「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。

25485.prs 1942; 1, 12, 12, 112	3445.prg P42.7.v12 96.010	20470 prog 21402 20470 2111 80	Shira 22473 Naz 22473 Naz 168	20431.paq (462.2.47.5 93.6503	2H22pm IAU 2H5 H5102
Mattery Mattery Local	0400 (res) 9403 (res) 9403 (res)	Past Specie Visit Specie Visit B	Printings of Printings of Printings of Printings of Printings of Print	Paca 29-23 19-3 29-23 19-305	99846999 15.6.29%3 15.463
25486.prs PNG 22712 16712	20406 pro 2465 22102 215 10	20401.proj 2562.0.010. 1913.1.00	29402.prva 29402.prvd 29402.prvd 264.928	20405.pnq +http://white +http://w	2940-grag kinig 7943- 10.1163
Although and Altho	1445 5776L	Past State	Philippen Philippen Aur 201	18.8.254 (h	PLATE STATE
3050 Lare PNG JUTE S1712	State State	3000 pro 640 John John John John John John John John	2003-grig (Ng. 2005) 25.1 Kill	11 2003.png Photo.com/5 27.5 kg	100.945
The serie	10 marsh	Au anti-	100 1000 100 200 (0 100 000	FRS 55+(3 16-25)	RADES
1000.prg (*42.171). 10150	20014.prg 745.2771. 20745	At state	221 Kgrog Phg. 2015. 8. 223 Kg	157 1257 1259 157 152 .77(3 13,413	25 10 mg
PI ANT THE	35 245 72-01, 245 72-01, 245 72-01,	Section Section Section	PAST Trees	100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	PL07PL5
2003 pro PNo 3216 10100	5525 prg 2455,2711, 32,438	50527 prg 1965 - 20036 20036	2003.grig 1N2.37f.k. 20143	55525prag (NS 27473 98,0405	7830grag 1850.727.5 1810.727.5
340Apre 29027276 10112	34531 peg 945 759(), 17,632	34030 proj 2405 (50476) 1627 685	1963/ghtg 2965 75%/in 1923/08	2465 (per) 2865 (per) (s 172005	363600 R.57713 1610
909554979 1945-2246 111248	2745 3741 745 3751	5555 arg 2465 (241), 15648	2540 gray 1953 57455 36218	1065713 185773	754Cprg (565/27/3 76573
2453.pre 2453.pre 1513.2	345-4 pro #45-7/11 -45-110	365-6 proj 2562 (2745) 366 (10)	29676.pmg 2962 794616 754763	36547.pmg 2965.7547.5 15.6403	28546gmg FR.677-63- 15643
17901.0*V 244-2771	11451 14 M	Sastina Sastina	5555 proj 1565 - 591.5	The Strike	Philipson Philipson

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。

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 ヨウ 絵, 伊能図探検, 2018.9, pp. 75-95.
- [5] "ADEAC ® : A System of Digitalization and Exhibition for Archive Collections". https://trcadeac.trc.co.jp/, (参照 2020-01-11).
- [6] "ADEAC とは". https://www.trcadeac.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/gisguide/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).
- "Vector tile specification".
 https://docs.mapbox.com/vector-tiles/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).

[19] "ベクトルタイルとその提供実験について". https://maps.gsi.go.jp/development/vt.html, (参照 2020-01-11).

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。