

使ってみよう GIS

—QGISによる人口分布の可視化—

長谷川 大輔, 渡部 大輔

近年、地理空間データを総合的に管理・加工したうえで、視覚的に表示し、高度な分析や迅速な判断を可能にする地理情報システム (GIS) に関するソフトウェアが数多く開発されている。しかし、実際の現場で地理空間データを利用しようとするとき、そもそもどのようなデータが整備されているのか、どうやってそのデータを入手するのかなど、最初から躓く場合も多い。本稿では実務や研究で地理空間データの利用を考えている方向けのイントロダクションとして、国勢調査の人口データの入手から、フリーの GIS ソフト「QGIS」を使って地理空間データを可視化するまでの方法を解説する。

キーワード：地理情報システム, QGIS, 地理空間データ

1. はじめに

近年、全世界的なデジタル地図が整備され、その膨大な地理空間データを効率的に管理することができるアプリケーションの開発が進んだ結果、位置情報を活用したサービスが数多く提供されています。特に、Google Earth, Google Maps といった地図サービスの普及は、それまで地図に触れたことがなかった世界中の人々の生活を変えるほどにインパクトがありました [1]。地理空間データとは、属性情報と、座標、線分の長さ、面積、図形形状といった幾何的な情報で構成され、その活用には、球面である地球上の位置を誤差の少ない形で平面 (画面) に置き換える投影変換処理が重要となります。

本稿の主題である“地理情報システム” (Geographic Information System: GIS) は、そのような地理空間データを総合的に管理・加工し、画面上に適切に表示し、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術です [2]。

わが国において、GIS を活用できる人材育成のために、大学における GIS に関する標準カリキュラム [3] の作成がなされるとともに、GIS 実習用の教材 [4] やいくつかの初学者向けの専門書 [5-8] が作成されています。

さらに、高等学校における新たな必修科目として、2022 年 4 月に導入される予定である「地理総合」において、GIS を用いた実践的な教育が含められています。このように、今後は高等教育のみならず、初等中等教育における GIS の利活用が進められることが期待されています [9, 10]。

GIS を用いることは、非常にざっくりとさえも、「丸い地球を平らにする」ことと言えます。つまり、地理空間データを二次元平面や三次元空間での位置座標に変換し、画面上に投影することで、コンピュータで解析・可視化可能な定量的データとなり、OR の研究領域へと持ち込むことが可能になります。具体的には、施設配置問題や巡回セールスマン問題、配送計画問題などのさまざまな空間的な意思決定問題に対して、モデルの入力データや分析のための可視化に、位置や距離など地理空間データが多く用いられています。これまでに、プログラミングにより地理空間データを処理する方法 [11] が紹介されていますが、ここ数年で急速にフリーの GIS ソフトの機能が向上したことや地理空間に関するオープンデータの提供が急速に広まったことから、これまで以上に設備面や費用面で GIS に対する敷居が低くなったと考えられます。

そこで本稿では、オープンデータとなっている地理空間データの入手から、GIS のフリーソフトウェアとして代表的である QGIS を対象に、インストールや環境構築、分析に必要なデータの取得といった、オリジナルの地図の作成に関する具体的な手順までを、GIS ソフト初学者向けに説明します。

はせがわ だいすけ
 東京大学生産技術研究所
 〒 153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1
 hasega60@iis.u-tokyo.ac.jp
 わたなべ だいすけ
 東京海洋大学
 〒 135-8533 東京都江東区越中島 2-1-6
 daisuke@kaiyodai.ac.jp

2. QGIS の利用方法

本節では QGIS の利用方法について、インストール方法から地図作成を行うための環境設定まで説明します。

2.1 インストールと起動

QGIS のダウンロードサイト [12] より、OS に応じたインストーラーをダウンロードし、インストールを実行します。このとき、長期リリース版（執筆時点では Version 3.16）の入手を推奨します。なお、QGIS は Git リポジトリ [13] も公開されたオープンソースソフトウェアであり、インストーラーを介さない導入、ライブラリのみ導入も可能です。インストール完了後、スタートメニュー（mac 版の場合は Launchpad）から QGIS Desktop 3.16.xx を起動します。QGIS の画面構成は図 1 に示すとおり、表示やアイテムの選択を行う地図ビューを中心に、機能を選択するメニューバーやツールバー、データの表示・表示順を制御するレイヤパネルなどがあります。

2.2 環境設定

2.2.1 ファイルの拡張子の表示

地理空間データでよく用いられる Shapefile は、複数のファイルがセットとなっており、データの追加を行う際には .shp ファイルを選択する必要があります。そのため、以下の項目を確認して拡張子を表示させます。

- Windows10：エクスプローラの表示タブの「ファイル名拡張子」にチェック
- macOS：Finder の環境設定、詳細タブから「すべてのファイル名拡張子を表示」にチェック

2.2.2 ベースマップの追加

地図作成時に背景としてベースマップを追加することで、道路・鉄道や主要施設などの周辺地理を把握できる地物を手軽に表示することができます。デフォル

トで OpenStreetMap が追加されていますが、国土地理院より提供されているタイル地図を追加することができます。

1. ブラウザパネル [XYZ Tiles] 右クリック → [新しい接続] より、以下の情報を入力

- 名前：標準地図
- URL：https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/std/{z}/{x}/{y}.png
- 最小ズームレベル：5
- 最大ズームレベル：18

これで、以後の操作で地理院地図を追加できます。その他、航空写真や起伏図など、地理院タイル一覧 [14] に追加可能な地図が掲載されています。追加後は [XYZ Tiles] から要素をダブルクリック、もしくはレイヤパネルにドラッグすることで表示することができます。

2.2.3 プラグインの表示と追加

QGIS では、公開された拡張機能を追加することができます。ここでは、任意地点の Google Street View を表示できる「StreetView」を追加します。

1. メニューバー [プラグイン]→[プラグインの管理とインストール]を開く
 2. 検索バーに“Street View”と入力
 3. 表示される「StreetView」をインストール
- 実行するとツールバーにアイコンが追加されます。アイコンをクリックすることでマウスポインタが変わり、地図上をクリックすることでブラウザが立ち上がり、その位置の StreetView が表示されます。

3. 地理空間データの入手

3.1 主なデータ形式

地理空間データとして流通している主なファイル形式を表 1 に示します。地理空間データのデファクトスタンダードは ESRI 社が提唱した Shapefile であり、これから紹介する取得先においても当形式での配布が多く、もちろん QGIS でも読み込み可能となっています。注意点として、Shapefile は .shp、.shx、.dbf、(.prj) ファイルが同じディレクトリにある必要があり、.shp ファイルだけ移動させると機能しなくなります。Shapefile の説明については本特集の薄井先生の記事 [15] もご参照ください。QGIS では Geopackage 形式が標準として推奨されています。その他、近年 Web アプリケーションとの親和性が高い XML をベースとした GML、KML 形式や、JSON をベースとした GeoJSON 形式の普及が進んでいます。

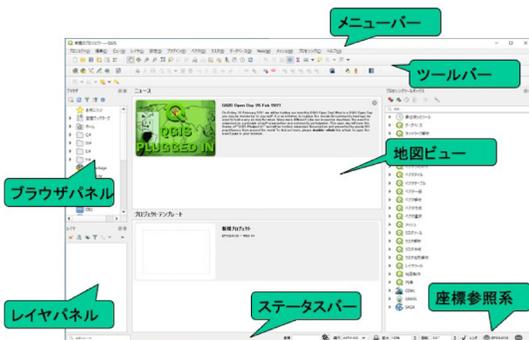


図 1 QGIS の画面構成

表1 地理空間データの種類

名称	拡張子	特徴
Shapefile	.shp, .shx .dbf, .prj	地理空間データの一般的な形式で、複数ファイルで利用 属性名長、容量に制約あり QGIS でのデフォルト形式
Geopackage	.gpkg	QGIS のレイヤスタイルも保 存できる
KML	.kml	XML 形式を拡張した、Google Earth のデフォルト形式
GeoJSON	.geojson	JSON 形式を拡張、アプリケー ション開発と親和性が高い
GeoTiff	.tiff	TIFF 形式に空間参照情報が付 与されたもので、航空写真など のラスターデータで活用

出典：筆者作成

3.2 データの主な取得先

QGIS には地理空間データそのものは付属しておらず、流通しているデータを入手する必要があります。主要な入手先と、取得できるデータの特徴を表2に示します。政府統計の窓口では、国勢調査の人口データをはじめ、さまざまな統計データを取得することが可能です。トップページ「地図」をクリックすると統計データと境界データのダウンロードができます。国土数値情報では土地利用、地形、公共施設などのさまざまな GIS データを Shapefile 形式、GeoJSON 形式で入手することが可能です。ただし、ダウンロードする際には規約や属性、座標系の定義を確認してください。基盤地図情報では建築物、測量基準点といった国土地理院発行の地図に掲載されている地物情報、10 m、5 m メッシュの精緻な標高データ (DEM) もダウンロード可能です。G 空間情報センターでは産官学さまざまなオープン・有償データが取得可能で、人流データや建築物の 3D モデリングデータなどが公開されているのが特徴となっています。その他、海外のデータについても米国の詳細なセンサスデータや、人口分布のラスターデータなど、多様なデータを入手することが可能です。

3.3 国勢調査・人口データの取得

本節では国勢調査の人口データを取得する例として東京都の町丁目の境界データ、町丁目別・5歳階級別人口データを入手する方法を説明します。なお、ダウンロード先は執筆当時 (2021年7月) に確認したものになります。

3.3.1 境界データのダウンロード

図形情報を含んだ境界データをダウンロードします。政府統計の総合窓口の Web ページ [16] に行き、“地

表2 地理空間データの主な入手先

地域	入手先	入手可能データ
日本	政府統計の総合 窓口 [16]	国勢調査の人口データ、各種 センサスデータ
	国土数値情報 [17]	土地利用、地形、公共施設な どの様々な GIS データ
	基盤地図情報 [18]	建築物、測量基準点地物情報、 標高データ (DEM)
	G 空間情報セン ター [19]	産官学で公開された人流・建 築物等のオープンデータ
世界	米国国勢調査局 (US Census Bureau)[20]	人口 (国勢調査), Ameri- can Community Survey (ACS), Economic Census
	Natural Earth [21]	交通、境界、都市、海洋・河 川など
	Global Human Settlement Layer[22]	全世界の 250 m、1 km メッ シュ単位の推定人口

出典：朝日ら [8] を基に筆者作成

図 (統計 GIS) → “境界データダウンロード” にアクセスします。ここで、境界一覧で小地域 (町丁目) 単位とメッシュ単位を選択できるので、“小地域” → “国勢調査” → “2015年” → “小地域 (町丁・字等別) (JGD2000)” と選択します。なお、メッシュデータのダウンロードは標準地域メッシュコードでの選択となるので、確認ページ [23] などで入手先のメッシュコードを確認しておく必要があります。

データ形式一覧のページでは、測地系 (緯度経度・平面直角) と形式 (Shapefile・KML・GML) が選択できます。ここでは“世界測地系緯度経度・Shapefile”を選択し、“13 東京都”よりダウンロードします。なお、東京都以外のデータをダウンロードする際はここで別の地域を選択してください。

3.3.2 統計データのダウンロード

統計情報をもつテーブルデータをダウンロードします。ここでは、町丁目別・5歳階級別人口データを入手します。境界データと同様に、政府統計の総合窓口の Web ページ [16] に行き、ダウンロードした境界データと同じ年度・場所を選択するように選択します。“地図 (統計 GIS)” → “統計データダウンロード” → “国勢調査” → “2015年” → “小地域 (町丁・字等別)” を選択します。境界データには総人口と総世帯数は含まれていますが、年齢別の人口は含まれていないので、“年齢 (5歳階級, 4区分) 別, 男女別人口”を選択し、東京都のデータをダウンロードします。ここで、統計データの定義書も併せてダウンロードし、追加対象の属性定義を確認します。

4. 人口コロボレスマップの作成

本節ではダウンロードした国勢調査データを、QGISを使って可視化していきます。今回は、人口の多寡で町丁目を塗り分けた地図（＝人口コロボレスマップ）を作成します。例として東京都江東区を対象に作業を進めます。

4.1 実行環境の整備

実行前に、作業用のフォルダを作成し、その中にダウンロードした zip ファイルを入れるデータフォルダを作成します。前述のとおり Shapefile が複数ファイルで構成され、さらに処理にあたって多くの中間ファイルが作成されるため、ファイルの散在を防ぐためです。また、プロジェクトファイルにはデータの参照情報が記録されるため、ファイル単体で移動してしまうとデータを参照できなくなるため注意が必要です。

フォルダを整理したら QGIS を起動し、メニューバー [プロジェクト]→[名前をつけて保存] より、作業フォルダに .qgz ファイルを保存してください。

4.2 データの追加と抽出

本節ではダウンロードした Shapefile 形式の境界データを追加します。追加前にデータフォルダ内の zip ファイルを解凍します

4.2.1 Shapefile の追加

レイヤパネルに h27ka13 レイヤ、標準地図レイヤを追加し、地図を表示します。

1. QGIS のメニューバー [レイヤ]→[レイヤの追加]→[ベクタレイヤの追加] を開きます
2. 解凍された.shp ファイルを選択します（東京都の場合は h27ka13.shp）。
 - ほかの.dbf や .prj ファイルを選択しないでください（拡張子の設定に関しては 2.1 節参照）。
 - macOS/Linux の場合は、文字化けを回避するためにエンコーディングで “Shift-JIS” を選択してください。
3. [追加] で地図ビューに図形が表示され、レイヤパネルに “h27ka13” が追加されます。
4. ブラウザパネル [XYZ Tiles] から、「標準地図」ベースマップレイヤを追加します。
5. 背景用の地図が境界データの上に表示されるため、レイヤパネルで境界データレイヤの順序を変更してください。

4.2.2 データの抽出

追加した東京都のデータから、江東区のデータを抽出します。属性テーブルで江東区を抽出できる属性を



図 2 フィルタの設定

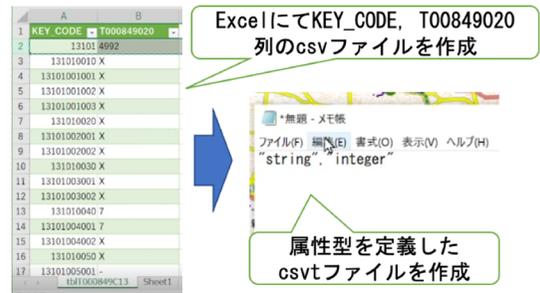


図 3 テキストデータの形式と属性定義ファイル

確認した後、フィルタで抽出し、出力します（図 2）。

1. “h27ka13” レイヤ右クリック [属性テーブル] より属性テーブルを開き、“CITY_NAME” 列に “江東区” の値があることを確認します。
2. “h27ka13” レイヤ右クリック [フィルタ] よりクエリビルダを表示します。
3. フィルタ式に “CITY_NAME” = ‘江東区’ を入力し、[テスト] でフィルタの仮実行を行います。
4. 件数が表示されたら [OK] で確定します。
5. “h27ka13” レイヤ右クリック [エクスポート][地物の保存] より、江東区のみデータ “h27_koto” をデータフォルダに出力します。
6. 不要となる “h27ka13” はレイヤパネルより削除、もしくは非表示にします。

4.3 統計データの整形と追加

次に、統計データの追加を行います。ただし、ダウンロードしたそのままのデータでは追加および加工が困難となるため、取り込み前に Excel を用いた加工を行います。また、カラム定義ファイルを作成したうえで QGIS に追加します。

4.3.1 テキストデータの整形

Excel で以下の作業を進めます。

1. Excel で [データ] タブ [テキストまたは CSV から] より、ダウンロードした年齢別人口データを

開きます（今回の場合は tblT000849C13.txt）。

2. 結合キーとなる市町村コード“KEY_CODE”と、総数 75 歳以上人口“T000849020”の 2 列のみで、2 行目を削除したテーブルを作成します。
3. テーブルを csv 形式で保存します（ここでは“pop2015_over75.csv”とします）。

4.3.2 カラム定義ファイルの作成

先ほどの csv データをそのまま読み込むと、格納されたデータの形式上、人口データが文字列として認識されるため、属性型を定義した.csvt ファイルを作成します。このとき、データ結合に用いる属性の型も統一する必要があるため、QGIS で確認します（図 3）。

1. QGIS で“h27_koto”のプロパティ [属性] を開き、結合に用いる市町村コード“KEY_CODE”の属性型が“string”であることを確認します。
2. メモ帳などのテキストエディタを開きます。
3. pop2015_over75.csv の属性 [“KEY_CODE”, “T000849020”] で定義したい属性型, “string”, “integer”と型を記載します。
4. csv ファイル名と同じ名称の“pop2015_over75.csvt”を csv と同じフォルダに保存します。

4.3.3 データの追加と結合

先ほどの csv データを QGIS に追加し、境界データに結合します。

1. メニューバー [レイヤ]→[レイヤの追加]→[CSV テキストファイル] より、作成した csv ファイル“pop2015_over75.csv”を選択します
2. ジオメトリ定義で“ジオメトリなし”を選択して、レイヤに追加します。
3. “h27_koto”レイヤ右クリック [プロパティ] の、[テーブル結合] より、追加した csv ファイルを KEY_CODE 属性で結合します。属性テーブルに 75 歳以上人口“T000849020”が追加されています。

4.4 座標系の設定

プロジェクトの座標系を、緯度経度ベースの座標系（地理座標系）から XY 座標に投影した座標系（投影座標系）に変更し、画面表示を切り替えます。これは、地理座標系のまま地図を出力すると、Y 軸・緯度方向につぶれた形になってしまうためです。座標系の設定はデータソースの定義をよく確認し、適切に設定する必要があります。座標系・投影法に関する詳細な説明は [3, 9], または本特集の薄井先生の記事 [15] を御覧ください。今回の設定方法は以下のとおりです。

1. メニューバー [プロジェクト][プロパティ] から [座標参照系], もしくは画面右下に表示されている EPSG コードの部分をクリックします。
2. “EPSG:4612”が設定されていますので, “JGD2000/Japan Plane Rectangular CS IX EPSG:2451”（平面直角座標系 9 系）に変更します。
3. 画面右下の EPSG コードが 2451 になり、地図の表示が変化します。

4.5 シンボルの設定

“h27_koto”を人口で塗り分け、コロプレスマップを作成します（図 4）。

1. “h27_koto”レイヤ右クリック [プロパティ] の [シンボロジ][連続値による定義] を選択します。
2. 値を“JINKO”に設定し、モード、クラスを変更することで、各シンボルの閾値が変更されます。[OK] で地図に反映されます。
 - ここで値を“T000849020”に設定すれば 75 歳以上人口の分布が示されます。
 - モードでは各分類の要素量を均一にする等量分類や、閾値を等間隔にする等間隔分類などの分類方法の設定が可能です。

ここで、値が高い地域、低い地域の特徴を把握するため、ベースマップを表示するようにレイヤの透過度



図 4 シンボルの設定とコロプレスマップ

を変更します。

3. “h27_koto” レイヤ右クリック [プロパティ] の [シンボロジ][レイヤレンダリング] から透過度を調整します。

4.6 ラベルの設定

各地物上に町丁目名などのラベルを表示することができます。

1. “h27_koto” レイヤ右クリック [プロパティ] の [ラベル] より、値で表示したい属性を選択します。
2. 文字色・フォントサイズなどを調整し [OK] で地図上に指定した属性値を表示することができます。ラベルはレイヤ右クリック [ラベル] で表示/非表示を切り替えることができます。

4.7 印刷レイアウトの調整と出力

地図の表示要素が作成できましたら、凡例や方位などを追加した印刷レイアウトを作成します (図 5)。

1. メニューバー [プロジェクト]→[新規印刷レイアウト] より、レイアウト画面が開きます。
2. レイアウト画面のメニューバー [追加] から、地図を追加します。画面上をドラッグするとボックス

が表示されるので、任意の大きさに設定します。

3. 地図の表示はアイテム全体が表示される縮尺になります。位置や縮尺を変更する場合は、地図のアイテムプロパティの [地図のインタラクティブ操作] ボタンより、調整することが可能です。
4. 同様に [追加] から、凡例、方位記号、スケールバー、ラベルを追加します。それぞれ大きさは地図と同様にボックスにて調整が可能です。
5. 凡例のアイテムプロパティを開き、“自動更新”のチェックを外したうえで、不要要素 (今回の場合はベースマップの標準地図, h27ka13) を削除します。
6. ラベルのアイテムプロパティより、地理院地図のクレジット [14] を記載します。
7. クレジットの表示位置、フォントサイズを調整します。
8. 印刷物の見た目が決定しましたら、[レイアウト][PDF 出力] より、PDF 出力画面を開きます。
9. 「RDF メタデータのエクスポート」「ジオメトリを簡略化したファイルを縮小」にチェックを入れ

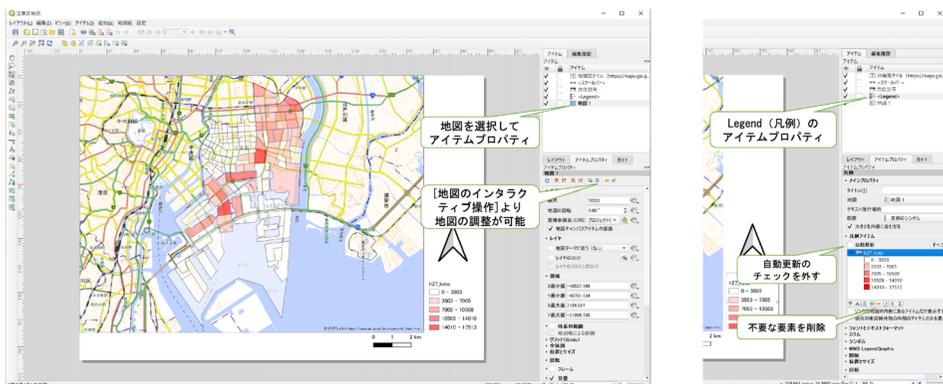


図 5 印刷レイアウトの設定 (左: 地図, 右: 凡例)

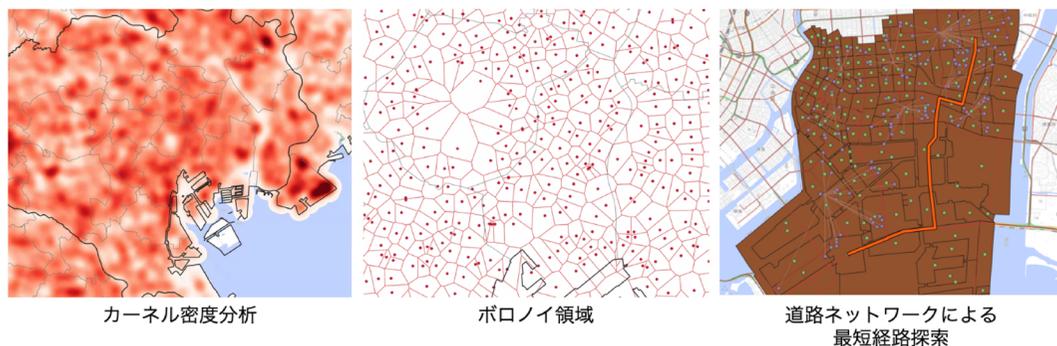


図 6 QGIS を使った空間処理・演算例

て保存します。
最後に、印刷レイアウトを閉じて、地図画面でプロジェクトを保存します。

5. おわりに

本稿では、地理空間データの入手方法とフリーの GIS ソフトウェア「QGIS」を用いた地図作成方法を説明しました。今回紹介したのは機能の一部であり、QGIS には領域でのクリップやディゾルブといったジオプロセッシング処理、図 6 に示すカーネル密度分析やボロノイ分析といった空間演算、距離行列の作成や道路ネットワークを使った経路探索などが標準で搭載されています。

OR における GIS の利活用について関心をもった方は、本機関誌における GIS ソフトウェアに関する紹介論文 [10] や地理空間データに関する特集号 [11] をご参照ください。

参考文献

- [1] ビル・キルデイ, 大熊希美訳, 『世界を変えた地図—グーグルマップ誕生の軌跡 NEVER LOST AGAIN—グーグルマップ誕生』, TAC 出版, 2018.
- [2] 国土地理院, 「GIS とは…」, <http://www.gsi.go.jp/GIS/whatisgis.html> (2021 年 7 月 26 日閲覧)
- [3] 浅見泰司, 貞広幸雄他 (編), 『地理情報科学—GIS スタンダード—』, 古今書院, 2015.
- [4] 山内啓之, 小口高, 早川裕弐, 瀬戸寿一, “GIS の標準コアカリキュラムと知識体系を踏まえた実習用オープン教材の開発と評価,” *E-journal GEO*, **14**, pp. 288–295, 2019.
- [5] 河端瑞貴, 『経済・政策分析のための GIS 入門 1—基礎—』, 古今書院, 2018.
- [6] 河端瑞貴 (編), 『経済・政策分析のための GIS 入門 2—空間統計ツールと応用—』, 古今書院, 2018.
- [7] 喜多耕一, 『業務で使う QGIS ver.3 完全使いこなしガイド』, 全国林業改良普及協会, 2019.
- [8] 朝日孝輔, 大友翔一, 水谷貴行, 山手規裕, 『[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 改訂新版』, 技術評論社, 2019.
- [9] 貞広幸雄, 山田育穂, 石井儀光 (編), 『空間解析入門』, 朝倉書店, 2018.
- [10] 渡部大輔, “OR のための地理情報システム (GIS) ソフトウェア入門,” *オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学*, **65**, pp. 226–231, 2020.
- [11] 鳥海重喜 (編), “特集 使ってみよう空間データ/時空間データ,” *オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学*, **58**, pp. 4–36, 2013.
- [12] QGIS, 「QGIS ダウンロードサイト」, <https://qgis.org/ja/site/forusers/download.html> (2021 年 7 月 26 日閲覧)
- [13] GitHub, GitHub-QGIS, <https://github.com/qgis> (2021 年 7 月 26 日閲覧)
- [14] 国土地理院, 「地理院タイル一覧」, <https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html> (2021 年 7 月 26 日閲覧)
- [15] 薄井宏行, “GIS とは何か—仕組み・特徴・使いこなし方—,” *オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学*, **66**, pp. 793–799, 2021.
- [16] 総務省統計局, 「政府統計の総合窓口」, <https://www.e-stat.go.jp/> (2021 年 7 月 26 日閲覧)
- [17] 国土交通省, 「国土数値情報ダウンロードサービス」, <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> (2021 年 7 月 26 日閲覧)
- [18] 国土地理院, 「基盤地図情報ダウンロードサービス」, <https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php> (2021 年 7 月 26 日閲覧)
- [19] 一般社団法人社会基盤情報推進協議会, 「G 空間情報センター」, https://www.geospatial.jp/gp_front/ (2021 年 7 月 26 日閲覧)
- [20] United States Geological Survey, GISData, <https://www.usgs.gov/products/data-and-tools/overview> (2021 年 7 月 26 日閲覧)
- [21] Natural Earth, <http://www.naturalearthdata.com/> (2021 年 7 月 26 日閲覧)
- [22] European Commission, GHSL-Global Human Settlement Layer, https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/ghs_pop.php (2021 年 7 月 26 日閲覧)
- [23] 地図上で標準地域メッシュを確認するページ, <http://www.gis-tool.com/mapview/areameshmap.html> (2021 年 7 月 26 日閲覧)