6. Gaihozu Viewer: Indonesian-territory version (GV-I) の公開

星田侑久（特定非営利活動法人 オープンコンシェルジュ）
中谷友樹（東北大学 大学院環境科学研究科 教授）
永田彰平（東北大学 大学院環境科学研究科 博士後期課程）
磯田弦（東北大学 大学院理学研究科 准教授）
関根良平（東北大学 大学院環境科学研究科 助教）

1. はじめに

歴史史料のデジタルアーカイブをインターネット上で公開することは非常に重要な取り組みであり，外邦図も例外ではない．公開されている外邦図のデジタルアーカイブの例としては，東北大学の外邦図デジタルアーカイブ [1]，スタンフォード大学の Gaihozu: Japanese Imperial Maps[2]，日本版 Map Warper[3]などがある．

東北大学はすでにデジタルアーカイブを長期間運用してきたが，情報の閲覧に関するインターフェイスや情報の再利用の点で制約が大きかった．そこで 2020 年，東北大学はインドネシア地域の 680 枚の外邦図をインタラクティブに検索，閲覧できる新しい Web アプリケーションとして Gaihozu Viewer : Indonesian-territory version (https://nakaya-geolab.com/GaihozuV/) をリリースした．このアプリケーションでは，幾何補正された外邦図の画像を利用することにより，外邦図と現在の背景図を重ね合わせることが可能となり，3 次元的な景観表示を含め，過去と現在を容易に比較できる点が特徴的である．

2. 公開した Web アプリケーション

開発した Web アプリケーションは，地図を起点としてユーザーが外邦図を簡単に検索できるインターフェイスを提供する．Web アプリケーションを開くと，はじめに図 1 のように製版時期によって色分けされた外邦図の図郭が表示される．

図郭の地図は複数の図郭が同時に選択されないように，縮尺によってフィルタリングできる．地図上の図郭をクリックすると，外邦図の縮尺や製版時期などのメタデータが表示され，該当する外邦図の幾何補正済みの画像が 3 次元，あるいは，2 次元で表示される．

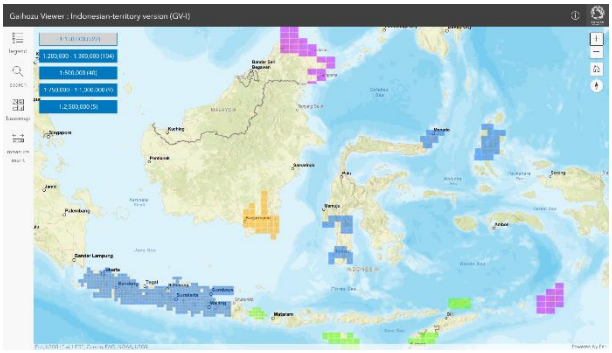

図 1 : Web アプリケーションを開いた直後の画面

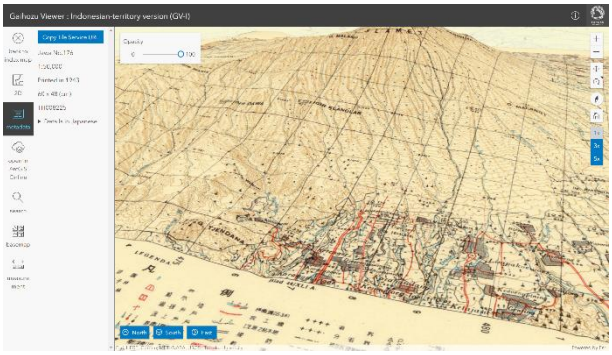

図 2: 3 次元で表示された外邦図

外邦図の画像の透過度を変更することにより，衛星画像や道路地図，地形図をはじめとする現在のさまざまな背景図と比較できる．図 2 のように，3 次元で外邦図を可視化することにより当時の景観をより忠実に再現できる．また，高さ方向の倍率も変更可能である．

図 3 はジャカルタ北東部の 1943 年に製版された外邦図であり，当時は湿地や貯水池が広がっていたことがわかる．一方，図 4 は同じエリアの現在の衛星写真であり，市街地が広がっていることがわかる．これらの元来湿地帯であった地域は地震や洪水などの自然災害に対して脆弱性が高いと考えられる．

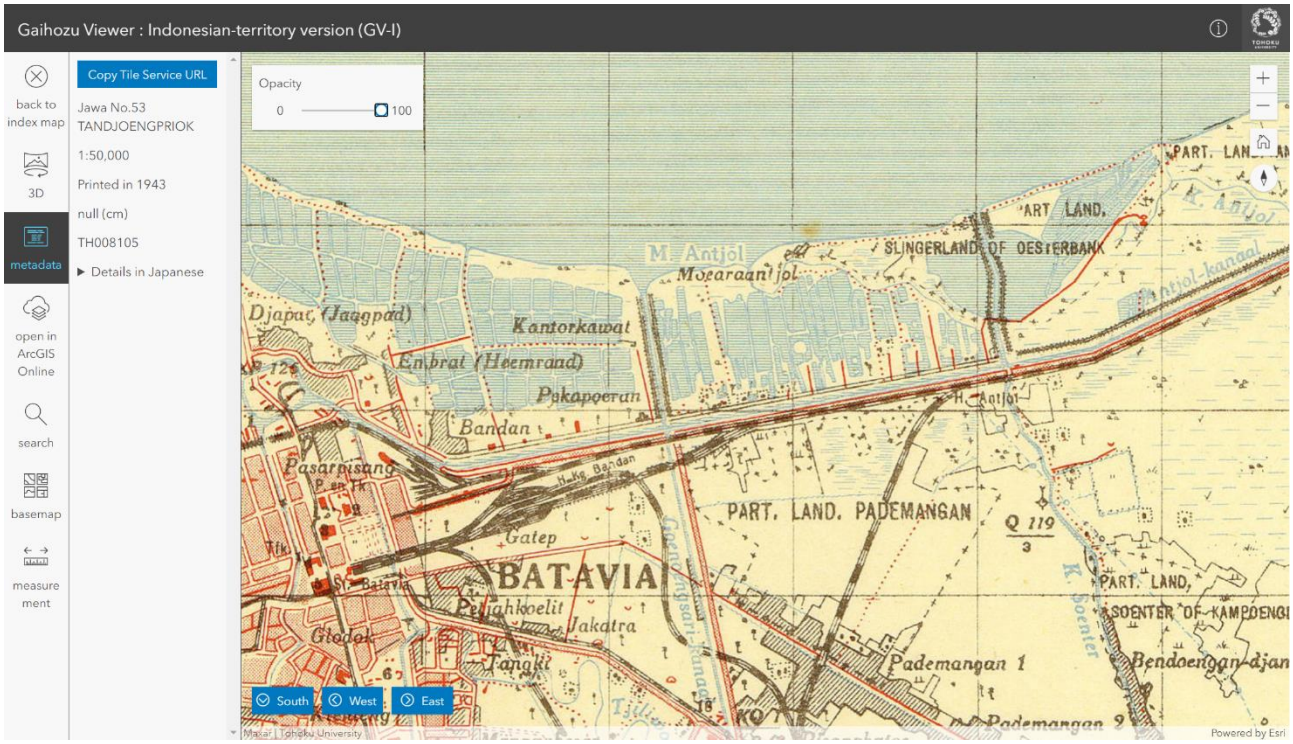

図 3: 1943 年に製版されたジャカルタの外邦図

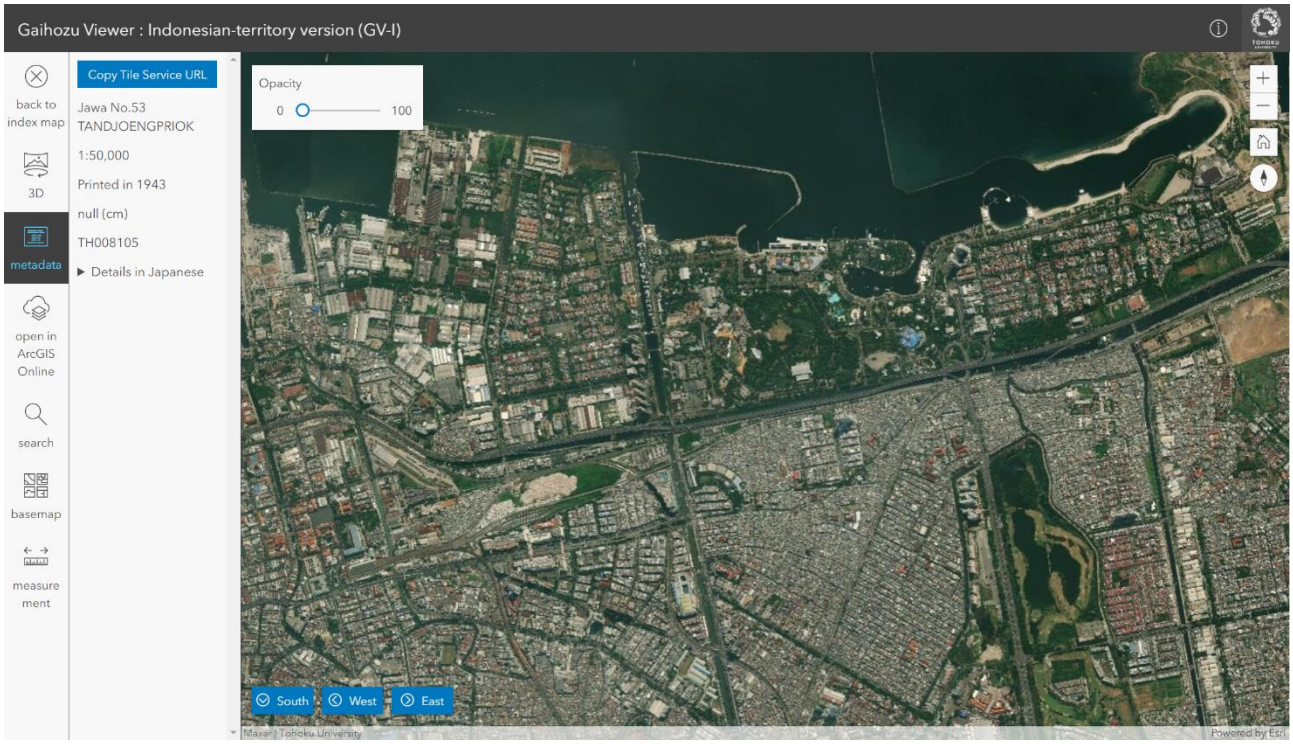

図 4: ジャカルタ（図 3 と同一エリア）の現在の衛星写真

図 5 はスマトラ島南東部に位置する旧パレンバン州の 1944 年に製版された外邦図であり，一帯はマングローブ林に覆われている．図 6 は同一エリアの現在の衛星写真であるが，多くの森林が失われている

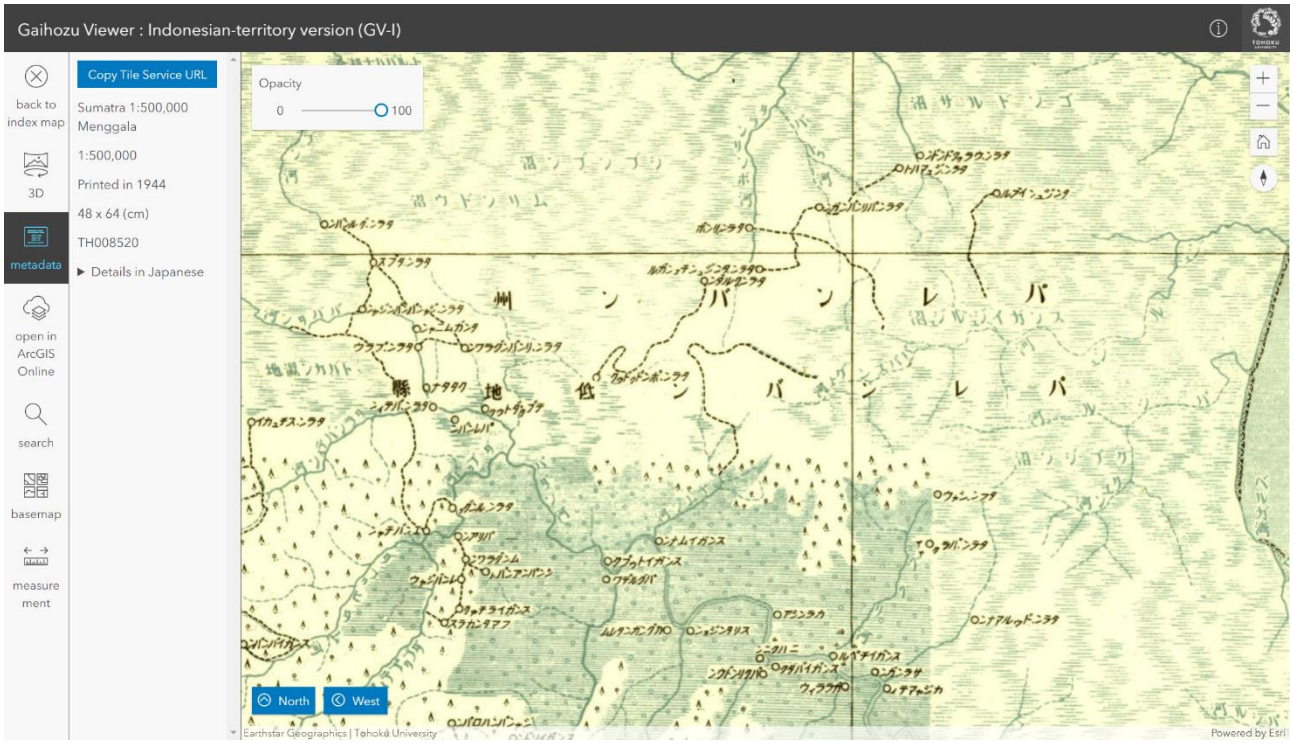

図 5: 1944 年に製版された旧パレンバン州の外邦図

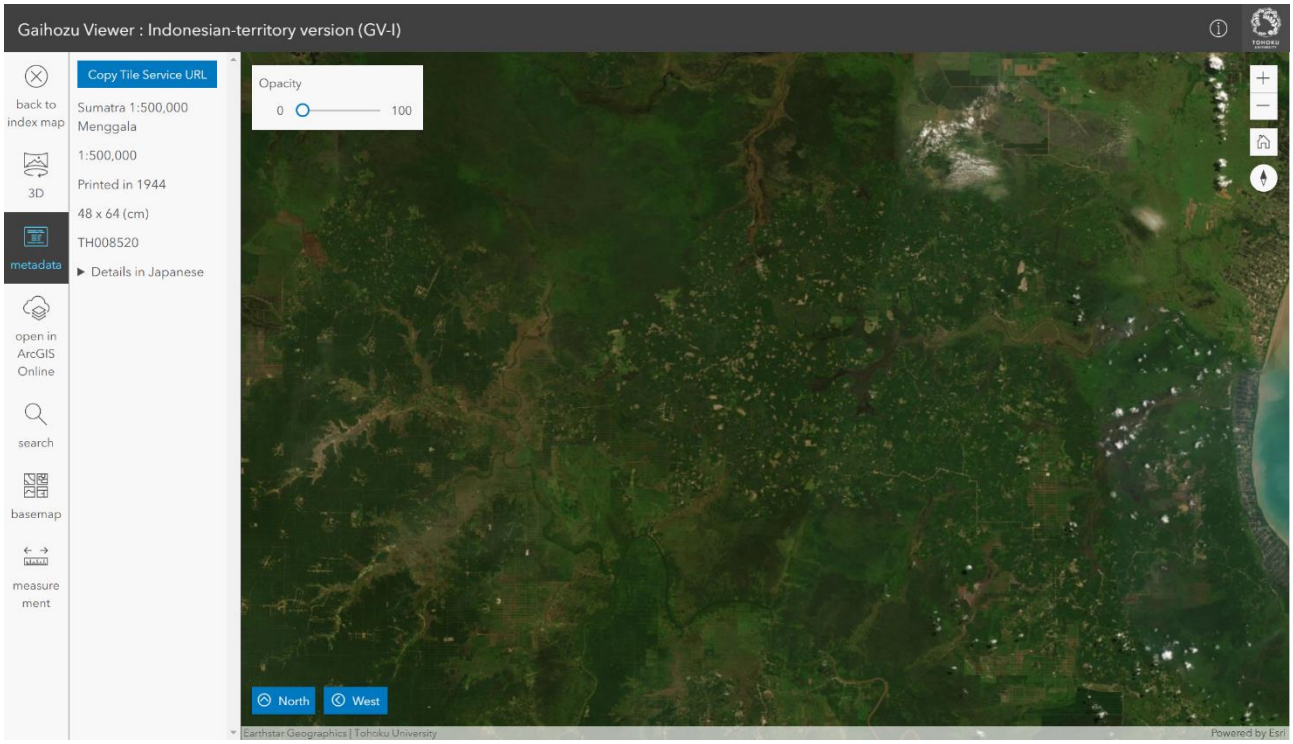

図 6: 旧パレンバン州（図 5 と同一エリア）の現在の衛星写真

ことがわかる．

このように現在の土地利用と過去の土地利用・土地被覆を比較することにより，近代化や森林伐採などによって生じた重要な環境変化を把握できる．

3. 使用した外邦図

アプリケーションを開発するにあたって，東北大学所蔵のインドネシア地域の外邦図 680 枚を使用した．これらの外邦図の縮尺ごとの図面数を表 1 に，製版時期ごとの図面数を表 2 に示した. 幾何補正は，外邦図の 4 隅の位置を画像上で目視により取得し，画像から読み取れる 4 隅の緯度経度を利用して行った. 旧陸軍参謀本部･陸地測量部が作成した外邦図の座標系の多くは EPSG: 4301 Tokyo（いわゆる日本測地系）と考えられる．一方で，オランダ軍が作成した一般図を複製して作成された外邦図は図 7 のように経度がバタヴィア（現在のジャカルタ）を基準とした値で記載されており，これらの地図の座標系は EPSG: 4211 Batavia，もしくは，EPSG: 4813 Batavia (Jakarta) と推測される．幾何補正した結果は現在の地図と道路等の比較可能な目標物で一致することを確認した．ただし，座標系を特定できない図面も一部存在した.

4. Web アプリケーションの技術的な解説

この Web アプリケーションは ArcGIS（ESRI ジャパン株式会社）を利用して構築した．図郭や外邦図の画像の Web サービスは ArcGIS Online[4]と呼ばれるクラウド GIS サービス上にホストされている．これは地図を作成，利用，管理する機能をもつ saas (Software as a Service) 型のサービスである．背景図や，3 次元で外邦図の画像を表示するための現在の標高の情報はこの ArcGIS Online によって Web サービスとして提供されるため，ユーザーはこれらのデータを用意する必要はない．また，クラウドサービスであるため，サーバーなどのハードウェアを準備する必要がない，リクエスト数に応じてリソースが自動的にスケーリングされる，ソフトウェアのアップデートは年に 4 回自動的に実施され常に最新の機能を使うことができる，といった特長がある.

多数の外邦図の画像サービスを単一の Web アプリケーションから検索，表示するための機能や，単一の画像サービスを 3 次元と 2 次元の双方で可視化するための機能を実装するために，ArcGIS API for JavaScript を用いてフロントエンドの Web アプリケーションを開発した.

表 1: 使用した外邦図の縮尺ごとの図面数

縮尺	図面数
1: 25,000	5
1: 50,000	397
1: 100,000	119
1: 150,000	1
1: 200,000	77
1: 250,000	24
1: 300,000	3
1: 500,000	40
1: 750,000	8
1: 1,000,000	1
1: 2,500,000	5

表 2: 使用した外邦図の製版時期ごとの図面数

製版時期	図面数
1939	5
1940	51
1941	14
1942	107
1943	437
1944	66

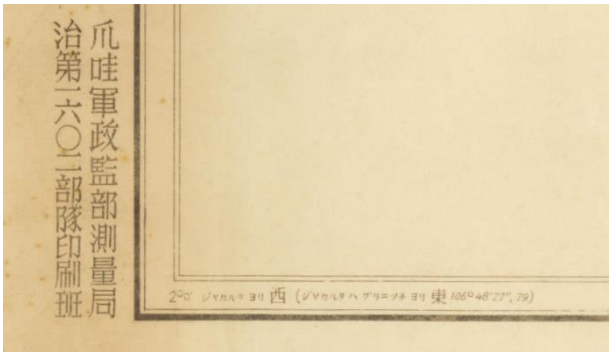

図 7: バタヴィアを基準とした経度が記載されている外邦図の例

5. 公開した外邦図の他のアプリケーションでの利用

本アプリケーションでは，任意の外邦図の画像サービスに，ほかのユーザーによって公開されている

ArcGIS Online 上のコンテンツを重ね合わせることで，ユーザーはオリジナルの Web マップを作成できる．図 8 は図 5 と同じ外邦図に，ArcGIS Online 上で公開されている Global Forest Watch による Crowdsourced fires and burn scars[5]を重ね合わせた Web マップである．これはどこで森林伐採が行われたか衛星写真をもとにクラウドソーシングによって作成したデータであり，例えば，外邦図と比較して減少した森林の面積を推計できる可能性がある．このように，外邦図に異なるデータをマッシュアップすることでさらなる洞察を得ることができる．

配信している外邦図の画像サービスは，OGC（Open Geospatial Consortium）が定める WMTS（Web Map Tile Service）に対応しているため，ArcGIS 製品はもちろん，ほかのさまざまなクライアントからも読み込むことができる．個々の外邦図の画像サービスはユニークな URL を持っており，Web アプリケーション上でユーザーは閲覧している外邦図の画像の WMTS の URL を取得できる．例えば ArcGIS Pro や，オープンソースの GIS ソフトウェアである QGIS 上で WMTS の URL を追加して，外邦図の画像を表示することが可能である（図 9，図 10）．ファイルをダウンロードしたり変換したりすることなく，直接これらのクライアント上で画像サービスを取り込むことができる．

6. おわりに

東北大学が所蔵する外邦図は 12,000 枚を超え，これまでも多くの専門家に利用されてきた．このデジタルアーカイブをより充実したものにするため，今後もほかの地域の外邦図を幾何補正し，公開していく予定である．このデジタルアーカイブの活用によって，貴重な現代の歴史史料が一般の方にも身近になり，より多くの人に利用されることが期待される．

注

1) http://chiri.es.tohoku.ac.jp/~gaihozu/，2021 年 1 月 24 日アクセス．

2) https://guides.library.stanford.edu/c.php?g=1022137&p=7728752，2021 年 1 月 24 日アクセス．

3) https://mapwarper.h-gis.jp/，2021 年 1 月 24 日アクセス．

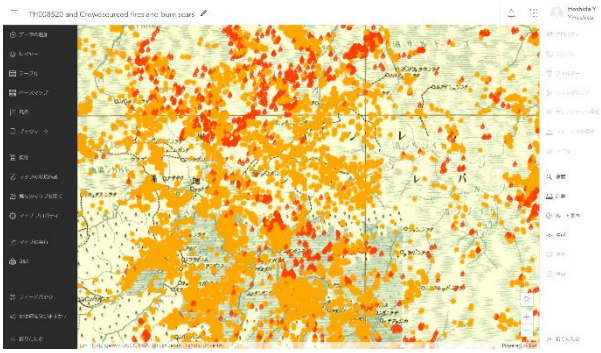

図 8: 外邦図の画像サービスに他のデータを重ね合わせた Web マップ

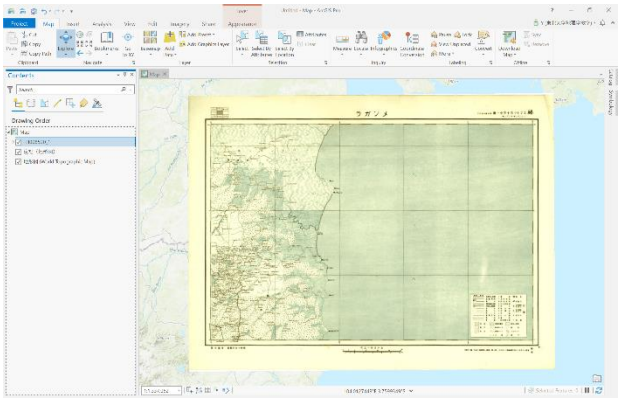

図 9: ArcGIS Pro で読み込んだ外邦図の画像サービス

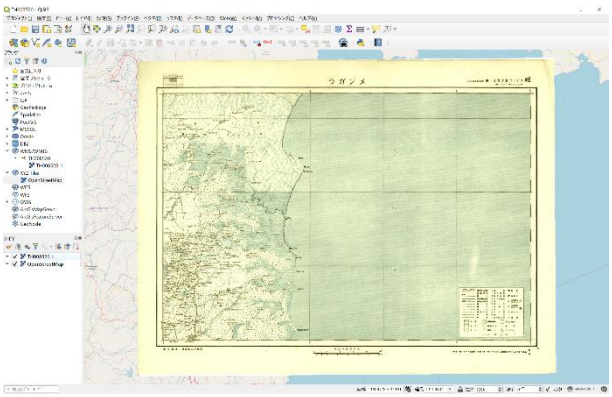

図 10: QGIS で読み込んだ外邦図の画像サービス

4) https://www.arcgis.com，2021 年 1 月 24 日アクセス．

5) https://www.arcgis.com/home/item.html?id=24788a0233b543dd86753d56aea95ba8，2021 年 1 月 24 日アクセス．