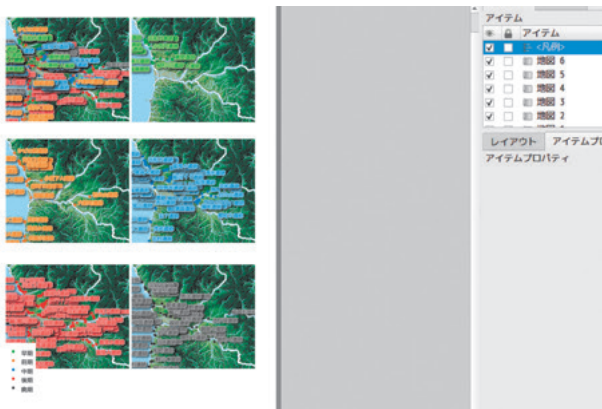


図5.25 時期別の遺跡凡例

凡例が縦長なので横長にする。

アイテムプロパティ→列→カウント：3



図5.26

5.9 スケールを追加する

スケールバーアイコンをクリック

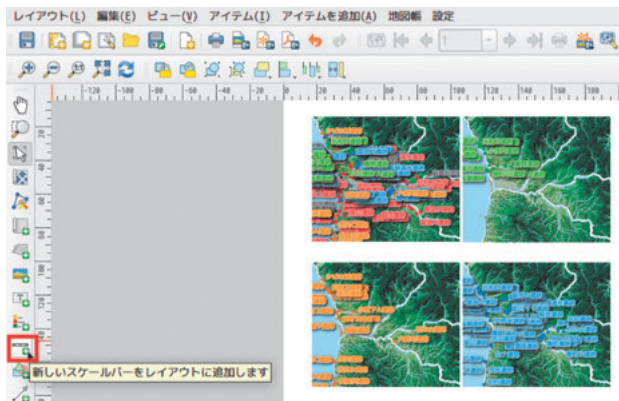


図5.27

地図 スケールを付与する地図を選択する。この場合同じ縮尺なのでどれでも良い。異なるスケールの地図が混在した場合は地図ごとにスケールを設定できる。

スタイル デフォルトのシングルボックス以外にも複数の体裁が選択できる。ここでは「ダブルボックス」を選択

スケールバーの単位 「km」と「m」のほかフィートなどを選べる。

ラベル単位の乗数 ラベル標記数字を

単位のラベル 「スケールバーの単位」と一致する。

線分列 スケールバーをいくつに分割するかを指定。通常「4」か「5」が無難

固定幅 スケールバーの1単位を指定する。ここでは「5 (km)」を指定

高さ 「1.00mm」

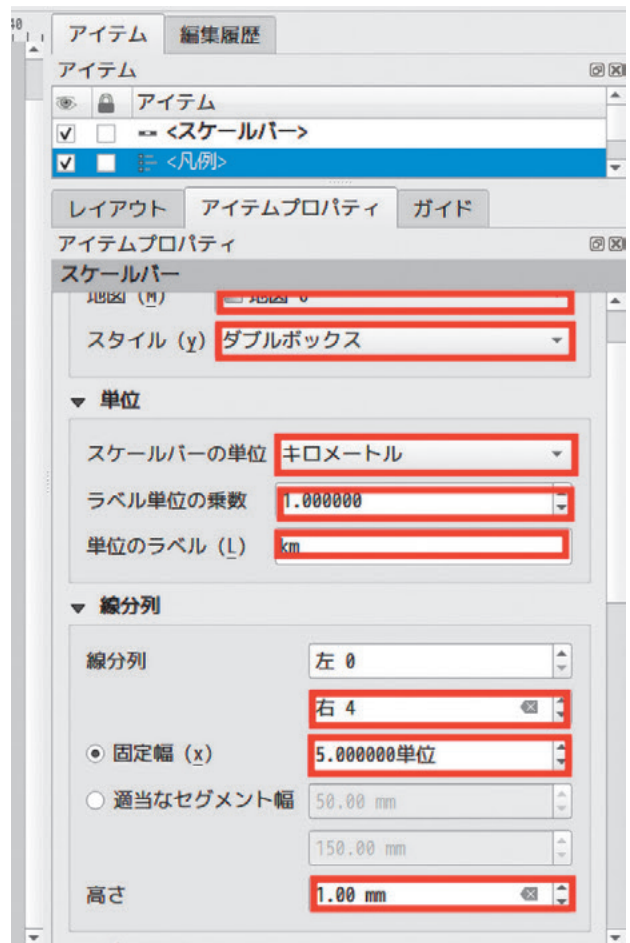


図5.28

ボックスのマージン スケール描画領域の設定。「0.00mm」

ラベルのマージン スケールとキャプションの距離。「1.00mm」

線幅 スケールの線幅。オフセット印刷原稿なら「0.10mm」か「0.20mm」

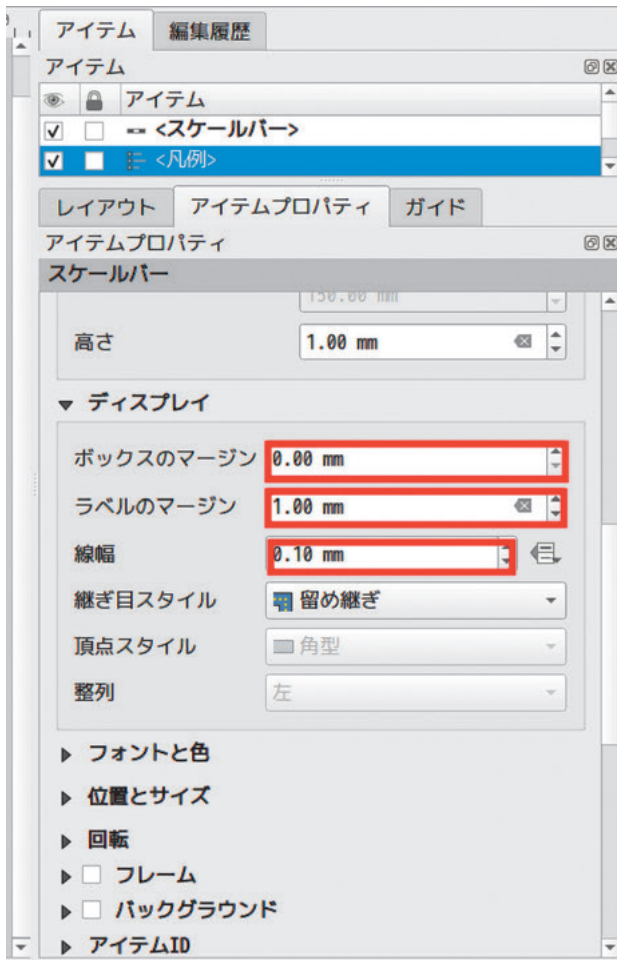


図5.29

フォント→大きさ：5.00（ポイント）

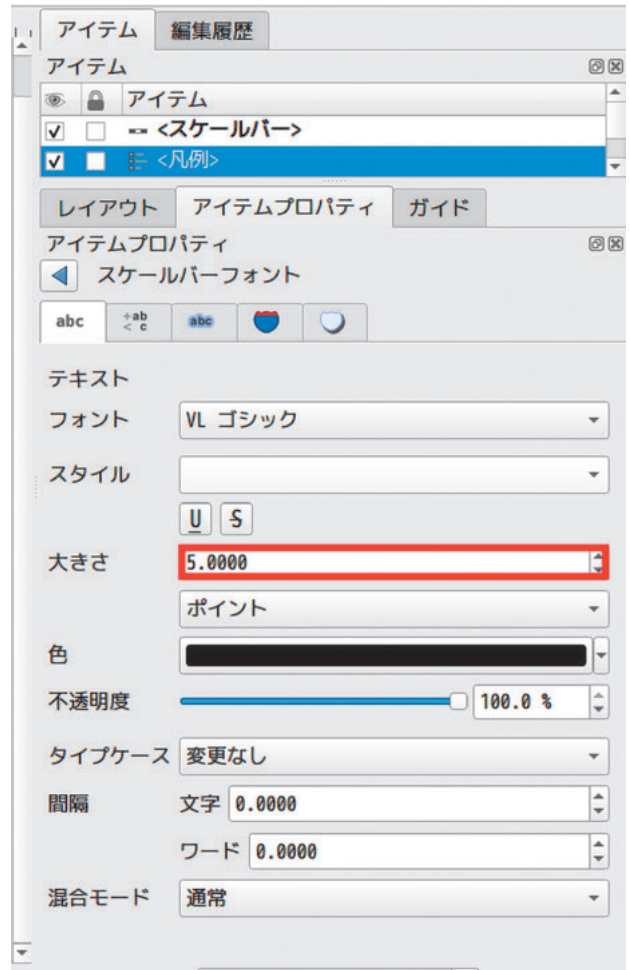


図5.30

5.10 テキストを追加する

「ラベルの追加」アイコンを選択

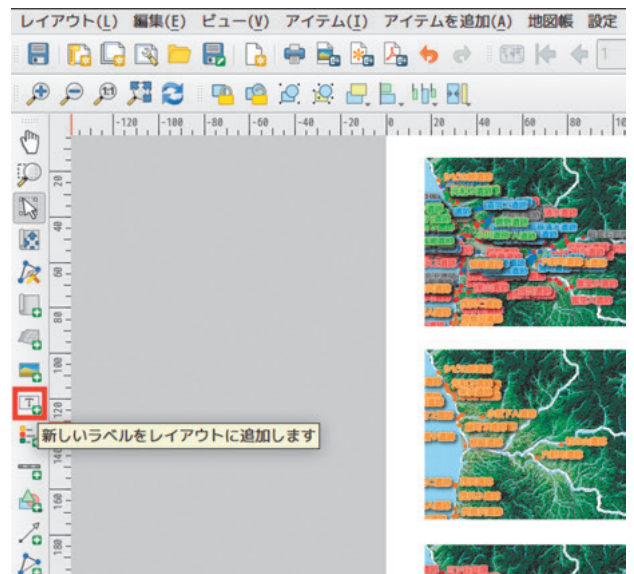


図5.31

ドラッグして描画領域を設定→メインプロパティ：テキストを記述

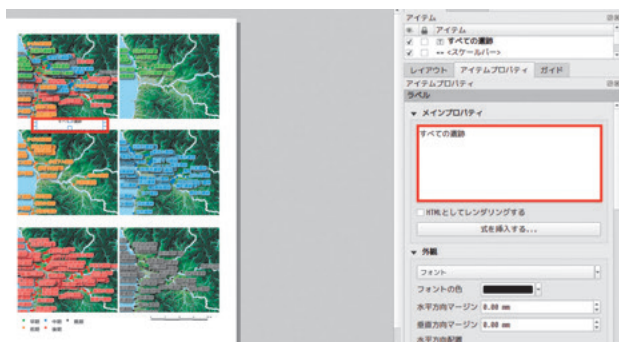


図5.32

「早期」～「中期」、図版タイトル「遺跡分布図」を加える。

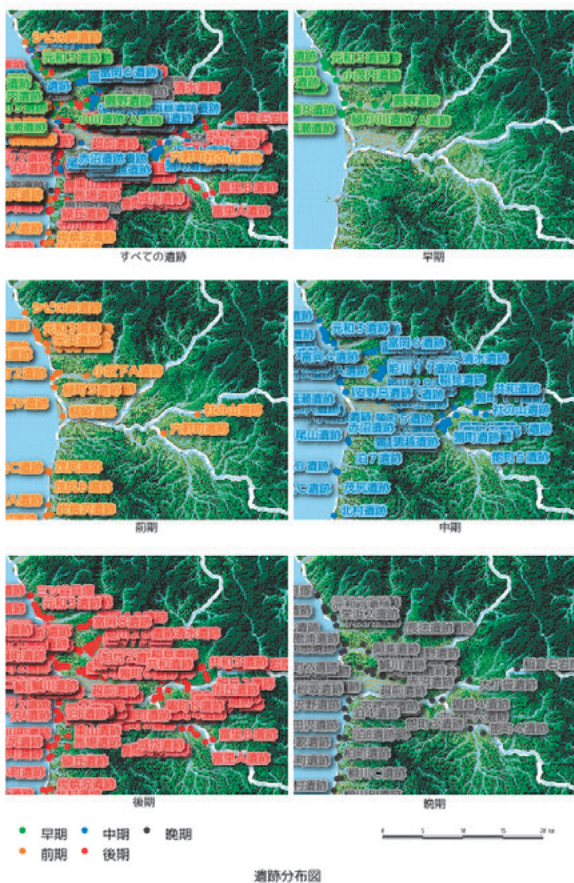


図5.33

5.11 PDFに出力する

「PDF出力」アイコンをクリック

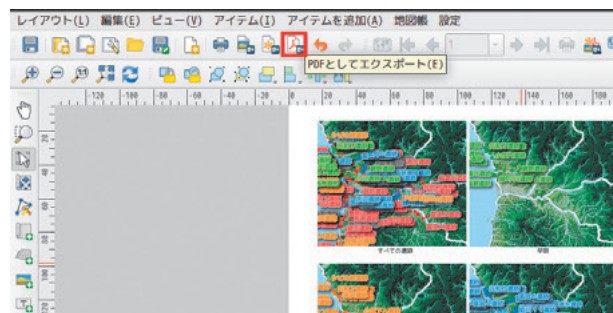


図5.34

ファイル名をつけて保存

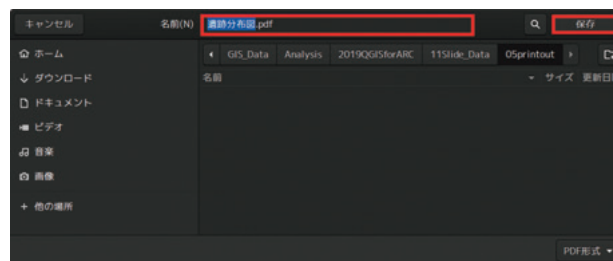


図5.35

テキスト出力：「テキストをパスとして出力（推奨）」

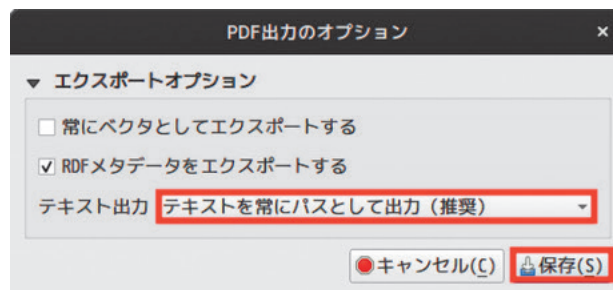


図5.36



図5.37 出力されたPDF

5.12 高度な機能の紹介

以下は「レイアウト」が提供する機能の一部です。

5.12.1 ラベルの自動表示

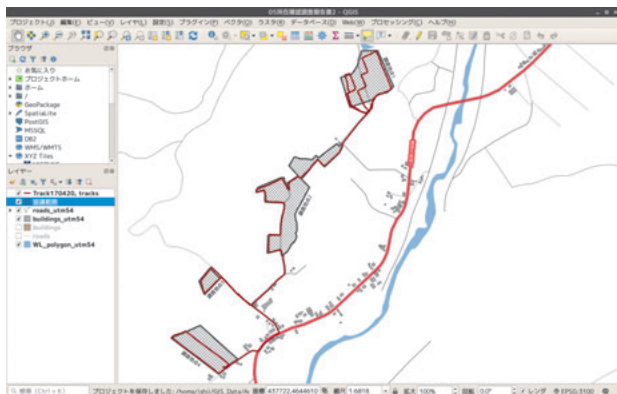


図5.38 データベースから引用したラベルの表示

5.12.2 複数の地図を自動的に生成する

調査地点が複数ある場合では同じ体裁の地図を地点を変えて何枚も出図することがあります。地図帳機能を使うと複数の地点の地図を一括で作成することができます。また、図表名称などをデータベースの値から引用することができるので、GISのデータベース機能を有効に利用することができます。

1. 地図帳→地図帳の設定
2. 「地図帳」タブ
3. 「地図帳を作成する」をクリック
4. 被覆レイヤ：協議範囲
5. 地図を選択
6. アイテムプロパティ：地図帳による制御
7. 地物周りの余白：100%

「被覆レイヤ」で自動生成する地図を決めます。

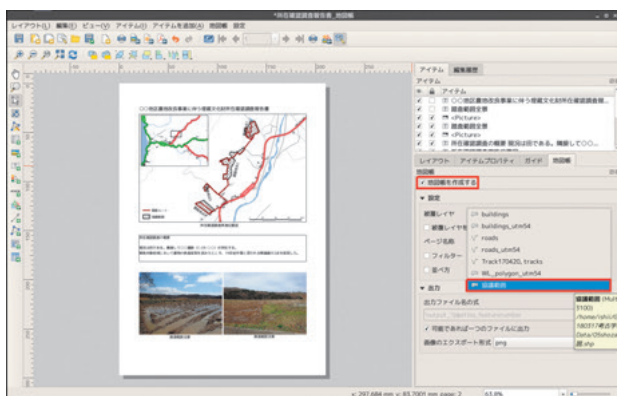


図5.39

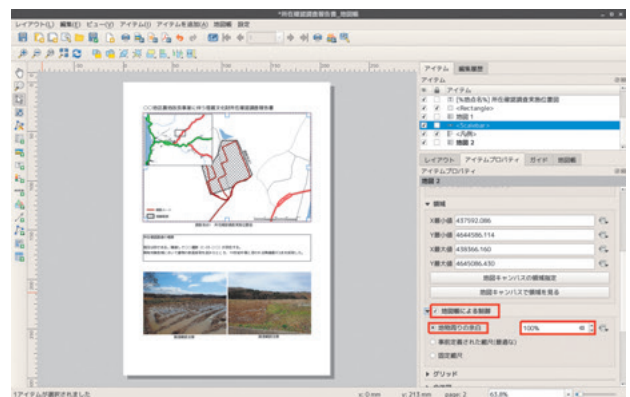


図5.40 印刷領域の自動設定

5.12.3 テキストをデータベースから自動的に引用する

テキストボックスの中に以下のように入力すると「被覆レイヤ」で選択したレイヤの「地点名」フィールドの値が自動的に表示される。

[%地点名%] 所在確認調査実施位置図

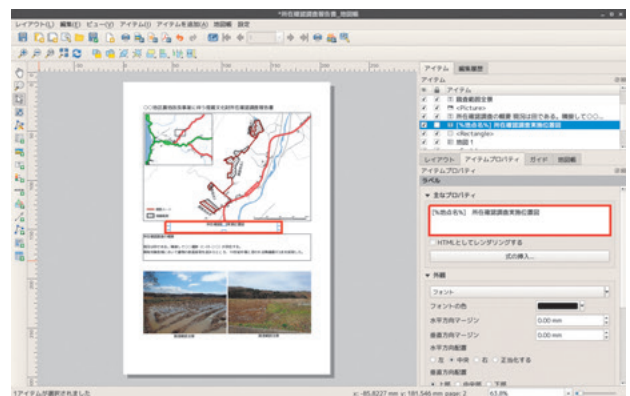


図5.41

5.12.4 複数の地図をまとめてPDF出力

1. 「地図帳」→「地図帳のプレビュー」
2. 「地図帳のエクスポート」→「PDFとしてエクスポート」

複数地点の所在確認調査報告書が一括PDF出力されました。



図5.42

元データを書き換えていくため、別名で保存します。

右クリック→エクスポート→「walkcost」

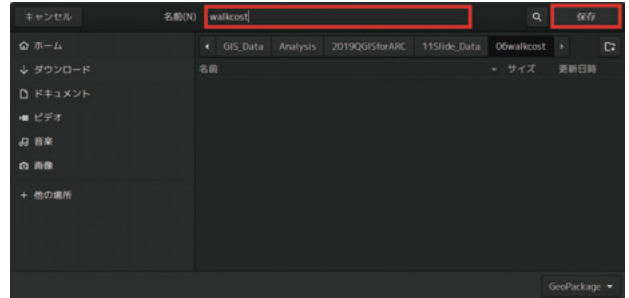


図6.2

6. コスト距離とコストパス解析

6.1 この時間に覚えること

「コストパス解析」とは、A地点からB地点へ移動するための最短経路を算出する手法です。標高ラスタとフリクションラスタ⁷⁾を指定してA地点を出発点としたコストラスタ（歩きづらさのラスタ）を算出します。

分析の前処理ではベクタデータのラスタ化など、高度な分析に必須の技術を学びます。

6.2 考え方

フリクションコストの設定がこの分析方法の要点です。過去の土地被覆がわかればよいのですが、そのようなデータはないため、土地被覆を「水域」と「それ以外」に区分し、水域のフリクションコストを大きく設定します。「川を渡るのに大きなコストを要する地図」を作成します。

6.3 データ準備

vector.gpkgに格納されているベクタデータから「WL_poly_utm54」と「clip」を開きます。

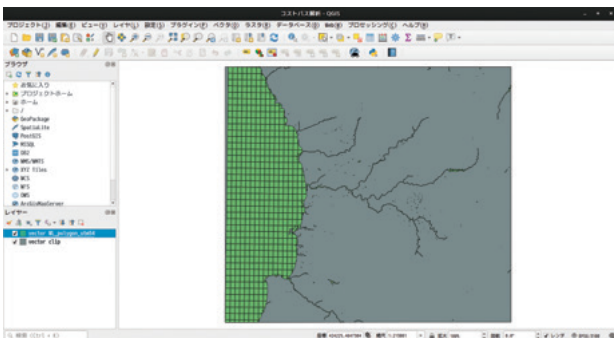


図6.1

レイヤ名：WL_poly_cost

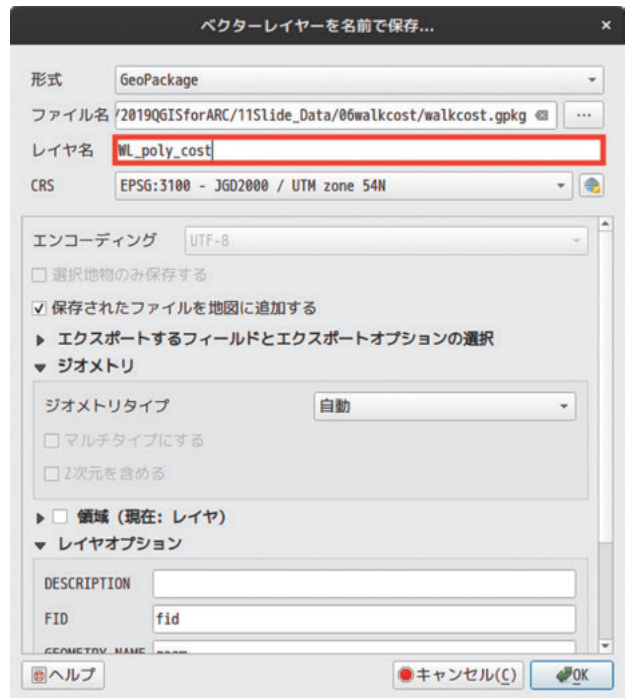


図6.3

6.4 フィールド計算機でコスト入力

「WL_poly_cost」レイヤを選択→フィールド計算機アイコンをクリック

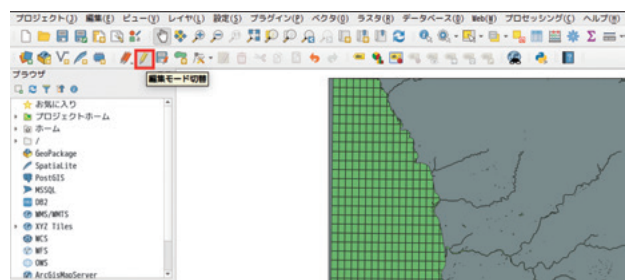


図6.4

- 新しいフィールドを作る：チェック
- 出力フィールド名：cost
- 式：100



図6.5

編集モード切替アイコンをクリック

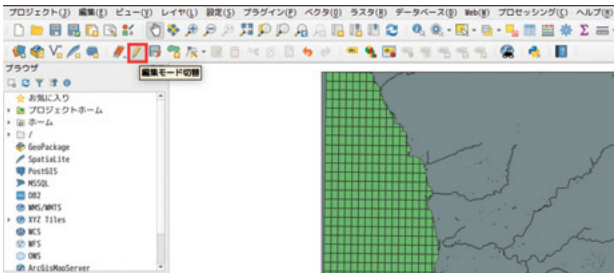


図6.6

属性テーブルを開く→新たに「cost」フィールドが追加されている。

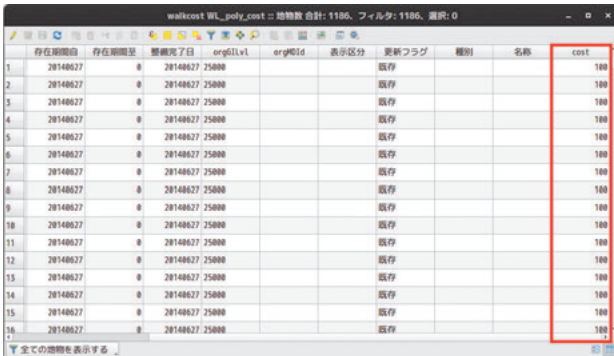


図6.7

clipレイヤも同様に cost を設定する。

1. エクスポート → walkcost.gpkg → レイヤ名：clip_cost
2. フィールド計算機を開く
3. 出力フィールド名：cost
4. 式：1

5. 編集モード切替アイコンクリックして保存

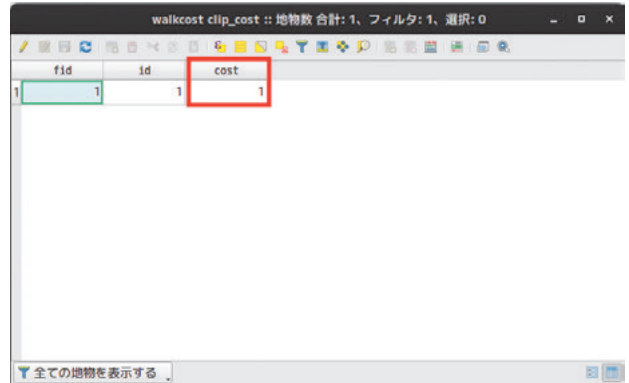


図6.8 Costフィールドに1を入力

6.5 河川ベクタとclipベクタを結合する

ベクタ→空間演算ツール→和

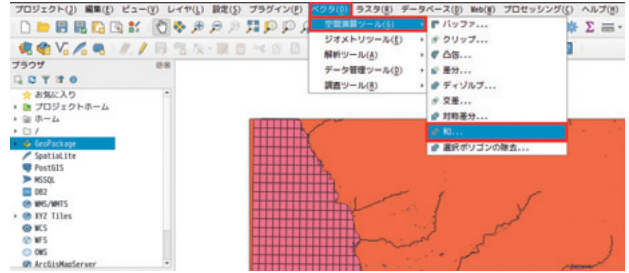


図6.9

1. 入力レイヤ：WL_poly_utm54
2. オーバーレイレイヤ：clip_cost

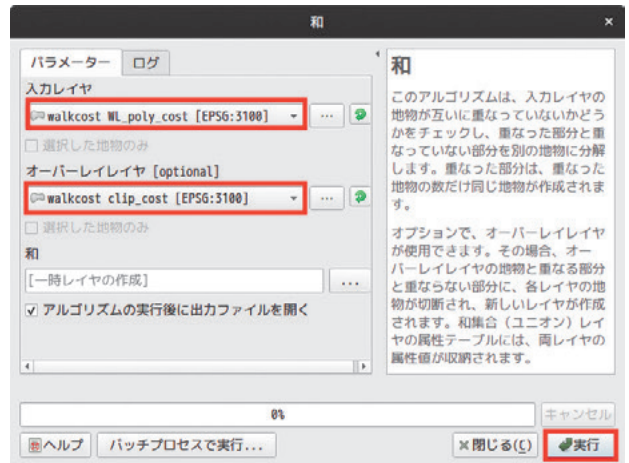


図6.10

2つのレイヤが融合した新しいレイヤが作成される。河川の部分では cost フィールドに 100 が入力されている。cost_2 フィールドは clip_cost レイヤに由来するフィールドで、1 が入力されている。



図6.11 河川領域のcostフィールド

河川以外の部分では cost フィールドには Null 値が入力されている。

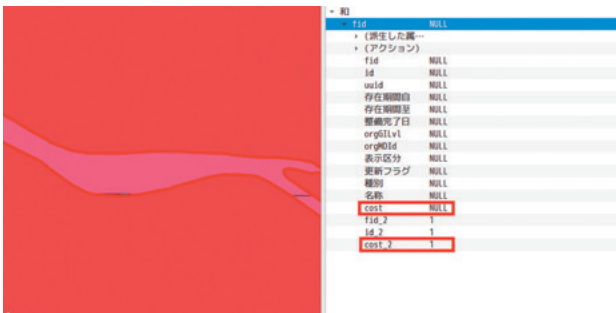


図6.12 非河川領域のcostフィールド

右クリック→エクスポート→walkcost.gpkg→combine



図6.13

6.6 フリクシオンコストフィールドを作成する

河川ベクタ由来の「cost」フィールドとクリップベクタ由来の「cost_2」フィールドがあるので、これらを結合して新たなフィールド (cost_combine) 作成します。

図6.14 結合するcostフィールドとcost_2フィールド

河川領域と非河川領域の値を結合

```

CASE
  WHEN "cost" = 100
  THEN "cost"
  else "cost_2"
END

```

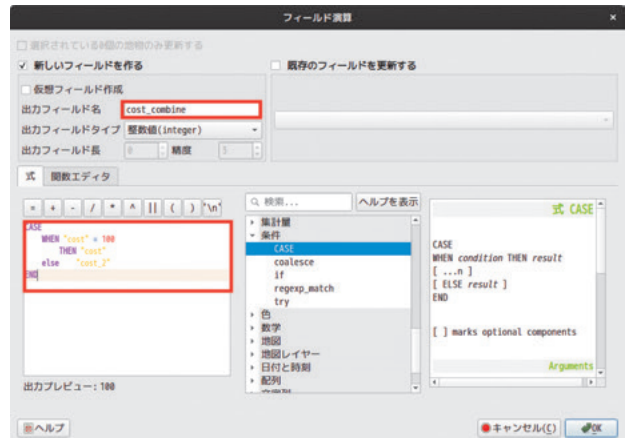


図6.15

河川領域に「100」、河川以外の領域に「1」が入力された「cost_combine」フィールドが作成されます。

図6.16

6.7 コストベクタをラスタ化する

ラスタ→変換→ラスタ化 (ラスタのベクタ化)

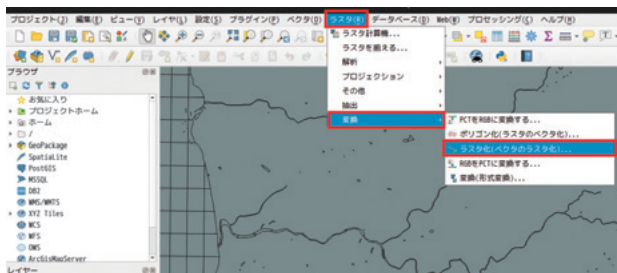


図6.17

1. 入力レイヤ：walkcost_combine
2. バーンイン値に使用するフィールド：cost_combine
3. 出力ラスタサイズの単位：地理参照された単位
4. 幅/水平方向の解像度：10.00
5. 高さ/垂直方向の解像度：10.00
6. 出力領域：ボタンクリック



図6.18

出力領域：「レイヤの領域を使う」を選択

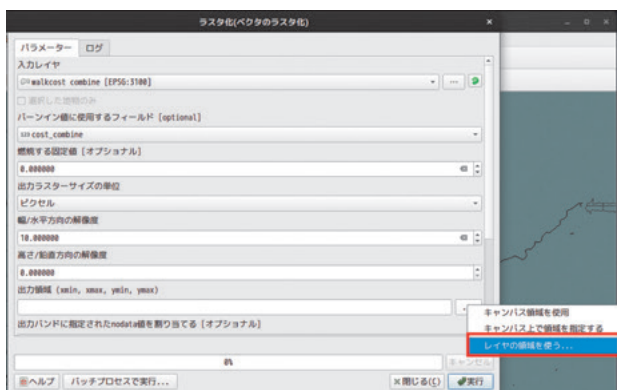


図6.19



図6.20

河川が「100」、それ以外が「1」のフリクションラスタが作成される。

レイヤ右クリック→「エクスポート」→名前をつけて保存→「friction.tif」

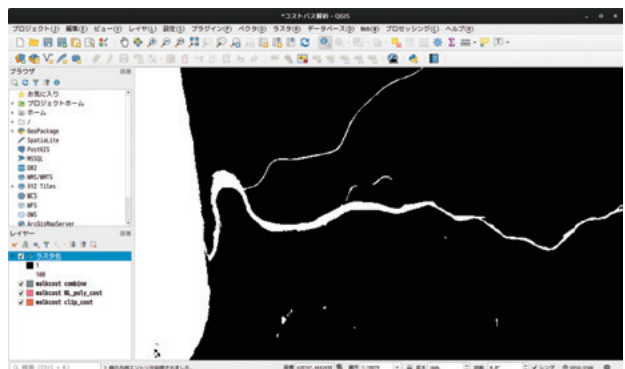


図6.21 フリクションラスタ

6.8 プロセッシング機能を使う

プロセッシング機能は他の GIS ソフトウェアの機能を利用するものです。もともと、QGIS にはオリジナルの処理機能や解析機能は装備されておらず、基本的な機能は GDAL や OGR という外部のライブラリを利用しています。プロセッシング機能は GRASS GIS や SAGA GIS、R など外部の GIS ソフトウェアへのデータ受け渡しを行い、QGIS 単体ではできない高度な解析をあたかも QGIS 上で行っているかのように処理します。

6.9 プロセッシング機能を有効化する

プロセッシング機能を使うためには使用するソフトウェアを有効にする必要があります。

1. 「プロセッシング」→「ツールボックス」
2. 「オプション」をクリック
3. 「プロバイダ」→「GRASS」→「有効化」にチェック

6.10 前準備

1. Data/raster/DEM_utm54 を開く。
2. レイヤを複製して一つを陰影図にする。
3. 乗算で重ねて下記のような図を作成する。

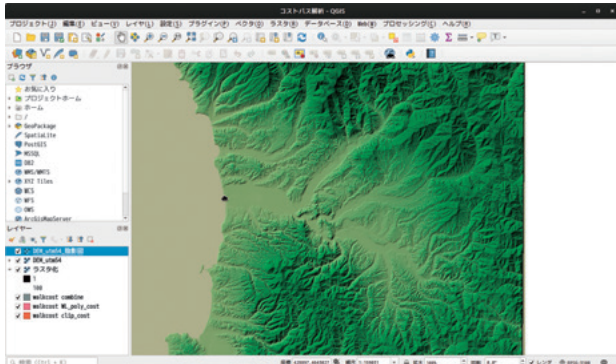


図6.22

スタート地点のポイントを作成する。

レイヤ→レイヤの作成→新規 Geopackage レイヤ作成

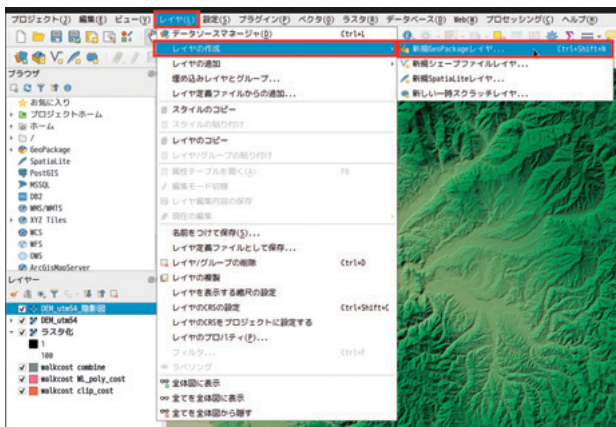


図6.23

1. データベース：walkcost.gpkg
2. テーブル名：start
3. ジオメトリタイプ：ポイント
4. CRS：JGD2000/UTMzone54

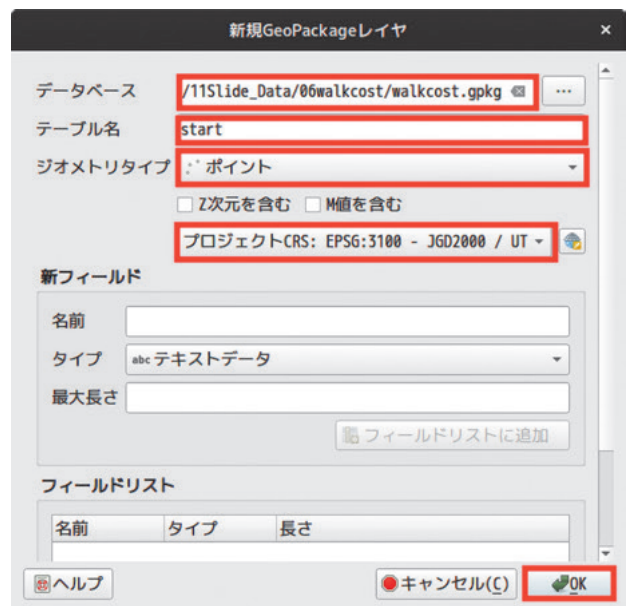


図6.24

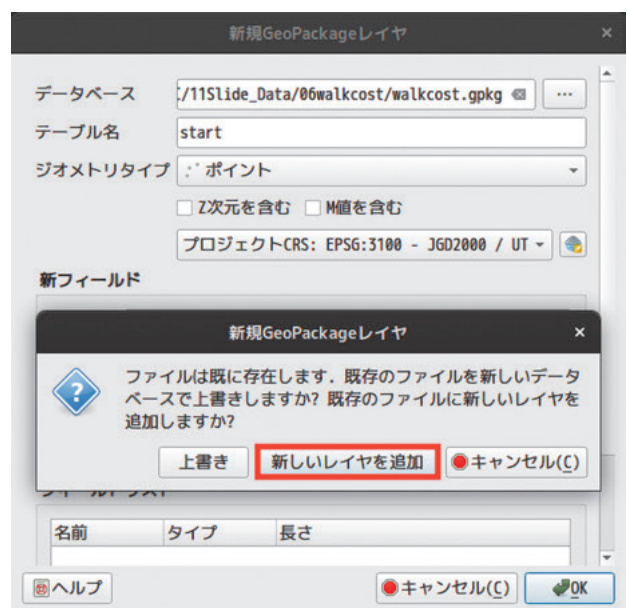


図6.25

1. 鉛筆アイコンと新規ポイント作成アイコンをクリック
2. 新規ポイントを作成。

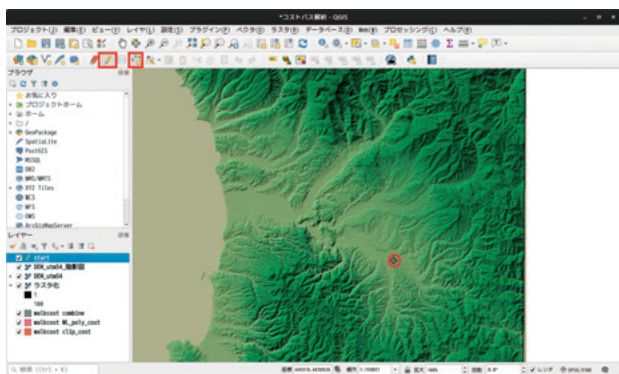


図6.26

6.11 コスト距離地図

プロセッシング→ツールボックス

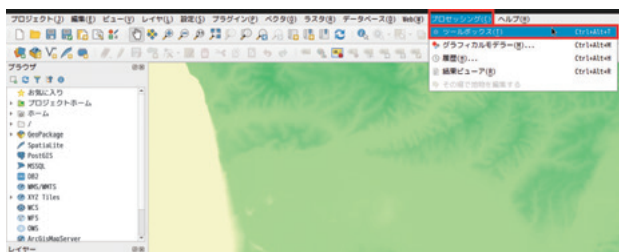


図6.27

「GRASS」を選択

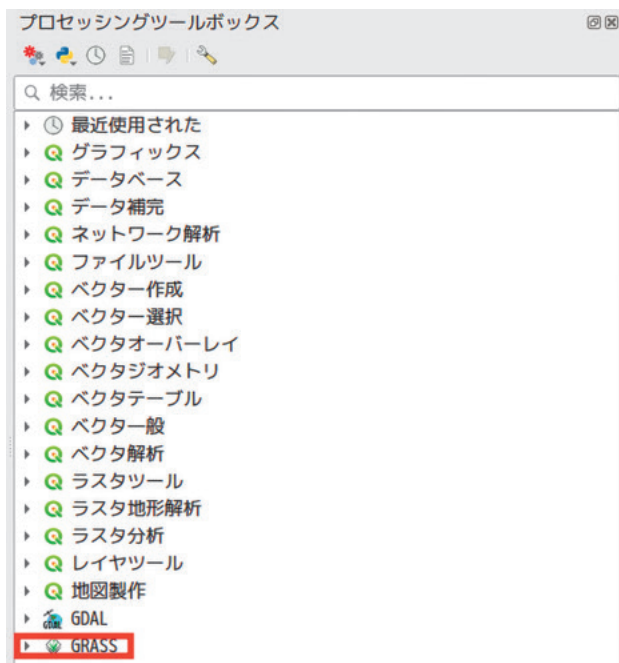


図6.28

GRASS → raster → r.walk.point

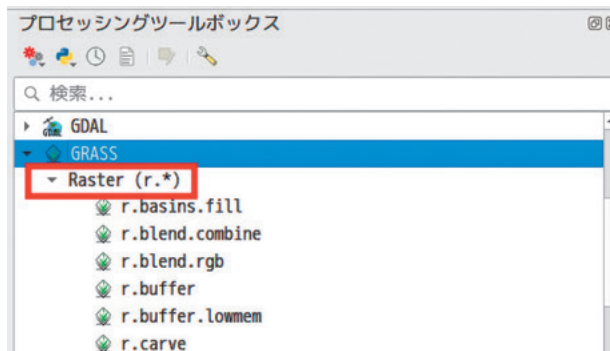


図6.29

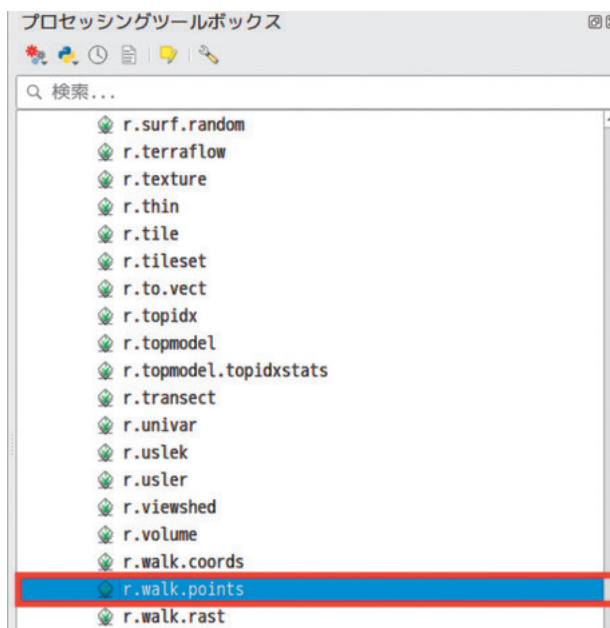


図6.30

1. Name of input elevation raster map : DEM_utm54
2. input raster map containing friction costs : ラスタ化 (コスト地図)
3. start point : start⁸⁾
4. Cumulative cost と Movement Directions にチェック

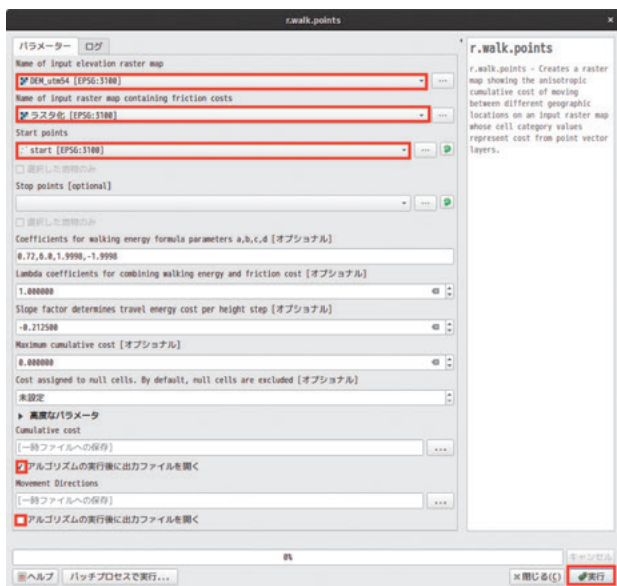


図6.31

以下のような図が作成できれば成功なので、保存します。

1. レイヤ右クリック→「エクスポート」→名前をつけて保存→「walkcost.tif」
2. レイヤ右クリック→「エクスポート」→名前をつけて保存→「movement_directions.tif」

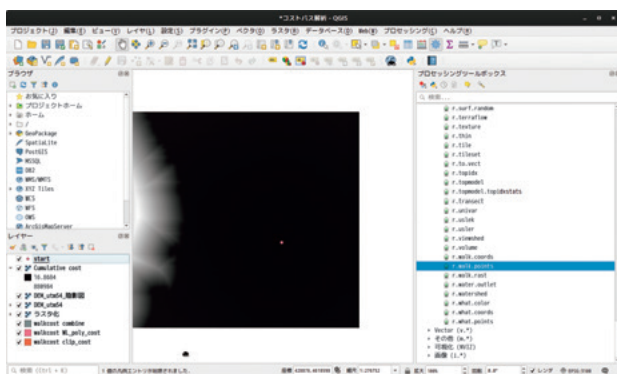


図6.32 walkcost.tif

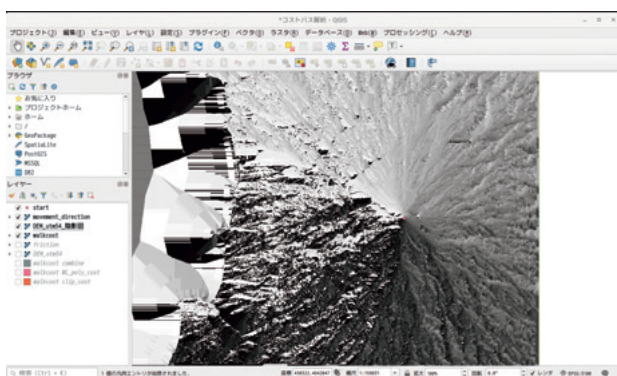


図6.33 movement directions.tif

1. 海域が移動コストを押し上げているので、最大値を 30000 程度に引き下げる。
2. 適当な色の設定を行う。

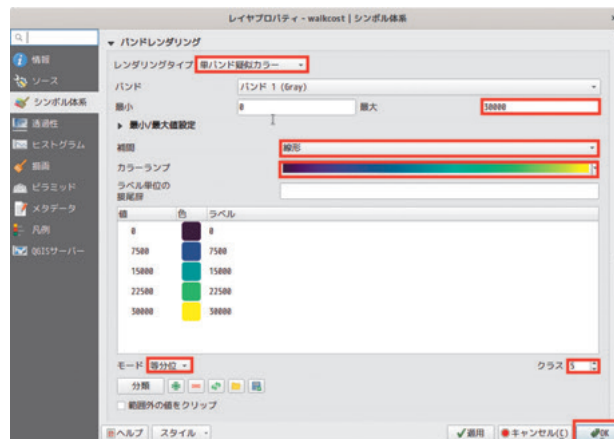


図6.34

出発点を中心に同心円状に累積コストが表示されます。

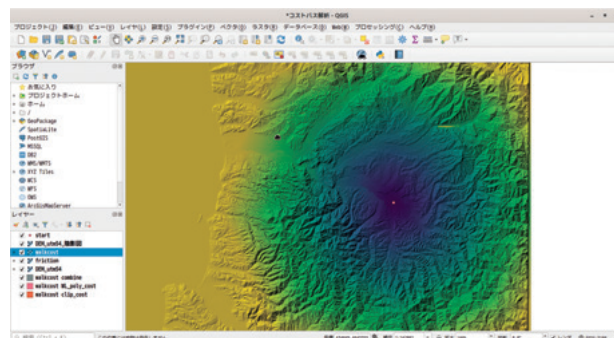


図6.35 累積コスト距離ラスタ

広域ではスタート地点から同心円状に累積コストが生じているように見えるが、拡大すると地形や河川に影響されて移動コストに細かい変化があります。

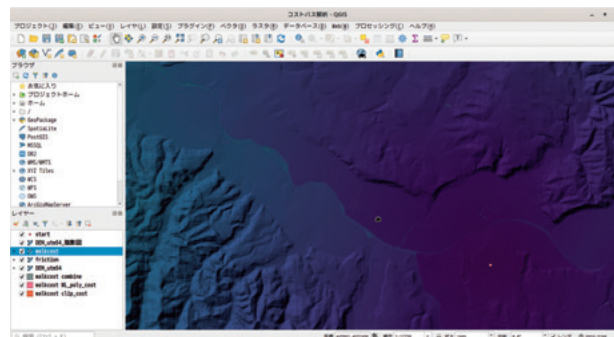


図6.36 累積コスト距離ラスタ (拡大)

6.12 コストパス

プロセッシングツール→r.drain

1. Elevation : walkcost
2. movement direction map : movement_direction
3. Mapcoordinate of starting point : 427460, 4635080
4. 「Drain」にチェック

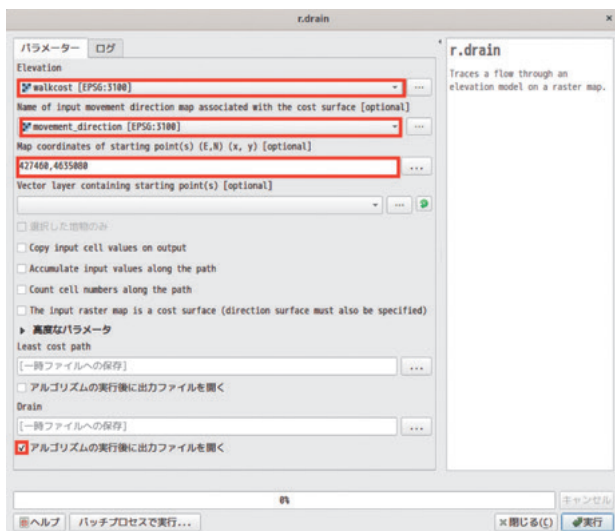


図6.37

蝦夷地の港町として知られる江差から、松前藩が明治元年に築城した館城までの最適コストパス。

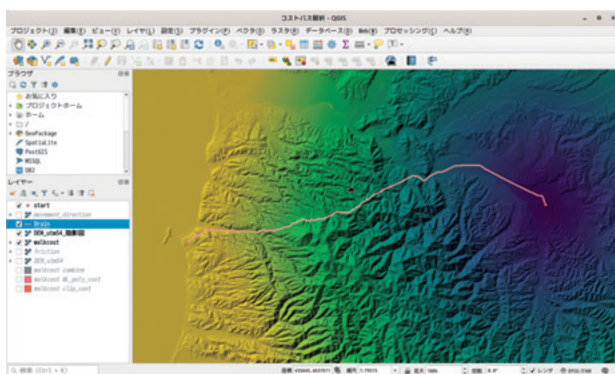


図6.38

6.13 r.walk コマンドによる課題

解析結果はフリクシオンラスタの設定に大きく影響されます。フリクシオンラスタは土地被覆（土地利用図や土地分類図）ラスタを指定するのが一般的ですが、過去の環境を示す土地被覆図の作成は多くの場合困難です。今回は水域に高負荷のフリクシオンを割り当てた地図を利用しました。

7. QGISで遺跡立地分析

7.1 この時間に覚えること

引き続きプロセッシング機能を利用して GRASS GISの分析機能を使用します。GRASS GISの豊富な機能を用いて傾斜角度や傾斜方位、日射量の算出を行います。

ベクタデータである河川データをラスタデータに変換し、河川からの距離を示すラスタ地図を作成します。また、斜面方位は0～360の連続量となっています。連続量のデータを離散量のデータ（「東」「西」「南」「北」）に変換します。2つの操作を通じてベクタからラスタへ、連続量から離散量へのデータ変換を学びます。

以上のようにして取得した地形データから遺跡の立地条件を検討するための模擬的な遺跡予測地図を作成します。

- 標高データから新たな地形指標を作成する
- プロセッシング機能を使った他のGISソフト機能の利用
- ラインベクタから距離ラスタの作成
- ラスタ計算による遺跡予測地図の作成

7.2 データを開く

1. Data→raster→DEM_utm54.tif
2. Data→vector→vector.gpkg→Site

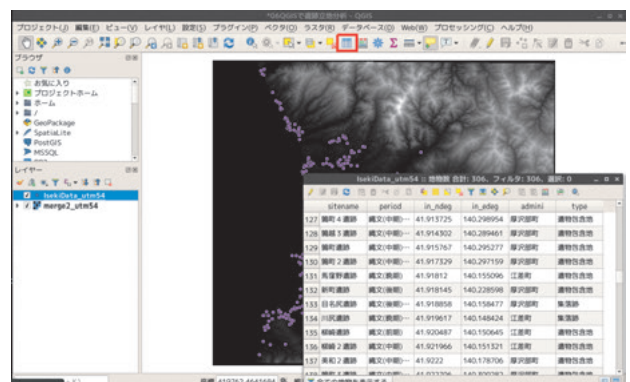


図7.1

7.3 傾斜角度と傾斜方位を算出する

GRASS GISの「r.slope.aspect」コマンドを使って傾斜角度と傾斜方位を算出します。

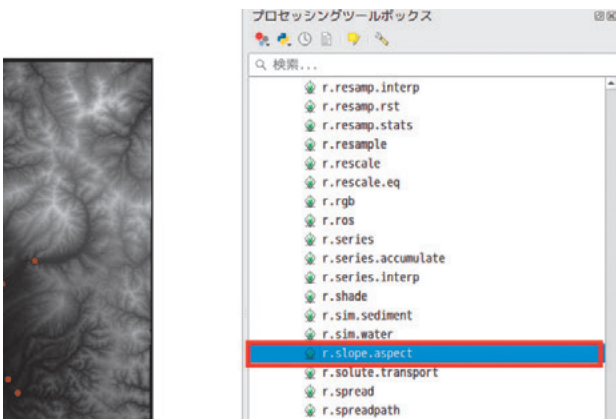


図 7.2

1. 「GRASS」 → 「Raster」 → 「r.slope.aspect」
2. 「Elevation」: 「DEM_utm54」
3. 「Slope」と「Aspect」のチェックボックスにチェック

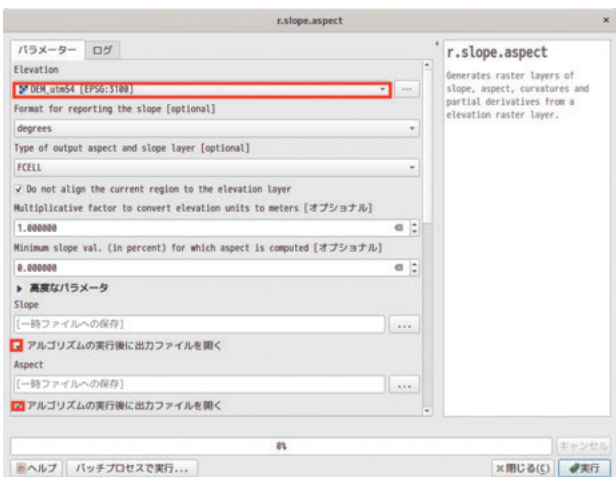


図 7.3

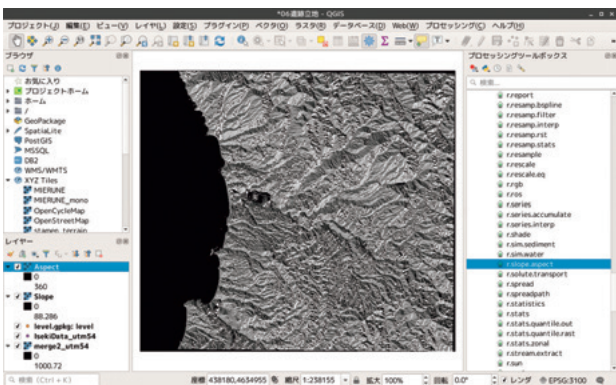


図 7.4 傾斜方位ラスタ

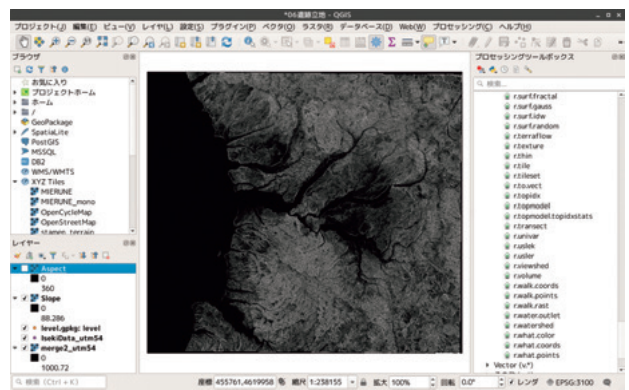


図 7.5 傾斜角度ラスタ

7.4 GRASS GISの傾斜方位の注意点

GRASS GISの傾斜方位は東が原点であること、角度は半時計回りであることに注意してください。

- 原点は東
- 角度は半時計回り
- 東向きの斜面が0度、北向きの斜面は90度、西は180度、南は270度

Null	Null	Null	Null	Null
Null	135.0	90.0	45.0	Null
Null	180.0	0.0	360.0	Null
Null	225.0	270.0	315.0	Null
Null	Null	Null	Null	Null

Aspect (degree) from example DEM

図 7.6 傾斜角度ラスタ

7.5 日射量を算出する

GRASS GISの「r.sun.insoltime」コマンドを使用します。

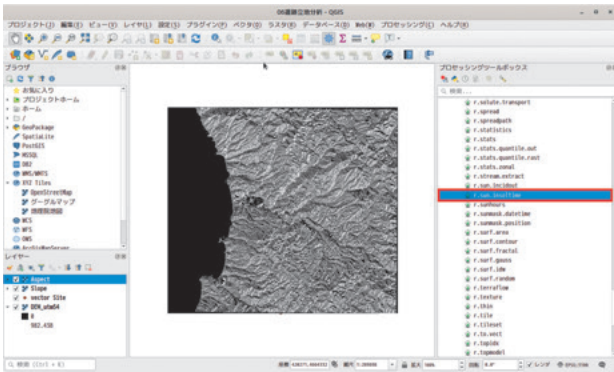


図 7.7

1. 「Elevation layer」 → 「DEM_utm54」
2. 「Aspect layer」 → 「Aspect」
3. 「A single value...」 → 「270」（傾斜方位の「南」の値を指定）
4. 「Name of the input slope raster map」 → 「Slope」

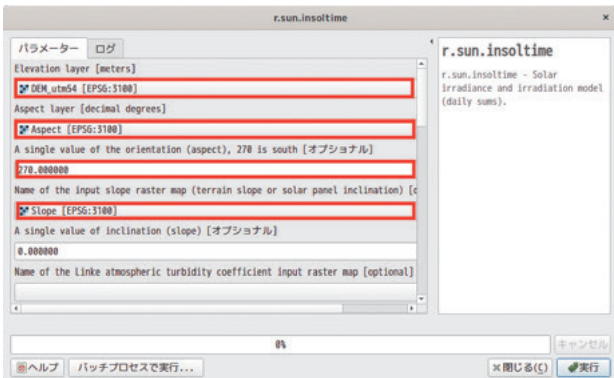


図 7.8

1. 「No. of day of the year」（1月1日を基点にした日数） → 「173」（夏至の頃を指定）
2. 「Irradiance/irradiation rastermap [wh.m-2.day-1]」 にチェック

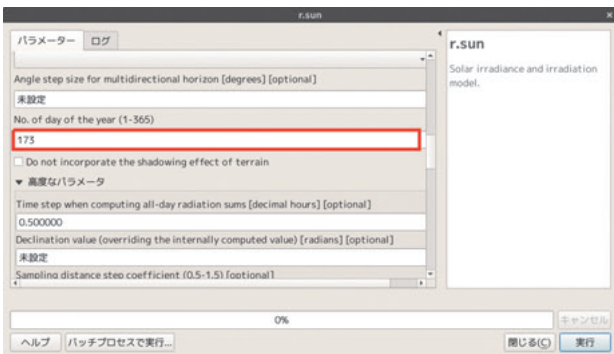


図 7.9

ただし、実行すると40分くらいかかります。

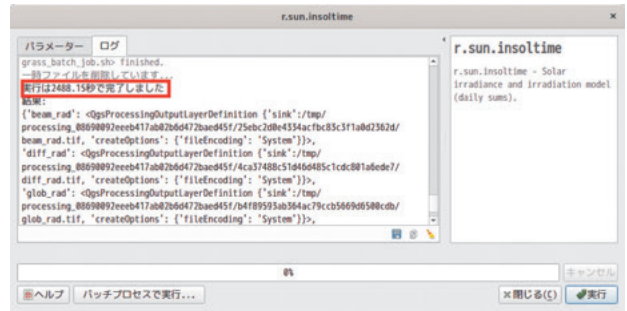


図 7.10

事前に用意しておいたデータを開いてください。

Data → raster → Irradiance.tif

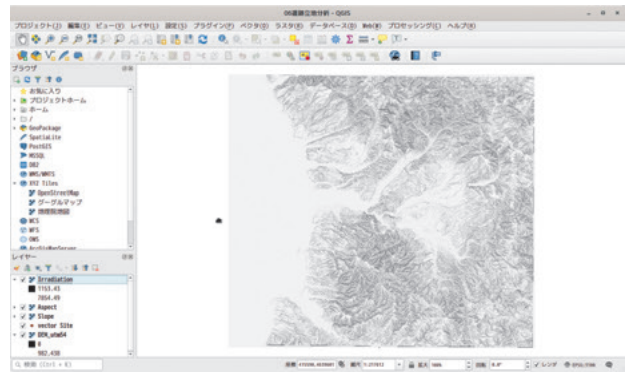


図 7.11

7.6 河川データのラスタ化

遺跡の立地に関係しそうな要素として河川からの距離が考えられます。河川からの距離をラスタ地図化してから距離地図を作成します。ラスタ化するメリットは遺跡データの増減があっても対応が容易であることやラスタ計算を行う上で有利となるからです。

Data → vector → vector.gpkg → WL_line_utm54 を開きます。

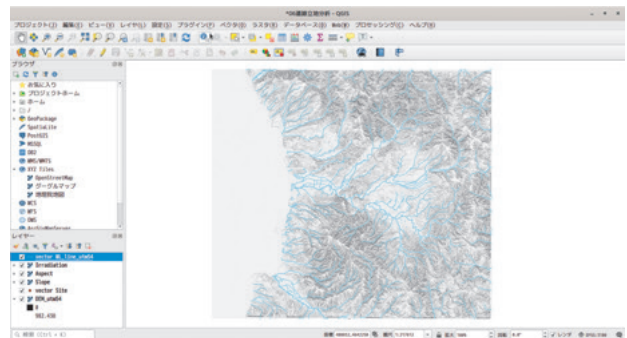


図 7.12 河川ベクタ

「ラスタ」→「変換」→「ベクタ化（ラスタのベクタ化）」

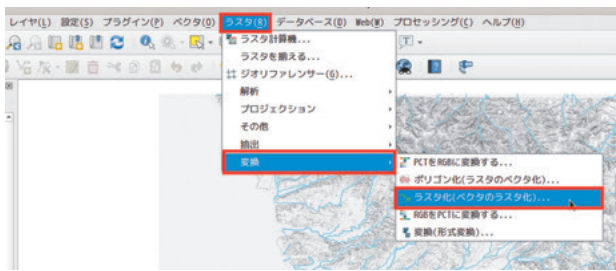


図 7.13

1. 「入力レイヤ」→Vector WL line utm54
2. 「A fixed value to burn」（データのあるところに入力する値）→1.0
3. 「出力ラスターサイズの単位」→「Georeferenced units」（投影系上の単位ここではm）
4. 「幅/水平方向の解像度」→10
5. 「出力領域」（ラスタ化する領域の端点を入力）→417000.0,459000.0,4621000.0,4659500.0
6. 「出力バンドに指定されたnodata 値を割り当てる」（データの無いところに入力する値）→0



図 7.14

河川の領域が1、それ以外の領域に0が入力されたラスタデータが作成されます。

「エクスポート」→「名前をつけて保存」→「WL.tif」

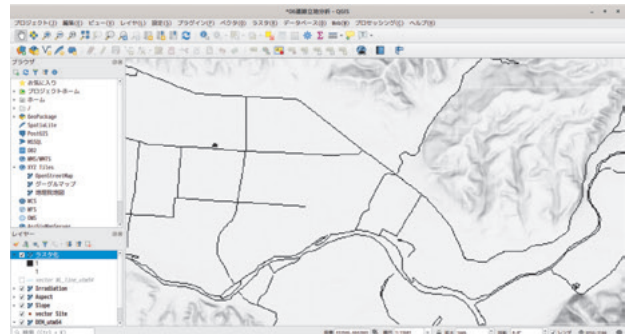


図 7.15

7.7 河川ラスタを距離ラスタに変換

ラスタ化された河川データは2値データです。この2値ラスタを距離ラスタに変換します。

「ラスタ」→「解析」→「Proximity」

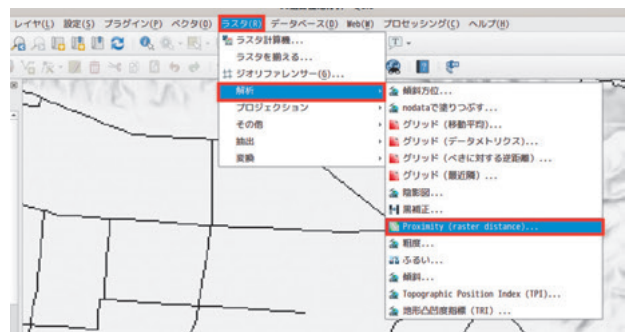


図 7.16

1. 「ラスタ」→「解析」→「Proximity」
2. 「入力レイヤ」→「WL」（ラスタ化した河川データ）
3. 「距離単位」→「ジオリファレンス座標」（実際の距離）



図 7.17

河川からの距離を示すラスタ地図が生成されます。
「エクスポート」→「名前をつけて保存」→「WL_ buffer.tif」

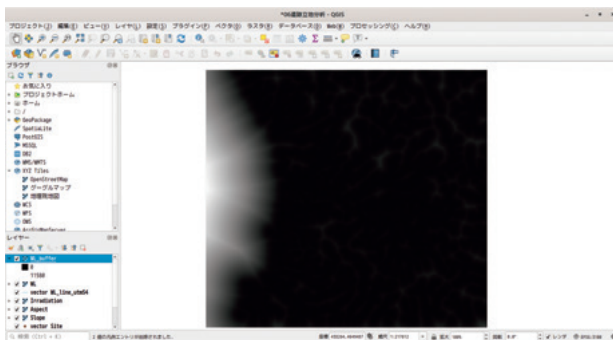


図 7.18

7.8 傾斜方位をカテゴリ化する

先に作成した傾斜方位 (Aspect.tif) は南をゼロとして、半時計回りに360を最大値とする連続量です。このままでは扱いにくいので離散量に変換します。カテゴリは「北」、「東」、「南」、「西」の4区分とします。

「ラスタ」→「ラスタ計算機」

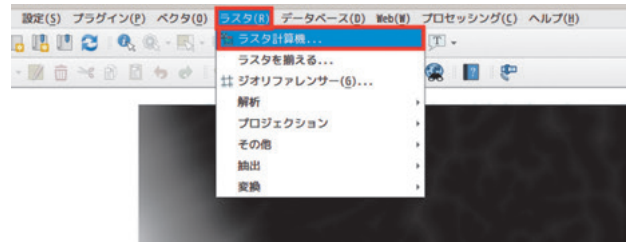


図 7.19

1. 「出力レイヤ」→ Aspect_reclass.tif
2. 「出力形式」→ Geotiff
3. 「選択レイヤの領域」をクリック (Aspect レイヤを選択しておく)

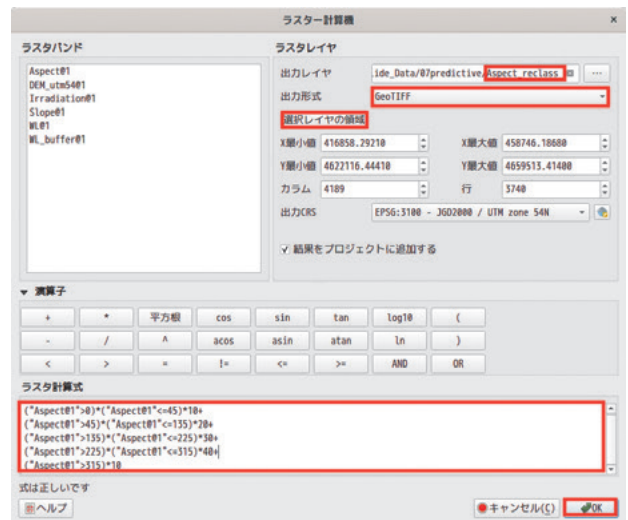


図 7.20

ラスタ計算機により、東が0で半時計回りに増加するラスタ地図を、東に「10」、北に「20」、西に「30」、南に「40」が代入された離散的なラスタ地図を作成します。

以下の計算式で方位に対応した2桁の整数値を出力します。

連続量方位ラスタを離散量に変換

```
("Aspect@1">0)*  
  ("Aspect@1"<=45)*10+  
("Aspect@1">45)*  
  ("Aspect@1"<=135)*20+  
("Aspect@1">135)*  
  ("Aspect@1"<=225)*30+  
("Aspect@1">225)*  
  ("Aspect@1"<=315)*40+  
("Aspect@1">315)*10
```

1. "Aspect@1"=Aspect レイヤーのバンド 1 を意味します。
2. "Aspect@1">0=真 (0 より大きい) なら計算機は「1」を返し、偽なら「0」を返します。
3. ("Aspect@1"<0)*("Aspect@1"<=45)=0 より大きく 45 以下の値は「1」を、それ以外はすべて 0 が返されます。
4. ("Aspect@1"<0)*("Aspect@1"<=45)*10=「0 以上 45 以下」という条件を満たすピクセルには「10」が代入されます。
5. 同様に 45～135 (北) では 20 が代入され、135～225 (西) では 30 が代入され、225～315 (南) では 40 が代入され、315～(東) は 10 が代入されます。
6. 計算機が「1」を返す項は一つしかないので、全部の項を足し合わせると真となる項の数字だけが該当するピクセルに代入されます。

Data/Rule/Aspect_Reclass.txt に上記の計算式がありますのでコピー・ペーストで使用してください。

以上の計算を実行すると次のようなカテゴリカルなラスタデータが生成されます。

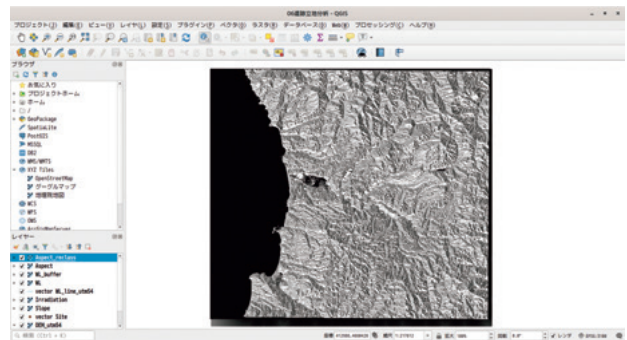


図 7.21 カテゴリ化された傾斜方位ラスタ

7.9 遺跡立地

ここまでの作業で遺跡立地に影響を与えると考えられる地形指標が出揃いました。ここからは、これらの指標を用いて遺跡の立地可能性を示す地図を作成します。

ここでは、あくまでも「主観的」に地形指標と遺跡の立地の可能性について係数を算出します。例えば遺跡は「南向きの緩傾斜」に立地すると考えます。この場合、「Aspect_reclass.tif」が 40 (南向き) なら 100 点、10 (東向き) なら 80 点、30 (西向き) なら 70 点、20 (北向き) なら 50 点というように係数を決めていきます。遺跡立地の可能性が高いと思われる指標には大きな係数を割り当てることで、地形指標をもとに遺跡立地地図を作成することができます。ラスタ計算機を用いて遺跡立地地図を作成する前に各地形指標の評価にかかる計算式について解説します。

7.10 標高

標高は高すぎても暮らしにくいでしょうが、低すぎても湿地のような地形で暮らしにくいと考えられます。したがって、5m 以下で配点が低くなるとともに、5m を超えると標高が高くなるにつれて配点が低くなるように設定します。

標高の評価式

```
("DEM_utm54@1"<5)*  
  ("DEM_utm54@1"*10)+  
("DEM_utm54@1">=5)*  
  (500/"DEM_utm54@1")
```

1. ("DEM_utm54@1"<5)

最初の括弧は標高が5m未満のグリッドは1を、それ以外は0を返します。

2. ("DEM_utm54@1"<5)*("DEM_utm54@1"*10)
2番目の括弧は標高に10を乗じています。もし、最初の括弧が1なら標高4mの地点は「1*4*10」で40が出力されます。同様に、標高1mなら10が出力されます。
3. ("DEM_utm54@1">=5)
2行目の最初の括弧は標高が5m以上のグリッドは1を、それ以外は0を返します。
4. ("DEM_utm54@1">=5)*(500/"DEM_utm54@1")
2番目の括弧は500を標高で割っています。標高5mで最高点の100点が出力され、標高500mでは1が出力されます。
5. 1行目と2行目の式を+でつなぐことで標高5m未満は標高が高いほど高得点、標高5m以上は標高が低いほど高得点が出力されます。

7.11 傾斜

傾斜はなるべく緩い方が集落の形成には寄与しそうです。傾斜0を100点とし、傾斜が増すごとに点数が漸減するようにします。また、45度を超えると集落の形成は不可能と判断し、配点を0とします。

傾斜の評価式

```
("Slope@1>45)*0+
("Slope@1<=45)*
(100-"Slope@1"/45*100)
```

1. 1行目は傾斜が45を超えるときの処理で、「("Slope@1>45)*0=0」となります。
2. 2行目は傾斜が45度以下の場合の処理です。
 - 傾斜が0度のときは「100-0/45*100=100」となります。
 - 傾斜が45度のときは「100-45/45*100=0」となります。
 - 傾斜が30度のときは「100-30/45*100=33.33」

7.12 日射量

日射量が多いほうが集落形成に有利そうであると判断します。最小値が0、最大値が100になるように

計算式を工夫します。下記の式でデータを標準化します⁹⁾。

平均値	7067.65
標準偏差	689.64

$$\frac{10 * (x - \text{平均値})}{\text{標準偏差}} + 50 \quad (7.1)$$

ラスタ計算機による計算式は次のとおりです。

日射量の評価式

```
10*("Irradiation@1"-7067.65)/
689.64+50
```

7.13 河川からの距離

河川からの距離は近いほうが遺跡立地に有利そうですが、あまりにも河川に近いところは不適切でしょう。河川から100mを最高得点とし、近くても遠くても点数が下がるように配点します。

河川からの距離評価式

```
("WL_buffer@1"<50)*
("WL_buffer@1"/50*100)+
("WL_buffer@1">=50)*
(50/"WL_buffer@1"*100)
```

1. 最初の項は河川からの距離が50m未満の場合です。
2. ("WL_buffer@1"/50*100) は河川からの距離を分子にとっていますので、河川に近づくとつれて配点が下がります。
3. 2番目の項は河川からの距離が50m以上の場合です。
4. (50/"WL_buffer@1"*100) は河川からの距離を分母にとっていますので、河川から遠ざかるにつれて配点が下がります。

7.14 傾斜方位

傾斜方位は南向きの斜面で高得点、ついで東向き、西向き、北向きを最低得点に配点します。南を最高得点の100に、北を最低得点の50に配点してい

ます。

傾斜方位の評価式

```
("Aspect_reclass@1"=40)*100+  
("Aspect_reclass@1"=10)*80+  
("Aspect_reclass@1"=30)*70+  
("Aspect_reclass@1"=20)*50
```

1. ("Aspect_reclass@1"=40) * 100
傾斜方位が40（北）の場合に100点を与えています。
2. ("Aspect_reclass@1"=10) * 80
傾斜方位が10（東）の場合に80点を与えています。
3. ("Aspect_reclass@1"=30) * 70
傾斜方位が30（西）の場合に70点を与えています。
4. ("Aspect_reclass@1"=20) * 50
傾斜方位が20（北）の場合に50点を与えています。

7.15 すべての計算式

これまで解説してきた各地形指標をもとにした遺跡立地評価を「+」でつなぎ、次のような計算式とします。

Data/Rule/Predictive_calc.txt に計算式がありますので、コピー・ペーストしてください。

遺跡立地の評価式

```
# 標高  
("DEM_utm54@1"<5)*  
  ("DEM_utm54@1"*10)+  
("DEM_utm54@1">=5)*  
  (500/"DEM_utm54@1")+  
# 傾斜  
("Slope@1">45)*0+  
("Slope@1"<=45)*  
  (100-"Slope@1"/45*100)+  
# 日射量  
10*("Irradiation@1"  
  -7067.65)/689.64+50+  
# 河川からの距離  
("WL_buffer@1"<50)*  
  ("WL_buffer@1"/50*100)+  
("WL_buffer@1">=50)*  
  (50/"WL_buffer@1"*100)+  
# 傾斜方位  
("Aspect_reclass@1"=40)*100+  
("Aspect_reclass@1"=10)*80+  
("Aspect_reclass@1"=30)*70+  
("Aspect_reclass@1"=20)*50
```

7.16 ラスタ計算機で遺跡立地ラスタを生成

1. 「ラスタ」→「ラスタ計算機」
2. 「出力レイヤ」→「Predictive.tif」
3. 「ラスタ計算式」→Data/Rule/Predictive_calc.txtの計算式をコピー・ペースト

エクスポート→名前をつけて保存→「Visivility.tif」

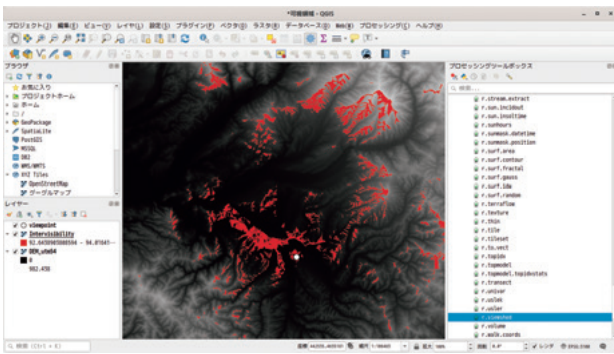


図8.4 ViewPointからの可視領域

河川の上流部にある遺跡からは、河川が作り出した平野部を一望できる一方、北側の丘陵地帯に対しては、ほとんど視界が届いていない。

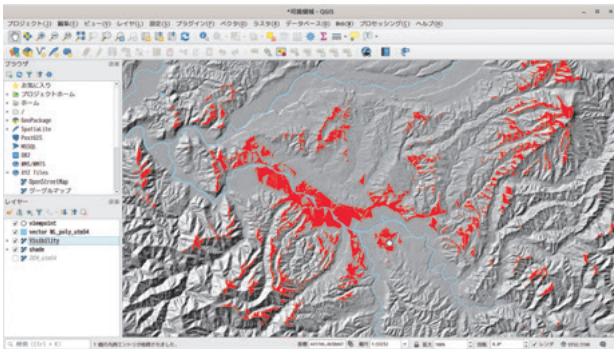


図8.5 可視領域ラスタ

8.4 r.viewshedで得られるラスタ値

r.viewshedで得られるラスタ値は、ターゲットポイントの垂線と視線の断面角となります。90以上は仰角、90以下は俯角になります。

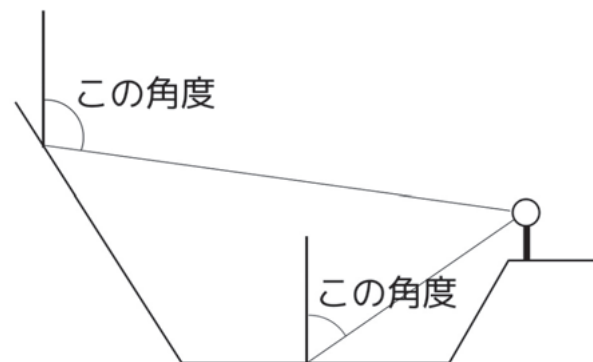


図8.6

8.5 可視領域をベクタ化する

算出した可視領域をベクタ化します。可視領域の面積や可視領域をクリップする場合、可視領域をマージする場合などにはベクタデータの方が取り扱いが容易になります。

8.6 r.reclassで二値画像化する

r.viewshedで得られるラスタ画像は理論上0から180までの連続量が入力されます。これを可視領域は1、不可視領域は0となるように二値画像化します。

プロセッシング→ツールボックス→GRASS→Raster→r.reclass

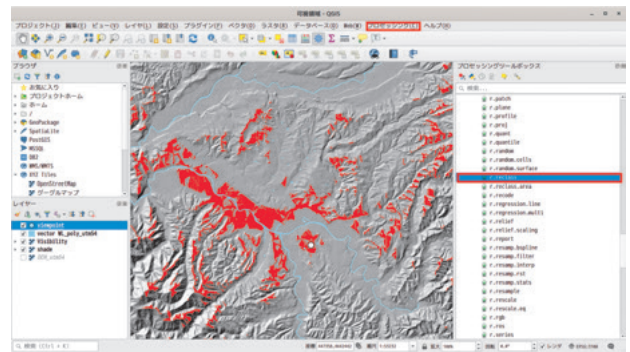


図8.7

1. Input raster layer : Visibility
2. Reclass rule text(if rule file not used) : 下記の式を適用

ラスタの細分類

0 thru 180 =1

180 thru 1000 =NULL

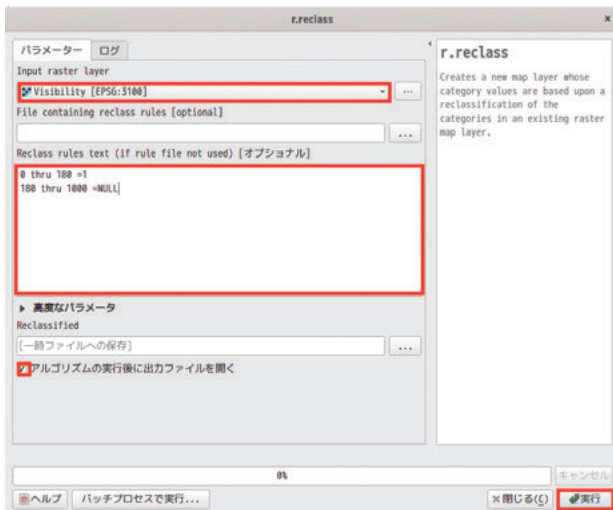


図8.8

エクスポート→名前をつけて保存→
「View_reclass.tif」

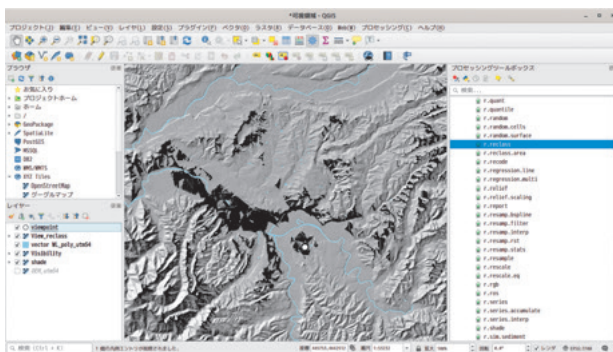


図8.9 二値画像化された可視領域ラスタ

8.7 可視領域ラスタをベクタ化する

プロセッシング→ツールボックス→r.to.vect

1. Input raster layer : View_reclass
2. Feature type : area

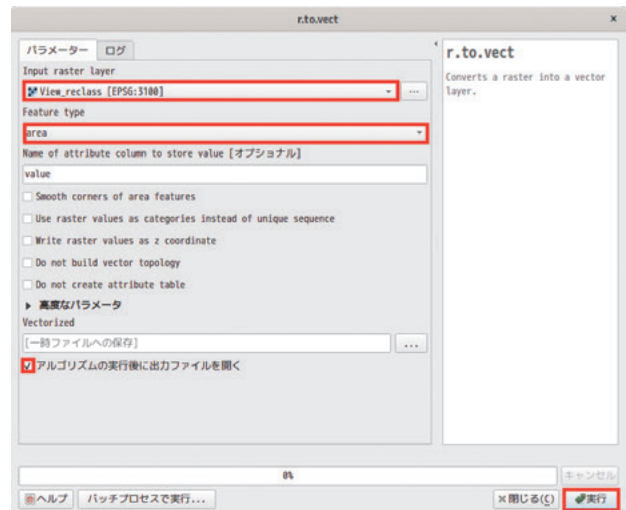


図8.10

エクスポート→地物の保存→geopackages →ファ
イル名「View」→レイヤ名「view_reclass_vect」

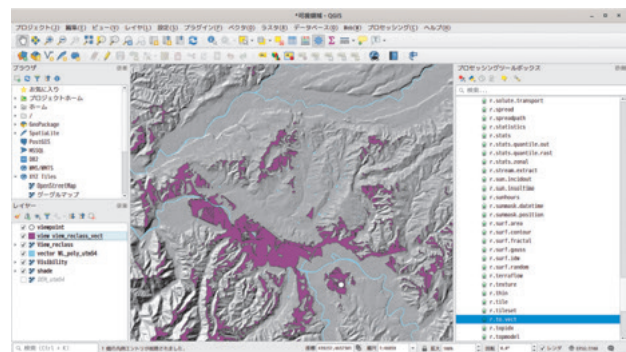


図8.11 可視領域ベクタ

8.8 まとめ

可視領域分析は遺跡景観分析の基本となります。実際の分析では複数の遺跡の可視領域を算出し、共通の可視領域を算出することや遺跡群ごとに可視領域をマージしてその特徴を検討することなどが考えられます。いずれにせよ、可視領域を算出するだけで分析が完了することはありませんので、ベクタデータのマージやクリップなどのデータ操作技術と組み合わせて実行することとなります。これらの基礎技術の習得が重要となります。

下図は、戊辰戦争における塹壕群の可視領域を算出し、塹壕を可視領域によって「機能群」として抽出するための検討を行った成果です。

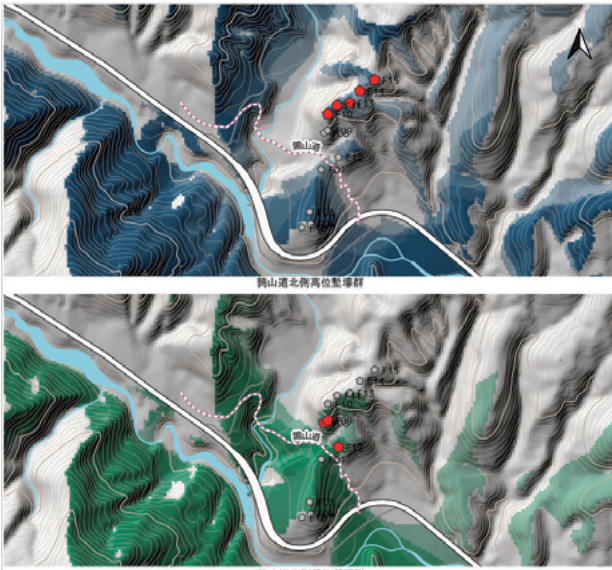


図8.12 北海道北斗市二股台塹壙群の可視領域

9. 遺跡分布を分析する～カーネル密度推定～

9.1 この時間に覚えること

点分布の分析手法である「カーネル密度推定」を行います。カーネル密度推定はデータの無い部分の値を推定する統計手法です。カーネル密度推定により点分布の面的な推定値を算出します。

さらに、カーネル密度推定図を用いたラスタ計算により、遺跡分布の特徴を可視化します。

- 遺跡ポイントベクタからカーネル密度ラスタ地図を作成する。
- カーネル密度ラスタを用いた遺跡分布の特徴を可視化する。

9.2 データを開く

Data → vector → vector.gpkg → Site

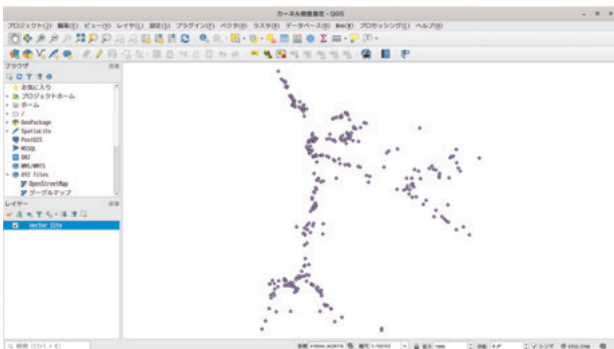


図9.1

9.3 ヒートマップツール

プロセッシング→ツールボックス→データ補完→ヒートマップ (カーネル密度推定)

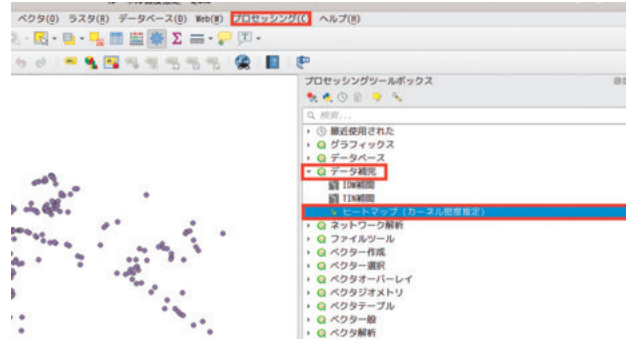


図9.2

1. ポイントレイヤ : vector Site
2. 半径 : 2000
3. ピクセルサイズ : 10

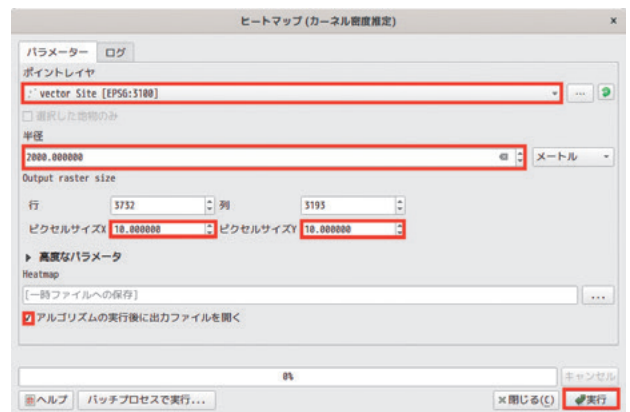


図9.3

カーネル密度推定図が出力される。
エクスポート→名前をつけて保存→「All_density.tif」

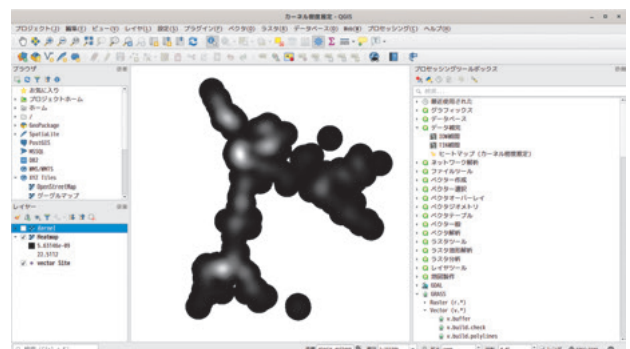


図9.4 遺跡分布のカーネル密度推定図

9.4 縄文時代中期のカーネル密度

縄文時代中期のカーネル密度推定図を作成し、全ての遺跡分布のカーネル密度と比較します。

9.5 縄文時代中期遺跡を抽出する

属性テーブルを開く→式を使った地物選択

fid	sitename	address	kindness	period
1	洲崎6遺跡	上ノ国町	遺物含有地	中世、近世
2	上ノ国市街...	上ノ国町	遺物含有地	縄文(前期)...
3	小森遺跡	上ノ国町	遺物含有地	縄文(中期)
4	大谷B遺跡	上ノ国町	遺物含有地	不明
5	大谷B遺跡	上ノ国町	遺物含有地	縄文(前期)...
6	上ノ国熱湯...	上ノ国町	海底遺跡	中世、近世
7	大谷C遺跡	上ノ国町	遺物含有地	縄文(前期)...
8	ホイド穴遺跡	厚沢部町	岩陰遺跡	縄文(晩期)...
9	伏木戸遺跡	江差町	遺物含有地	縄文(後期)...
10	滝瀬10遺跡	乙部町	遺物含有地	縄文
11	小茂内遺跡	乙部町	集落跡	縄文(早期)...
12	蝦夷館遺跡	江差町	遺物含有地	縄文
13	巖島遺跡	江差町	遺物含有地	続縄文(前...
14	豊川町遺跡	江差町	遺物含有地	縄文(後期)...
15	新栄町遺跡	江差町	墳墓	アイヌ
16	五塚沢G遺跡	江差町	遺物含有地	縄文

図9.5

以下の式で中期の遺跡だけを選択する。

中期遺跡の抽出

```
[label=src:shell]
"period" LIKE '%中期%'
```

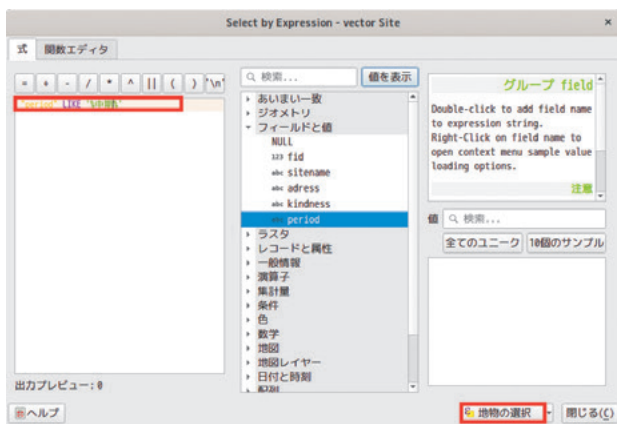


図9.6

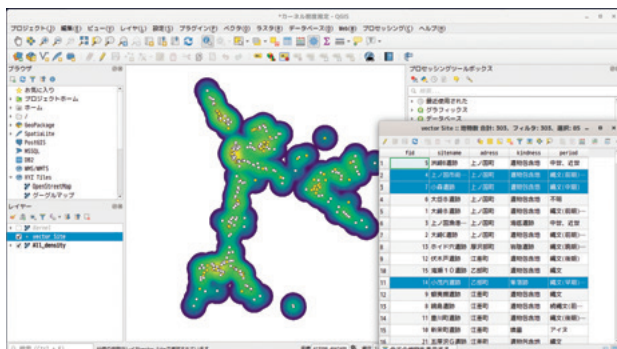


図9.7 選択された中期遺跡(着色)

エクスポート→選択地物の保存



図9.8

1. 「形式」→ Esri Shapefile
2. 「ファイル名」→ Tyuki.shp
3. 「CRS」→ EPSG:3100 - JGD2000 / UTM zone 54N

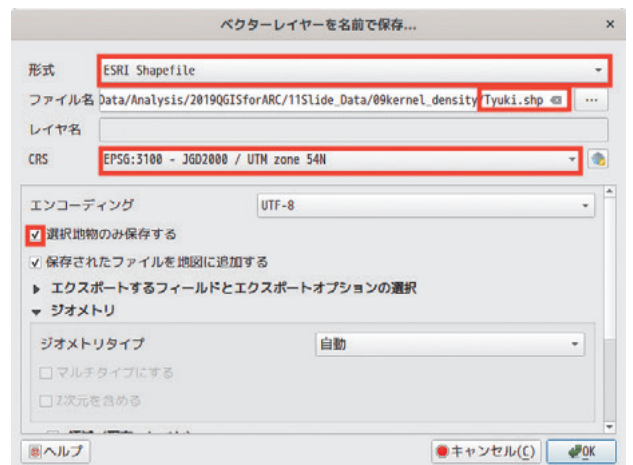


図9.9

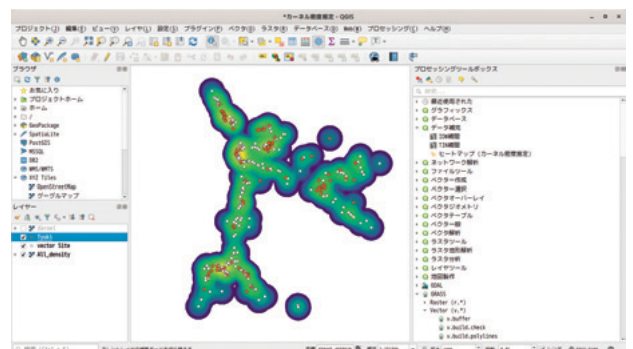


図9.10 中期遺跡のみのベクタポイント

9.6 中期遺跡のカーネル密度推定

プロセッシング→ツールボックス→データ補完→ヒートマップ(カーネル密度推定)

1. ポイントレイヤ：vector Site
2. 半径：2000
3. ピクセルサイズ：10

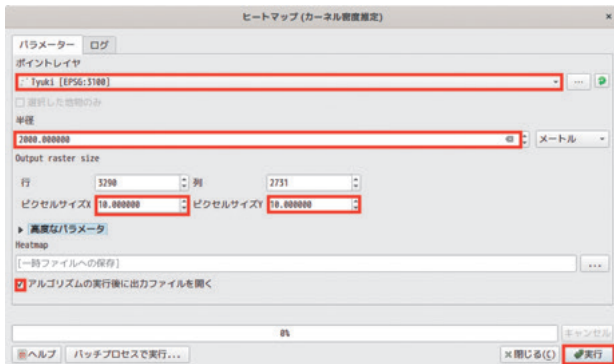


図9.11

エクスポート→名前をつけて保存→「Tyuki_density.tif」

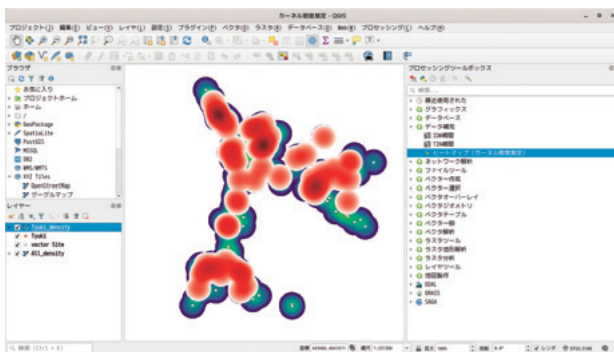


図9.12 中期遺跡のカーネル密度推定図

9.7 中期遺跡の相対分布密度

縄文時代中期遺跡の相対的な分布密度を算出します。縄文中期のカーネル密度を遺跡全体のカーネル密度で除すことで単位遺跡分布量に対する中期の遺跡分布の割合を算出します。

ラスター→ラスター計算機

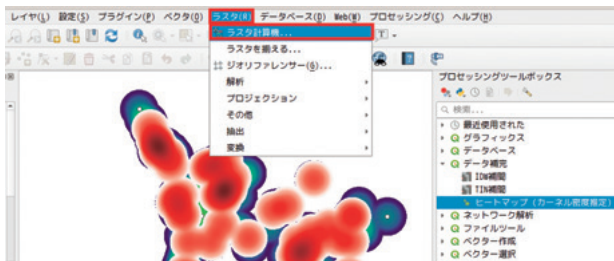


図9.13

1. 「ラスター計算機」→下記の計算式
2. 「出力ラスター」→Tyuki_index.tif

相対的分布密度算出式

$$\text{"Tyuki_density@1" / "All_density@1"}$$

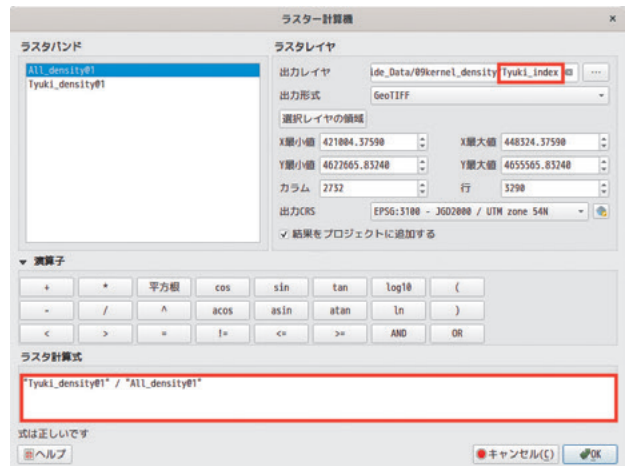


図9.14

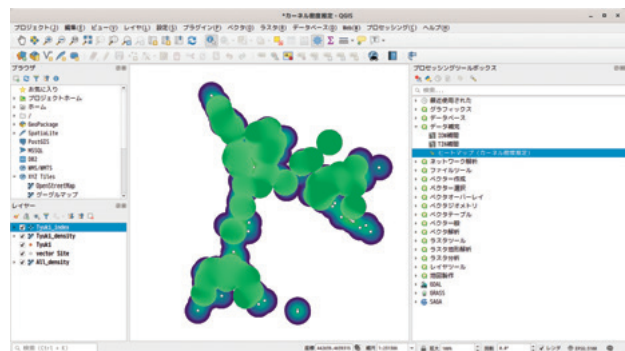


図9.15 中期遺跡の相対分布密度

【補註および参考文献】

- 1) 金田明大 2001「考古学研究とGIS」『考古学のためのGIS入門』古今書院 pp1-20
- 2) 世界測地系はGSR80という基準楕円体を採用した測地系。2002年施行の改正測量法により基本測量や公共測量は世界測地系に基づき測量を実施することが義務付けられました。いわゆる「新座標」です。それ以前の座標系は「日本測地系」です。
- 3) 『公共測量の手引』（国土地理院企画部測量指導課 2008, <https://psgs2.gsi.go.jp/koukyou/public/tebiki/tebiki.pdf>）では文化財調査にともなう「現況把握のための空中写真撮影、レーザ測量、現況図作成など」は公共測量に該当するとされています。
- 4) 『行政目的で行う埋蔵文化財の調査についての標準

(報告)』(文化庁埋蔵文化財発掘調査体制等の整備充実に
関する調査研究委員会2004)に基づいて

- 5) ラスタデータのメリット・デメリットとして「素早く描画できる」や「境界線を表現するには不向き」などの操作的要素や視覚表現要素があげられることがありますが、ベクタとラスタの選択はそのような視覚表現等を主たる要因として選ばれるわけではなく、行うべき処理を行うのかによって決まります。野生動物の出没地点や土地分類図などは通常ベクタデータで保持されますが、地形との関係を考える場合にはラスタ化して処理を行うこともあります。
- 6) 今回使用するスタイルファイルは北海道庁喜多耕一さん作成のスタイルファイルです。
- 7) フリクシオンラスタとは、土地被覆による「歩きづらさ」を指標化したものです。例えば畑地や原野は1、森林は10、水域は50のように土地被覆に歩きづらさ指標を設定したラスタデータです。
- 8) この方法でうまくできない場合は、「start」ベクタをshapefileにエクスポートしてから処理するとエラーが出ずに終了します。
- 9) ここで算出した指標は、いわゆる「偏差値」です。「偏差値」は平均を50、標準偏差を10に制御した指標です。必ずしも最小値から最大値が0から100に配置されるものではありませんが、今回の目的の場合には必要とする数値を得ることができます。