「伊能大図」に対する GIS データの活用 Utilization of GIS data for "Ino daizu"

菅原 真悟

Shingo Sugawara

TRC-ADEAC 株式会社, 東京都文京区大塚 3-1-1 TRC-ADEAC Inc., 3-1-1, Otsuka, Bukyo-ku, Tokyo

概要:河出書房新社と東京カートグラフィックが共同制作した「デジタル伊能図」は、「伊能大図」214枚の画像や測量日記などに加えて、関連する GIS データが収められた DVD である。この DVD に含まれる、座標位置情報付き補正画像、測量線、海岸線、宿泊地などの各種 GIS データを GIS ソフトによって解析・再構築し、Web 版「デジタル伊能図」を開発した。この製品はインターネットを介して利用でき、国土地理院が提供する地理院タイルを利用し現代の日本地図と「伊能大図」を重ねたり並べたりして表示する機能を有している。「伊能大図」上に測量線や宿泊地といった地物をプロットすることもできる。ビューアの開発にあたっては、一般的なウェブブラウザ上で閲覧できるようにするため、JavaScript によるオープンソースライブラリである OpenLayers を用いた。一連の開発を通じて得られた知見や課題、課題解決手法などについて報告する。

Abstract: Kawade Shobo Shinsha and Tokyo Cart Graphic have produced jointly "Digital Inozu" DVDs. Those contain 214 images of "Ino daizu", a survey diary, and related GIS data. Analyzing and reconstructing various data such as correction images with coordinate position information, survey lines, coastlines, lodging places, and so on, I have developed the web version of "Digital Inozu". This product uses "Ino daizu" and related GIS data and the tiled web map provided online by Geospatial Information Authority of Japan. A current map of Japan and "Ino daizu" can be overlaid or arranged side by side available via the internet. The various features such as survey lines, lodging places, etc. can be plotted on "Ino daizu" too. I have used OpenLayers that is an open source JavaScript library to develop the web version viewer so that those maps and features can be viewed on a general web browser. I report on the knowledge, issues, and problem solving methods obtained through a series of developments.

キーワード: GIS, 伊能忠敬,「デジタル伊能図」,「伊能大図」, ラスタデータ, ベクトルデータ, GeoTIFF, GeoJSON, 地図タイル, ベクトルタイル, QGIS, tippecanoe, OpenLayers

Keywords: GIS, Ino Tadataka, "Digital Inozu", "Ino daizu", Raster data, Vector data, GeoTIFF, GeoJSON, Tiled web map, Vector tile, QGIS, tippecanoe, OpenLayers

1. 「デジタル伊能図」とは

江戸時代後期に、わが国で初めて日本全土を実測した伊能忠敬は、「伊能図」と呼ばれる詳細な地図を遺した。河出書房新社と東京カートグラフィックが共同制作した「デジタル伊能図」は、「伊能図」の基本図である「大図」(縮尺 1:36,000、枚数 214 枚)や「江戸府内図」などの画像データ、測量日記の原画像や翻刻テキストなどを収録した DVD であり、スタンダード版とプロフェッショナル版の 2 種類がある[1][2]。

これらの DVD には、「伊能図」を GIS によって閲覧・分析するためのソフトウェアも収録されている。 国

土地理院地図と「伊能図」を重ねて表示でき、海岸線、街道、自然地形、地名などが現代地図と比較できる。全国各地の地名や、「伊能図」に記載された宿泊地などから検索でき、宿泊地とリンクした「測量日記」を閲覧することもできる。

さらに、「伊能図」に関する GIS データそのものも収録されており、これらのデータを活用し、閲覧だけでなく独自の解析や分析をすることができる。「伊能大図」 214 枚や「江戸府内図」などの原画像はもちろん、現代地図への重ね合わせを意図して幾何補正されたワールドファイル付きのラスタデータ(画像データ)も収録

されている。「伊能大図」の精度は、それ以前に作成された地図とは比較にならないほど高いとはいえ誤差があり、そのままでは現代地図とぴったり重ならない。補正図は、別途調整を行って取得済であった測線を基準に位置合わせがなされ、現代の地図に重なるよう調整がほどこされたものである(参考文献[1]のユーザーズガイド参照)。

補正図のようなラスタデータだけでなく、詳細かつ大量のベクトルデータも収録されている。ベクトルデータは、緯度・経度からなる座標情報と、名称など地物を表すための属性情報からなるデータである。収録されているデータには、点を示すポイント型のデータと線を示すライン型、面を示すポリゴン型のデータがある。内訳は測線(海岸線や街道を測量した線)、海岸線(200年前の海岸線)、宿泊地(測量隊が宿泊した地点)、地名(村名・郡名・国名・寺社名・城郭・自然地名)、図枠(各「大図」の外枠、境界線)である[3]。

「伊能図」は、地理学、地形学、歴史工学、火山学、 津波工学などといった分野の研究において利用され ている[4]。こうした研究分野はもちろんのこと、これら 以外の研究分野にとっても「デジタル伊能図」に収録 されている各種デジタルデータは、活用のされかたし だいで、各研究領域に新たな発見をもたらしうる高い ポテンシャルをもった GIS データであると言えよう。

2. Web 版「デジタル伊能図」開発にあたって の課題

ところで、一昨年の2018年は伊能忠敬没後200年にあたる年であった。これを機に、DVDだけでなくインターネット上でも「デジタル伊能図」を配信し、より多くの人々が「伊能図」を閲覧できるように企画・開発されたものがWeb版「デジタル伊能図」である。現在、ADEACシステム上で利用できる[5][6]。全データの閲覧や全機能の利用が可能な製品版は有料で提供されている。一部の地域(浜松市西側)に限り、重ね機能や測線、地名の表示などを無料で閲覧・利用できる試用版が用意されている[7]。

単に DVD に含まれるソフトやデータを Web サーバやストレージにインストールしたりコピーしたりすれば Web 版として機能するわけではない。まず、DVD に収録されている GIS データをウェブブラウザが読み込める形式のデータに変換する必要がある。次いで、それらのデータをウェブブラウザが表示できるようにするためのビューアを開発する必要もある。DVD 版に収録されている各種データを変換・再構築すること、それらを表示

したりインタラクティブに操作したりできるビューアを開発することが、Web 版を開発するにあたっての主要な課題となった。もちろん他にも地名や測量日記の検索、「伊能図」や「測量日記」の原画像閲覧ビューアなどを含め、Web 版として機能するよう再構築したデータは多岐にわたる。それらの中で、本稿においては、「伊能大図」に対する GIS データの活用事例として、ラスタデータ(画像データ)のタイル化手法、ベクトルデータ(測線、海岸線や地名、宿泊地名などのデータ)のタイル化手法、およびそれらをウェブブラウザ上で閲覧できるようにする OpenLayers を利用したビューア開発の3点に関し報告したい。

3. ラスタデータのタイル化

ラスタデータをウェブブラウザで利用するために、「伊能大図」の補正図を地図タイル(マップタイル)化した[8]。国土地理院などからオープンデータとして提供されている地図タイルと「伊能大図」を重ねたり並べたりして両者を連動して閲覧できるようにするには、同じ形式の地図タイルを作成する必要がある。

36470,pre (%), 7,775, (3,118)	30/TEpro (*45.7/11) (8.616	SHYSpra (No. serie (1) (0)	29420pmq 1962-77453 162-83	29421 peq 1952 274 % 10,000	2H2Zpiq 66,0 246,0 163,03
Mail 2755.	948390) 948390) 9-10	540-3-9 540-2-7-1, 5-0-18	PNS 2005. 1 (488)	#846 (pag) 1968 794 3 55,400	99664393 Ph.6.7913 11,463
3948.pre P45.7/45. 16784	3040 pro 745 // (L/ 745 sp	30401.pmg 7502.22702 27.7302	29402.prog 2502.prof/s 304.021	29485.pmq 1952.2747A 1838.000	29-0-pmg into 7y-0 10,000
791.77 ČL 14.18	0000 gas) 1455 7461, 14400	945 777 (a 940 B	PAST 7791 (s. 244 100	FK-0 27+3	PLG 2712
3890 Jane (MG, Jane) (M712	Topog pro	2000 prog (ND JOHN) 51.510	2003-pmg 1162-2763 201103	2003.peq (http://d.a 27.5kg	2000 pro
240 77 fb.	E 2005/20	St. Committee	94-1444 1955 (94-15) 16-150	**************************************	PLEOTIC
2000 pro	20014 proj 2004 proj 2004 p	92115 pro 1932 - 1973 -	200 Spring 1780 - 275 A	25 Tang 15 150 2753 20-13	25 Ng 27 C
PACTORIL MART	965 7741, n.viii	Secretary Secretary Secretary	PRE 75-05, 175-68	26.0 (Jan) 26.0 (Jan) 20.00	3407-gay Bull 75-11 147-51
9855 pro PMD 2016 18166	50638 perg (*45, 771 l.) (8,446)	50027 pro 210 0 22 150 210 0 150	275.05 proj 1102.575 k 201.65	25527prag (N.S. 271 h (8.040)	2880pmg (862.727) 16.1 63
3401.prs 340.7/6 11.62	963 peg 945.7571-	3600 prog 2600 (See E) 167 88	2967-7969 2967-7969 923-939	965-peg 965-794-5 92465	3K/Signs FLG7y1/ 16/103
95995 pro 1945-77976 1913-86	7765.7711, 175.98	5050 geog 1965 (201) 15648	999-0 gray Phys 1795 is 96218	2040 pag 1NS-271.5 36108	5754Cproj (Noi 79 f.S 765 FB
265 Syd. 15.112	36-4 peq 340-7//() 46-192	365 Geng 265 Confu- 6648	296-Kapna 2962-797-0 (5-4-65	36-6-pnq 900-791/A 0.4-60	364ipm R.G7#0 1640
55905.pe y 31945.0797.b 14.748	### 77/1/ 25/08	5955 pag 595 200 fo 944 8	9960grap 1962 (1963) 1962 (1963)	5000gray 1N6 271.5 12.00	7864pag (3.677)

図1 ラスタデータのタイル化イメージ

変換にあたって、まず、DVD版に含まれるワールドファイル付き補正画像をGeoTIFF形式の画像ファイルに変換した。次に、GeoTIFF画像を入力ファイルとし地図タイル画像ファイルを出力する変換処理を実施した。いずれの変換処理についてもQGIS(Windows版バージョン 2.18)を利用した[9]。

1つ目の変換、すなわちワールドファイル付き補正 画像を入力ファイルとし、GeoTIFF 形式の画像ファイ ルを出力ファイルとする変換処理については、QGIS で当該補正画像を開き、別名で保存すればよい。具 体的な手順は次のとおりである。QGIS 起動後、「ラス タレイヤの追加アイコン」をクリックし、変換元とする画 像を開く。空間参照システムの選択を促すダイアログ 画面が表示されるので JGD2000 を選択する。選択 後、QGIS の画面上に選択した補正画像が表示される ので、画像が正しく読み込まれたか否かを確認でき る。この時点で、「レイヤパネル」欄に表示されているラスタ画像アイコンを右クリックし、メニューから「名前をつけて保存する...」を選択する。「出力モード」については「画像」を選択し、出力パス(フォルダ名、ファイル名)を指定し、「OK」ボタンをクリックする。

ラスタデータに関する2つめの変換、すなわち、 GeoTIFFファイルを入力ファイルとし地図タイルを出力ファイルとする変換については、QGISに付属するOSGeo4Wというシェルを用いる。具体的な手順としては、同シェルを起動後、変換元とするGeoTIFFファイルを保存したディレクトリに移動し、gdal2tilesコマンドを実行する。コマンドの実行例は次のとおりである。

gdal2tiles -s EPSG:4612 -z 5-16 ./inodaizu111.tif ./inodaizu111 tiles

印刷の都合で改行されているが実際には改行せず に1行のコマンドとして実行する。

このコマンド例においては、4つのオプションを指定した。-s オプションには、EPSGコードを指定する。ここでは EPSG:4612とした。-z オプションには、出力したいタイルレベル(ズームレベル)の範囲を指定する。ここでは元画像の画質や出力に要する処理時間を勘案してレベル 5 から 16 までを指定した。3 つめのオプションには、入力元とする GeoTIFF 画像ファイル名を指定する。4 つめのオプションには出力先フォルダ名を指定する。

このように大きく2段階に分けられる一連の変換処 理を、「伊能大図」214ファイル分に対して実施した。 出力されるタイル画像は PNG 形式のファイルである。 1ファイルあたりの容量は数キロバイトから数十キロバ イトと小さなファイルとなる一方で、多くのファイルが生 成される。ラスタ画像をタイル化することでウェブブラウ ザが描画に必要する画像データの読み込み量を減じ ることができ、短時間で地図を描画できる利点がある 一方、事前に準備しておくべきファイル数が膨大なも のとなる点については注意が必要である。変換前の TIFF 画像に比べて総容量が大きくなるので、利用す るハードディスクや SSD などのストレージには十分な 空き容量を確保しておいたほうがよい。例えば、元画 像として DVD に収録されている「伊能大図」111番 「浜松」の TIFF ファイルを変換した場合、変換前のフ ァイルサイズは約 16MB(解像度 300pi、幅 8,349×高 さ4,858 ピクセル)であったが、GeoTIFF ファイル変換 後のファイルサイズは約 154MB となり、さらに GeoTIFF ファイルを地図タイル画像に変換後は、総フ ァイル数 14,227、総フォルダ数 277、総容量は約 490MB となった。

4. ベクトルデータのタイル化

シェープファイルは GIS データフォーマットの一種であり、ベクトルデータを記録するのに適したファイルである[10]。シェープファイルは専用の GIS ソフトウェアを使えばもちろん参照できるが、ウェブブラウザで参照する際には、これを GeoJSON など別形式のファイルに変換して利用するのが一般的な手法となる。そこで、ラスタデータの変換においても使用した QGIS を用い、DVD 版「デジタル伊能図」に収録された各シェープファイルを、まずは GeoJSON ファイルに変換した。

シェープファイルを入力ファイルとし、GeoJSON 形 式のJSONファイルを出力ファイルとする変換処理に ついて、具体的な手順は次のとおりである。 OGIS 起 動後、「ベクタレイヤの追加アイコン」をクリックし、表示 されるダイアログ画面上の「ブラウズ」ボタンをクリックし て、変換元とするシェープファイルを開く。OGIS の画 面上にシェープファイルの内容がプロットされるので、 シェープファイルが正しく読み込まれたか否かを確認 できる。この時点で、「レイヤパネル」欄に表示されて いるシェープファイルアイコンを右クリックし、メニュー から「名前をつけて保存する…」を選択する。保存設定 のためのダイアログ画面が表示されるので、「形式」に ついては「GeoJSON」を選択し、出力ファイル名を所定 の入力欄に入力し、「CRS」が EGSG:4612, JGD2000 となっていることを確認し、「OK」ボタンをクリックする。 もし出力されたファイルが文字化けするようであれば、 事前に GGIS の「設定」メニューから「オプション」メニュ ーの「データソース」を選択し、「シェープファイルのエ ンコーディング宣言を無視する」のチェックをはずした うえで再度、変換処理を実行すると、文字化けが解消 する場合がある。

変換後の GeoJSON ファイルについて、それぞれのファイルサイズや要素数は次表のようになった。

表 1 主要ベクトルデータの要素数と GeoJSON ファイル変換後のファイルサイズ

種類	要素数	ファイルサイズ
測線	57,684	230 MB
海岸線	26,796	196 MB
宿泊地	4,471	2 MB
地名	35,521	16 MB
図枠(大図のみ)	214	77 KB

この結果から明らかなように、図枠以外のベクトルデータについては、要素数、ファイルサイズともにウェブブラウザにおいてオンラインの状態で参照するには大きすぎる要素数でありファイルサイズであると言えるだろう。「伊能大図」上にベクトルデータを描画しようとしても、場合によっては、ネットワーク越しに総容量が数百MBにもなるデータが送受信されることになり、閲覧側の画面はいわゆるフリーズしてしまい、このままでは実用に耐えないことが分かった。

プログラミングに関する格言に、「分割して統治せよ」というものがある。大きな問題は小さく分割して対処すると解決しやすいという意味なのであろうが、この格言をヒントとして、文字どおり、巨大な GeoJSON ファイルを分割する手法を取ればよいことに思い至り、課題解決策として、ベクトルタイル化を試みた[11]。

GeoJSON を入力ファイルとしベクトルタイルを出力ファイルとする変換処理については、mapbox 社が公開する tippecanoe および MBUtil というツールを使用した[12] [13]。 どちらも Linux 環境下で動作するコマンドラインツールである。 前者のコマンド実行時の出力結果としてベクトルタイルを得ることができ、後者を用いて出力されたファイルを調整する。

tippecanoe コマンドの実行例は次のとおりである。

tippecanoe -l sokusen -B9 -al -z16 -Z5 o ./sokusen.mbtiles ./sokusen.geojson

印刷の都合で改行されているが実際には改行せず に1行のコマンドとして実行する。

このコマンド例は、ジオメトリタイプが線の GeoJSONファイルに対してのものである。この例においては、7つのオプションを指定した。-1オプションには、ビューアなどに使用する JavaScript が当該ベクトルデータを識別するために必要なレイヤ名を指定する。ここではsokusen としている。-B オプションには、描画すべきデータが稠密になった際に、適度に表示データを間引く閾値となるタイルレベルを指定する。ここでは9を指定している。-al オプションはズームアウト表示時にライン

データを点描するために指定する。ズームアウト時、す なわち、画面上のごく狭い範囲に全情報を使って線を 描画すると負荷がかかりすぎ、描画速度が遅くなって しまうのを避けるためである。-z オプションには、描画 対象とする範囲の最大ズームレベルを指定する。この 例においては 16 を指定している。-Z オプションには、 描画対象とする範囲の最小ズームレベルを指定する。 この例においては5を指定している。同じアルファベッ トでも小文字のzオプションと大文字のZオプションで は意味が異なる点に注意が要る。-o オプションには出 力先ファイル名を指定する。最後のオプションには入 カファイルとなる GeoJSON ファイル名を指定する。他 にもいくつかの有用なオプションがあるので、ジオメトリ のタイプやウェブブラウザ側での描画内容、描画の目 的、描画速度などの諸条件を勘案しながら、オプショ ンを設定し、出力内容を調整していくとよいだろう。

tippecanoe コマンドによって出力される mbtiles 形式のファイルは、複数のタイルが 1 つのファイルにまとめられたものであるので、さらにこのファイルを個々のタイルへエクスポートする必要がある。このエクスポートは、mb-util コマンドを用いて、例えば次のように実行する。

mb-util --image_format=pbf sokusen.mbtiles sokusen_tiles

印刷の都合で改行されているが実際には改行せずに1行のコマンドとして実行する。--image_format オプションには出力されるファイル形式を指定する。参考文献[11]によれば、ベクトルタイルは Protocol Buffers 形式のファイル[14]にエンコードされるので、それを示すファイル形式である pbf を指定する。その他、入力ファイルとして mbtiles 形式のファイル名を指定し、最後にタイルの出力先となるルートディレクトリを指定する。

出力された個々のファイルは zip 形式で圧縮されているので、gzip などのコマンドで解凍する。また参考文献[11]によれば、ファイルの拡張子は.mvt が適切であると記載があるので、.mvt という拡張子を解凍後のファイルに付与する。

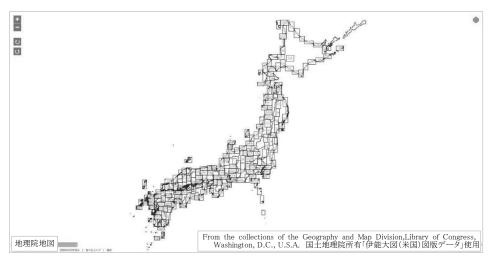


図2 ビューア表示例 地理院タイル「白地図」に大図214枚の図枠をプロット

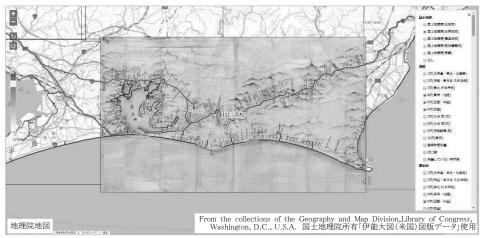


図3 ビューア表示例 地理院タイル「淡色地図」に大図番号111番「浜松」を重ね表示

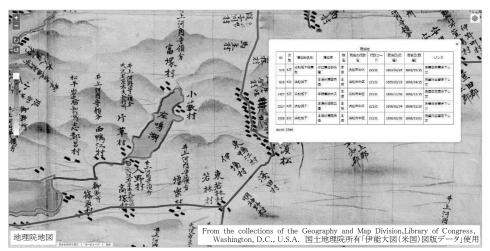


図4 ビューア表示例 宿泊地クリック時のポップアップ情報表示

5. OpenLayers

オンライン地図をウェブブラウザで表示するための JavaScript ライブラリとして Leaflet や OpenLayers が知られている[15] [16]。 Leaflet はシンプルで導入が比較的容易なライブラリとして知られているが、プロットする地物数が多いこと、レイヤを操作するためのコントローラが必要なこと、回転などの複雑な操作が要求されること、ベクトルタイル形式のデータを扱いやすいことなどを考慮し、今回のケースにおいては OpenLayers(バージョン 4.6.5)を利用してビューアを開発した。

OpenLayers を用いて開発したのは、前述したラスタデータやベクトルデータを、国土地理院が配信するいくつかの地図タイルをベースとし、それらに重ねたり並べたりして連動させ、表示することを目的とするビューアである。地図の拡大・縮小・移動・回転、背景とする国土地理院地図の切り替え(白地図・淡色地図・標準地図・色別標高図・写真の5種類から選択)、レイヤとして重ねる「伊能大図」214枚それぞれについて表示・非表示の切り替え、「伊能大図」を現代地図に重ね表示する際の透過率の変更、測線・宿泊地・地名などの表示・非表示選択といった諸機能を、主に実装した。

「伊能大図」ビューアには、以上の基本機能に加えて、画面上に描画された地物をクリックするとベクトルタイルを読み取って属性情報を表示したり、各宿泊地で書かれた「測量日記」を表示するためのリンクを表示したりする機能も実装されている。その他、閲覧するため

に使用している機器が実際に存在する現在位置への 移動や、地図の重ね表示・並べ表示切り替え、地名な ど各種検索結果からの連携表示なども考慮した作りと なっている。

背景地図として描画する国土地理院地図タイルや「伊能大図」214枚を独自に加工した地図タイルなどのラスタデータは、ol/layer/Tile クラスを使って読み込む。宿泊地や測線などのベクトルタイルは ol/layer/VectorTile クラスを使って読み込む。重ね地図の描画については、これらのクラスを使って読み込んだ各レイヤを、Map クラスのオブジェクトにレイヤ指定すればよい。加えて、透過率を指定するスライダやレイヤを選択するチェックボックス、回転用ボタンなどの別途用意する必要があるコントロールもあわせてMap クラスのオブジェクトに指定する。

図 2~図 4 のような重ね地図を描画する場合、各レイヤを Map クラスのオブジェクトに読み込むだけで、OpenLayers にもともと備わっている機能により、地図の表示位置の移動、拡大縮小、回転などの操作について、基本的には、それぞれの地図の動きや操作が自動的に同期される。しかし、図 5 のように地理院タイルと「伊能大図」タイルを並べて表示する場合は、両地図の動きを同期させる関数を独自に記述しなければならなかった。



図 5 ビューア表示例 地理院タイル「淡色地図」と大図番号 111 番「浜松」の並べ表示

両地図を並べて描画する場合には、双方の地図の どちらか一方において、移動、ズーム、回転といった操 作が発生したときに、互いの地図の中心緯度経度、ズ ームレベル、回転角度について同期をとるようにソース コードを記載すると良い。次の例は地理院地図(地図 1とする)の表示上の中心位置が移動した際に「伊能 大図」(地図 2とする)の表示上の中心位置を同じ位置 へ移動させる JavaScript コードの記述例である。

```
1: var v1change = false;
 2: var v2change = false;
 3:
 4: view1.on('change:center', function (evt) {
 5:
         if (v1change) {
 6:
              return;
 7:
 8:
         if (v2change) {
 9:
              return;
10:
         }
11:
         v1change = true;
12:
         view2.setCenter(view1.getCenter());
13:
         v1change = false;
14: });
```

コード例中の view1 という変数は地図 1 を、view2 という変数は地図 2 を、それぞれ示すものとする。

1行目に、地図1が同期処理中であるか否かを示す変数 v1change を定義している。同様に2行目には、地図2が同期処理中であるか否かを示す変数 v2change を定義している。

4 行目以降に、地図1の中心位置変更イベントに対応する関数を記載している。イベント発生時に処理すべき内容が記載されている関数である。5 行目で、もし地図1が同期処理中であれば、以降の処理をキャンセルし、何も処理せずにこの関数を終了する。同様に、8 行目で、もし地図2 が同期処理中であれば、以降の処理をキャンセルし、何も処理せずにこの関数を終了する。

11 行目で、v1change 変数に true を代入し、地図 1 が同期処理中であることを設定している。12 行目には、この関数の中心となる処理が記載されているのだが、地図 2 側の中心座標に対して、地図 1 と同じ中心座標がセットされている。

13 行目で、v1change 変数に false を代入し、地図 1 側の同期処理が終わったことを設定しているが、これは、地図 1 側での地図の中心位置が変更した際の同期処理を再び受け入れられるようにするためである。

なお、ここに例示したソースコードはあくまでも説明 のためのものであり、実際にコピーして利用しても意図 したとおりに動作しない可能性がある点に留意された い。

OpenLayers に関しては、利用できるクラスや API に関するドキュメント、サンプルコードなどが公式サイト上で豊富に公開されているし[17] [18]、これら以外の情報源においても有用なコーディング例を見つけ出すことができると思われる。情報源が多いので、どんな API を利用しどのようにコーディングしたらよいかといった点で手がかりを得やすいライブラリである。その一方でOpenLayers の開発が活発に行われていることの裏返しでもあると思われるのだが、開発ペースが予想外に速く、依拠するライブラリのバージョンによってコーディング内容を変えないと、意図した結果を得られない場合もある点には注意が必要である。

6. おわりに

「伊能大図」214 枚のラスタデータを地図タイル化するには、QGIS を用いる場合、補正画像(ワールドファイル付き TIFF ファイル)→GeoTIFF ファイル→地図タイルという手順をふめばよいことが分かった。

宿泊地や測線などの地物に関するベクトルデータについては、シェープファイルを GeoJSON ファイルに変換して利用しようとしたところ、ウェブブラウザにとっては一度に送受信されるデータ量が多すぎ、そのままでは描画のために利用できないという問題が生じた。この問題については、ラスタデータ同様に、ベクトルデータもタイル化するのが解決策として有効であった。ベクトルタイルを生成するための変換過程はやや複雑であるが、シェープファイル→GeoJSON ファイル→mbtiles ファイル→pbf ファイル→バイナリベクトルタイルファイルという手順をふめばよいことが分かった。なお、ベクトルタイルについては国土地理院が提供実験を継続しているなど[19]、高度な地図描画にとってますます必要不可欠なものとなっていくことが予想される

このようにして変換したラスタデータやベクトルデータを、国土地理院からオープンデータとして提供されている地図タイルと連動させて表示したり操作したりするためのビューア開発には、OpenLayers を利用した。OpenLayers に標準で備わっているクラスや API を利用すれば、ほとんどの機能を実装できた。もっとも、一部の機能は独自に実装する必要があり、本稿においては、並べ表示時の同期処理を例示した。

以上のような過程を経ることにより、インターネット上で閲覧できる Web 版「デジタル伊能図」をリリースでき

るという成果が得られた。GIS をめぐる ICT 環境や利用できるデータベース、データセットが、今後、ますます整備されていくにつれ、「伊能大図」に関する様々な活用事例が創発されていくものと予想される。そのような動向に関心を寄せつつ、今後も機会があれば、現在リリースされている Web 版をさらにブラッシュアップしていきたい。

https://maps.gsi.go.jp/development/vt.html, (参照 2020-01-11).

[19] "ベクトルタイルとその提供実験について".

本稿を執筆するにあたっては「デジタル伊能図(®東京カートグラフィック 2015、©河出書房新社 2015)」スタンダード版、プロフェッショナル版、両 DVD と、Web 版「デジタル伊能図」を使用いたしました。

参考文献

- [1] 村山祐司, デジタル伊能図 スタンダード版, 河出書房新社, 2015.12
- [2] 村山祐司, デジタル伊能図 プロフェッショ ナル版, 河出書房新社, 2015.12
- [3] "地図データ定義".http://www.kawade.co.jp/news/地図データ定義.pdf, (参照 2020-01-11).
- [4] 河出書房新社編集部 編, モリナガ ョウ 絵, 伊能図探検, 2018.9, pp. 75-95.
- [5] "ADEAC ®: A System of Digitalization and Exhibition for Archive Collections". https://trc-adeac.trc.co.jp/, (参照 2020-01-11).
- [6] "ADEAC とは". https://www.trc-adeac.co.jp/about/index.html, (参照 2020-01-11).
- [7] "河出書房新社・東京カートグラフィック/ Web 版デジタル伊能図【お試し版】". https://trcadeac.trc.co.jp/WJ11C0/WJJS02U/1391075150, (参照 2020-01-11).
- [8] "マップ タイル". https://www.esrij.com/gis-guide/web-gis/map-tile/, (参照 2020-01-11).
- [9] "QGIS フリーでオープンソースの地理情報システム". https://www.qgis.org/ja/site/index.html, (参照 2020-01-11).
- [10] "シェープファイル". https://www.esrij.com/gis-guide/esridataformat/shapefile/, (参照 2020-01-11).
- [11] "Vector tile specification". https://docs.mapbox.com/vectortiles/specification/, (参照 2020-01-11).
- [12] "tippecanoe". https://github.com/mapbox/tippecanoe, (参照 2020-01-11).
- [13] "MBUtil". https://github.com/mapbox/mbutil, (参照 2020-01-11).
- [14] "Protocol Buffers". https://developers.google.com/protocol-buffers/, (参照 2020-01-11).
- [15] "Leaflet". https://leafletjs.com/, (参照 2020-01-11).
- [16] "OpenLayers". https://openlayers.org/, (参照 2020-01-11).
- [17] "OpenLayers API". https://openlayers.org/en/latest/apidoc/, (参照 2020-01-11).
- [18] "OpenLayers Examples". https://openlayers.org/en/latest/examples/, (参照 2020-01-11).