

Artisoc[®]を用いたマルチエージェントによる 交通流シミュレーションへの地理情報システムの活用法

井上 寛規¹ 平松 燈² 加藤 康彦³

How to Use Geographic Information System for Multi-Agent Simulation of Traffic Flow with Artisoc[®]

Hiroki INOUE, Tomoru HIRAMATSU & Yasuhiko KATO

Abstract

In this article, we provide instructions for using Geographic Information System (GIS) in road traffic flow analysis by Multi-Agent Simulation (MAS) with Artisoc[®]. As an example, we elaborate on obtaining and processing GIS data for the road traffic network in various types of roads within a certain urban area of Kumamoto City. We also demonstrate the generation of people and car agents necessary for road traffic flow simulation using population mesh data.

Furthermore, we propose a method to extract class attribute data in CSV format from image data in bitmap format, especially when the hazard map is provided only in a format like a bitmap image.

Lastly, we conduct a preliminary Multi-Agent Simulation (MAS) of evacuation behavior in the event of a disaster, using data generated by the aforementioned method.

1 久留米大学経済学部 (Faculty of Economics, Kurume University)

2 関西学院大学総合政策学部 (School of Policy Studies, Kwansei Gakuin University)

3 熊本学園大学経済学部 (Faculty of Economics, Kumamoto Gakuen University)

概要

本稿では、Artisoc[®]を用いたマルチエージェント・シミュレーション (Multi-Agent Simulation, MAS) による道路交通流分析における、地理情報システム (Geographic Information System, GIS) の使用法を解説する。具体例として、熊本市の一部の市街地の道路種別ごとの道路交通網の GIS データの入手法から処理方法までを詳説する。また、人口メッシュデータを用いた、道路交通流シミュレーション時に必要な人や車のエージェントの生成法について示す。

さらに、ハザードマップなどがビットマップ形式の画像でしか提供されていない場合に、そのビットマップ画像データからクラス属性データを CSV 形式で抽出する方法を提案する。

最後に、上記の手法で作成したデータの活用例として、災害時における避難行動の初歩的なマルチエージェント・シミュレーション (MAS) を実行する。

キーワード：

マルチエージェント・シミュレーション, 地理空間情報, 地理情報システム (GIS), 交通流, QGIS

1. はじめに

近年、オープンデータ化の推進および計算機の性能向上により、様々なデータの入手とその処理が容易となったことで、データを活用した実証研究の重要性が増してきている。特に、交通研究 (Transportation Research) の分野では、仮想都市ではなく実際の都市を対象とした分析が求められるため、道路網や建物などの地物情報を地理的な位置と属性を紐付けた地理空間情報 (Geo-Spatial Information) が必要となる。また、これらの地理空間情報を総合的に管理・加工するための地理情報システム (Geographic Information System, GIS) が普及しつつある。

本稿では、熊本市中央区を対象地域としたシミュレーションを行うことを想定して、地理空間情報の入手からマルチエージェント・シミュレーションのプラットフォームである Artisoc[®]¹⁾ へのデータ取り込みが可能なファイル形式である CSV 形式への変換までの方法を解説する。ただし、GIS Data Converter[®]²⁾ による shp 形式から CSV 形式へのファイル形式の変換方法については構造計画研究所³⁾ が詳しいため、そちらに譲る。

地理空間情報のデータ形式には、大きく分けてベクタ形式とラスタ形式がある。点 (Point), 線 (Line), 多角形 (Polygon) で表現されるデータがベクタ形式であり、本稿で取り扱う道路網のデータはこれに該当する。一方、ラスタ形式のデータは、空間をメッシュ状に分割し、マス目毎に属性情報を持たせたものである。デジタル画像も画素 (ピクセル) の数とその画素のデータ (色) で特徴づけられたラスタ形式のデータとして捉えることができる。そこで、本稿ではハザードマップのデジタル地図画像から洪水による浸水リスクの度合いをデータ化し、マルチエージェント・シミュレーション (Multi-Agent Simulation,

MAS) に取り込むことを試みる。

本稿の構成は以下のとおりである。第2節で道路網データの入手および処理方法を解説する。第3節では、人口メッシュデータを利用した移動者エージェントの生起確率と交通需要の設定方法を述べる。第4節では、ハザードマップを例にデジタル地図画像からのデータ抽出を試みる。第5節では、実際に地理空間情報を組み込んだ洪水発生時の避難行動の初歩的なマルチエージェント・シミュレーションを紹介する。最後に、第6節を本稿のむすびとする。

2. 道路交通網のデータ取得

2.1. 国土数値情報ダウンロードサイト

最も一般的な無償の道路網データの入手先は国土交通省の「国土数値情報ダウンロードサイト」⁴⁾ であろう。「国土数値情報ダウンロードサイト」から入手できる道路網のデータには、「高速道路時系列」、「重要物流道路」、「緊急輸送道路」の3種がある。その中で最も詳細なものが「緊急輸送道路」である (Fig. 1)。しかし、「緊急輸送道路」は、大規模地震に備えるために整備すべき最低限の道路網という位置づけであり、主要な道路のみしか含まれていない。市中の交通流分析を行うには十分とは言えない。

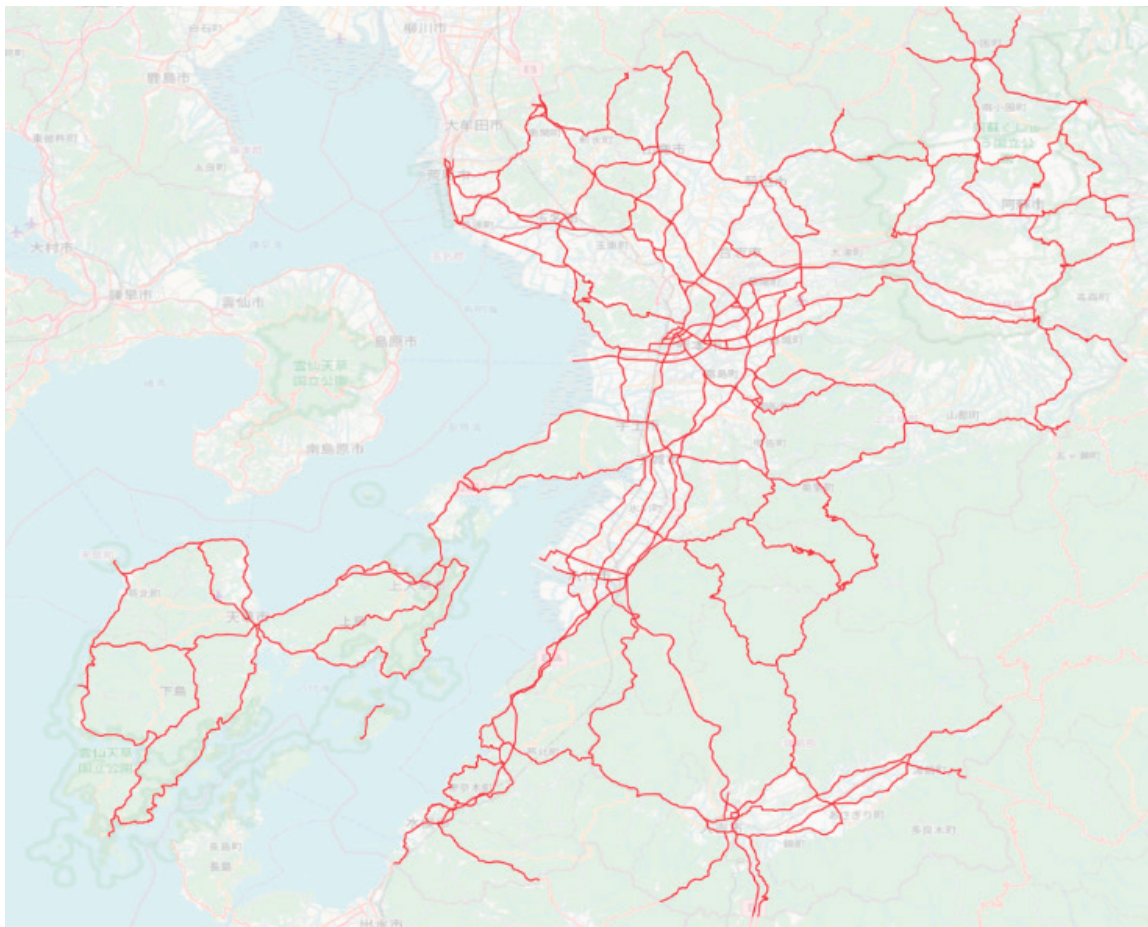


Fig. 1. 緊急輸送道路

2.2. OpenStreetMap 公式サイト

無償かつ詳細な道路網のデータの入手先として挙げられるのが「OpenStreetMap」である。「OpenStreetMap」のデータを入手する方法はいくつかあるが、「OpenStreetMap」の公式サイト⁵⁾からデータをダウンロードするのが軽易な方法である。「OpenStreetMap」公式サイトでは、表示されているマップの範囲のデータをエクスポートすることができる。ただし、広範囲のデータをエクスポートしようとする、「You requested too many nodes (limit is 50000). Either request a smaller area, or use planet.osm」というエラーメッセージが表示される。これを回避するには、マップを拡大して表示範囲を調整する必要がある。データをエクスポート可能なノード数の上限が50,000に設定されているため、熊本市内であればFig. 2の範囲が限界となる。Fig. 2の範囲の道路網データを取得するための具体的な操作手順についてはAppendix A.1に記載する。

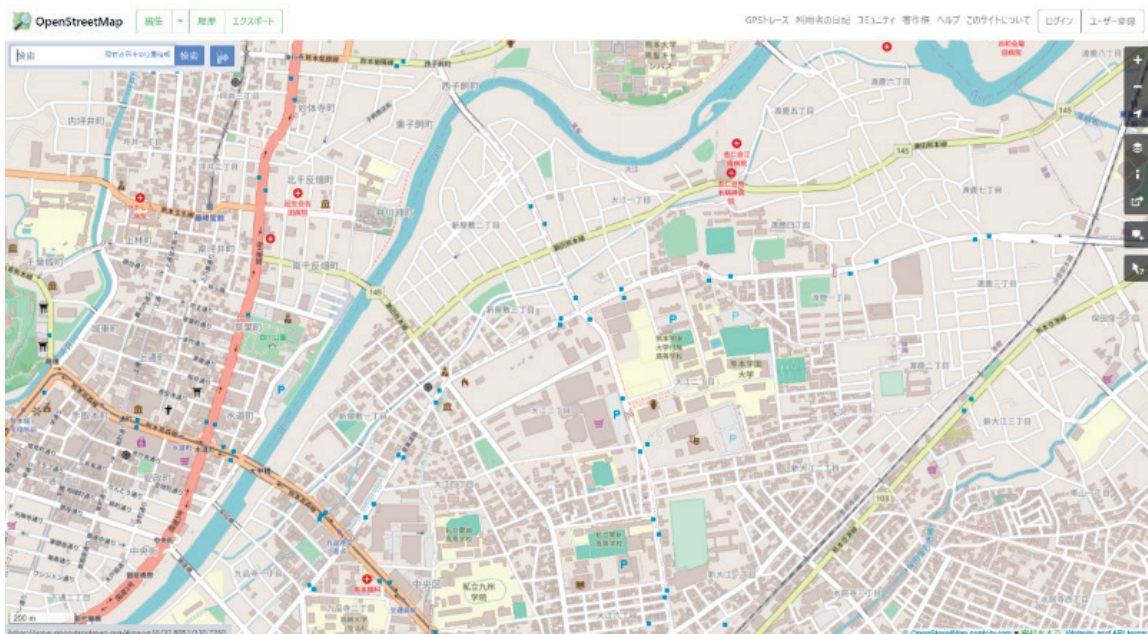


Fig. 2. OpenStreetMap 公式サイト

2.3. overpass turbo

「OpenStreetMap」の公式サイトでは狭い範囲のデータでなければ一括取得が困難という問題がある。特に、地物の多い大都市ではデータ取得可能な範囲は駅前の一面に限られてしまう。その問題を解決策として、「overpass turbo」⁶⁾というサイトからウェブ上でクエリを書いて任意のデータを取得する方法がある。OpenStreetMap 公式サイトよりも広範囲の任意の地物データを一度に入手可能である。ここで紹介する方法を使えば、道路種別ごとに色分けされた熊本県全域の道路網のデータを作成することができる (Fig. 3)。「overpass turbo」からのデータ取得の方法はAppendix A.2を参照されたい。



Fig. 3. 道路種別ごとに色分けされた熊本県全域の道路網

3. 人口メッシュデータの活用

ここでは、人口メッシュデータに基づいて、移動者エージェントの生起確率と交通需要を求める。人口メッシュデータには、「国土数値情報ダウンロードサイト」から入手できる「500mメッシュ別将来推計人口データ（H30国政局推計）」を利用する（Fig. 4）。

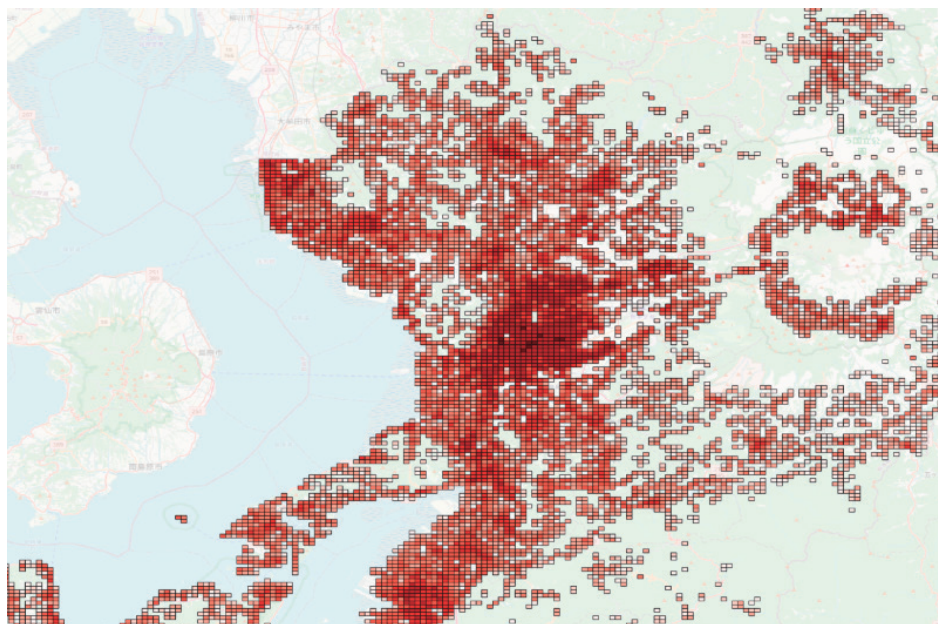


Fig. 4. 500mメッシュ別将来推計人口データ（H30国政局推計）

移動者エージェントの生起確率であるが、ノードの割り当て人口が多いほど、出発頻度が高いと仮定する。ノードの割り当て人口は、メッシュ状に分割されたマス目内に含まれるノード数で、マス目に付与された属性値（人口数）を按分した数となる。Fig. 5の例では、マス目内の人口が100であり、そのマス目内を走る道路網の結節点が4つの場合に、各ノードの割り当て人口が25になることを示している。

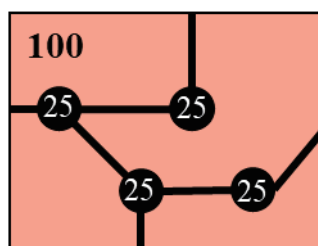


Fig. 5. ノードの割り当て人口

ノード間の交通需要は、出発地ノード o の人口 P_o と目的地ノード d の人口 P_d とノード間の距離 L_{od} から、古典的な重力モデル⁷⁾によって決定される。

$$A_{od} = \frac{P_o^\alpha P_d^\beta}{L_{od}^\gamma} \quad (1).$$

ここで、重力モデルパラメータ α 、 β 、 γ を与える必要があるが、これらのパラメータは Hiramatsu et al. (2021)⁸⁾ で日本の3大都市圏のデータをもとに推計した値を用いる。

出発地ノード o で発生した移動者エージェントが、ノード d を目的地とする確率は次式で与えられる。

$$\text{Pr}_{od} = \frac{A_{od}}{\sum_i A_{oi}} \quad (2).$$

4. デジタル地図画像からのデータ生成

本節では、デジタル地図画像として公開されており、元データが得られない場合や位置情報が紐付けられていない場合に、画像からデータを抽出する方法を検討する。具体例として、熊本市における洪水の浸水想定区域のハザードマップ⁹⁾を使い、デジタル地図画像からのデータ生成を試みる。そのため、色分けされたデジタル地図画像のピクセルの輝度値を利用して、画像をCSVファイルに変換する。CSVファイルの各セルには輝度値が入力されているため、閾値を設定して、これを段階評価に置き換える。ハザードマップでは、無色を含め5段階の浸水リスクの度合いによる色分けがされていることから、生成されるデータは0～4の値が入ったCSVファイルとなる (Fig. 6)。熊本市中央区におけるハザードマップのデータ化の詳細については、Appendix A.3に付記する。

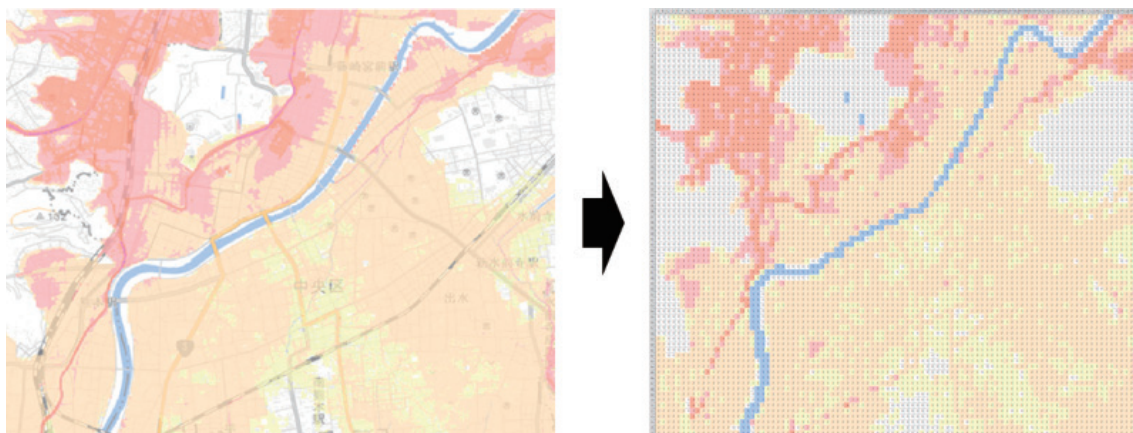


Fig. 6. 熊本市中央区の洪水浸水想定区域のデータ化

この手法で作成した属性情報（CSV ファイル）を GIS データとして利用するためには、元にした地図画像のジオリファレンスと CSV ファイルの属性テーブルへの結合が必要になるが、そのやり方については Appendix A.4 に記載する。

5. 災害時における避難行動の初歩的なマルチエージェント・シミュレーション

本節では、本稿で紹介した手法により地理空間情報を組み込んだマルチエージェント・シミュレーション（MAS）の例として、洪水発生時における避難行動のシミュレーションを紹介する。

Fig. 7 は、本稿で紹介した手法により地理空間情報を組み込んだ熊本市中央区における避難行動の交通流シミュレーションの様子である。このシミュレーションでは、時間経過とともに段階的に浸水が進んでいく。移動者エージェント（Person）は避難施設（Shelter）を目的地として道路上を通行するが、浸水した区域の道路は切断され、通行不可となる。そのため、通行を予定していた道路が浸水してしまった場合には、目的地までの移動ルートの再設定を余儀なくされる。なお、道路通行中に浸水に巻き込まれると移動者エージェント（青色の Person）は動くことができなくなり、要救助者（黒色の Person）となる。

Phase 1 は、浸水初期段階である。リスクの低い地域が多く、要救助者はほとんどいない。Phase 2 は、浸水が深刻な地域が低地などで現れ始め、要救助者が散見される。Phase 3 では、多くの地域で浸水が深刻化し、多くの要救助者が現れる。Phase 4 ではさらに浸水が深刻化している。Phase 3 以降では、ほとんどの避難施設が浸水区域に含まれるため、避難施設に向かう途中で浸水に巻き込まれて要救助者となる移動者エージェントが大量に発生する。

今回は「国土数値情報ダウンロードサイト」で公開されているポイントデータから避難施設を設定しているが、このシミュレーションを使えば、より安全な避難施設の場所の選定が可能である。また、災害対策による逃げ遅れの削減効果の検証にも役立つであろう。



Fig. 7. 熊本市中央区における避難行動の交通流シミュレーション

6. おわりに

本稿では、実在する都市を対象とした交通流シミュレーションを行うにあたっての地理空間情報の入手および処理の方法を整理した。この手法により、任意の地域の詳細な道路網のデータを取得し、シミュレーションに取り込むことができ、シミュレーションで利用する道路の種別を後から変えることも容易になった。

また、人口メッシュデータに基づいた移動者エージェントの生起確率と交通需要の設定により、簡便な交通流シミュレーションを行うことができる。より精緻な分析を行いたい場合には、G空間情報センターで有償提供されている断面交通量データ¹⁰⁾の利用が推奨される。

さらに、ビットマップなどのデジタル地図画像の形でしか情報が公開されていない場合に、画像からデータを抽出する方法について実験的な試みを行った。段階評価であれば、クラス属性情報として付与することができ、十分実用に耐え得るデータが生成できることを確認した。

今後の研究では、機械学習などの画像認識技術を用いてデジタル地図画像から道路ネットワークを抽出する手法の提案や、実在する都市を舞台とした渋滞緩和策の検討や災害避難のシミュレーションを行っていく予定である。

謝辞

本研究は科学研究費補助金（21K01515，代表：平松燈）の助成を受けた研究の一部である。

参考文献

- 1) 山影進：『人工社会構築指南（シリーズ人工社会の可能性1）』，書籍工房早山（2008）
- 2) 構造計画研究所：「GIS Data Converter3」<https://mas.kke.co.jp/gis-data-converter/>（2023年5月21日最終アクセス）
- 3) 構造計画研究所：「artisoc 中級チュートリアル GIS データを利用したシミュレーションモデル作成講習」<https://mas.kke.co.jp/howto/artisoc%E4%B8%AD%E7%B4%9A%E3%83%81%E3%83%A5%E3%83%BC%E3%83%88%E3%83%AA%E3%82%A2%E3%83%AB-gis%E3%83%87%E3%83%BC%E3%82%BF%E3%82%92%E5%88%A9%E7%94%A8%E3%81%97%E3%81%9F%E3%82%B7%E3%83%9F%E3%83%A5%E3%83%AC/>（2023年5月21日最終アクセス）
- 4) 国土交通省：「国土数値情報ダウンロードサイト」<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>（2023年5月21日最終アクセス）
- 5) OpenStreetMap contributors：“OpenStreetMap”<https://www.openstreetmap.org/>（2023年5月21日最終アクセス）
- 6) Martin Raifer：“overpass turbo”<http://overpass-turbo.eu/>（2023年5月21日最終アクセス）
- 7) Voorhees, A. M.：“A General Theory of Traffic Movement.” Proceedings, Institute of Traffic Engineers, New Haven, CT (1955)
- 8) Hiramatsu, T., Inoue, H. and Kato, Y.：“Analysing the Formation of Urban Orbital Road Networks with Multi-agent Simulation,” *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.55, No. 1, pp.36-63 (2021)
- 9) 防災情報くまもと：「ハザードマップ」<https://portal.bousai.pref.kumamoto.jp/?p=hazard&l=104-0>（2023年5月21日最終アクセス）
- 10) G 空間情報センター：「断面交通量データ」<https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/traffic-apiv2>（2023年5月21日最終アクセス）
- 11) キラッと奥三河観光ナビ：「OpenStreetMap 編集用タグ一覧表」https://www.okuminavi.jp/access/pdf/OSM_taguitiran.pdf（2023年5月21日最終アクセス）
- 12) イメージングソリューション：「【Python/Pillow (PIL)】画像の輝度値を CSV ファイルに保存 / 読込」https://imaging-solution.net/program/python/pillow/image_save_load_csv/（2023年5月21日最終アクセス）
- 13) SK ラボ.net：「QGIS: 座標を持たない地図画像に座標を与える」<https://sk-lb.net/qgis-georef/>（2023年12月1日最終アクセス）
- 14) Office Hack：「エクセルで表形式のデータを縦一列に並べる方法」<https://office-hack.com/excel/excel-column-line-up/>（2023年12月1日最終アクセス）

Appendix

A.1. OpenStreetMap データのハンドリング

「OpenStreetMap」の公式サイトでエクスポートされるデータは osm 形式という独自形式のファイルとなる。そのため、一般的な形式であるシェイプファイル（shp 形式）に変換する必要がある。ここでは QGIS というオープンソースソフトウェアによる osm 形式ファイルのハンドリング方法を解説する。使用した QGIS のバージョンは QGIS 3.30 's-Hertogenbosch である。

OpenStreetMap からダウンロードしたファイル（osm 形式）を QGIS に読み込むには「QuickOSM」というプラグインを導入する必要がある。

【手順】

1. QGIS のメニューバーの「プラグイン」から、「プラグインの管理とインストール」を開く（Fig. 8）。

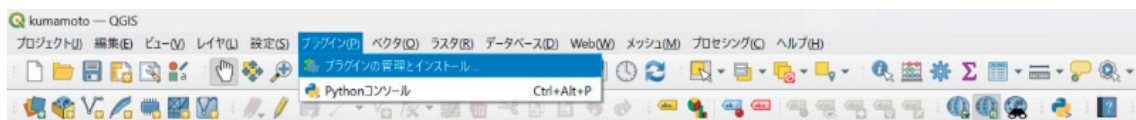


Fig. 8. QGIS のメニューバー

2. プラグイン一覧から「QuickOSM」を選択し、インストールする（Fig. 9）。



Fig. 9. QGIS のプラグイン管理画面

次に、「QuickOSM」プラグインを使って、osm 形式のファイルを読み込む方法を述べる。OpenStreetMap からダウンロードしてきた osm ファイルには、道路以外の地物のデータの

ほか、高速道路から歩行者専用道路まで様々な種別の道路が含まれている。ここでは、osm ファイルから任意の道路種別のデータを読み込む手順を紹介する。

【手順】

1. QGIS のメニューバーの「ベクタ」から、「QuickOSM」をクリックする (Fig.10)。

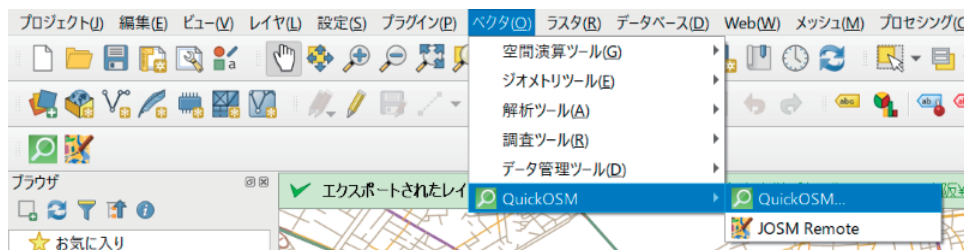


Fig. 10. QuickOSM の起動

2. 「OSM File」で読み込ませたい osm ファイルを選択する。
3. 「Select tags」にチェックを入れ、道路のデータである「highway」を Key にし、任意の Value を指定する。ここで、And 条件や Or 条件で複数指定できる (Fig. 11)。「highway」Key の Value が表す道路種別は、Table 1 のとおりである。

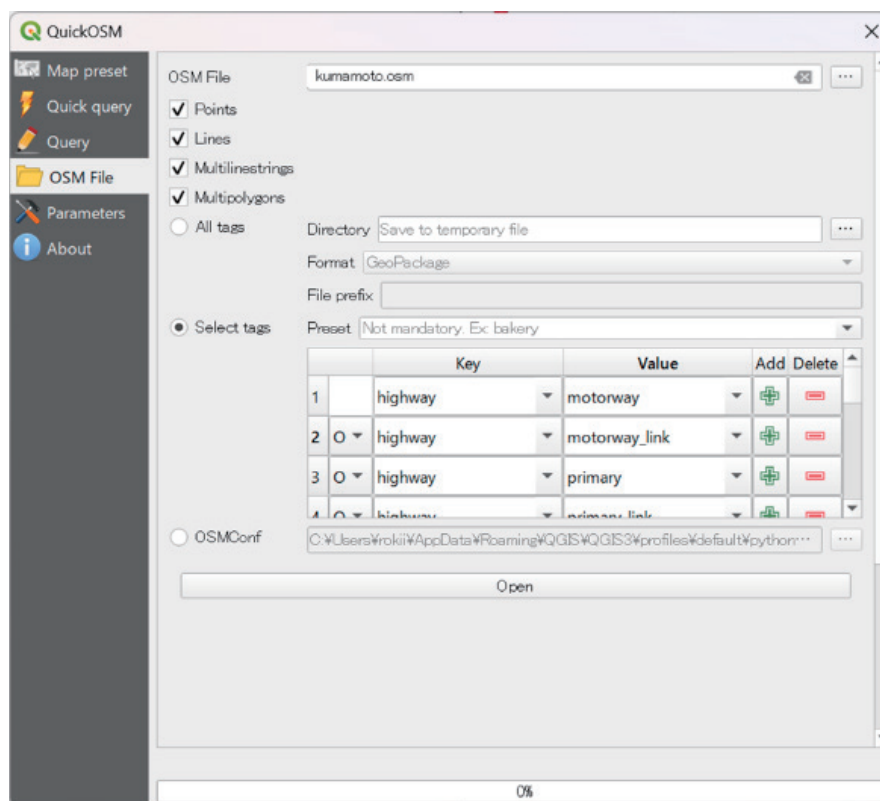


Fig. 11. QuickOSM のポップアップウィンドウ

Table 1. OpenStreetMap 道路種別

名称	key	値	説明	レンダリング	写真
高速など	highway	motorway	自動車専用道、高速・有料道路ウェイ		
	highway	motorway_link	高速道路への接続路。 高速道路への加速レーンやランプ。 (出入り用連絡路)		
国道	highway	trunk	国道で、主要道路のうち、高速道路でないもの。 通常は地方自治体ではなく、国が管理しているもの。		
	highway	trunk_link	国道への接続路(加速レーンやランプ含む)。 接続先は、trunk以下のクラス。		
主要地方道	highway	primary	地方自治体に管理されている主要道路。 一般的に大きな街を結ぶ。		
	highway	primary_link	主要道への接続路(加速レーンやランプ含む)。 接続先は、primary以下のクラス。		
一般都道府県道	highway	secondary	補助的な主要道路など。 小さな町や村を結ぶ道路。		
	highway	secondary_link	補助的な主要道路への接続路(加速レーンやランプ含む)。 接続先は、secondary以下のクラス。		
一般道 (2車線以上)	highway	tertiary	自動車が十分に対面通行できる幅4m以上に設計されていて、 通常はセンターラインのある道路。		
一般道 (2車線未満)	highway	unclassified	特に他の種類に入らない地味な道路。		

(出典) キラッと奥三河観光ナビ「OpenStreetMap 編集用タグ一覧表」¹¹⁾より抜粋

最後に、QGISのレイヤをシェイプファイル（shp形式）にエクスポートすることで、他のソフトウェアでの利用が容易になる。

【手順】

- レイヤー一覧にある任意のレイヤを右クリックして表示されるメニューから「エクスポート」>「新規ファイルに地物を保存」をクリックする（Fig. 12）。

Artisoc[®] を用いたマルチエージェントによる
交通流シミュレーションへの地理情報システムの活用法

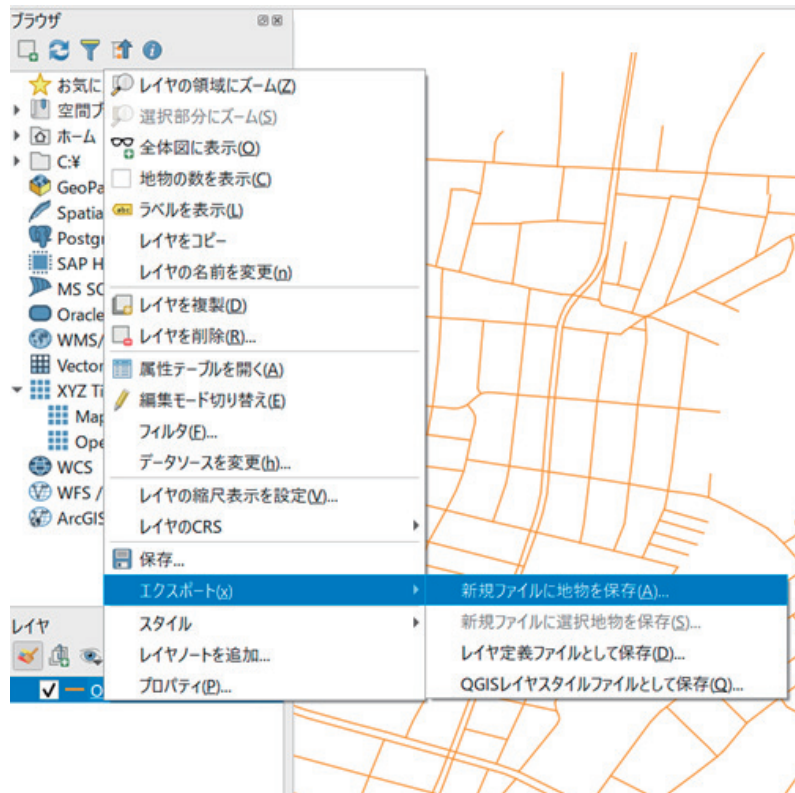


Fig. 12. レイヤのエクスポート

2. 「・・・」ボタンからファイル保存場所とファイル名を指定して、OK ボタンを押す (Fig. 13)。

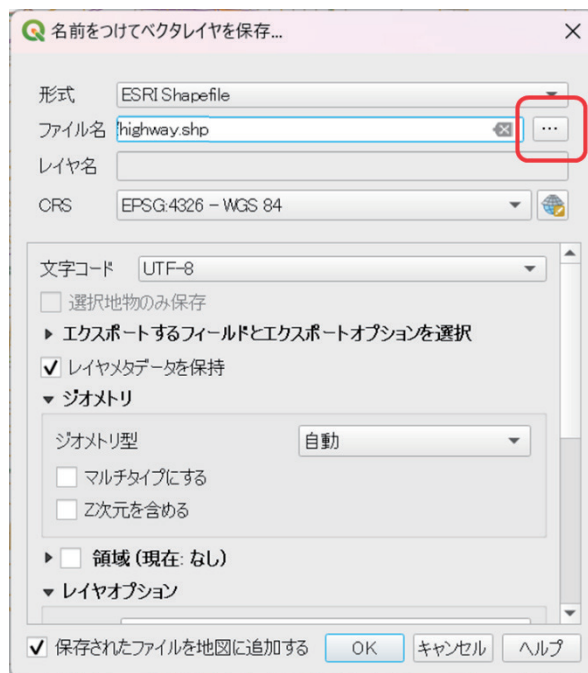


Fig. 13. ベクタレイヤの保存

A.2. overpass turbo データのハンドリング

まず、「overpass turbo」から道路交通網データを取得する手順を解説する。

【手順】

1. レイヤー一覧にある任意のレイヤを右クリックして表示されるメニューから「エクスポート」>「新規ファイルに地物を保存」をクリックする（Fig. 14）。

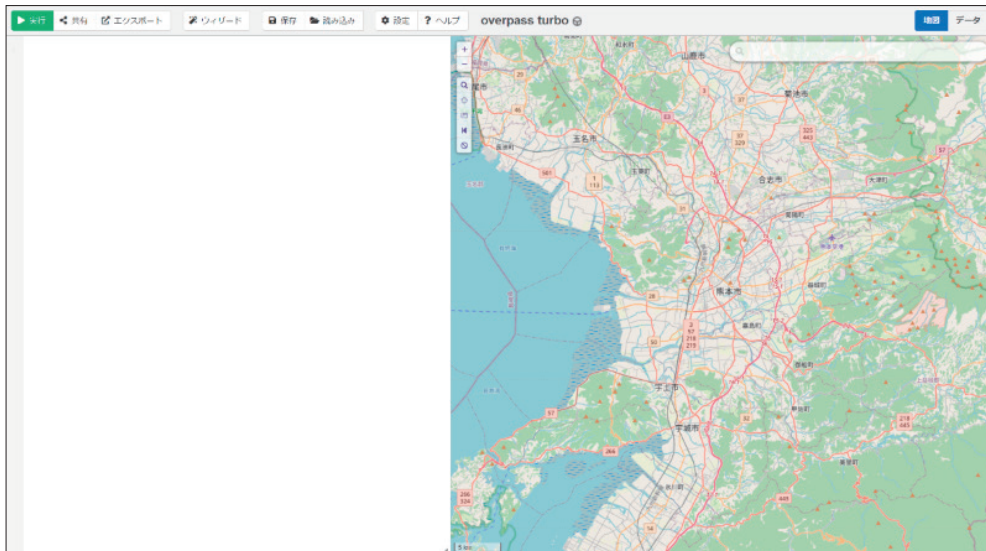


Fig. 14. QuickOSM のポップアップウィンドウ

2. メニューの「ウィザード」ボタンをクリックする（Fig. 15）。



Fig. 15. クエリウィザードの起動

3. クエリウィザードに「highway= 任意の道路種別」を入力して「クエリを作成して実行」を押す（Fig. 16）。

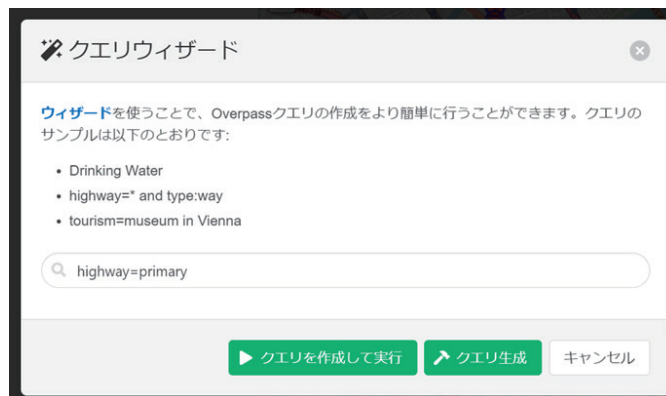


Fig. 16. クエリウィザード

4. メニューの「エクスポート」ボタンをクリックする (Fig. 17)。



Fig. 17. overpass turbo データのエクスポート

5. データの形式を選び、「download」ボタンをクリックする (Fig. 18)。
このとき選択するデータ形式は「KML」を推奨する。「GeoJSON」にすると、QGISでレイヤをマージするときやshp形式でエクスポートするときエラーが発生する。「GPX」はQGISで読み込んだ際にLineデータ以外の不要なレイヤが作成されてしまう。



Fig. 18. エクスポートするデータの形式選択

次に、QGISでダウンロードしたKMLファイルを読み込む。

【手順】

1. [レイヤ] > [レイヤを追加] > [ベクタレイヤを追加] を選択する (Fig. 19)。

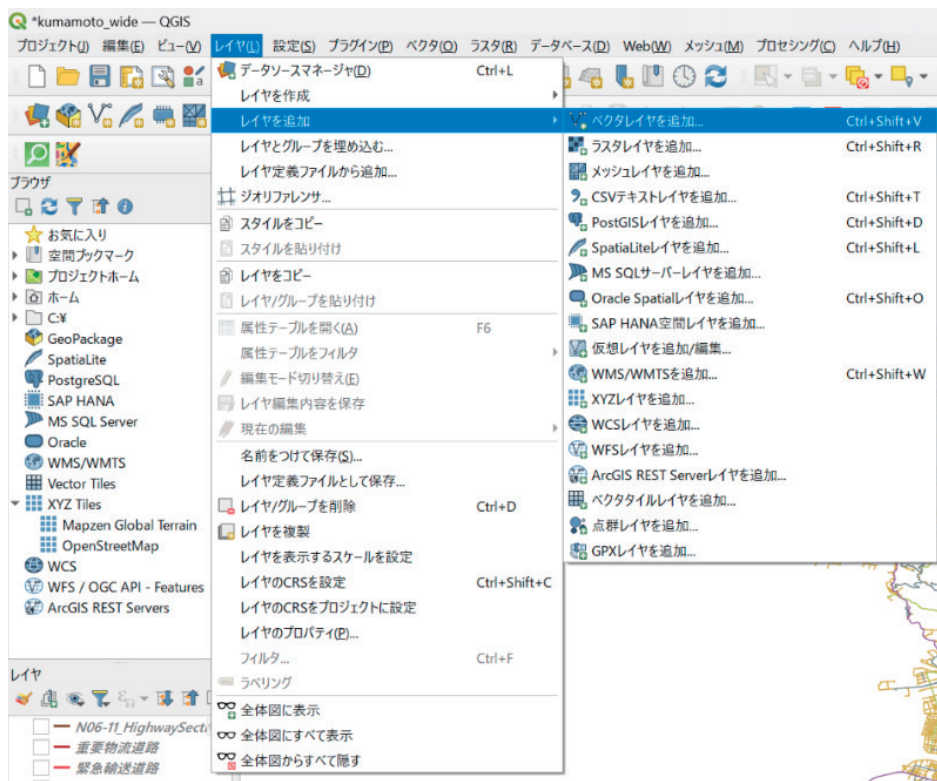


Fig. 19. ベクタレイヤの追加

2. ソースの「・・・」ボタンから読み込ませる KML ファイルを選択する (Fig. 20)。

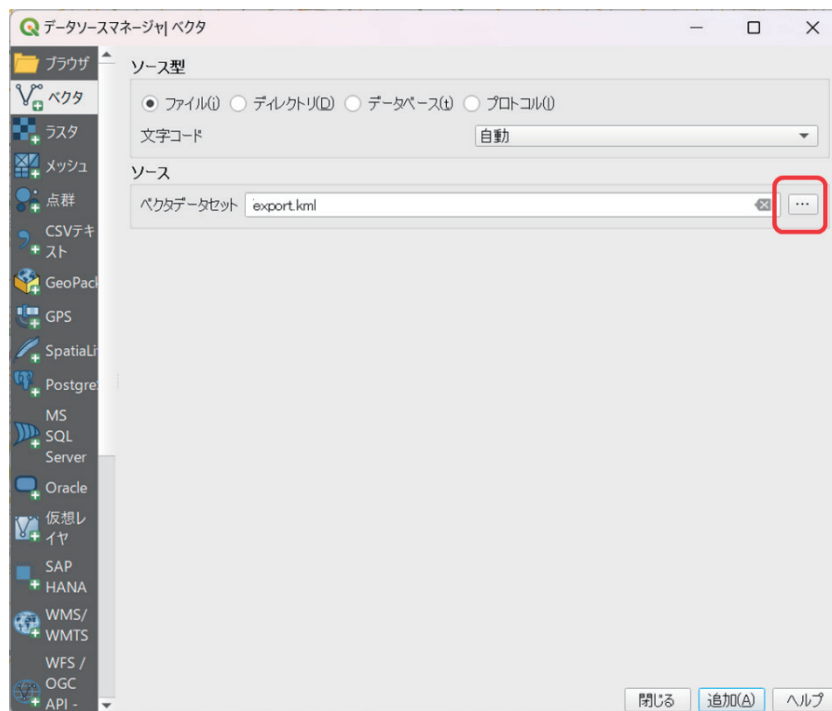


Fig. 20. データソースマネージャ

最後に、道路種別ごとに読み込んだレイヤをマージし、ひとつのシェイプファイル (shp

形式)としてエクスポートする。シェイプファイルのエクスポートの方法は前述しているため、割愛する。

【手順】

1. [ベクタ] > [データ管理ツール] > [ベクタレイヤのマージ] をクリックする (Fig. 21)。

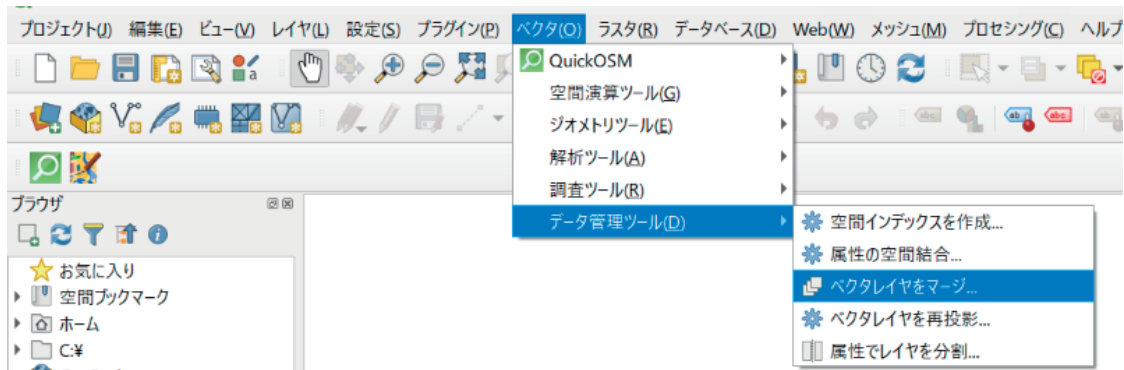


Fig. 21. ベクタレイヤのマージ

2. 入力レイヤを選択して、実行ボタンを押すと、マージ結果として出力レイヤが作成される (Fig. 22)。

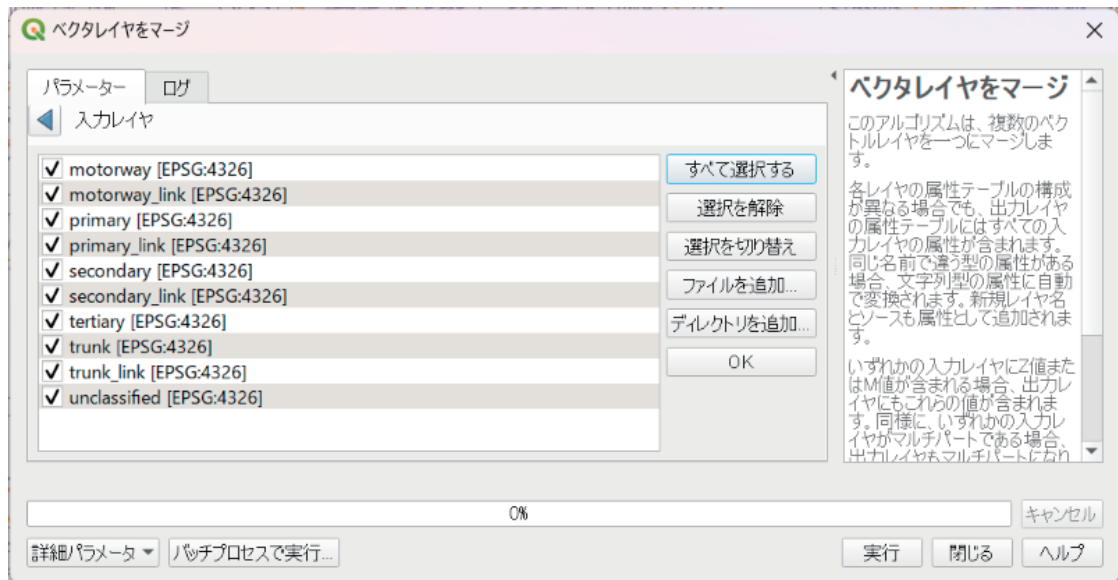


Fig. 22. マージするレイヤの選択

A.3. ハザードマップ地図画像からのデータ生成

ここでは、ハザードマップを例に、画像からデータを生成する際の手順を説明する。

【手順】

1. 画像編集ソフトで画像の解像度を生成したいデータの行列サイズに合わせ、ビットマッ

プファイル（bmp形式）として保存する（Fig. 23）。

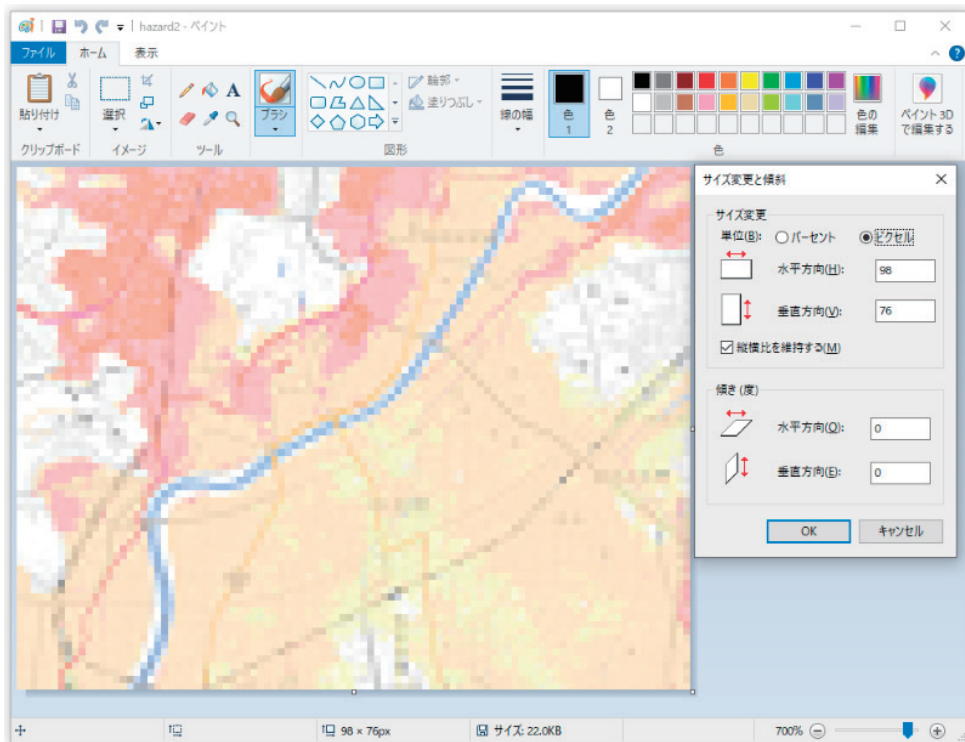


Fig. 23. ペイントによる解像度の変更

2. Python プログラム¹²⁾で画像の輝度値に基づいてビットマップファイルをCSVファイルに変換する。
3. ExcelのIF関数の条件に閾値を設定して、輝度値から属性情報に置き換える。ハザードマップの場合は浸水リスクの度合いに応じて0～4の数値を付与する。今回設定した輝度値の閾値はTable 2のとおりである。

Table 2. ハザードマップで使った輝度値の閾値

洪水浸水想定区域	浸水リスク	輝度の閾値
—	0	249以上
0.5m未満	1	241～248
0.5～3.0m	2	221～240
3.0～5.0m	3	211～220
5.0～10.0m	4	210以下

4. 最後に、背景の道路網や鉄道網が重なって輝度値からの浸水リスクの読み取りがうまくできなかった箇所を必要に応じて修正する。

A.4. 地図画像のジオリファレンスと属性情報（CSV ファイル）の結合

位置情報を持たない地図画像に対して、GIS データと照らし合わせることで位置情報を付与する作業をジオリファレンスと呼ぶ。ここでは、QGIS によるジオリファレンスの方法¹³⁾と別途作成した位置情報を持たない CSV ファイルのデータ結合方法を、前述のハザードマップ地図画像と浸水リスクの CSV ファイルを使って解説する。

【手順】

1. まず、照らし合わせるための正確な GIS データを含む地図をレイヤに追加する。ブラウザパネルから XYZ Tiles の中にある OpenStreetMap をダブルクリックする (Fig. 24)。

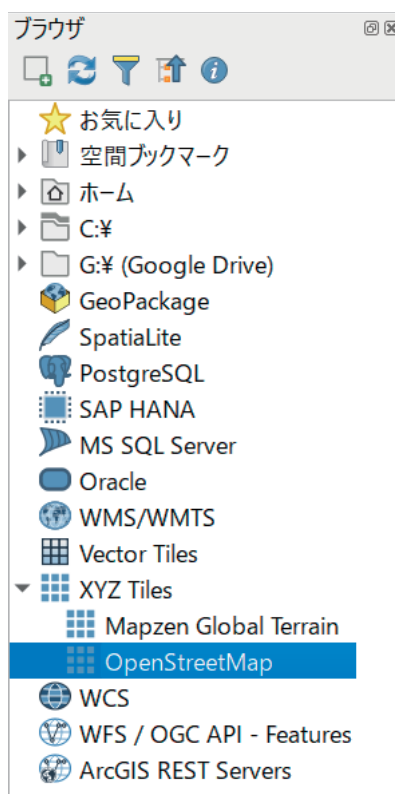


Fig. 24. ブラウザパネル

- 2 次に、メニュータブの「レイヤ」の中から「ジオリファレンサ」を起動する (Fig. 25)。ジオリファレンサがメニュー中のどこに分類されているかは QGIS のバージョンによって異なる。バージョンによっては、「QuickOSM」と同様にプラグインを追加インストールする必要がある。

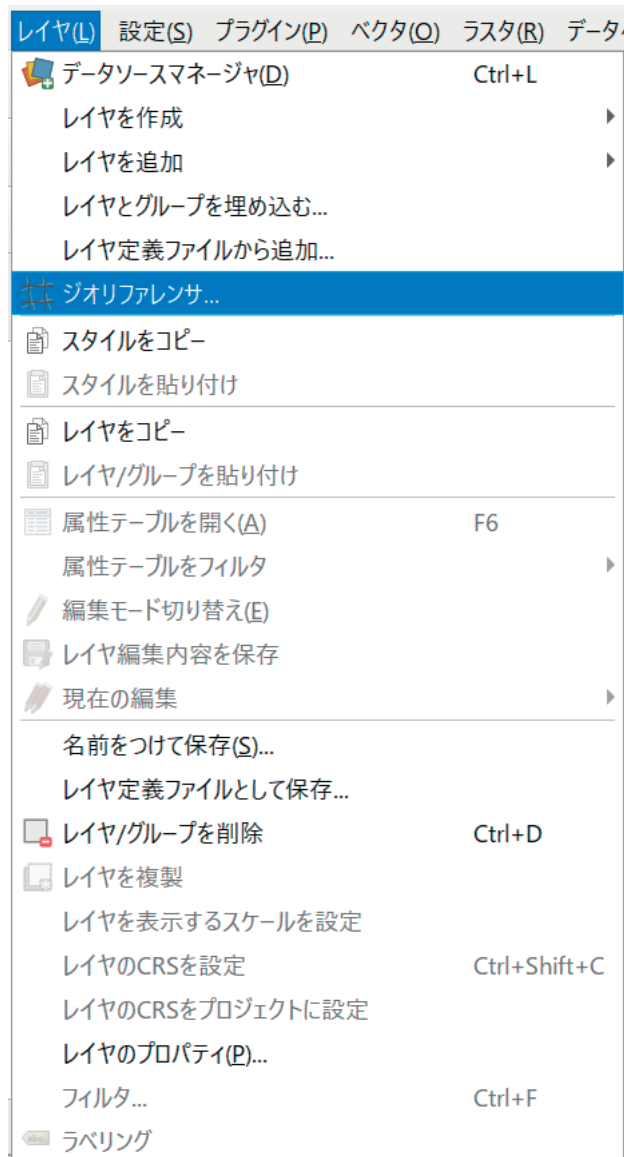


Fig. 25. ブラウザパネル

3. ジオリファレンサの「ラスタを開く」から元になる地図画像を選択する (Fig. 26)。



Fig. 26. ジオリファレンサ

4. ジオリファレンサで「点の追加」ツールを選んで、地図画像上の目印とする地点をクリックすると、小さな緑の点が打たれ、「地図座標の入力」ダイアログが開く (Fig. 27)。「地図キャンパスから」ボタンを ON の状態にして、QGIS メイン画面上の対応する位置をクリックすると、「地図座標の入力」ダイアログに座標値が読み取られる。

この作業を地図画像の複数の地点で行い、ジオリファレンスに必要なグラウンドコントロールポイント (GCP) を設置する。各GCPの座標値はジオリファレンスのGCPテーブルに表示される。

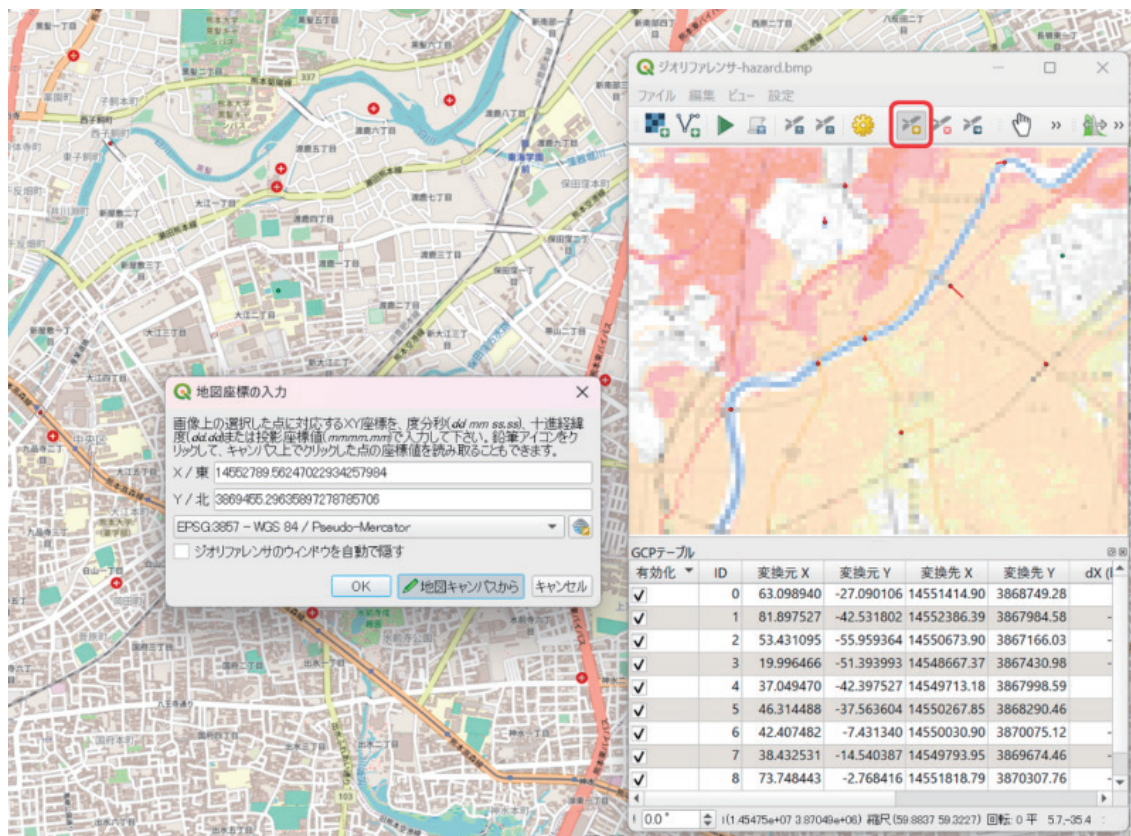


Fig. 27. ジオリファレンスによるGCPの設置

5. ジオリファレンスの「変換の設定」ツール（黄色歯車）をクリックすると、変換の設定ウィンドウが起動する。変換タイプが「線形」、変換先 CRS がプロジェクト CRS と同じになっているか確認し、出力ファイルを設定して、「OK」ボタンを押す (Fig. 28)。

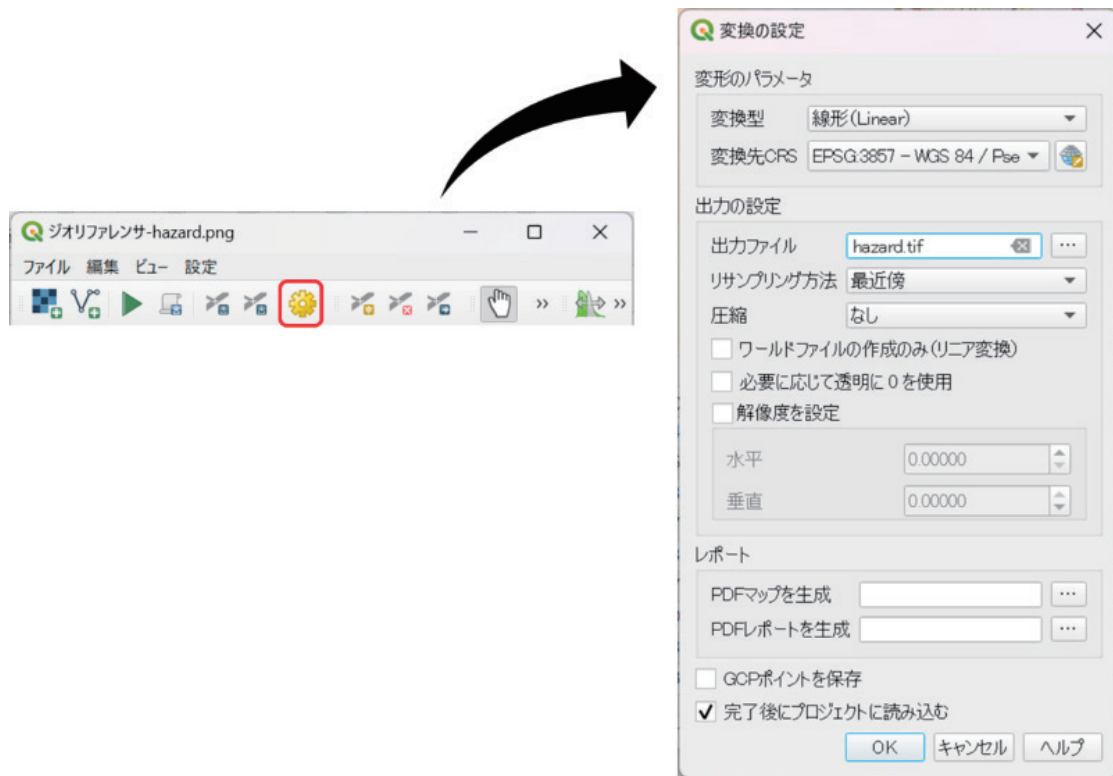


Fig. 28. ジオリファレンサの「変換の設定」

6. 「ジオリファレンスの開始」ボタン（緑の三角）をクリックすると、QGISのメイン画面のOpenStreetMapにはめ込まれたような形で地図画像が重ねて表示される（Fig. 29）。

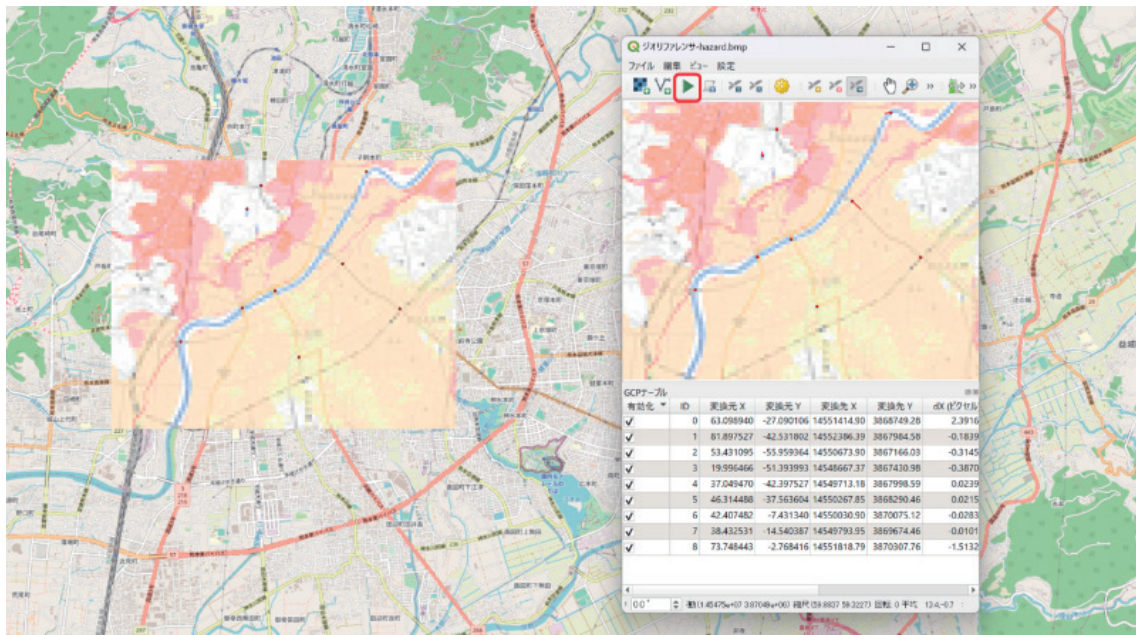


Fig. 29. ジオリファレンサの実行

7. ジオリファレンスされた地図画像に、CSVファイルの属性情報を結合するために、グリッド作成を行う。ジオリファレンスで生成されたレイヤを選択し、[ベクタ] > [調査

ツール] > [グリッドを作成] を選択する (Fig. 30)。

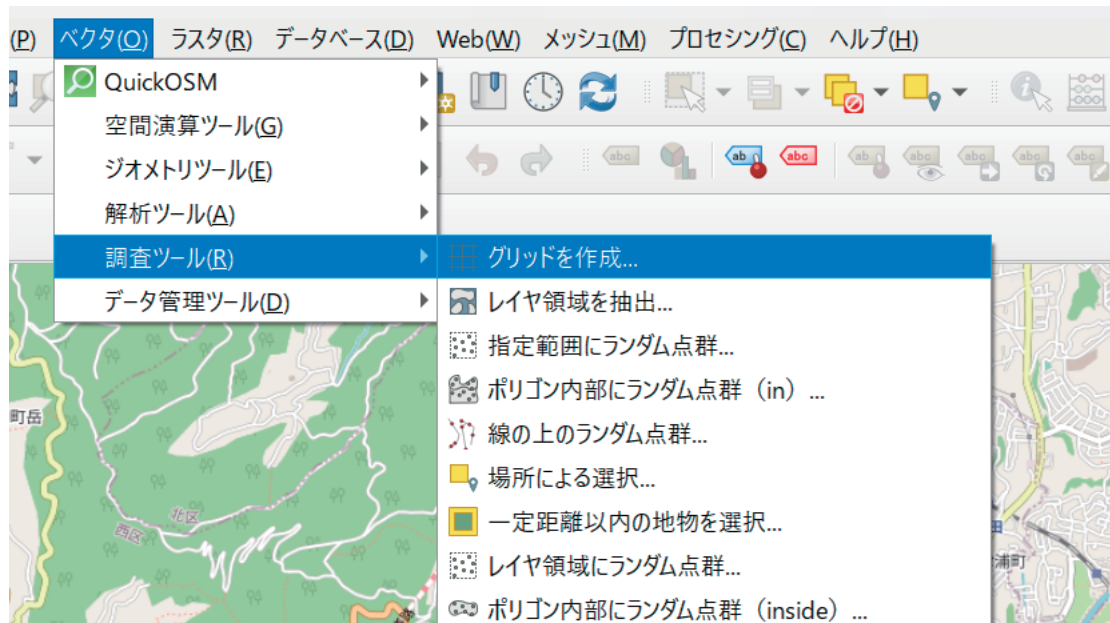


Fig. 30. グリッドを作成

- 「グリッドの種類」を「長方形 (Polygon)」に設定し、グリッドの範囲には地図画像のレイヤを指定する。そして、作成されるメッシュ領域の数 (地物数合計) が元の地図画像のピクセル数に一致するように水平方向の間隔と垂直方向の間隔を調整する (Fig. 31)。熊本市の例では、地物数合計が 7,448 になるようにトライ & エラーで水平方向の間隔と垂直方向の間隔を 60 に調整した。

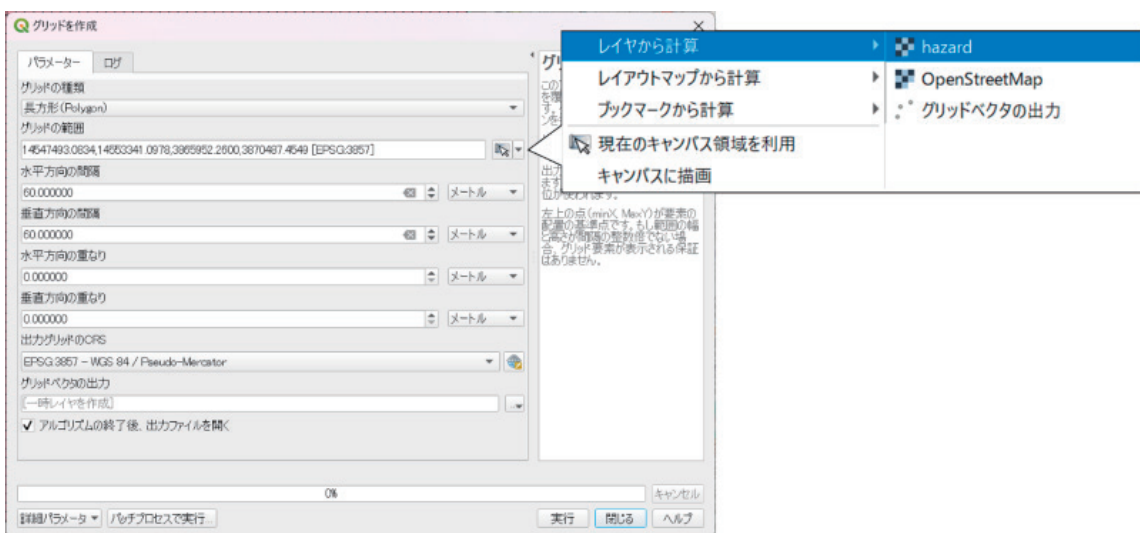


Fig.31. グリッドを作成

- 「実行ボタン」を押すと、グリッドベクタのレイヤが出力される (Fig. 32)。

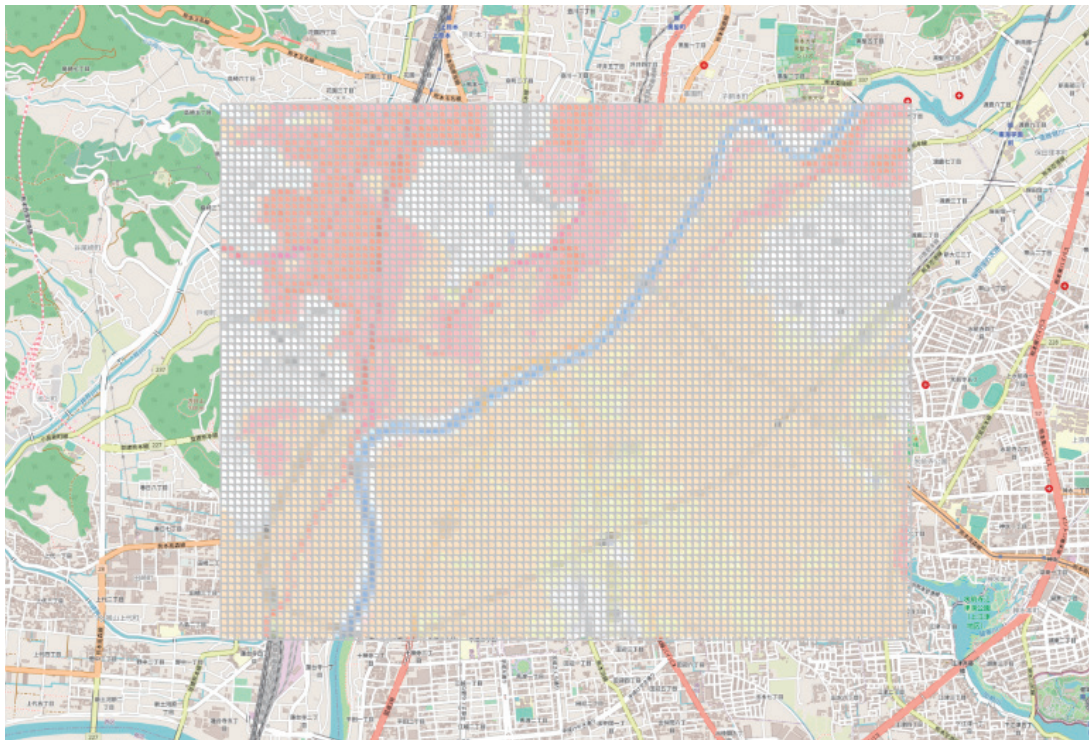


Fig.32. 生成されたグリッドベクタのレイヤ

10. 表形式の浸水リスクのデータを列ごとに縦一列に並べた CSV ファイル (Fig. 33) を作成し、QGIS に読み込ませる。CSV ファイルの A 列には id を 1 から 7448 まで入力し、B 列には id に対応する risk を埋める。B2 のセルに「=INDEX (hazard!\$A\$1 : \$CT\$76, MOD (ROW () -2, 76) +1, INT ((ROW () -2) /76) +1)」と入力して下方にコピーすると、表形式のデータを縦一列に並べ変える¹⁴⁾ ことができる。なお、式中の「hazard!\$A\$1 : \$CT\$76」は浸水リスクの表データ範囲を指定している。

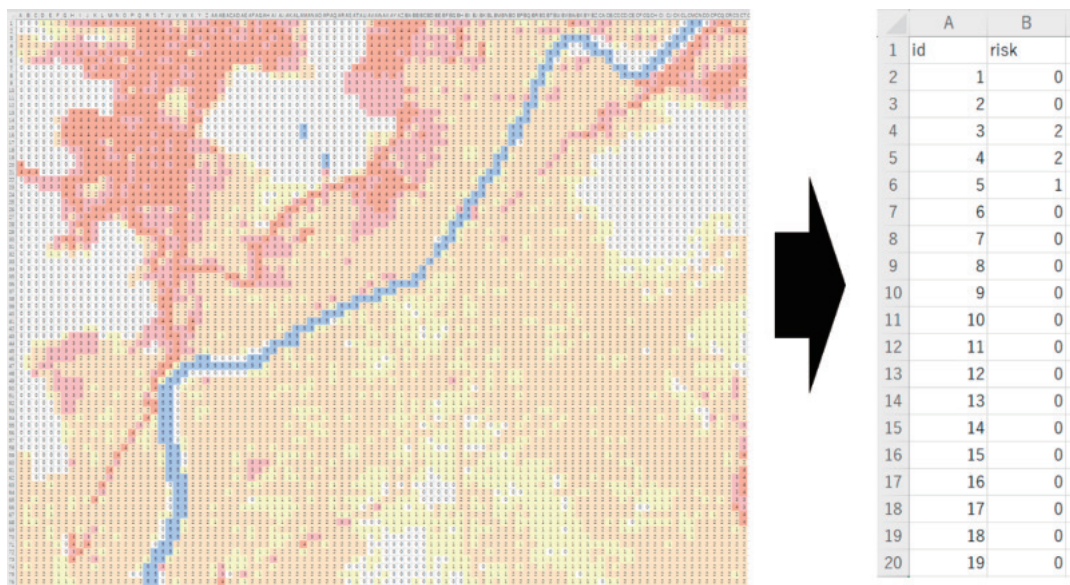


Fig.33. QGIS に読み込ませるためのデータの並べ変え

11. QGIS の画面上に CSV ファイルをドラッグ & ドロップするして、データを読み込ませる。そして、生成したグリッドベクタのレイヤを右クリックし、[プロパティ] を選択する。すると、レイヤプロパティが起動するので、左のアイコンメニューから「テーブル結合」を選択し、「+」ボタンを押す (Fig. 34)。

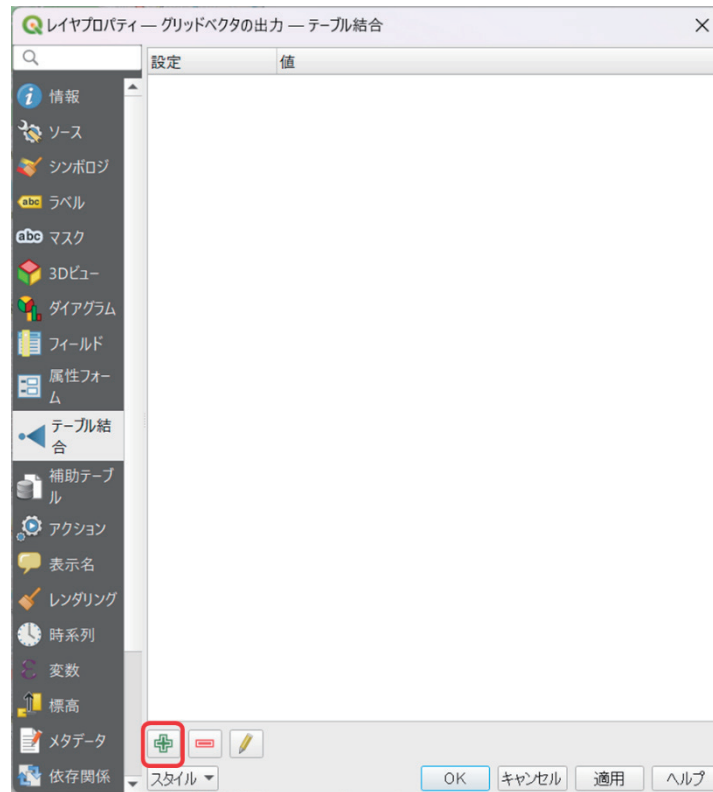


Fig.34. レイヤプロパティ

12. 結合レイヤに先ほど CSV ファイルを読み込ませた際に作成されたレイヤを指定し、結合基準の属性とターゲット属性に共に id を指定する。さらに、一部の属性情報だけテーブルに結合したい場合は、結合属性にチェックを入れ、結合したい属性情報のみ指定する (Fig. 35)。

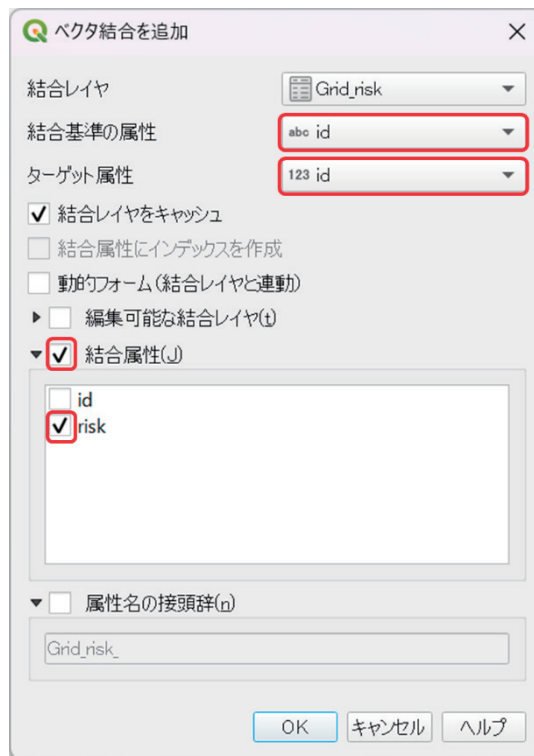


Fig.35. 属性テーブルの結合

13. 結合した浸水リスクの属性情報に基づいて不透明度 50% でグリッドベクタの塗りつぶし色の設定 (Fig. 36) をすると, Fig. 37 のようになる。大きな位置ずれもなく, 地図画像から GIS データへの変換ができていることがわかる。

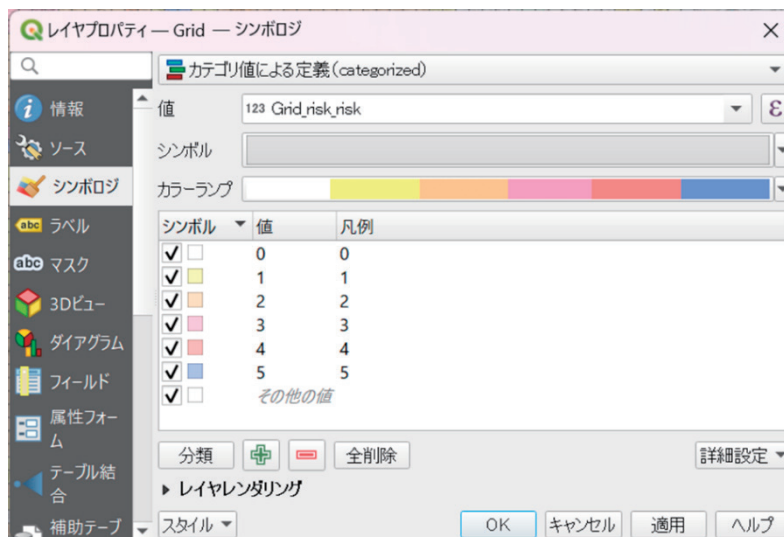


Fig.36. 塗りつぶし色の設定

Artisoc[®]を用いたマルチエージェントによる
交通流シミュレーションへの地理情報システムの活用法

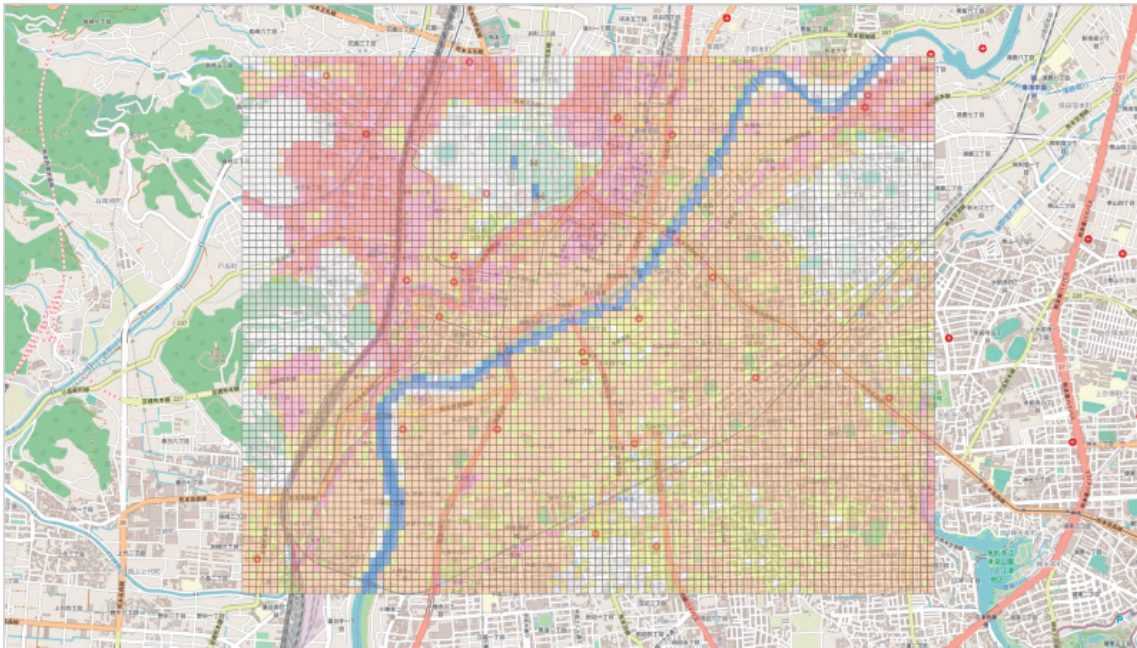


Fig.37. 浸水リスクの属性情報によって色分けしたグリッドベクタのレイヤ

How to Use Geographic Information System for Multi-Agent Simulation of Traffic Flow with Artisoc[®]

Hiroki INOUE, Tomoru HIRAMATSU & Yasuhiko KATO

Abstract

In this article, we provide instructions for using Geographic Information System (GIS) in road traffic flow analysis by Multi-Agent Simulation (MAS) with Artisoc[®]. As an example, we elaborate on obtaining and processing GIS data for the road traffic network in various types of roads within a certain urban area of Kumamoto City. We also demonstrate the generation of people and car agents necessary for road traffic flow simulation using population mesh data.

Furthermore, we propose a method to extract class attribute data in CSV format from image data in bitmap format, especially when the hazard map is provided only in a format like a bitmap image.

Lastly, we conduct a preliminary Multi-Agent Simulation (MAS) of evacuation behavior in the event of a disaster, using data generated by the aforementioned method.