

令和 2 年度衛星画像解析による現地確認作業の
効率化手法の開発・調査業務 別添資料

中山間地域等直接支払制度における
衛星画像を用いた現地調査実施マニュアル

令和 4 年度改訂版

令和 5 年 1 月

一般財団法人リモート・センシング技術センター

はじめに

中山間地域等直接支払制度は、農業の生産条件が不利な地域における農業生産活動を継続するために、国及び地方自治体による支援を行う制度として、平成 12 年度から実施してきており、平成 27 年度からは、「農業の有する多面的機能の発揮の促進に関する法律」に基づいた安定的な措置として実施されています。

この中山間地域等直接支払交付金などの日本型直接支払制度等の運用にあたって、農用地区画ごとの実施状況の現地確認作業に多大な労力を要しており、これら農業生産基盤の現況を迅速かつ効率的に把握する手法の開発が急務となっていました。

一方で、近年、地球観測衛星の高性能化、画像解析技術などの新技術開発は急速に進んでおり、これらを効果的に活用することにより効率的な現地確認作業の実現が見込めるようになりました。

そこで、農林水産省は、衛星画像データを解析し、農用地区画ごとの土地利用状況を高い精度で把握し、中山間地域等直接支払制度における現地確認作業の効率化手法を開発するため、「令和元年度 衛星画像解析による現地確認作業の効率化手法の開発・調査委託事業」及び「令和 2 年度 衛星画像解析による現地確認作業の効率化手法の開発・調査業務」を実施し、一般財団法人リモート・センシング技術センター（以下、当財団もしくは RESTEC とします）がこの業務を受託しました。業務内容の詳細は当該業務の報告書をご参照ください。本マニュアルは、これら開発・調査業務で開発した手法を利用して、中山間地域等直接支払交付金を実施する市町村担当者を対象に、衛星画像データを活用して現地確認作業を効率化するための手法を記載したものです。

本マニュアルについて

- 本マニュアルは、中山間地域等直接支払制度における地目のうち、「田」「畑」および「草地」を対象としたものです。
- 本マニュアルは、衛星画像データを解析することにより、耕作もしくは管理されている農用地の判定の補助を行うことを目的としています。
- 「田」「畑」には合成開口レーダ (Synthetic Aperture Radar: SAR (サーと発音します))、「草地」には光学センサの利用を想定しています。
- SAR は PALSAR-2 (有料) もしくは Sentine-1 (無料)、光学センサは PlanetScope (有料) の利用を想定しています。
- 衛星データ解析および地図調整は無料 GIS ソフトウェア QGIS (キュージーアイエスもしくはキュージスと発音します) の利用を想定しています (大判プリンターなど地図

印刷機材は各自治体でご準備ください。

- 本マニュアルでは農用地の位置情報（GIS データ）は農林水産省の筆ポリゴンデータから得ています。その他の情報で農用地の位置情報を得ている場合はそちらをご利用ください。

本マニュアルの改訂について

本マニュアル公開（令和3年3月）以降、マニュアルで用いている衛星データ（Sentinel-1）と筆ポリゴンに変更が生じました。そこで、従来のマニュアルの内容を維持しつつ、変更後の状況においても引き続き利用できるよう、該当する箇所を加筆し、マニュアルを改訂しました。変更点は以下の2点です。

①衛星データ（Sentinel-1）の不具合への対応

Sentinel-1 シリーズは1号機（Sentinel-1A）が2014年4月から、2号機（Sentinel-1B）が2016年4月から運用され、日本ではSentinel-1Aが北から南へ飛行（降交軌道という）して西向きに観測し、Sentinel-1Bが南から北へ飛行（昇交軌道という）して東向きに観測していました。この様に両方向から観測することにより、高い精度で農地の状況を確認することができましたが、2021年12月、Sentinel-1Bに不具合が発生したため、昇交軌道のデータがほとんど利用できなくなりました。ただし、Sentinel-1Aによる降交軌道のデータのみでも現地確認作業の効率化に利用できるため、当該データのみでも使えるようにマニュアルを改訂しました。なお、Sentinel-1は後継機の打ち上げが予定されており、再び両方向からの観測データが利用できる見込みです。

②筆ポリゴンの座標系変更への対応

筆ポリゴンは2022年4月以降、仕様が変更されました。変更された仕様の中に座標系があります。2021年7月以前に公開されていた筆ポリゴンは平面直角座標系を用いていましたが、改訂後は球面座標系となりました。マニュアルに記載されている緩衝帯処理は球面座標系には対応していないため、2022年4月以降に公開された筆ポリゴンを利用するためには球面座標系から平面直角座標系に変換する必要があることから、座標系の変換に係る作業を追記しました。変換後は改訂前のマニュアル通りの処理となります。

もう一つの変更に属性情報があります。2021年7月以前に公開された筆ポリゴンには、各ポリゴンの田畑の区別が記載された「耕地の種類」という属性がありました。2022年4月以降に公開された筆ポリゴンでは、「耕地の種類」が「land_type」に、「田」が「100」に、「畑」が「200」に表記が変更されています。本マニュアルでは、このことを補足する改訂をしました。

なお、ファイル形式も変更されました。2021年7月以前に公開された筆ポリゴンはシェープファイル形式でしたが、2022年4月以降はGeoJSON形式（拡張子はGEOJSONまたはJSON）となりました。ただし、QGISでの扱い方は同じのため、本マニュアルではファイル形式の違いは考慮していません。

目次

第1章 利用する衛星データ等	1
1. 1 人工衛星データ	1
1. 2 合成開口レーダ (SAR)	1
1. 3 光学センサ	3
1. 4 QGIS の入手方法と概要	4
第2章 「田」、「畑」における耕作・管理地の判定	6
2. 1 耕作・管理地の判定方法 (後方散乱強度閾値法) について	6
2. 2 SAR データ (PALSAR-2 と Sentinel-1) の取得	9
2. 3 農用地データ (筆ポリゴンデータ) の取得	22
2. 4 QGIS への SAR データの読み込み	24
2. 5 QGIS への農用地データ (筆ポリゴンデータ) の読み込み	25
2. 6 筆ポリゴンごとの後方散乱強度最低値の算出	30
2. 7 後方散乱強度最低値の閾値設定	47
2. 8 耕作・管理地の抽出	52
2. 9 地図調整・印刷	54
第3章 「草地」における耕作・管理地の判定	60
3. 1 耕作・管理地の判定方法 (差分最小値法) について	60
3. 2 衛星光学データ (PlanetScope) の取得	62
3. 3 農用地データ (筆ポリゴンデータ) の取得	78
3. 4 QGIS への衛星光学データ (PlanetScope) の読み込み	80
3. 5 QGIS への農用地データ (筆ポリゴンデータ) の読み込み	88
3. 6 QGIS による農用地ごとの反射率の算出	93
3. 7 反射率差分最小値の算出及び耕作・管理地の判定	104
3. 8 地図の調整・印刷	113
第4章 その他事項	116

添付資料 Sentinel-1 ダウンロードのための Google Earth Engine スクリプト

第 1 章 利用する衛星データ等

1. 1 人工衛星データ

人工衛星とは、天体の軌道上にある人工物のことであり、特に地球の軌道上にあり大気や地表面を観測しているものを地球観測衛星と呼ぶ。地球観測衛星には様々なセンサが搭載されているが、その内、デジタルカメラのように、対象物を照らした太陽光を、対象物が反射した光として観測するものを光学センサと呼ぶ。一方、センサ自ら電波を対象物に照射し、対象物から反射した電波の強さ（後方散乱強度という）を観測するものを合成開口レーダ（Synthetic Aperture Radar：SAR（サーと発音する））と呼ぶ。本マニュアルでは、「田」「畑」に対して SAR を利用し、「草地」に対して光学センサを利用している。

1. 2 合成開口レーダ（SAR）

SAR は電波を利用しているため、対象物の形状等を観測することができる。また、夜間や雲があっても地表面を観測することができる。一般的に衛星は、地球を約 1 時間半（90 分）で一周し、昼側（地球が太陽を向いている側）では北極から南極に向かって飛行し（降交という）、夜側は南極から北極に向かって飛行する（昇交という）。SAR は夜間も観測できることから、（太陽光が必要で昼側しか観測できない光学センサと異なり）夜間に観測したデータも利用することができる。そのため SAR データには昇交データと降交データがそれぞれ存在する。

一方、電波であるため、対象物の色調を観測することはできない。電波の波長によって L バンド（波長約 20cm）や C バンド（波長約 5cm）等に分類される。電波の波長が短いほど対象物の細かい形状を観測することができる。そのため L バンドで樹木を観測すると葉や枝などは無視され、幹や地表面などを観測することができ、C バンドでは葉や枝を観測することによって樹冠を観測することができる。電波は波の性質を持つため振動面を持っており、衛星から発射する電波の振動面を水平方向（Horizon：H）と垂直方向（Vertical：V）に分けることができ、反射してきた電波もまた水平方向と垂直方向に分けて受信することができる。電波に様々な振動面があることを偏波と呼び、偏波の性質を利用して観測することを偏波観測と呼ぶ。例えば、垂直方向（V）に電波を照射し、反射した電波を垂直方向（V）に観測することを VV 観測と呼ぶ。この偏波観測により、対象物の形状を詳細に分析することができる。また、電波による観測の都合上、衛星から電波を照射するときは真下ではなく斜め下に照射するため、水面や均された平地では電波が衛星方向に帰ってくることはほとんどなくなり、SAR データの後方散乱強度は低くなるという性質がある。さらに前述したように、SAR データには昇交と降交データがあるが、進行方向に対して概ね同じ方向に斜めに照射するため、同じ場所であっても昇交と降交データでは後方散乱強度が異なることがある。地形に起伏がある場合は、照射方向によって後方散乱強度が大きく異なることがある（詳細は報告書参照）。

現在、無償もしくは低価格で利用できる主な SAR は日本の人工衛星 ALOS-2（だいち 2号）に搭載された PALSAR-2(以下、PALSAR-2 とする)と欧州宇宙機関の人工衛星 Sentinel-1 に搭載された C-SAR（以下、Sentinel-1 とする）がある。

PALSAR-2 は 2014 年に打ち上げられ、現在に至るまで観測が継続されている。高分解能観測モードにおいて、3m、6m および 10m の高い空間分解能を持つ。高分解能観測モードにおける観測幅は約 50 もしくは 70 km である。電波の波長は L バンドであり、最大 4 偏波（HH+HV+VH+VV）の観測が可能である。撮影間隔は 2 週間である（ただし、人工衛星の運用条件によってこれ以上の撮影間隔になることがある）。PALSAR-2 は 1 機体制で観測しているが、2021 年度以降、後継機の打ち上げが予定されている。PALSAR-2 には様々な製品があるが、本マニュアルでは正射投影されたレベル 2.1 を用いる。レベル 2.1 のデータはデジタルナンバーであるため、後方散乱強度の単位デシベル (dB) に直すためには、データに付属する資料を参照して計算する必要がある。

Sentinel-1 は 2014 年に 1 号機 (Sentinel-1A) が、2016 年に 2 号機 (Sentinel-1B) が打ち上げられた。Sentinel-1A は現在も観測が継続されているが Sentinel-1B は不具合により 2021 年 12 月に停止している。Sentinel-1 は、IWS (Interferometric, Wide Swath) モードにおいて、5m (衛星進行方向) × 20m (進行方向と直角方向) の空間分解能を持つ。IWS モードにおける観測幅は 250 km である。電波の波長は C バンドであり、最大 2 偏波 (HH+HV もしくは VV+VH) の観測が可能である。撮影間隔は 1~2 週間である。Sentinel-1 は 2023 年度以降、2 機追加される予定であり、複数機体制の観測が予定されている。本マニュアルでは正射投影された Google Earth Engine に保存されているデータを用いる。本データの値はデシベルであるため、単位を変換する必要はない。

なお、本マニュアルにおける SAR データの利用に当たっては、PALSAR-2 と Sentinel-1 双方のデータ解析の方法を紹介しているが、利用の際は表 1.2.1 に記載するそれぞれの衛星データの特徴を踏まえ、地域に適した SAR データを取得されたい。

表 1.2.1 PALSAR-2 と Sentinel-1 の比較表

仕様項目	PALSAR-2	Sentinel-1
地上分解能(m)	高分解モード 3, 6, 10	IW モード 衛星進行方向 5m 上記直角方向 20m
観測幅 (km)	50、70	250
撮影頻度	2 週間 ただし観測スケジュールに よってさらに撮影間隔が空 くことがある。	1 週間
バンド	L	C
使用プロダクト	レベル 2.1	Level-1/GRD/HR
プロダクトデータ単位	DN 変換式により dB に変換	デシベル dB 変換の必要無し
画像解像度 (m)	2.5	10

1. 3 光学センサ

光学センサは、対象物が太陽光を反射した光を観測している。入射光である太陽光と反射光の強さの比である地表面の反射率は対象物の性質を表している。光学センサのデータから地表面反射率を求めることによって、地表対象物の特性を把握することができる。反射光を利用しているため、夜間は観測できず、昼間でも雲や雲影があるとその範囲の地表は観測できない。光学センサは様々な波長を観測できるが、本マニュアルでは農作物の特徴を把握できる可視・近赤外を観測しているマルチスペクトルセンサを用いる。マルチスペクトルセンサにも様々なものがあるが、本マニュアルでは超小型衛星群 PlanetScope を用いる。

PlanetScope は米国 Planet 社が運用する衛星光学センサである。既に 150 機以上が軌道上で運用されており、編隊飛行により全球をほぼ毎日観測することができる。空間解像度は約 3.7 m であり、0.3 ha 程度の農用地内の不均一性を把握することができる。波長分解能は可視・近赤外域において、青 (455~515 nm)、緑 (500~590 nm)、赤 (590~670 nm)、近赤外 (780~860 nm) の 4 バンドを観測することができるため、農作物の特性を把握するのに十分である。撮影間隔もほぼ毎日であることから、雲が多い季節であっても高い確率で地表面を観測することができる。また、採草地の様に、週ごとに状況が変化する農作物の季節変化も詳細に観測することができる。PlanetScope のデータにはいくつかの製品があるが、本マニュアルでは地表面反射率プロダクトを使用する。

1. 4 QGIS の入手方法と概要

(1) QGIS ダウンロード

QGIS ダウンロードサイト (<https://www.qgis.org/ja/site/forusers/download.html>) にアクセスし、長期リポジトリ (LTR と表記) をダウンロードする。なお、QGIS には最新バージョンと長期リポジトリの 2 種類の最新版がダウンロードできるが、本マニュアルは動作が安定している長期リポジトリを利用する (図 1.4.1)。長期リポジトリの最新版は随時更新されているため、最新版を利用する。本改訂時 (令和 5 年 1 月) の最新版は 3.22 である。

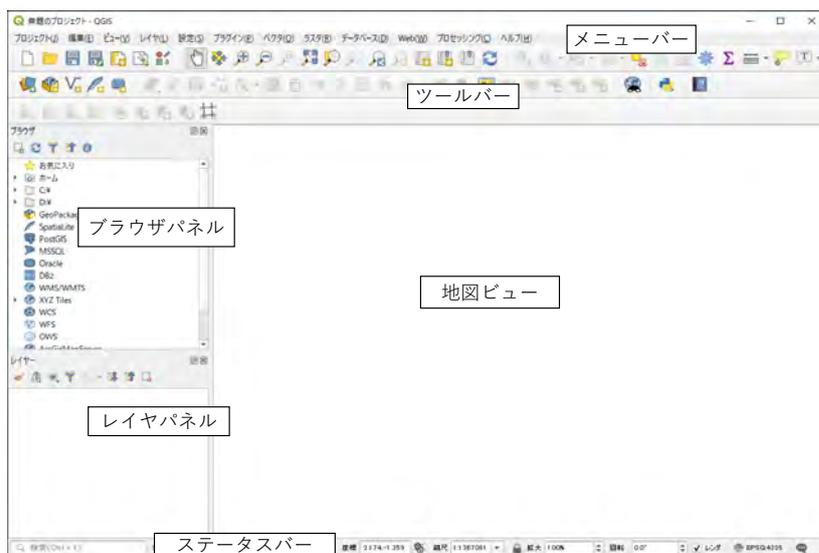


図 1.4.1 QGIS ダウンロードサイト

(2) QGIS インストール

ダウンロードフォルダから QGIS のセットアップソフト (今回の場合、QGIS-OSGeo4W-3.22.14-1.msi) を立ち上げ、指示に従って QGIS をインストールする。インストールが完了したら QGIS を開く。QGIS の各名称と役割を図 1.4.2 に示す。なお、図に示した各機能 (ツールバー等) の配置は利用者が自由に変更することができるため、ここでは一例として示している。

QGIS をインストールするパソコンのスペックは、CPU が Intel Core i5 以上、メモリが 4 ギガバイト以上、ハードディスク 500 メガバイト以上が望ましい。



• **メニューバー・ツールバー**：
操作に関する各種機能を提供

• **ブラウザパネル**：
関連するデータとその場所を
エクスプローラーの形式で表示

• **レイヤパネル**：
地図に追加したデータがレイヤ
という名前で階層的に示される

• **地図ビュー**：
レイヤパネルで表示をオンにし
たデータが表示される。画像
(ラスタ) だけでなくポリゴン
などのベクタも重ねて表示でき
る

• **ステータスバー**：
マウスのある位置座標、縮尺な
どを表示、縮尺も直接指定可能

図 1.4.2 QGIS の概要

第2章 「田」、「畑」における耕作・管理地の判定

2. 1 耕作・管理地の判定手法（後方散乱強度閾値法）について

後方散乱強度閾値法は、農用地において把握期間中一度でも耕作や管理がされていれば、農用地が均されることにより後方散乱強度が著しく低下することを利用して、中山間地域等直接支払制度の対象農用地が耕作もしくは管理されていることを判定する手法である。SAR データは、自ら斜めに出した電波が地表面で反射して帰ってきた電波をとらえることにより、地表面の特徴を表す後方散乱強度を取得することができる（図 2.1.1）。水田の湛水や、畑地における作付け前など、農用地が平らに均されていると、斜めに照射した電波は鏡面反射により衛星には帰ってこないため、後方散乱強度は著しく低下することから、農用地が耕作もしくは管理されていることを把握することができる。

図 2.1.2 にある農用地 1908-016359-016246 は、PALSAR-2 によるモニタリングの結果、4 月や 8 月に後方散乱強度が著しく低下していることから、この時期に畑地として整備されていたと考えられる。また、農用地 1908-016349-016193 は、5 月下旬ごろに後方散乱強度が著しく低下しており、この時期に水田として利用され、湛水していたと考えられる。

この様に、把握期間内で一度でも後方散乱強度が著しく低下している場合、農用地が耕作もしくは管理されていると判断できるため、把握期間内における後方散乱強度の最低値を評価する（閾値を設ける）ことにより、衛星データを使って耕作もしくは管理されている農用地を判定することができる。

この手法のおおまかな手順は、SAR データの取得、農用地データの取得、QGIS への SAR データの読み込み、QGIS への農用地データの読み込み、QGIS による農用地ごとの後方散乱強度データの整理、スプレッドシート（エクセル等）による後方散乱強度最低値の算出および耕地・管理地の抽出、QGIS による地図調整・印刷からなる。全体のフローチャートを図 2.1.3 に示すとともに、個別の詳細な操作は次節から説明する。なお、SAR データは PALSAR-2 又は Sentinel-1、農用地データは農林水産省の筆ポリゴンデータ、GIS ソフトは QGIS、スプレッドシートはエクセルを想定する。

SARは自ら電波を発し、地表物から帰ってきた電波の強度（後方散乱強度）を画像化する。

平らな表面（水面やならされた農用地）では発射した電波はほとんど帰ってこないため、非常に暗い画像となる。

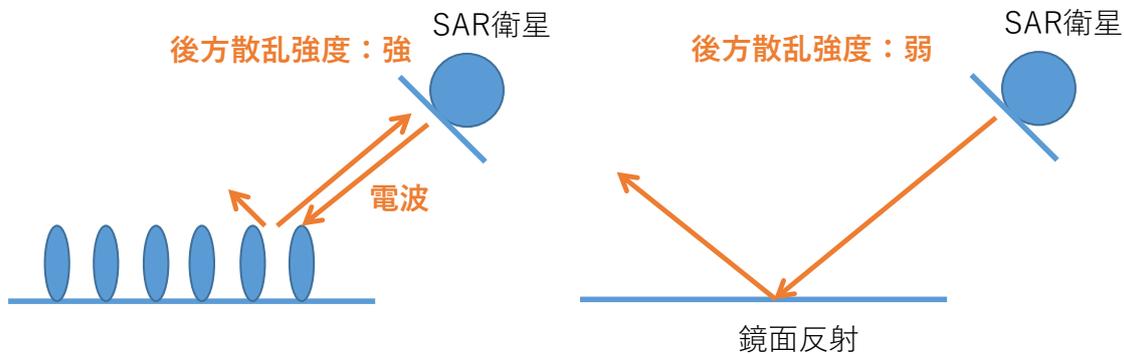


図 2.1.1 SAR の概要

2018年8月14日撮影

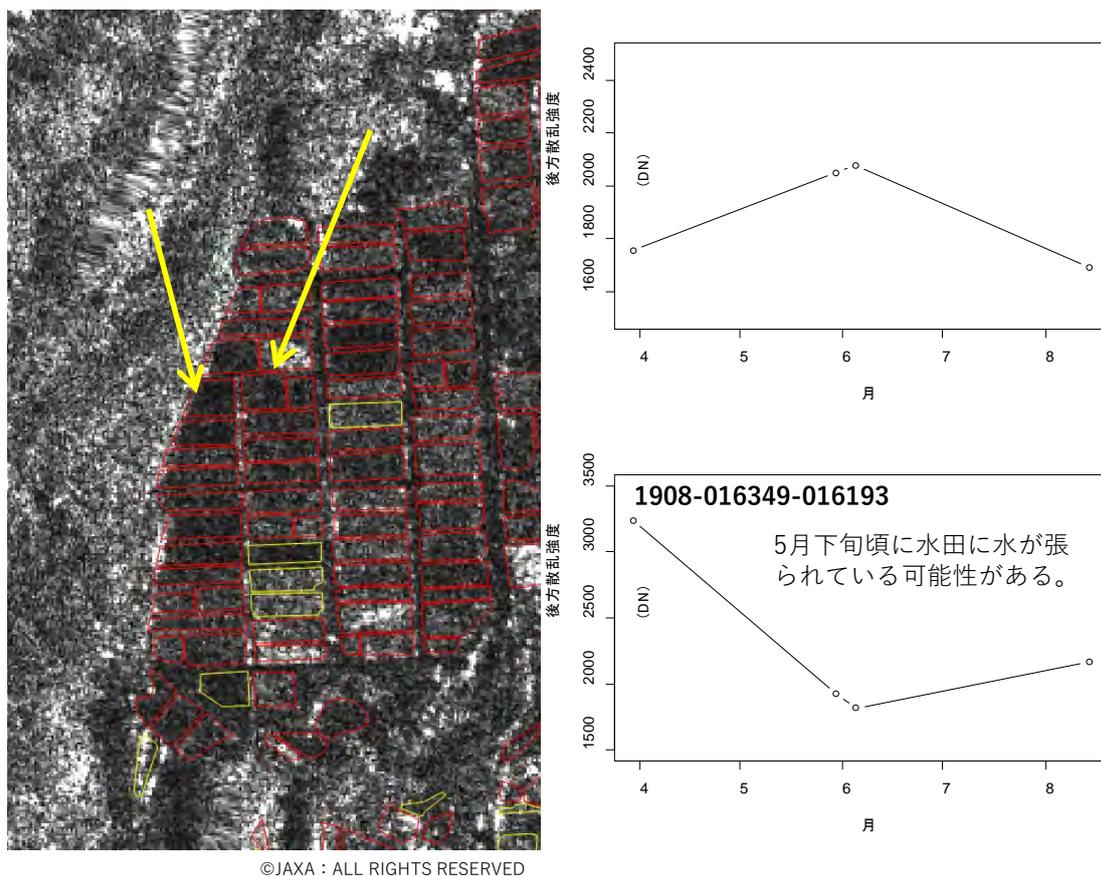


図 2.1.2 後方散乱強度閾値法の概要

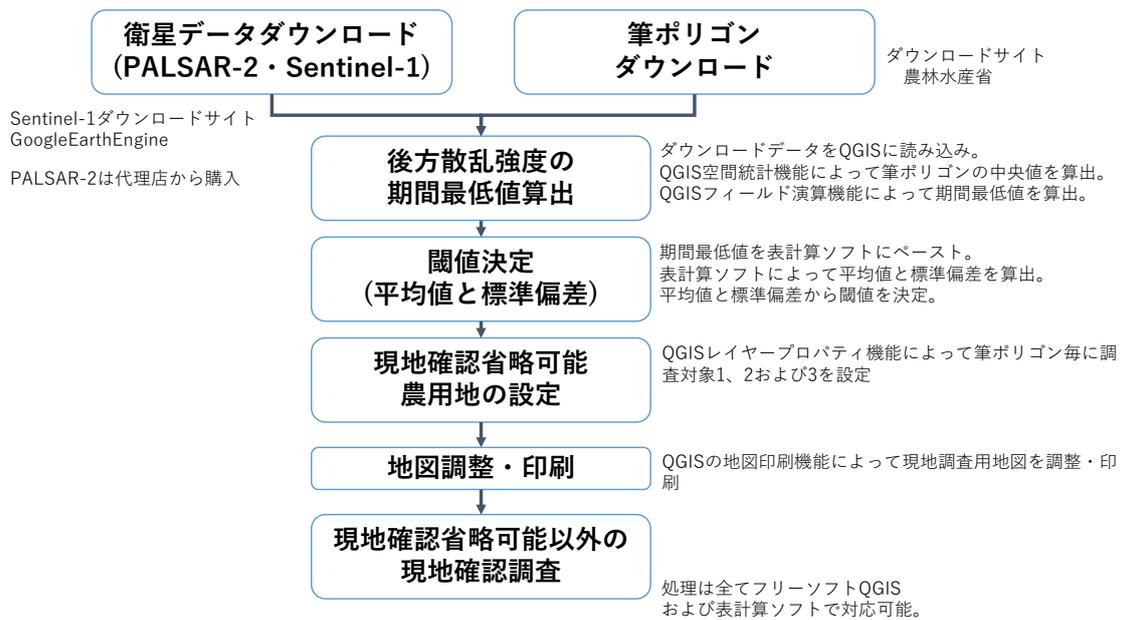


図 2.1.3 後方散乱強度閾値法のフローチャート

2. 2 SAR データ (PALSAR-2 と Sentinel-1) の取得

以下、SAR データの入手方法を説明する。なお、PALSAR-2 と Sentinel-1 の両方のデータを取得しなければならないわけではない。1. 2 節に記載している両者のデータの性質に応じて、利用するデータを任意で決定する。

2. 2. 1 PALSAR-2 の入手方法

PALSAR-2 (有料) のデータは国内総代理店である株式会社パスコや代理販売店である一般財団法人リモート・センシング技術センターや大手航測会社などから購入できる。購入できる範囲の形状は市町村単位等、任意に設定できるが、あまり細かい形状には対応していない。角 (ノード) が十数個からなる多角形 (ポリゴン) を、対象地区に合わせて作成する。ここではデータが手元に届いた後の流れを述べる。なお、本マニュアルで使用する PALSAR-2 の製品 (プロダクト) は GeoTIFF 形式で正射投影されたレベル 2.1 とする。他のファイル形式やプロダクトレベルは想定していない。

データは zip 形式で圧縮されたファイルで届けられる。右クリックで「すべて展開」をクリックし、任意の場所に展開する。フォルダ内には複数のファイルが入っており、ここでは「.tif」で終わる GeoTIFF ファイルが PALSAR-2 のデータとなる (図 2.2.1)。

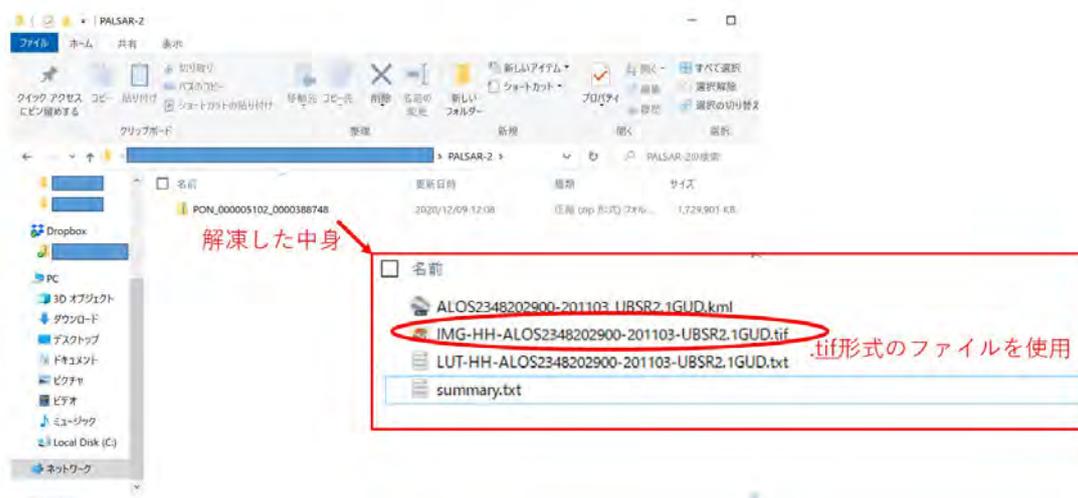


図 2.2.1 PALSAR-2 のデータセット

2. 2. 2 Sentinel-1 の入手方法

Sentinel-1（無料）のデータは Google Earth Engine 上で操作し、自分の PC にダウンロードする。そのため本マニュアルは、ユーザが Google アカウントを持っていることを前提とする（本マニュアル内の Google 及び Google ロゴは Google Inc.の登録商標である）。以下、Sentinel-1 データのダウンロード方法を説明する。

（1）Google Earth Engine へのサインアップ

Google Earth Engine(<https://earthengine.google.com/>)にアクセスし、画面右上のカテゴリから「Sign Up」を選択する（図 2.2.2）。

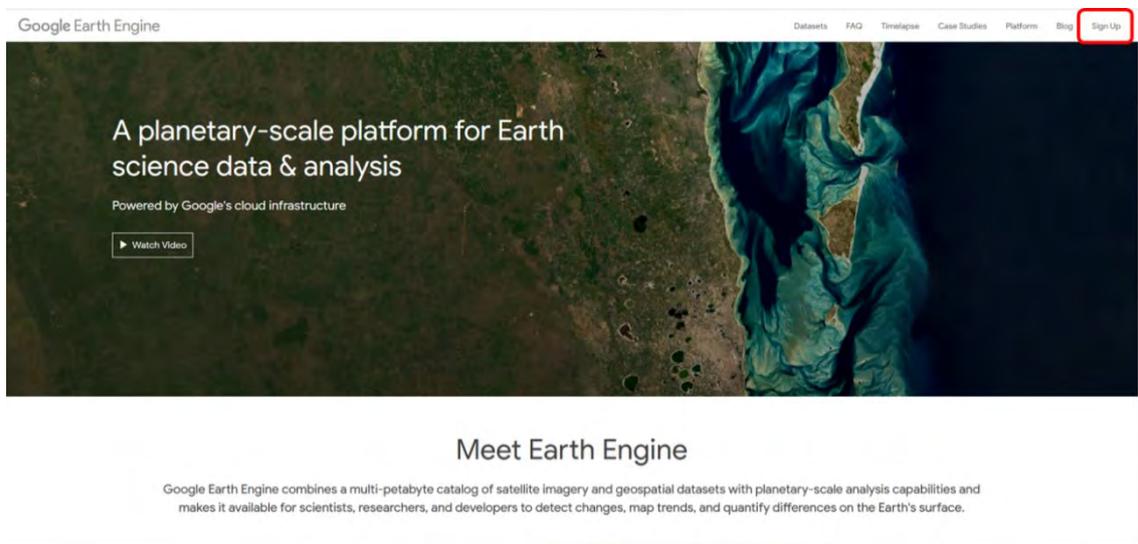


図 2.2.2 Google Earth Engine へのアクセス

(2) 利用者登録

必要項目を入力し「SUBMIT」をクリックし（図 2.2.3）、「KEEP EXPLORING」をクリックする（図 2.2.4）。

The image shows a screenshot of the Google Earth Engine sign-up page. A red box highlights the form fields, and a larger red-bordered inset provides a magnified view of the form with Japanese annotations. The form includes the following fields and options:

- Email: メールアドレス (with a @gmail.com placeholder)
- Full name: お名前
- Affiliation/institution: 所属機関
- Country/Region: 国を選択 (with United States selected)
- What would you like to accomplish with Earth Engine?: 利用目的
- Terms of Service: Earth Engine may only be used for development, research, or educational purposes. It may not be used for sustained commercial purposes, but may be evaluated in a production environment.
- Agreement checkboxes:
 - I agree that my use of the Earth Engine services and related APIs is subject to my compliance with the applicable [Terms of Service](#). In particular, I acknowledge that creating multiple Earth Engine accounts to circumvent quota restrictions is a violation of the Terms of Service.
 - I am interested in learning more about commercial use of Earth Engine. Please email me with more information.
- Robot checkbox: 私はロボットではありません (I am not a robot)
- Submit button: SUBMIT

Red annotations in the inset include: "上記項目に同意してチェックを入れる" (Check and agree to the above items) pointing to the agreement checkboxes, and "私はロボットではありません" (I am not a robot) pointing to the corresponding checkbox.

図 2.2.3 Google Earth Engine へのサインアップ

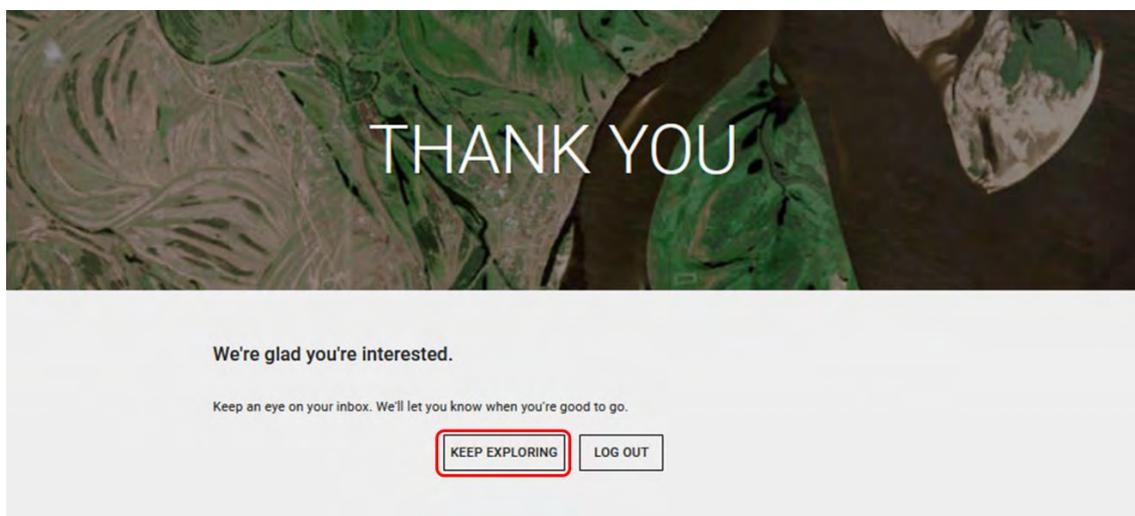


図 2.2.4 Google Earth Engine の利用受諾

(3) Code Editor の選択

Google Earth Engine のトップページに戻った後、右上のカテゴリから「Platform」にある「Code Editor」を選択する。なお、今後も Google Earth Engine を使用する際は、同様の手順にて Code Editor にアクセスする（図 2.2.5）。

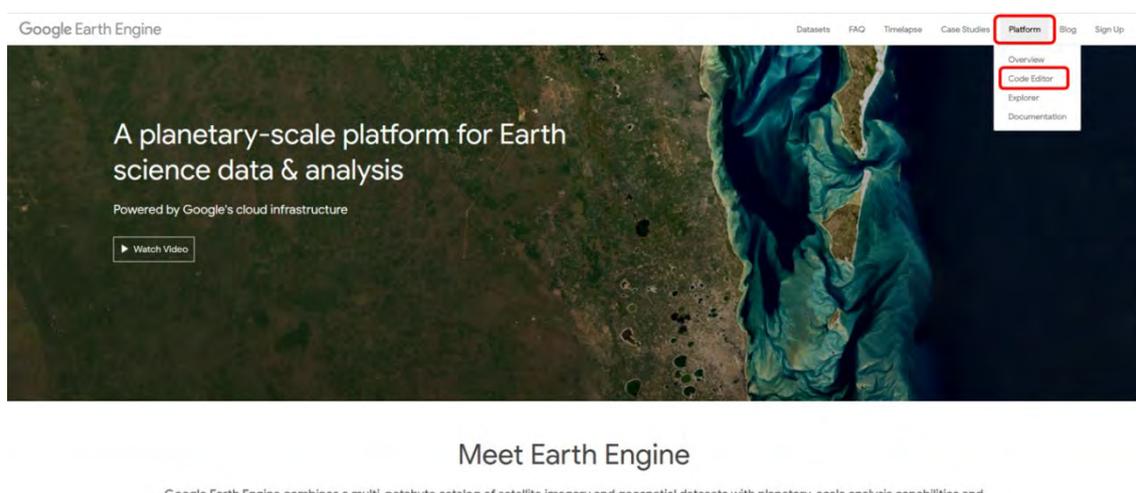


図 2.2.5 Google Earth Engine の Code Editor へのサインイン

(4) 準備完了

図 2.2.6 に示す画面が表示されると、サインイン完了となる。

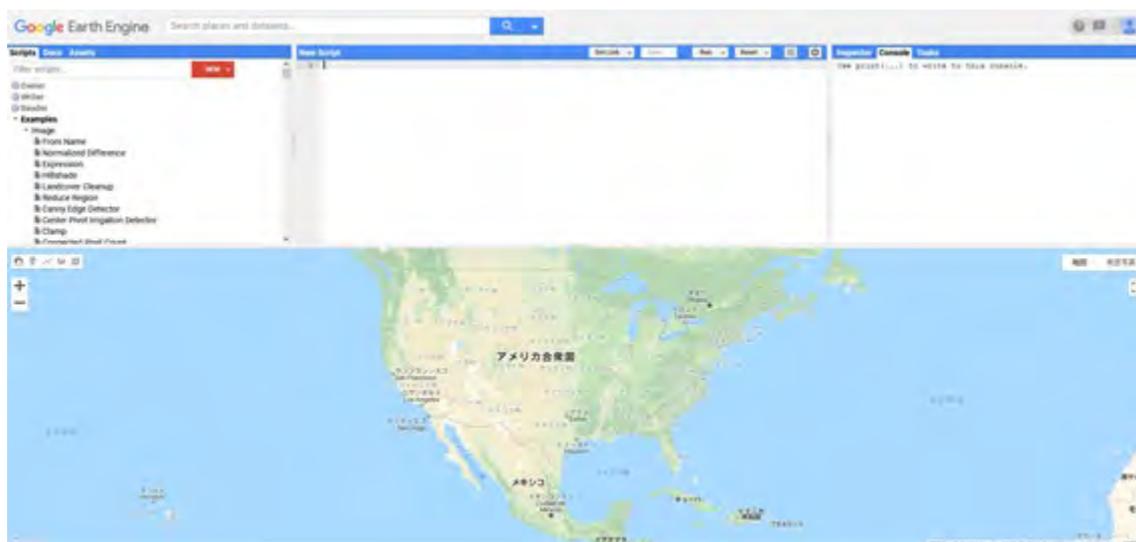


図 2.2.6 Google Earth Engine 初期メイン画面

なお、図 2.2.7 が表示された場合、以下の項目を試すことを推奨する。

1. 一旦サインアウトし、もう一度サインインし直す。
2. Google アカウントのアクセス許可ページにアクセスして、Earth Engine のアクセス許可を取り消し、再度サインインする。

多くの場合、申請から登録完了までの時間がかかるためにエラーが出ている可能性があることから、しばらく時間を置いてから再度サインインすると改善する。以上によってもサインインができない場合は、Google に問い合わせる必要がある（図 2.2.7）。



図 2.2.7 Google Earth Engine サインインに関する問い合わせ先

(5) Google Earth Engine の画面構成

サインイン完了後の画面の概要を図 2.2.8 に示す。コードを記入する箇所、出力結果が表示される箇所、マップの幅は調整が可能である。

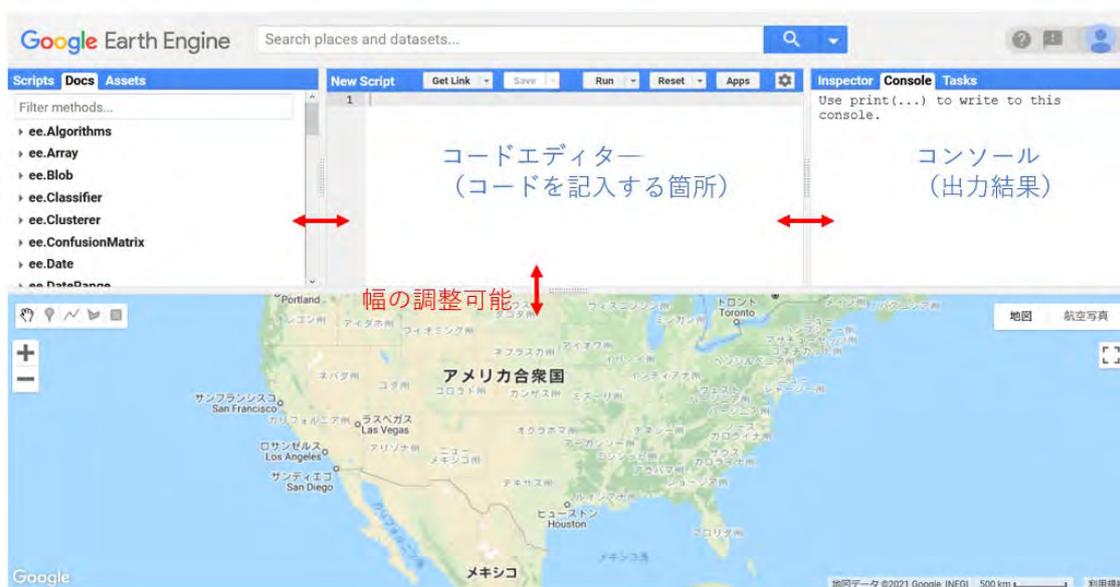


図 2.2.8 Google Earth Engine 表示画面の調整

(6) ダウンロード用スクリプトの準備

本マニュアルにある添付資料にある Google Earth Engine から Sentinel-1 をダウンロードするためのスクリプト（コード）を全てコピーし、コードエディター内にペーストする（図 2.2.9）。これにより Google Earth Engine に必要なスクリプトが登録されたことになる。なお、ペーストする際に改行の情報までペーストすると、スクリプトが正しく Google Earth Engine に移動できていないため、改行情報が含まれた場合は削除する必要がある。

ここでスクリプトとは Google Earth Engine を操作するためのプログラムであり、テキストファイルとして保存されている。図 2.2.8 にある画面中央の「コードエディター」に入力（ペースト）することにより、スクリプトに登録された指示を Google Earth Engine に実行させることができる。

次に、解析範囲を設定するために、マップ内の「長方形を描画（図中③）」をクリックする（図 2.2.9）。

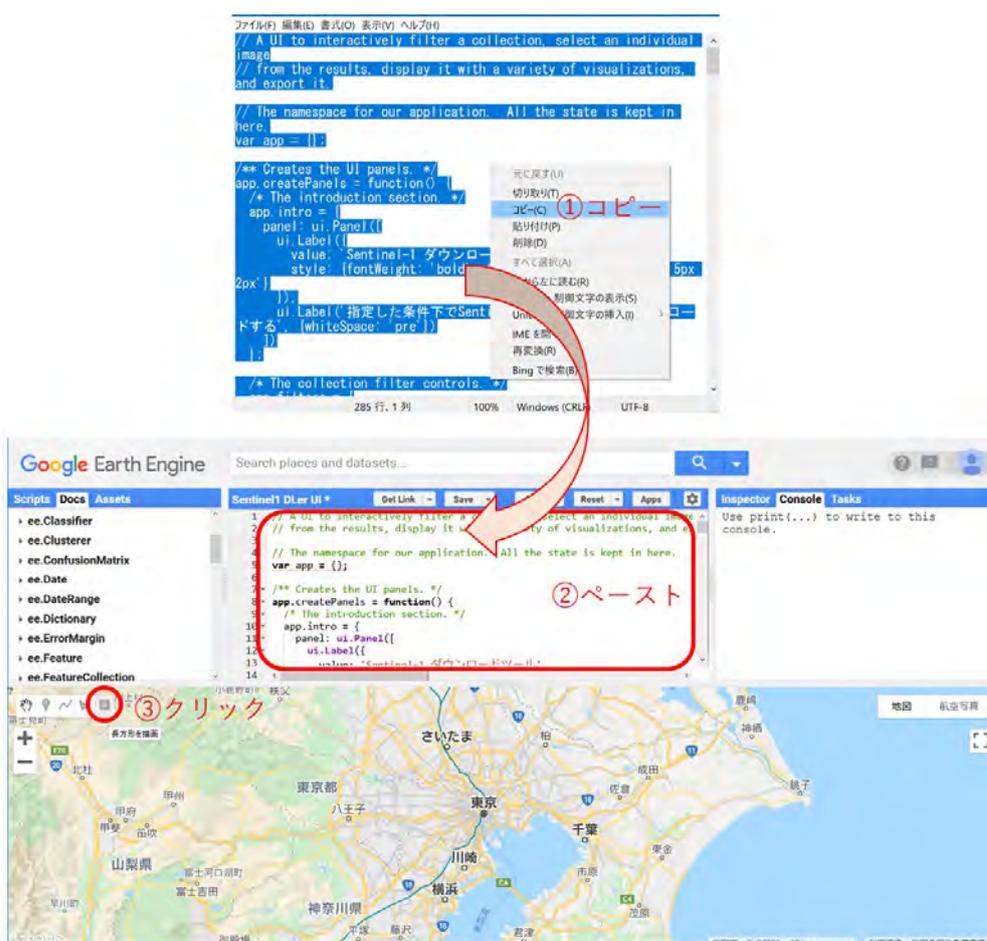


図 2.2.9 Sentinel-1 ダウンロード用スクリプトのコピー

(7) ダウンロード範囲の設定

マップ内においてダウンロードしたい範囲を任意の形状で選択すると、コードの最上部に解析範囲の情報が自動的に追加される。変更したい場合は、ごみ箱マークをクリックし、再度同じ作業を実施する（図 2.2.10）。

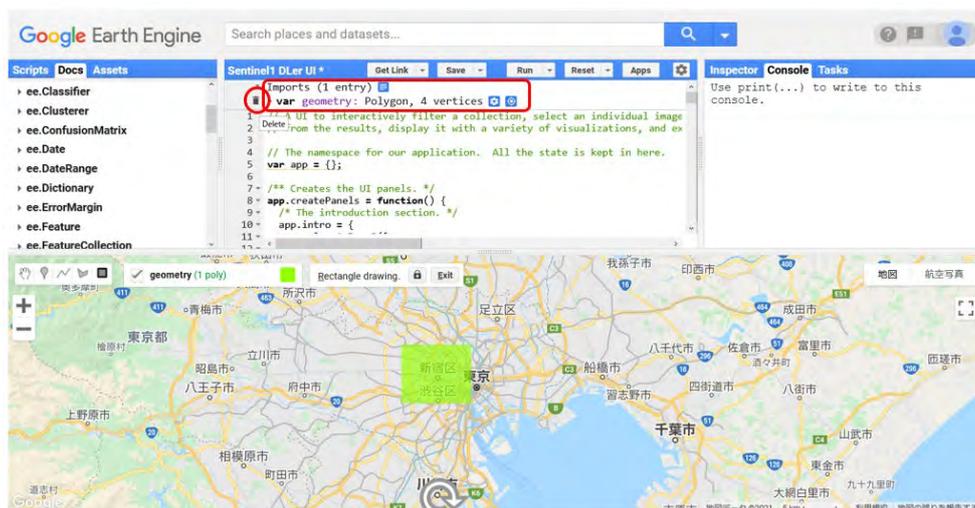


図 2.2.10 解析範囲の設定

(8) ダウンロードツールの起動

「Run」をクリックすると、左下に「Sentinel-1 ダウンロードツール」というタブが追加され、地図上に選択した範囲に重なる Sentinel-1 の最新画像が自動で表示される（図 2.2.11）。

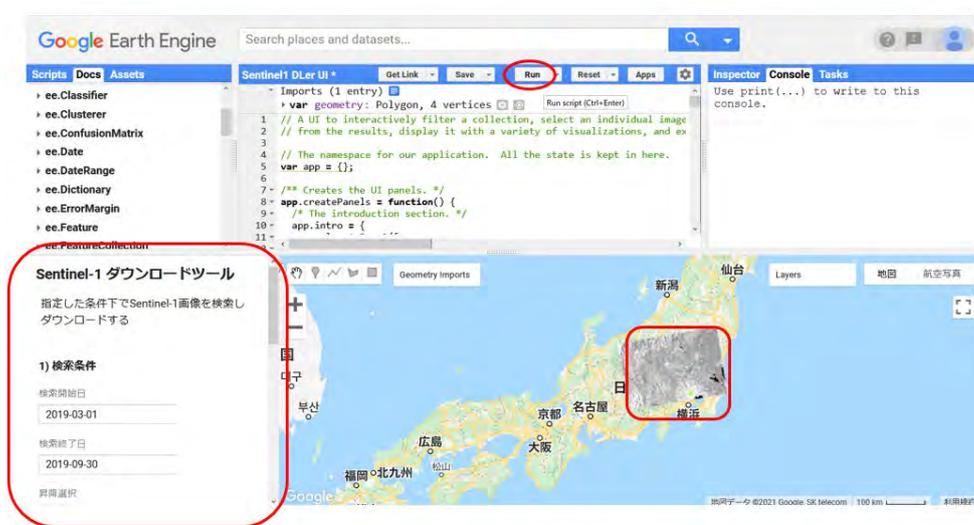


図 2.2.11 Sentinel-1 ダウンロードツールの起動

(9) マップの操作

表示画面は、作業がしやすいよう適宜調整できる。マップは拡大や縮小が可能であり、マップ内を移動する場合は、手のひらマークをクリックすることで、長方形の描画を中断できる (図 2.2.12)。

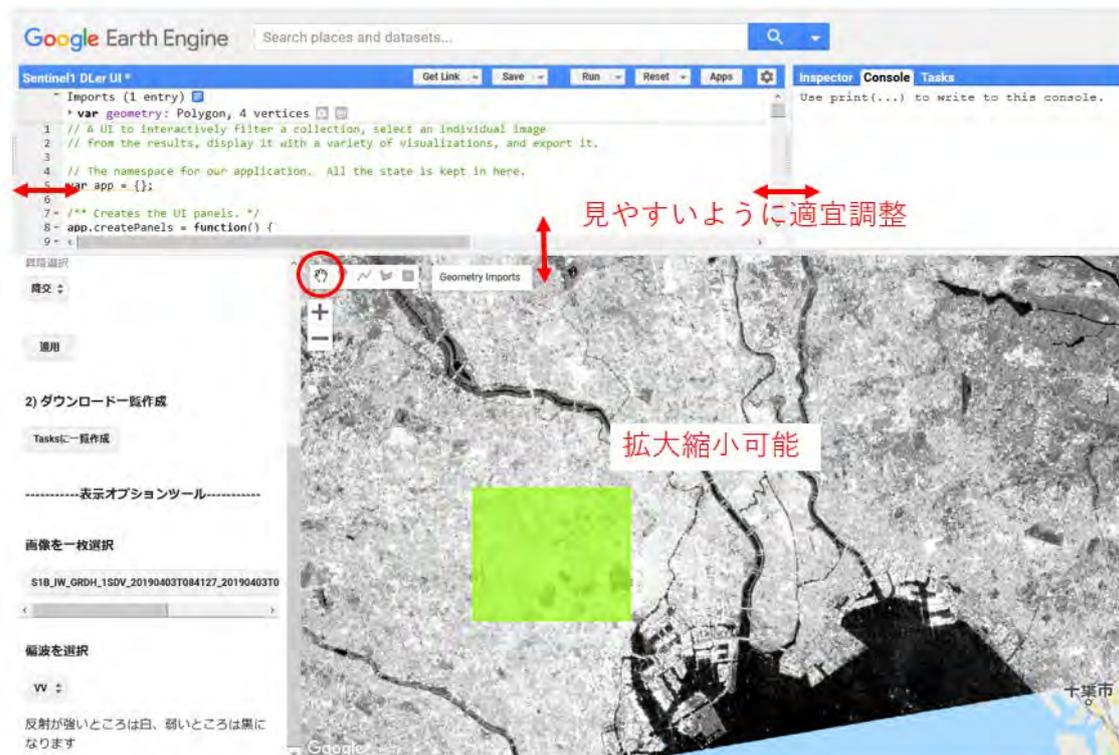


図 2.2.12 Sentinel-1 ダウンロードツールの調整

(10) Sentinel-1 ダウンロードツールの概要

画面左下の「Sentinel-1 ダウンロードツール」の概要を図 2.2.13 に示す。

The screenshot shows the 'Sentinel-1 Download Tool' interface. It is divided into two main sections: '1) 検索条件' (Search Conditions) and '2) ダウンロード一覧作成' (Download List Creation). The '1) 検索条件' section includes a date range selector (from 2019-03-01 to 2019-09-30), a satellite selection dropdown (set to '昇交'), and an '適用' (Apply) button. The '2) ダウンロード一覧作成' section has a 'Tasksに一覧作成' button. Below these is the '表示オプションツール' (Display Options Tool) section, which includes an image selection dropdown (showing 'S1B_IW_GRDH_1SDV_20190310T084126_20190310T084'), a polarization selection dropdown (set to 'VV'), and a note: '反射が強いところは白、弱いところは黒になります' (Brighter areas indicate strong reflection, darker areas indicate weak reflection). Red annotations with arrows point to specific elements: ① points to the date range, ② to the satellite selection, ③ to the '適用' button, and ④ to the 'Tasksに一覧作成' button. Text boxes explain that ①-③ are required items for searching and that ④ is for outputting results. Another text box explains that the display options tool allows selecting images and polarization on the map to change the view.

Sentinel-1 ダウンロードツール
指定した条件下でSentinel-1画像を検索しダウンロードする

1) 検索条件

①検索する画像の期間を入力

検索開始日
2019-03-01

検索終了日
2019-09-30

昇降選択
昇交

②衛星の昇降を選択

適用

③上記項目が適用される

2) ダウンロード一覧作成

Tasksに一覧作成

④検索結果を出力

-----表示オプションツール-----

画像を一枚選択

S1B_IW_GRDH_1SDV_20190310T084126_20190310T084

偏波を選択

VV

反射が強いところは白、弱いところは黒になります

※必須項目
検索条件にヒットする画像の一覧を[Console]に出力し、[Tasks]から必要な画像をダウンロードする。

※オプションツール
マップ上に表示される画像を選択できる
偏波を選択することによって見え方が変わる

図 2.2.13 Sentinel-1 ダウンロードツールの概要

「Sentinel-1 ダウンロードツール」内の必須項目（図中の①及び②）を入力し、「適用」（図中の③）をクリックすると、画面右上のコンソールに検索された画像の一覧が表示されるので、「Console」の右にある「Tasks」から必要な画像を後述する(11)の手順により Google Drive にダウンロードする（図 2.2.16）。「Sentinel-1 ダウンロードツール」で検索条件を変えて「Tasks に一覧作成」（図中の④）をクリックするとコンソールに続けて検索結果が出力される。「Tasks」タブは処理済み・処理中のもの以外はリセットされる。

なお、Sentinel-1 のデータにおいて昇交と降交の両方を扱う場合、電波の照射方向が異なるため同じ地点でも異なる後方散乱強度となることから、これらの手順を昇交と降交の両方で実施し、それぞれ別々に整理する。ただし、検索開始日を 2021 年 12 月以降にして昇交を選択し適用すると、Sentinel-1B 不具合によってデータがほとんど無いためエラーとなる。エラーが発生した場合でも、Run ボタンをクリックすると、最初の状態に戻るた

め、再び選択可能となる。

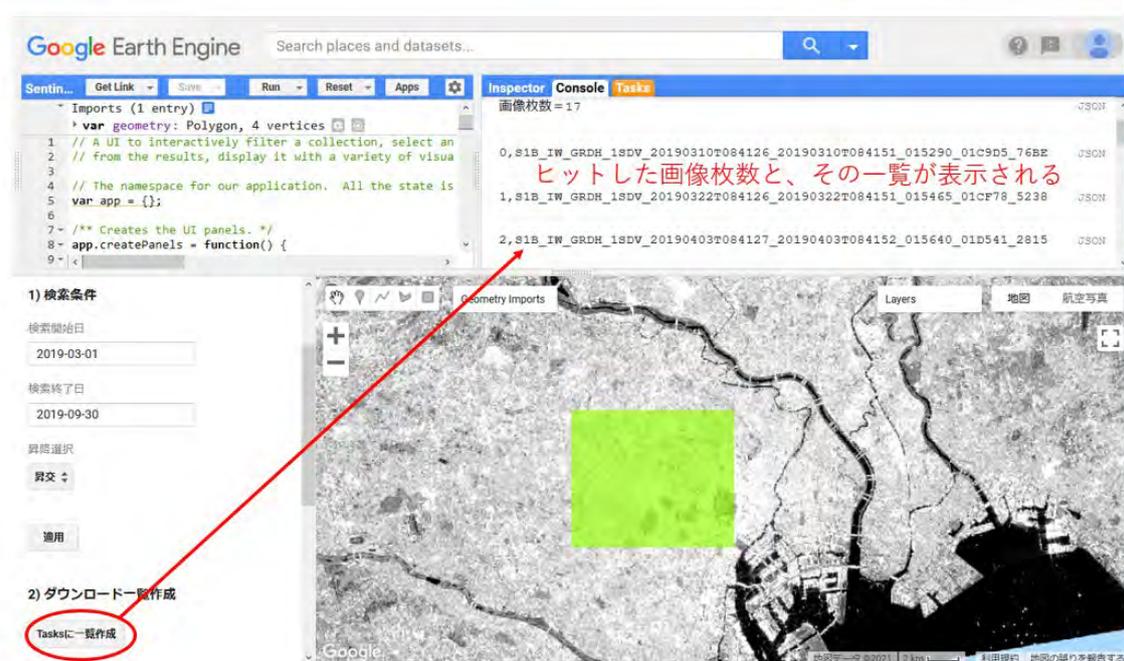


図 2.2.14 Sentinel-1 検索結果

検索されたデータ数が 50 を超えるとエラーになるため、検索期間を短く設定して再度検索する必要がある(図 2.2.15)。



図 2.2.15 検索結果が多数ある場合のエラー表示例

(11) Google Drive へのダウンロード

「Tasks」からまず、Google Drive にダウンロードするため、図 2.2.16 にある「RUN」をクリックし、出てきたエクスポートウィンドウを何も変更せずに「Run」をクリックすると、Google Drive 内の「Sentinel1」（この名前は一例であり任意の名称でよい）というフォルダに保存される。Tasks 内の表示例とエクスポートウィンドウの説明を図 2.2.16 に示す。

なお、Google Drive を無料で使用できる保存容量は（本マニュアル作成時では）15GB までのため、15GB を超える場合は Google Earth Engine からダウンロードする枚数を減らし、ダウンロードしたデータを（13）により自分の PC に移すというやり方で、複数回に分けてダウンロードする必要がある。

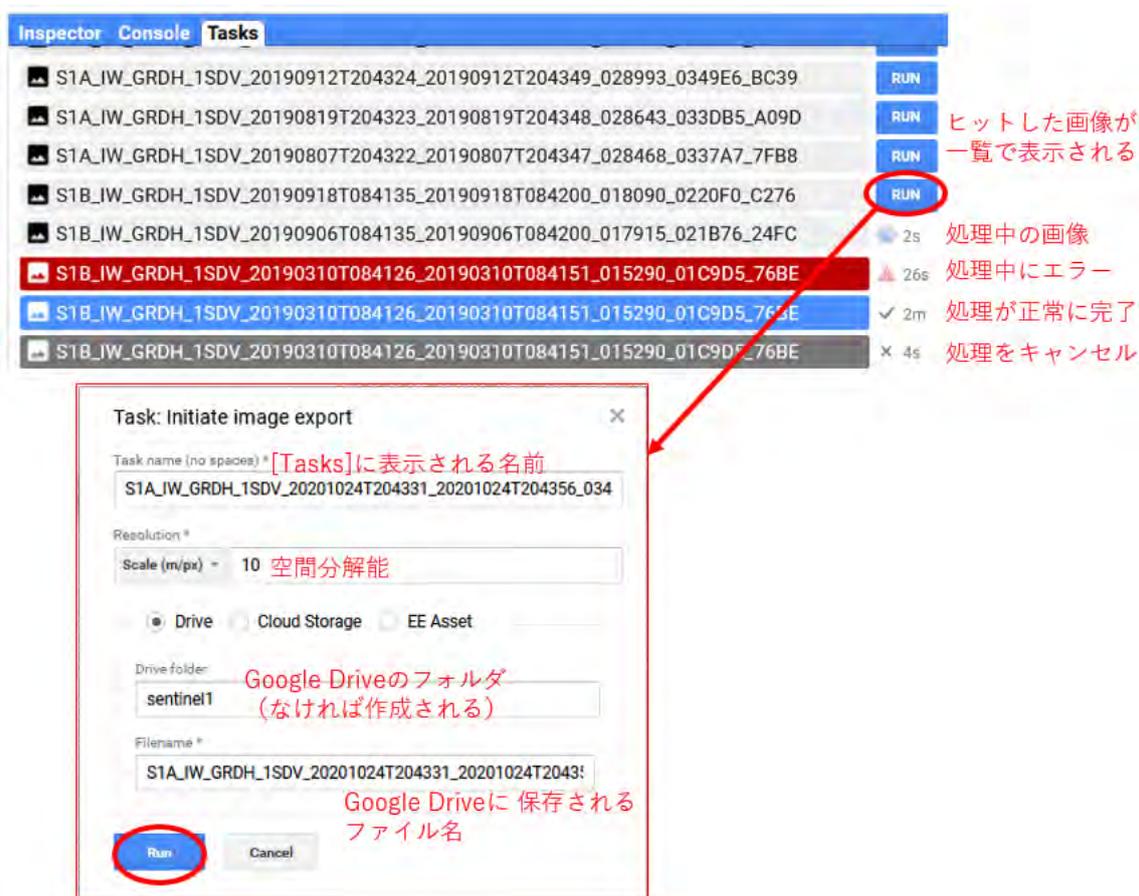


図 2.2.16 Sentinel-1 ダウンロード実行

(12) Google Drive へのアクセス

Tasks から必要な画像をすべて Google Drive にダウンロードした後、Google Drive にアクセスする。この時に、Google Earth Engine と同じアカウントでログインしている必要がある。

(13) ダウンロードデータの確認

Google Drive にある「マイドライブ」の「Sentinel1」というフォルダの中に、ダウンロードした画像がすべて入っていることを確認し、右クリックで Sentinel-1 のフォルダごとダウンロードする (図 2.2.17)。

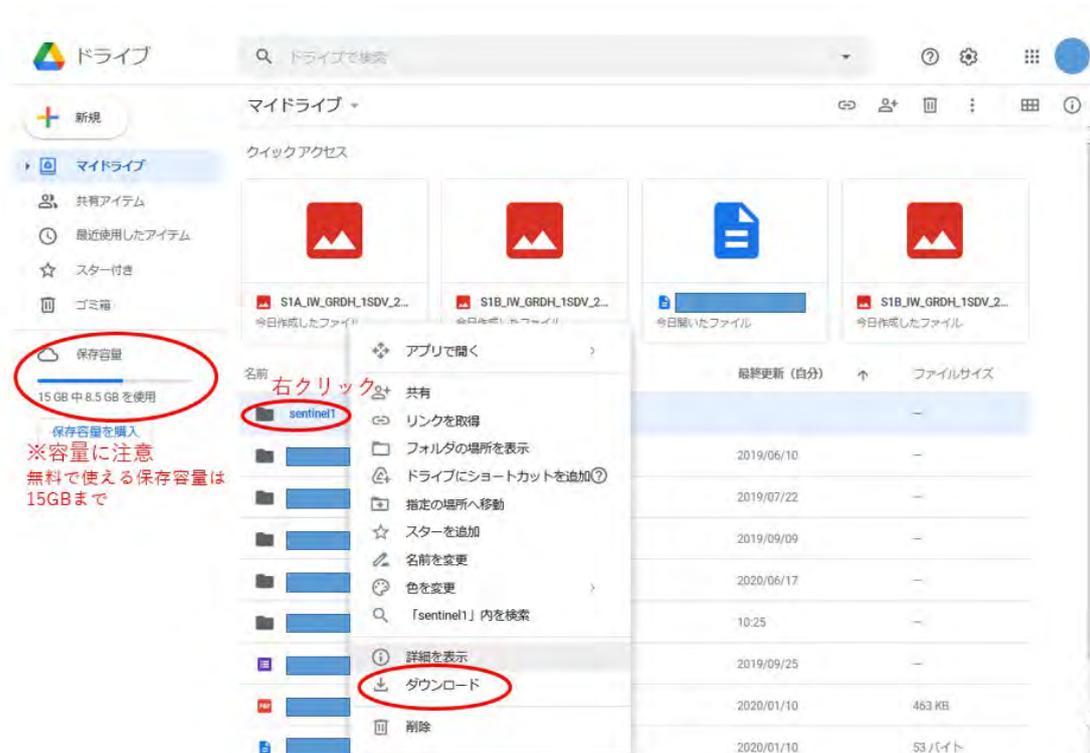


図 2.2.17 Google Drive からのダウンロード

(14) ダウンロードデータの解凍

自分の PC にダウンロードが完了したら、エクスプローラーを立ち上げ、「ダウンロード」フォルダから先ほどダウンロードした zip ファイルを右クリックし、「すべて展開」をクリックすることによって解凍する（図 2.2.18）。

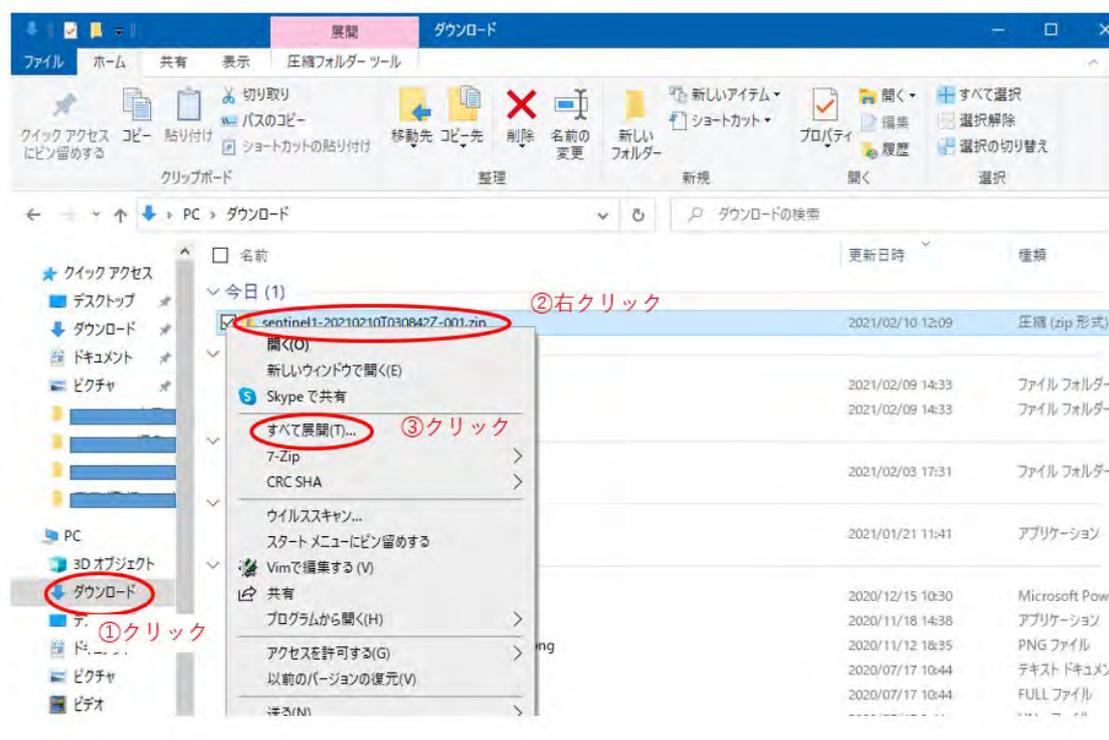


図 2.2.18 圧縮ファイルの解凍

以上で Sentinel-1 のデータを自分の PC にダウンロードする処理は完了である。

2. 3 農用地データ（筆ポリゴンデータ）の取得

農用地の位置データとして筆ポリゴンデータを取得する方法を説明する。

2021年7月以前に公開された筆ポリゴンデータは、農林水産省の筆ポリゴンダウンロードサイト（<https://www.maff.go.jp/j/tokei/polygon/>）にある過去の公開データへのリンク（<https://www.contactus.maff.go.jp/j/form/tokei/seiryu/hudepoririyoanke.html>）から県単位もしくは市町村単位でダウンロードできる（図2.3.1）。2022年4月以降に公開された筆ポリゴンデータは、筆ポリゴンダウンロードサイトにある筆ポリゴン公開サイト（<https://open.fude.maff.go.jp/>）から県単位もしくは市町村単位でダウンロードできる（図2.3.2）。なお、どちらの場合においても、ダウンロードにあたっては利用規約を確認するとともに、ユーザ登録とアンケートの入力が必要となる。

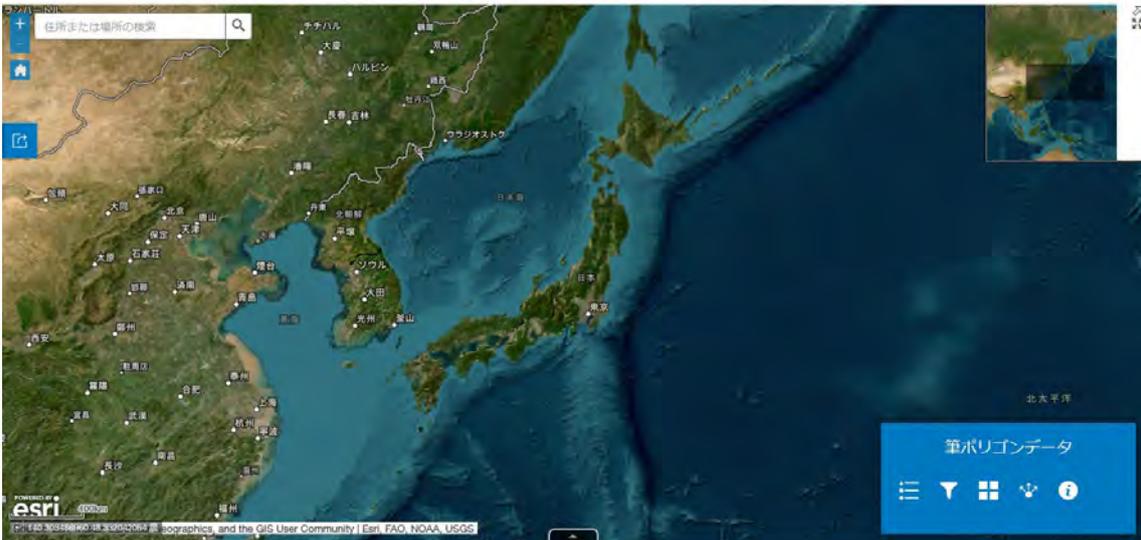
ダウンロードファイルはzipファイルとして圧縮されているため、解凍ソフト等を用いて解凍する。2021年7月以前に公開された筆ポリゴンデータはシェープファイルとして、2020年4月以降はGeoJSON形式として保存されている。解凍すると、シェープファイル（とその付属ファイル）やGeoJSONファイルが格納されている。ファイル名は市町村コード、市町村名、公開年等からなる。なお、両ファイル形式はQGISにおいて同様に操作することができる。

2. 市町村単位（市町村コード順）					
2020年更新					
1. 北海道					
204旭川市 (ZIP:3.59MB)	206釧路市 (ZIP:1.7MB)	207帯広市 (ZIP:1.59MB)	208北見市 (ZIP:2.91MB)	210岩見沢市 (ZIP:3.22MB)	211網走市 (ZIP:1.68MB)
215美瑛市 (ZIP:1.57MB)	219紋別市 (ZIP:918KB)	220士別市 (ZIP:2.24MB)	221名寄市 (ZIP:1.54MB)	222三笠市 (ZIP:299KB)	225滝川市 (ZIP:1.3MB)
228深川市 (ZIP:2.48MB)	229富良野市 (ZIP:1.25MB)	236北見市 (ZIP:1.24MB)	370今金町 (ZIP:940KB)	394蘭越町 (ZIP:1.3MB)	395二セコ町 (ZIP:514KB)
398喜茂別町 (ZIP:370KB)	399京極町 (ZIP:495KB)	400倶知安町 (ZIP:645KB)	406古平町 (ZIP:39.9KB)	407仁木町 (ZIP:523KB)	409赤井川村 (ZIP:245KB)
427由仁町 (ZIP:792KB)	430月形町 (ZIP:724KB)	433妹背牛町 (ZIP:335KB)	434秩父別町 (ZIP:407KB)	436雨竜町 (ZIP:643KB)	437北音町 (ZIP:625KB)
438沼田町 (ZIP:768KB)	452鷹栖町 (ZIP:782KB)	453東神楽町 (ZIP:610KB)	454当麻町 (ZIP:918KB)	455比布町 (ZIP:407KB)	456愛別町 (ZIP:443KB)
457上川町 (ZIP:247KB)	458東川町 (ZIP:685KB)	459美瑛町 (ZIP:1.85MB)	460上富良野町 (ZIP:1.06MB)	461中富良野町 (ZIP:580KB)	464和寒町 (ZIP:866KB)
465剣淵町 (ZIP:701KB)	468下川町 (ZIP:571KB)	469美深町 (ZIP:524KB)	470音威子府村 (ZIP:174KB)	471中川町 (ZIP:296KB)	472標加内町 (ZIP:532KB)
482小平町 (ZIP:761KB)	486遠別町 (ZIP:494KB)	487天塩町 (ZIP:909KB)	511猿払村 (ZIP:430KB)	512浜頓別町 (ZIP:683KB)	513中頓別町 (ZIP:449KB)
543美幌町 (ZIP:1.07MB)	544津別町 (ZIP:716KB)	545斜里町 (ZIP:1.09MB)	546清里町 (ZIP:820KB)	547小清水町 (ZIP:950KB)	549訓子府町 (ZIP:521KB)



図 2.3.1 筆ポリゴンダウンロードサイト（2021年7月以前公開）

筆ポリゴン公開サイト



●はじめに
「筆ポリゴン公開サイト」では、筆ポリゴンの閲覧、ダウンロード、筆ポリゴンの区画修正等の情報提供が、ユーザー登録なしに誰でもできます。
詳細な利用方法については、[筆ポリゴン公開サイト利用マニュアル](#)をご覧ください。

◀新着情報▶

- 筆ポリゴンの利用規約、筆ポリゴン公開サイトの利用規約を改定しました。（令和4年10月17日）

●筆ポリゴンの閲覧

表示されている地図上で、公開されている最新の筆ポリゴンデータが閲覧できます。
筆ポリゴンが地図に表示されるのは、地図画面下の尺度表示が1km以下からです。
なお、筆ポリゴンと衛星画像の位置精度の関係で、筆ポリゴンと衛星画像がズレて表示されることがあります。
また、表示されている筆ポリゴンは、より円滑に画面表示できるよう、区画形状を単純化している場合があり、以下に記載の「筆ポリゴンデータダウンロードページ」から取得できるデータとは、区画形状が一部異なる場合があります。

●筆ポリゴンのダウンロード

筆ポリゴンをダウンロードし、ご利用することができます。
●筆ポリゴンデータの仕様：筆ポリゴンデータの仕様（OD）

[筆ポリゴンデータダウンロードページ](#)
(アンケート回答後、ダウンロードいただけます)

●筆ポリゴンの区画修正等の情報提供

公開済みの筆ポリゴン（最も直前に公開したもの）に対して、筆ポリゴンの形状変化等に関する情報を農林水産省統計部に提供いただけます。

[修正情報提供フォーム](#)

[筆ポリゴンの利用規約](#) [筆ポリゴン公開サイトの利用規約](#) [筆ポリゴン公開サイトのプライバシーポリシー](#) [FAQ・お問合せ](#)

© Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

[フィールドの探索](#) [プライバシーの管理](#)

図 2.3.2 筆ポリゴンダウンロードサイト（2022 年 4 月以降公開）

2. 4 QGIS への SAR データの読み込み

2. 2節で取得した SAR データを QGIS に読みこむ方法を説明する。

- ① 1. 4節でインストールした QGIS を起動し、「データソースマネージャを開く」をクリックし、「ラスタ」タブを選択する（図 2.4.1）。
- ② ソース右下から使用する衛星データのファイルの一つを選択し「追加」をクリックする（図 2.4.1）。
- ③ 前述の処理を繰り返し、期間中全ての衛星画像を読み込む。

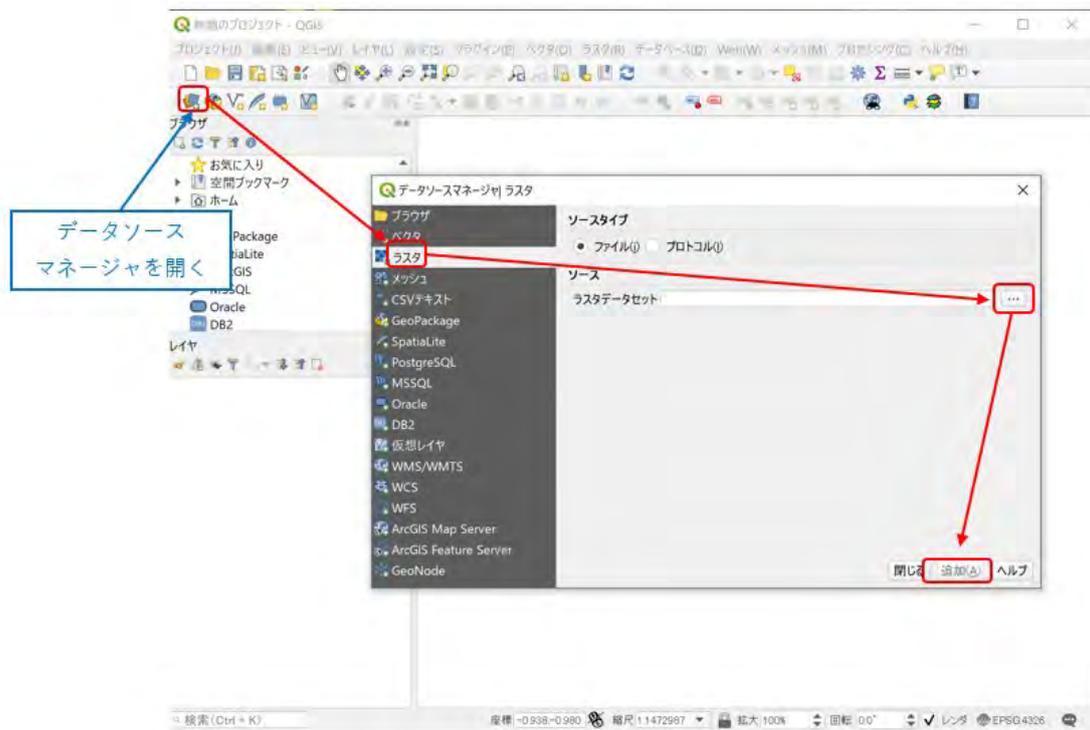


図 2.4.1 QGIS への SAR データの読み込み

2. 5 QGIS への農用地データ（筆ポリゴンデータ）の読み込み

2. 3節で取得した筆ポリゴンデータを2. 4節の処理を行った QGIS へ読み込む方法を説明する。

(1) ベクタレイヤの追加

QGIS のメインメニューにある「レイヤ」の「レイヤの追加」に含まれる「ベクタレイヤの追加」をクリックすると、データソースマネージャウィンドウが「ベクタ」タブが選択された状態で開くので、筆ポリゴンデータのシェープファイルの一つを選択し、「OK」ボタンをクリックする（図 2.5.1）。

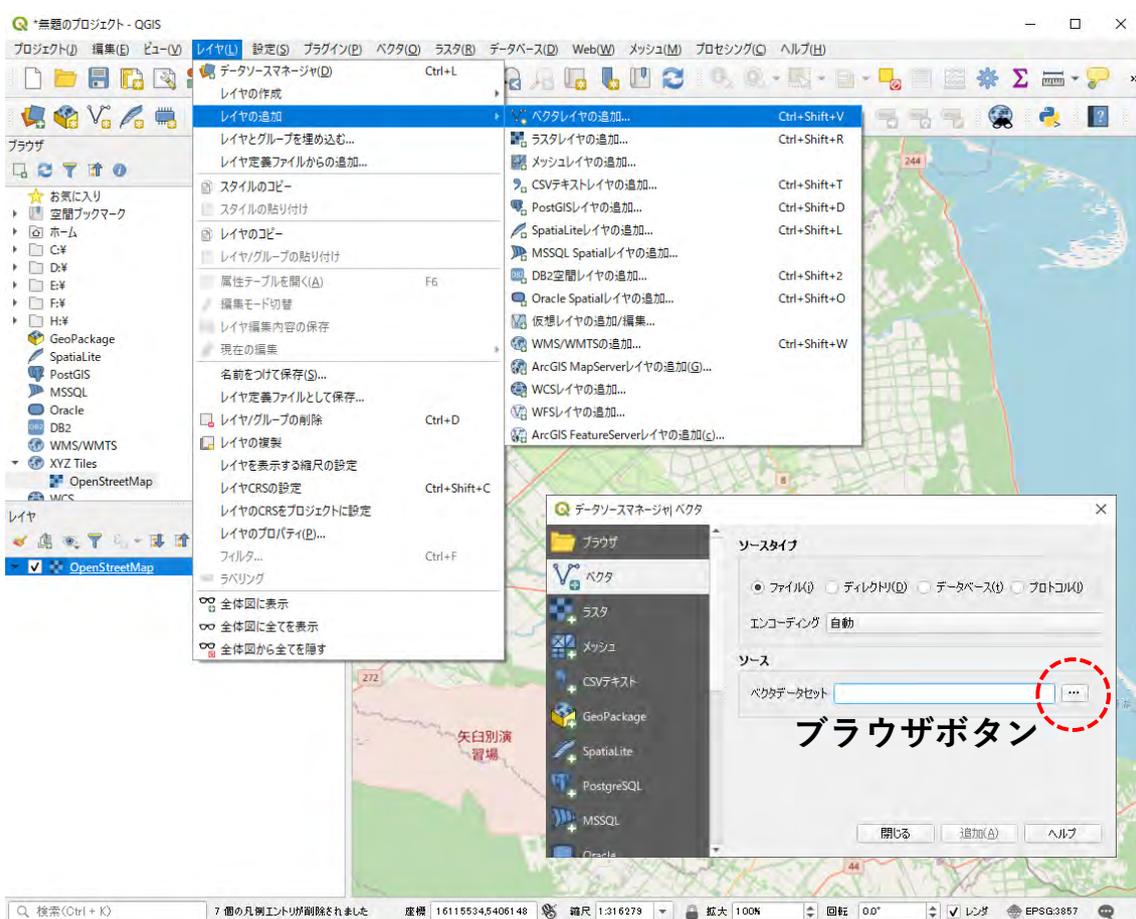


図 2.5.1 筆ポリゴンの読み込み

なお、QGIS の設定によってはシェープファイルの座標系を確認するウィンドウが開くので、最上段にある設定を選択する（図 2.5.2）。



図 2.5.2 筆ポリゴンデータの座標系確認

(2) 筆ポリゴンデータの読み込み確認

筆ポリゴンデータが QGIS に読みこまれると、地図に筆ポリゴンが表示され、レイヤ欄に筆ポリゴンデータのファイル名が表示される (図 2.5.3)。

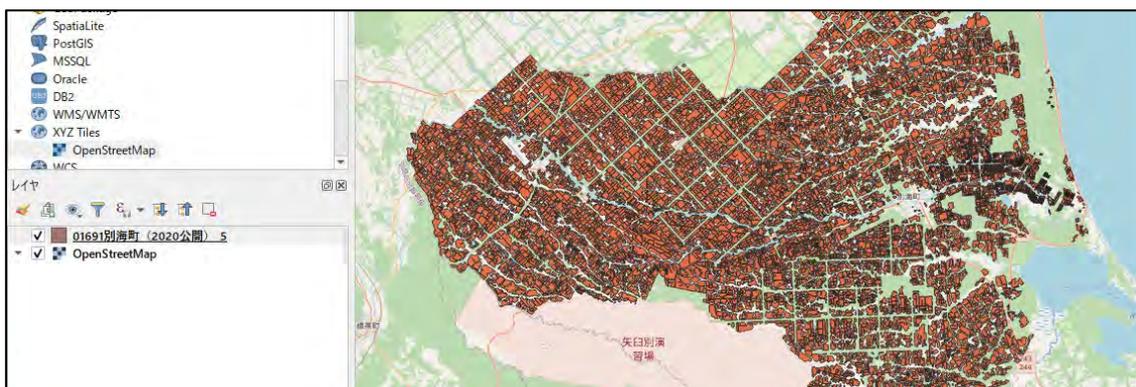


図 2.5.3 筆ポリゴンの表示

(3) 解析範囲外にある筆ポリゴンの除去

仮に解析範囲外にある筆ポリゴンがある場合、不要なため削除する。その方法を以下に示す。

- ① QGIS のメインメニューにある「ベクタ」の「調査ツール」にある「場所による選択」をクリックすると、場所による選択ウィンドウが開く (図 2.5.4)。
- ② 「選択する地物のあるレイヤ」に筆ポリゴンデータを、「空間的關係」は「範囲内」を選択し、「比較対象の地物のあるレイヤ」に衛星データを購入もしくはダウンロードした時に範囲を指定したシェープファイルを選択し、右下にある実行ボタンを選択すると、解析範囲内の筆ポリゴンのみが選択される (図 2.5.4)。
- ③ 解析範囲内の筆ポリゴンのみを選択後、レイヤ欄にある筆ポリゴンデータを右クリックし、コンテキストメニューの「エクスポート」にある「選択地物の保存」をクリックすると、「ベクタレイヤを名前を付けて保存」ウィンドウが開く (図 2.5.5)。
- ④ 「ファイル名」のブラウザボタンをクリックし、選択された筆ポリゴンデータの保存フォルダとファイル名を設定後、右下にある「OK」ボタンをクリックすると、選択された筆ポリゴンデータが保存され、地図に表示されるとともに、レイヤ欄に保存したファイル名が追加される (図 2.5.5)。

以上で、農用地データ (筆ポリゴンデータ) を QGIS へ読み込む処理は完了である。

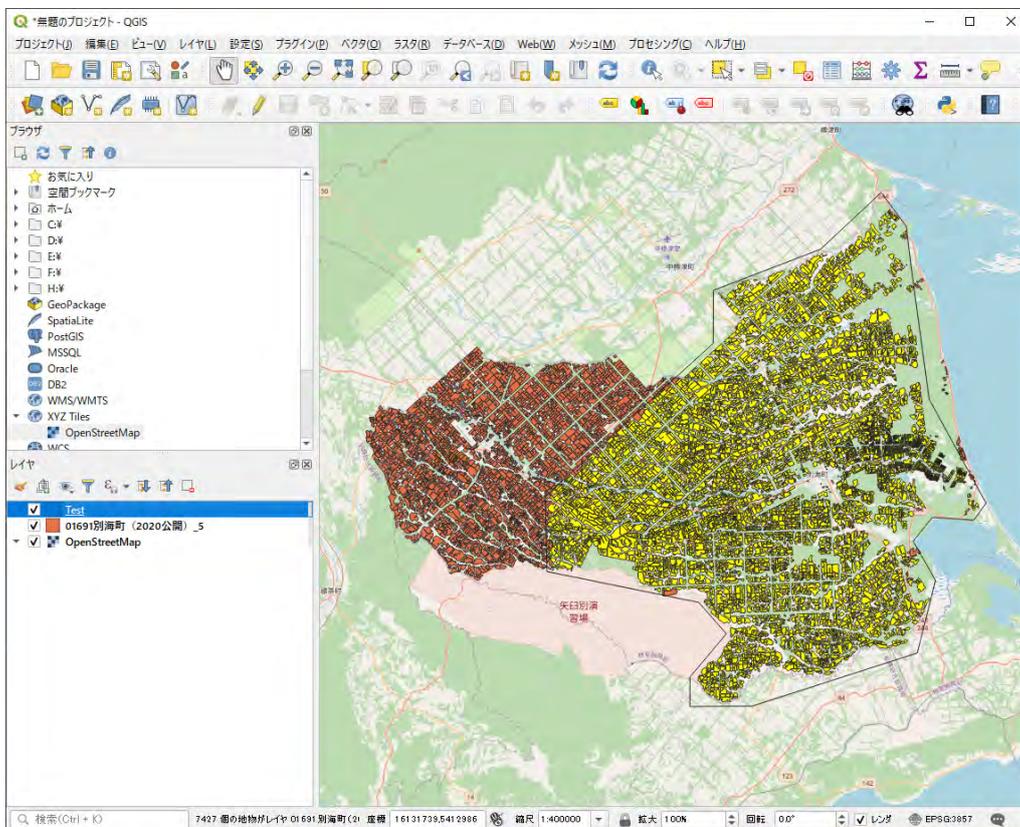
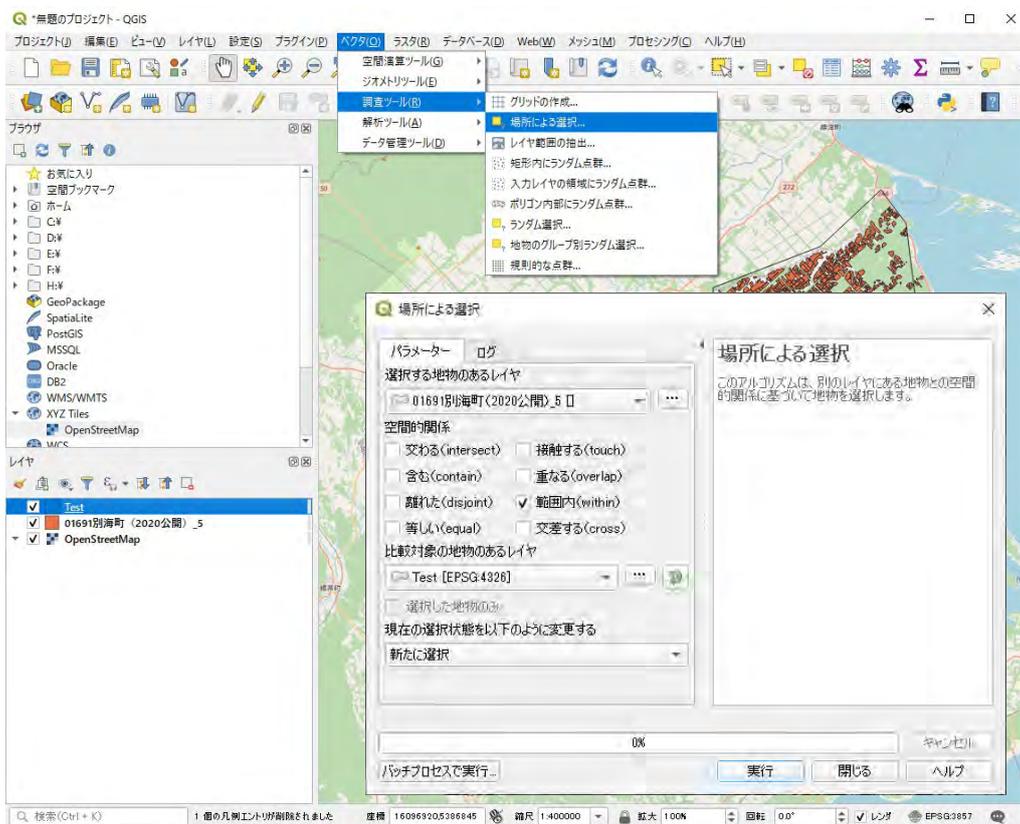


図 2.5.4 必要な筆ポリゴンの選択

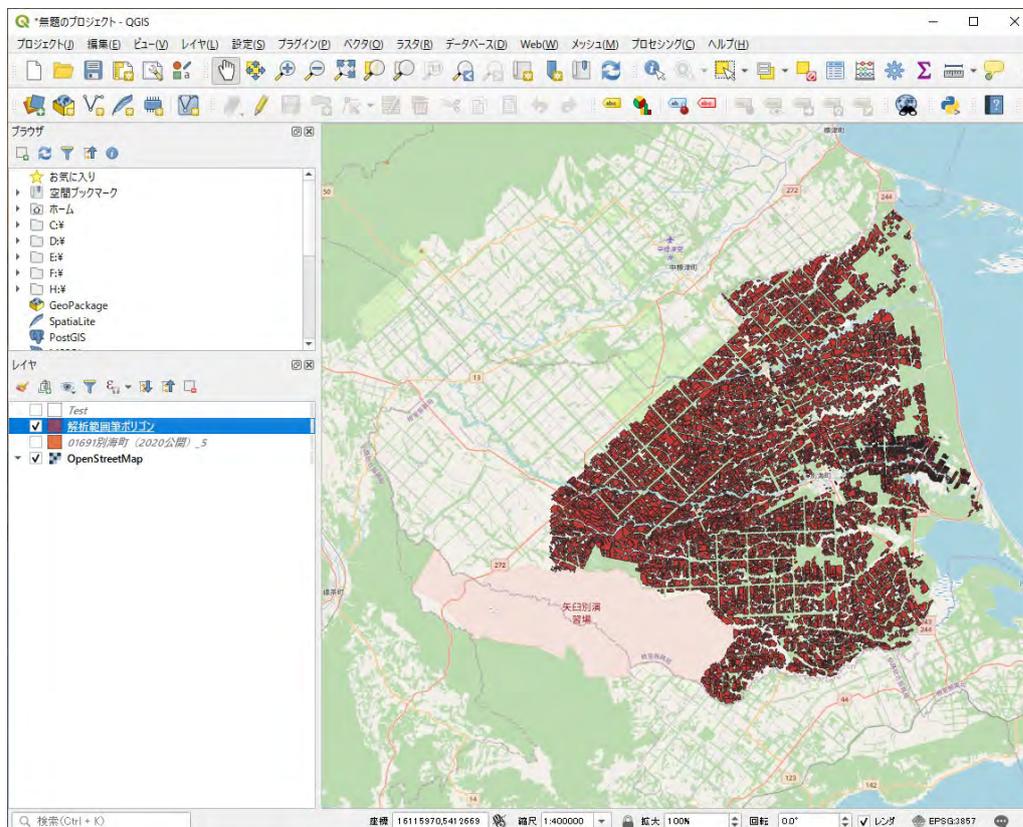
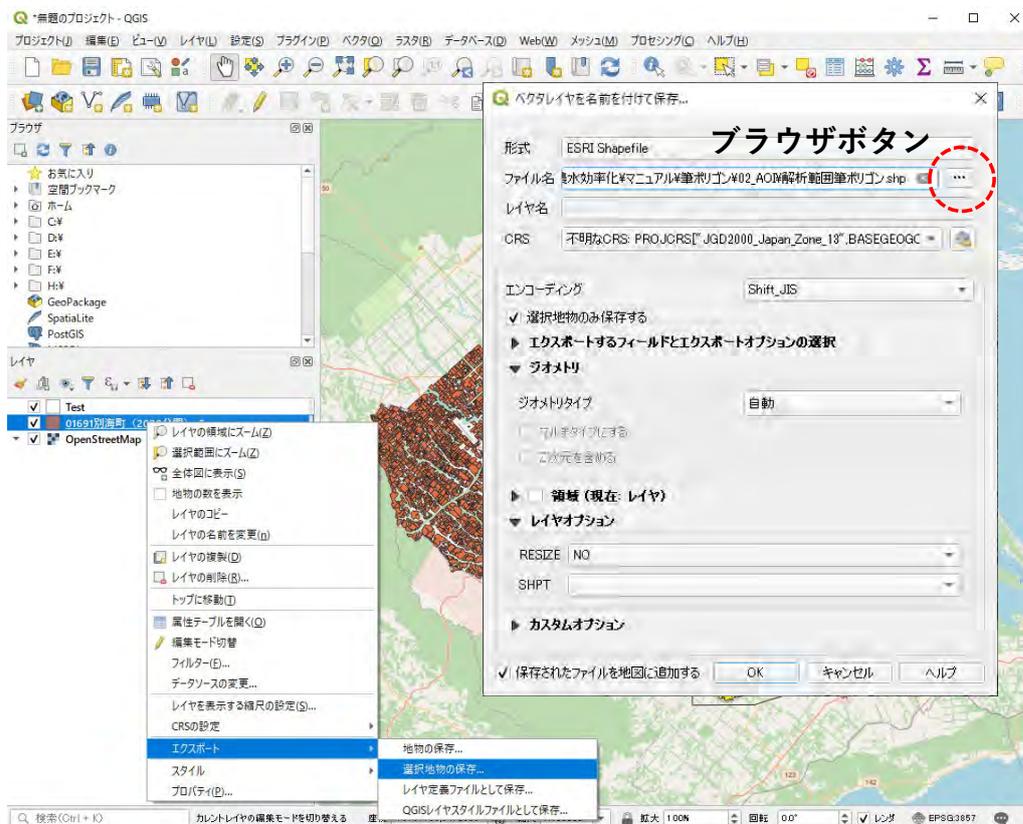


図 2.5.5 必要な筆ポリゴンの保存

2. 6 筆ポリゴンごとの後方散乱強度最低値の算出

農用地に人工物などが隣接する場合、それらが電波を多く反射し、農用地内の後方散乱強度に影響を与えることがある。この現象は SAR データには必ず発生し、その補正は非常に困難なため、解析する農用地の筆ポリゴンを若干狭めることにより、簡便かつ効率的に誤差を極力低減して解析する。このような処理を緩衝帯（バッファ）処理という。

この節では、まず（1）において、球面座標系である 2022 年 4 月以降公開された筆ポリゴンが緩衝帯処理できるように、座標系を平面直角座標系に変更する。その後、（2）及び（3）で緩衝帯（バッファ）処理の方法を説明する。なお、2021 年 7 月以前に公開された筆ポリゴンを使う場合は、既に平面直角座標系であることから（2）から始めることができる。続いて（4）以降で、筆ポリゴンごとの、把握期間における後方散乱強度の最低値（以下、「後方散乱強度最低値」という。）の算出方法を説明する。

（1）座標系変換

- ① レイヤにある筆ポリゴンを右クリックし「エクスポート」（別名保存に相当）にある「新規ファイルに地物を保存」を選択する（図 2.6.1）。
- ② 「ベクタレイヤを名前を付けて保存」ウィンドウが表示されるため、座標参照系 (CRS) の右端にある選択ボタンをクリックする（図 2.6.2）。
- ③ 「座標参照系の選択」ウィンドウが表示されるため、フィルタにおいて地区に最適な該当座標系を EPSG 番号で検索する（図 2.6.3）。なお EPSG 番号とは、あらゆる座標系を網羅した管理番号であり、衛星画像で用いられる UTM 座標系における日本周辺の番号は 32651 ～ 32655 となる（国土地理院ホームページ <https://www.gsi.go.jp/chubu/minichishiki10.html> 参照）。これらの番号は経度で分かれており、東経 126 度以西では 32651、東経 126～132 度では 32652、東経 132～138 度では 32653、東経 138～144 度では 32654、東経 144 度以东では 32655 が適用される。そこで、筆ポリゴンがある地域の経度から適切な番号を選択する。EPSG 番号を伴った当該座標系がフィルタの下にある「あらかじめ定義された CRS」の欄に表れるので、クリックして選択した後 OK をクリックする。
- ④ 「ベクタレイヤを名前を付けて保存」ウィンドウにおいてファイル名の設定ボタンをクリックし、保存先のフォルダとファイル名を設定し、OK をクリックすると、座標変換された筆ポリゴンが保存される（図 2.6.2）。なお、2022 年 4 月以降に公開された筆ポリゴンのファイル形式は GeoJSON 形式のため、ファイルの種類は GeoJSON のみとなる。

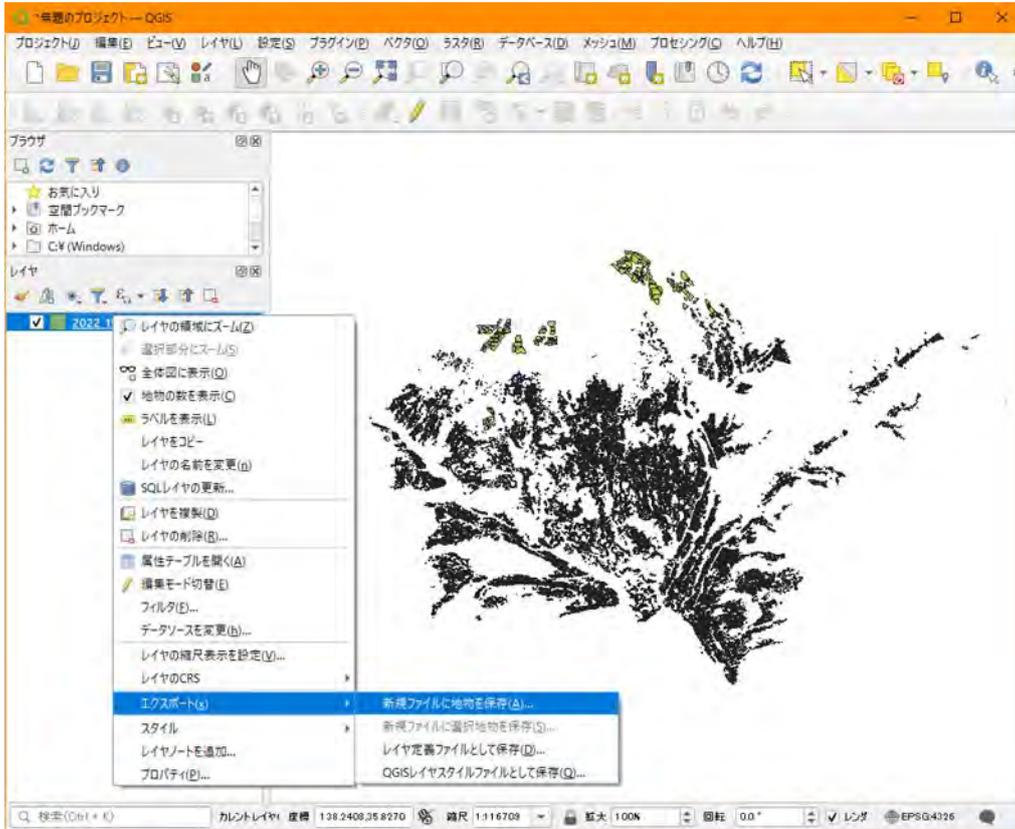
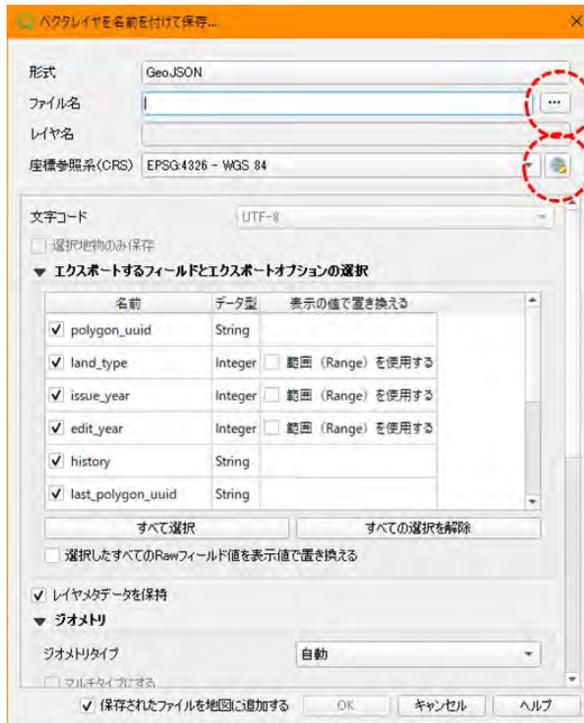


図 2.6.1 エクスポート処理



ファイル名設定ボタン

座標系設定ボタン

図 2.6.2 エクスポート処理の設定



該当座標系の検索

該当座標系の選択

図 2.6.3 座標参照系の設定

(2) 緩衝帯処理の設定

- ① QGIS で処理対象の筆ポリゴンデータを開いた状態で、QGIS のメインメニューにある「ベクタ」の「空間演算ツール」の「バッファ」をクリックする (図 2.6.4)。
- ② バッファウィンドウが表示されるため、図 2.6.4 のように、入力レイヤにはバッファ処理したい筆ポリゴンデータを、「距離」は「-5」(内側に狭めるためにマイナスとなる) とし、「単位」は「メートル」を選択し、「実行」をクリックする。

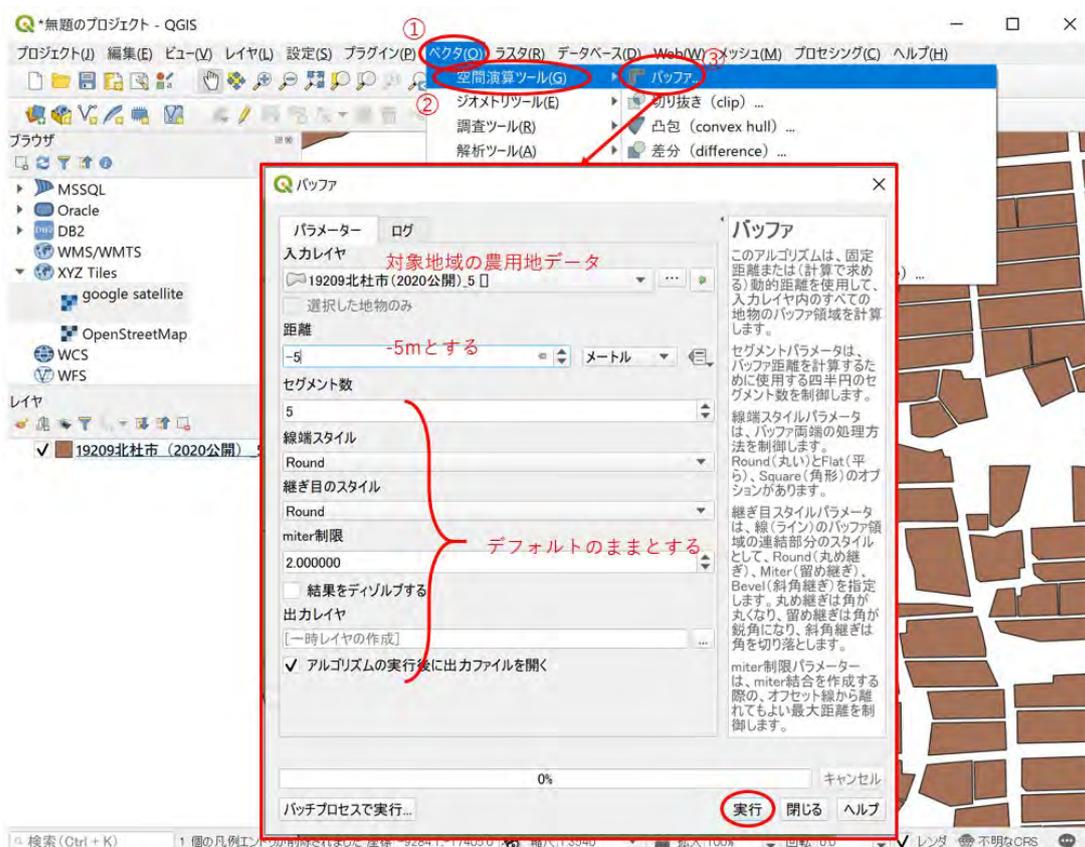


図 2.6.4 緩衝帯 (バッファ) 処理

(3) 緩衝帯 (バッファ) 処理の確認

- ① バッファ処理が完了したら「閉じる」をクリックし、レイヤパネルの「出力レイヤ」を右クリックし、コンテキストメニューにある「エクスポート」にある「地物の保存」を選択する (図 2.6.5)。
- ② 「ベクタレイヤを名前を付けて保存」ウィンドウのブラウザボタンを押し、保全先のフォルダとファイル名を入力後、「OK」をクリックする (図 2.6.5)。この処理により一律に 5m 内側に縮小された筆ポリゴンが地図に表示される。

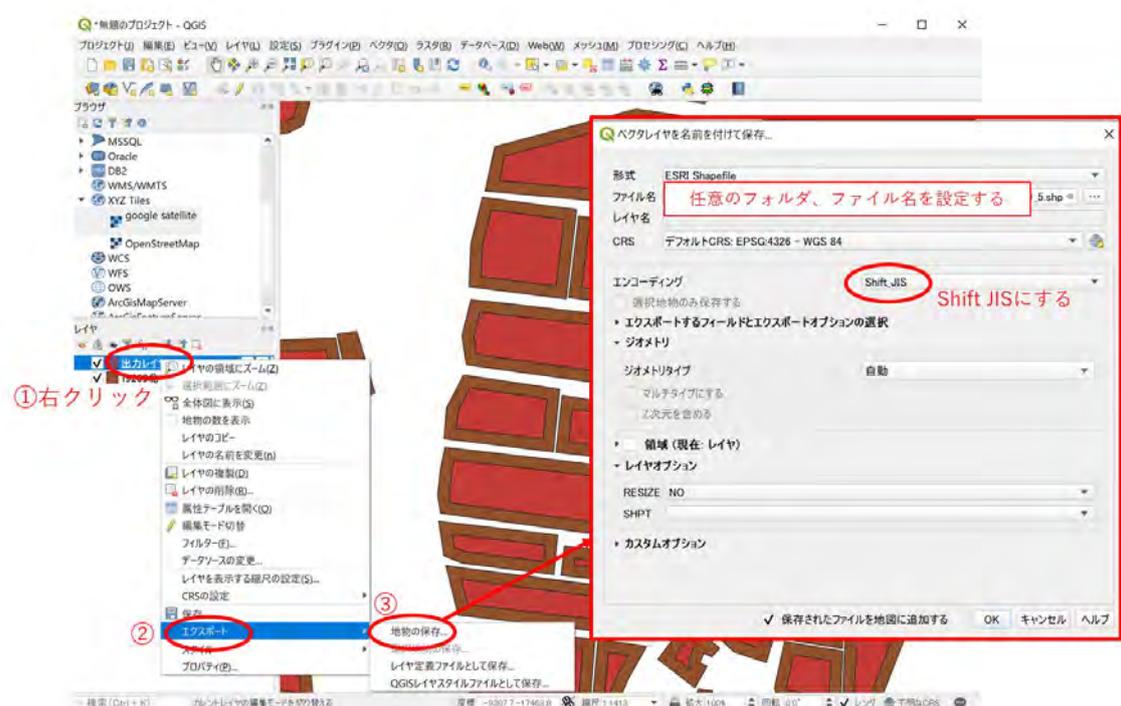


図 2.6.5 バッファ後の筆ポリゴンの保存

(4) 後方散乱強度最低値の算出

以降、筆ポリゴン毎の後方散乱強度最低値を算出する方法を説明する。なお、ここでは PALSAR-2 を例に記載したが、Sentinel-1 においても手順は同様である。ただし、Sentinel-1 は昇交と降交に分けて処理する必要があるため、まず、全ての昇交の衛星データに対し (3) から (8) までの処理を行い、続いて全ての降交の衛星データに対し、(3) から (8) までの処理を行う。

まず、筆ポリゴンデータの属性テーブルに衛星データの必要項目を結合するため、以下の処理を行う。

- ① ツールバーの「プロセッシングツールボックス」をクリックし、検索窓で「ゾーン統計」と入力することによりゾーン統計が現れる (図 2.6.6)。
- ② 「ラスタ解析」の下の「ゾーン統計量」をクリックし、ウィンドウが出たら、必要項目を入力する (図 2.6.6)。
- ③ 「出力カラム名の接頭辞」は、衛星データの観測日など、区別が容易なものを記入する (例えば IMG-HH-ALOS2313530700-200313-UBSR2.1GUA.tif というファイルの場合、200313 が観測日である) (図 2.6.6)。
- ④ 計算する統計量は「個数」(筆ポリゴン内の画素数)と「中央値」(筆ポリゴン内の後方散乱強度の中央値 (ただし、PALSAR-2 においては (5) による変換処理が必要)) を選択し、実行をクリックする (図 2.6.6)。

①～④を期間内全ての衛星データに対し繰り返す。これにより、筆ポリゴンデータの属性テーブルに衛星データの観測日ごとの「個数」と「中央値」が追加される。

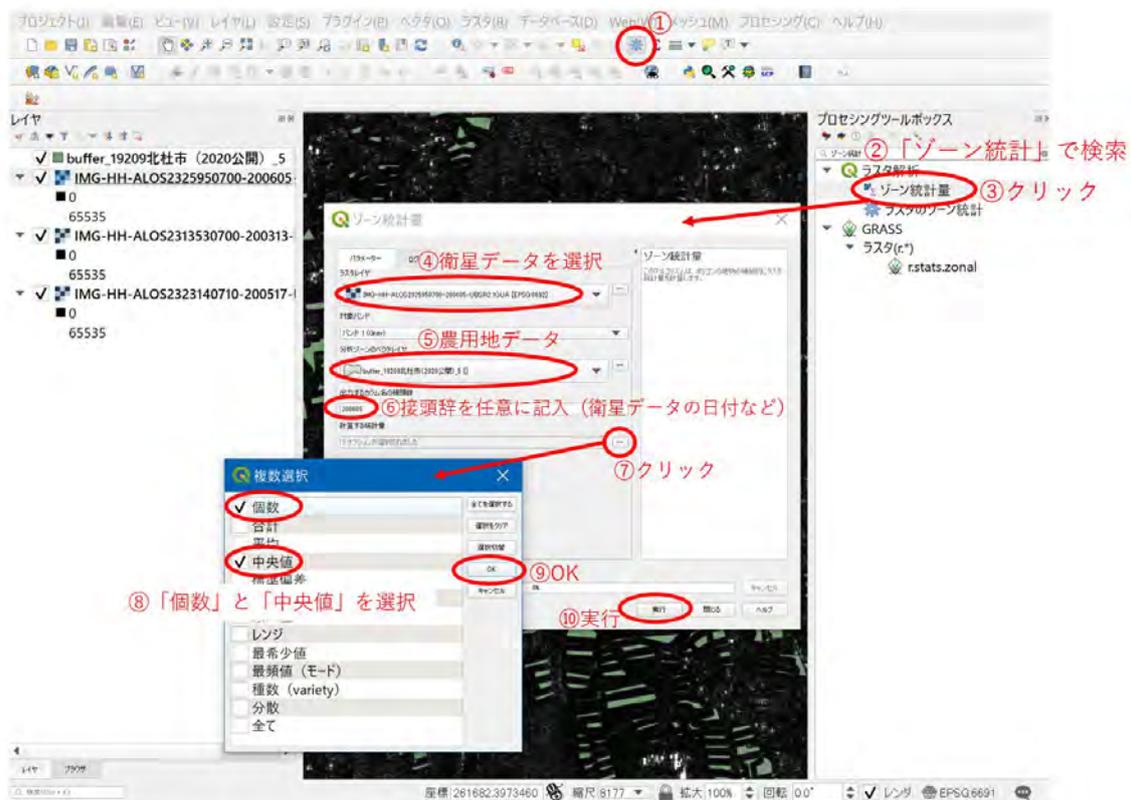


図 2.6.6 バッファ後筆ポリゴンのゾーン統計

(5) 属性テーブルの確認

- ① すべての衛星データに対し処理が終わったら、筆ポリゴンデータを右クリックし、「属性テーブルを開く」をクリックする (図 2.6.7)。
- ② 現れたウィンドウにゾーン統計量の結果 (「個数」と「中央値」) が追加されていることを確認する。列の名前は、上記で設定した接頭辞の後ろに count (画素数) もしくは median (中央値) が付く (図 2.6.7)。接頭辞が長すぎると count や median が途中で切れるもしくは表示されないことがある。

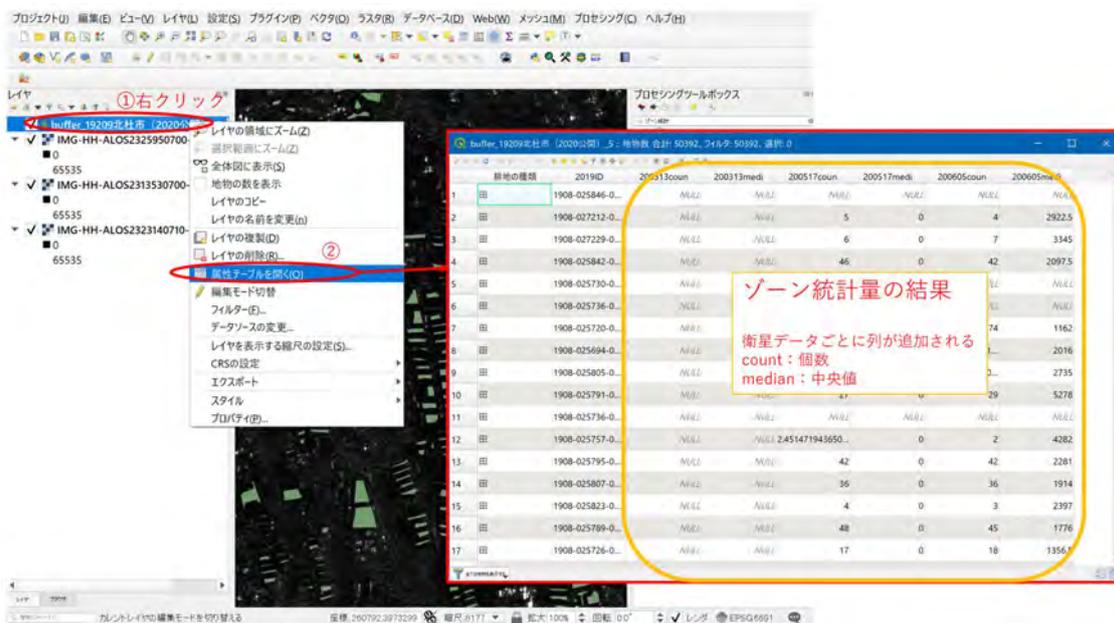


図 2.6.7 衛星データの観測日ごとの結果が入力されたバッファ後の筆ポリゴンの属性情報

(6) デシベル変換

次に、PALSAR-2 の場合、中央値を後方散乱強度に変換する。なお、Sentinel-1 は既に変換済みのデータがダウンロードできるためデシベル変換は省略できる。

- ① 属性テーブルを開き、「フィールド計算機」をクリックする。ウィンドウ表示後、図 2.6.8 のように必要項目を入力する。
- ② フィールド名は接頭辞として median の前に付けた衛星データの観測日を記入したほうが認識しやすい。図 2.6.8 の例では「200313dB」とした（なお dB とは後方散乱強度の単位デシベルの記号である）。
- ③ この処理における具体的な変換式を式 2.6.1 に示す。ただし、「200313medi」の部分は適宜変更し、(4) ②により追加した中央値の各列に対し同様の処理を行う。変換式を式 2.6.1 に示す。

$$10 \times \log_{10} ("200313medi" ^2) - 83.0 \quad \dots \quad \text{式 2.6.1}$$

- ④ 変換式を入力する際に、「フィールドと値」を展開すると各列の名前が出てくるので、ダブルクリックをすることで、入力欄に記入できる（図 2.6.8）。フィールド計算機の処理結果を図 2.6.9 に示す。

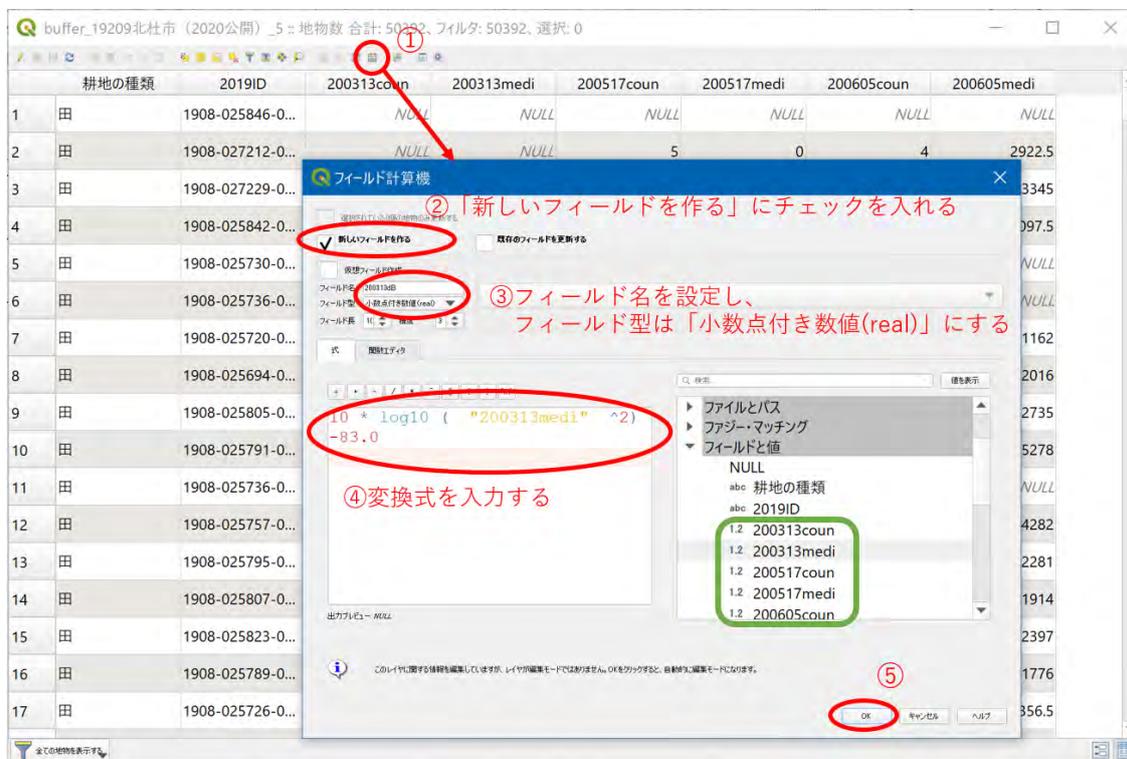


図 2.6.8 フィールド計算機による後方散乱強度への変換

buffer_19209北杜市 (2020公開) _5 : 地物数 合計: 50392, フィルタ: 50392, 選択: 0

	3coun	200313medi	200517coun	200517medi	200605coun	200605medi	200313dB	200517dB	200605dB
1	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
2	NULL	NULL	5	0	4	29225	NULL	NULL	-13.685
3	NULL	NULL	6	0	7	3345	NULL	NULL	-12.512
4	NULL	NULL	46	0	42	20975	NULL	NULL	-16.566
5	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
6	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
7	NULL	NULL	0.052580488175...	0	0.0525804881774	1162	NULL	NULL	6.999
8	NULL	NULL	2	0	0.861838812451...	2016	NULL	NULL	-16.910
9	NULL	NULL	0.622998320467...	0	0.622998320610...	2735	NULL	NULL	-14.261
10	NULL	NULL	27	0	29	5238	NULL	NULL	-8.551
11	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
12	NULL	NULL	2.451471943650...	0	2	4262	NULL	NULL	-10.367
13	NULL	NULL	42	0	42	2261	NULL	NULL	-15.837
14	NULL	NULL	36	0	36	1914	NULL	NULL	-17.361
15	NULL	NULL	4	0	3	2357	NULL	NULL	-15.407
16	NULL	NULL	48	0	45	1778	NULL	NULL	-18.011

フィールド計算機の結果

図 2.6.9 フィールド計算機の処理結果

(7) 後方散乱強度最低値の算出

デシベル変換済みの後方散乱強度について、把握期間内における最低値を計算するため、「フィールド計算機」をクリックし、ウィンドウが表示されたら、図 2.6.10 のように必要項目を入力する。

- 「新しいフィールドを作る」にチェックを入れ、「フィールド名」は図 2.6.10 の例では「min」とした。
- 「フィールド型」は「小数点付き数値 (real)」を選択する。
- 計算式を入力する。計算式を式 2.6.2 に示す。ただし、「200313dB」「200517dB」「200605dB」の部分は適宜変更し、衛星データの観測日ごとの後方散乱強度のすべての列を記入する。

$$\min("200313dB", "200517dB", "200605dB") \quad \dots \quad \text{式 2.6.2}$$

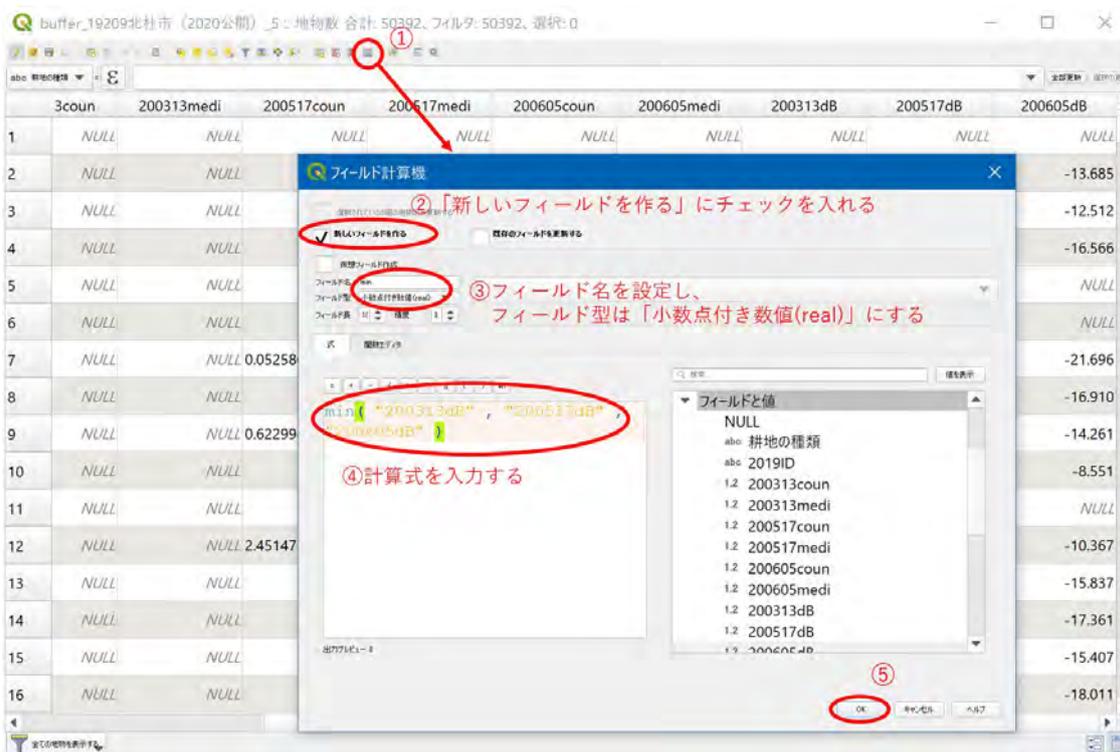


図 2.6.10 最低値算出のためのフィールド計算機設定

(8) 微小筆ポリゴンの除去

後方散乱強度最低値の結果が追加されていることを確認できたら、筆ポリゴンデータの田畑を分けて保存するとともに、含まれる画素数の少ない筆ポリゴンを解析対象から除外するために、属性テーブルの「式による地物の選択」をクリックし、ウィンドウが表示された後、式 2.6.3 を入力する (図 2.6.11)。なお式 2.6.3 は「田」(2022 年 4 月以降の筆ポリゴンでは land_type に 100 と記載)、かつ、PALSAR-2 において筆ポリゴン内の画素数が 20 画素以上の筆ポリゴンのみを抽出する例である。

続いて、「地物の選択」をクリックすると図 2.6.12 のように、該当する筆ポリゴンのみが選択される。

```
( "耕地の種類" = '田' )AND(("200313coun">= 20)OR( "200517coun" >= 20)OR( "200605coun" >= 20)) . . . 式 2.6.3 (2021 年 7 月以前公開)
```

```
( "land_type" = '100' )AND(("200313coun">= 20)OR( "200517coun" >= 20)OR( "200605coun" >= 20)) . . . 式 2.6.3 (2022 年 4 月以降公開)
```

【参考】

筆ポリゴンの田畑は「耕地の種類」もしくは「land_type」に記載されている。「200313coun」「200517coun」「200605coun」は筆ポリゴン内の画素数を表す列で、本解析では PALSAR-2 は筆ポリゴン内の画素数が 20 画素以上の筆ポリゴンを解析対象とした。Sentinel-1 の場合は 5 画素以上とするため、式 2.6.3 内の数値「20」に代えて「5」を入力する。この画素数以上のものしか選択しない理由は、統計値 (ここでは後方散乱強度) を適切に算出するにあたり、ある程度の画素数を確保する必要があるからである。センサによって画素数が異なるのは、センサによって一画素の面積 (すなわち解像度) が異なるためである。

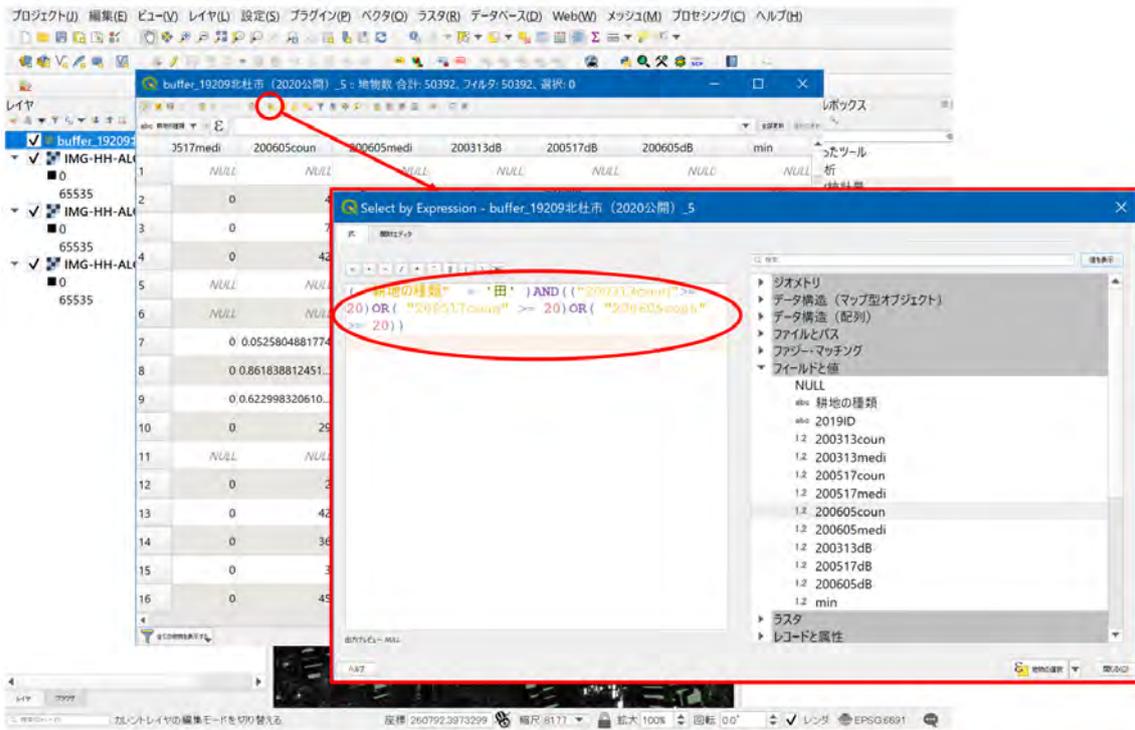


図 2.6.11 該当する筆ポリゴンの選択

buffer_19209北社市 (2020公開) _5 : 地物数 合計: 50392, フィルタ: 50392, 選択: 18975

耕地の種類	2019ID	200313count	200313medi	200517count	200517medi	200605count
田	1908-027229-0...	NULL	NULL	6	0	
田	1908-025842-0...	NULL	NULL	46	0	
田	1908-025730-0...	NULL	NULL	NULL	NULL	
田	1908-025736-0...	NULL	NULL	NULL	NULL	
田	1908-025720-0...	NULL	NULL	0.052580488175...	0	0.052580488175...
田	1908-025694-0...	NULL	NULL	2	0	0.861838812451...
田	1908-025805-0...	NULL	NULL	0.622998320467...	0	0.622998320467...
田	1908-025791-0...	NULL	NULL	27	0	
田	1908-025736-0...	NULL	NULL	NULL	NULL	
田	1908-025757-0...	NULL	NULL	2.451471943650...	0	
田	1908-025795-0...	NULL	NULL	42	0	
田	1908-025807-0...	NULL	NULL	36	0	
田	1908-025823-0...	NULL	NULL	4	0	
田	1908-025789-0...	NULL	NULL	48	0	
田	1908-025726-0...	NULL	NULL	17	0	
田	1908-025718-0...	NULL	NULL	34	0	

図 2.6.12 該当する筆ポリゴンの選択

(9) 筆ポリゴンの保存

- ① 筆ポリゴンデータを右クリックして、「エクスポート」にある「選択地物の保存」をクリックする (図 2.6.13)。
- ② 田・畑の見分けがつくようにファイル名を設定し、「選択地物のみに保存する」にチェックが入っていることを確認する (図 2.6.13)。
- ③ 「エクスポートするフィールドとエクスポートオプションの選択」では、属性テーブル内の項目が選べるため、「耕地の種類」「2019ID」(筆ポリゴンの ID)「min」(後方散乱強度最低値)のみチェックを入れ、[OK]をクリックする (図 2.6.13)。
- ④ 畑についても同様に (7) から (8) までの作業を行い (ただし、(7) で入力する式 2.6.3 においては'田'ではなく'畑'を入力する。)、畑のみの筆ポリゴンデータをシェープファイルとして保存する。このことにより田と畑を別々に検討することができる。これは田と畑では別々に閾値を決める必要があるからである (詳細は報告書参照)。

なお、PALSAR-2 の場合は、以上で筆ポリゴン毎の後方散乱強度最低値を算出する処理は完了である。一方、Sentinel-1 の場合は、昇交の衛星データに対してここまでの処理が終わったら、降交の衛星データに対し (3) から (8) までの処理を同様にを行い、田の昇交、田の降交、畑の昇交、畑の降交の 4 つのシェープファイルを作成し、引き続き (9) の処理を行う。なお、昇交データについては、既に説明している通り、2021 年 12 月以降、ほとんど利用できない。

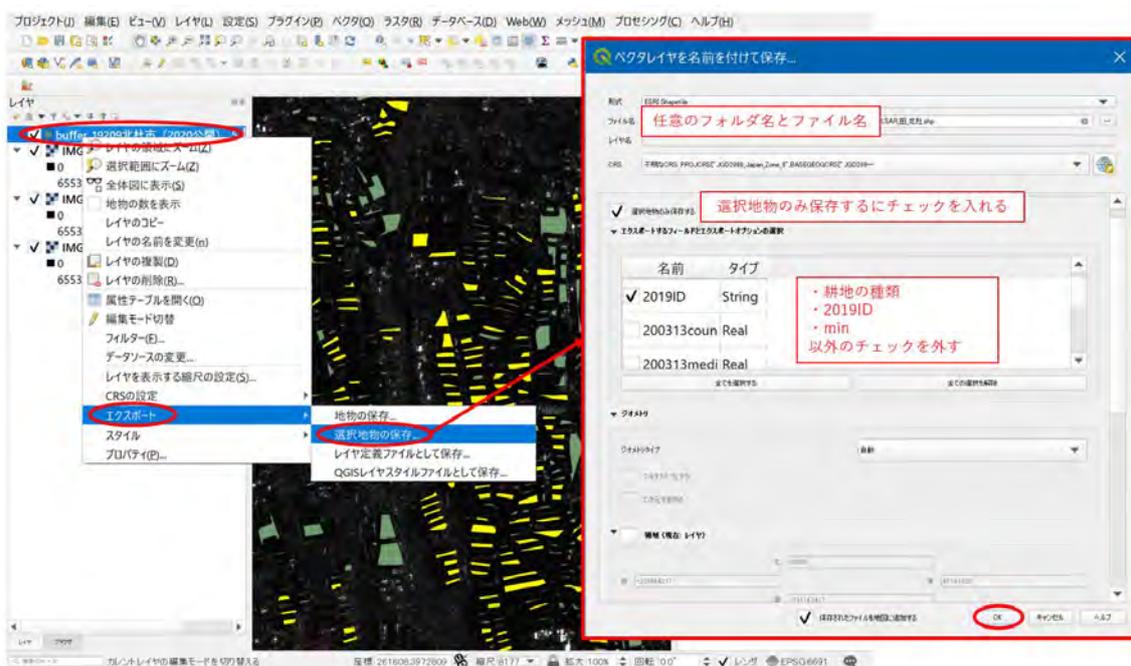


図 2.6.13 該当する筆ポリゴンデータの保存

(10) 降交データと昇交データの統合 (Sentinel-1)

本結合処理は昇交軌道のデータが無い場合は不要である。

Sentinel-1 の衛星データは、昇交軌道では電波の照射方向はほぼ東向き、降交軌道では逆のほぼ西向きになるため、昇交軌道と降交軌道の後方散乱強度最低値に差が生じる。その結果、同じ筆ポリゴンに、昇交の後方散乱強度最低値、降交の後方散乱強度最低値が得られる。本マニュアルでは昇交と降交を比較してより低い方の後方散乱強度を採用する。

- ① (8) までに作成した Sentinel-1 昇交と降交の結果 (シェープファイルもしくは GeoJSON ファイル) を用意する。どちらか一方のプロパティを開き、「結合」タブを選択する (図 2.6.14)。
- ② 「ベクタ結合の追加」ウィンドウが開く。「結合レイヤにもう一方のシェープファイル」を選択し、「結合基準の属性」に各筆ポリゴンの ID が入力されている「筆ポリゴン」を選択し、「ターゲット属性」に同じく「筆ポリゴン」を選択する (図 2.6.14)。
- ③ 「結合する属性」にチェックし、最低値が入っている欄のみを選択する (図 2.6.14)。
- ④ 属性情報の煩雑さを避けるため、「結合する属性の接頭辞」にチェックを入れ、識別できる適切な名称を入力する (図 2.6.14)。
- ⑤ レイヤプロパティの「OK」をクリックする。その結果、筆ポリゴンごとに昇交軌道と降交軌道の最低値が属性情報に登録される (図 2.6.15)。
- ⑥ 次に、属性テーブルにあるフィールド計算機を起動し、式 2.6.4 を入力する (図 2.6.16)。
「フィールド名」に結果を表す適切な名称を入力し、「フィールド型」は「小数点付き数値 (real)」とする。このことにより、どちらかの最低値が新たなフィールドにより分けられる。なお、式 2.6.4 は一般的な記載であることから、式中の「”」内はその内容に合うフィールドを選択する。得られた結果に対する処理は PALSAR-2 と同様となる。

if (“昇交最低値” > “降交最低値”, “降交最低値”, “昇交最低値”) . . . 式 2.6.4

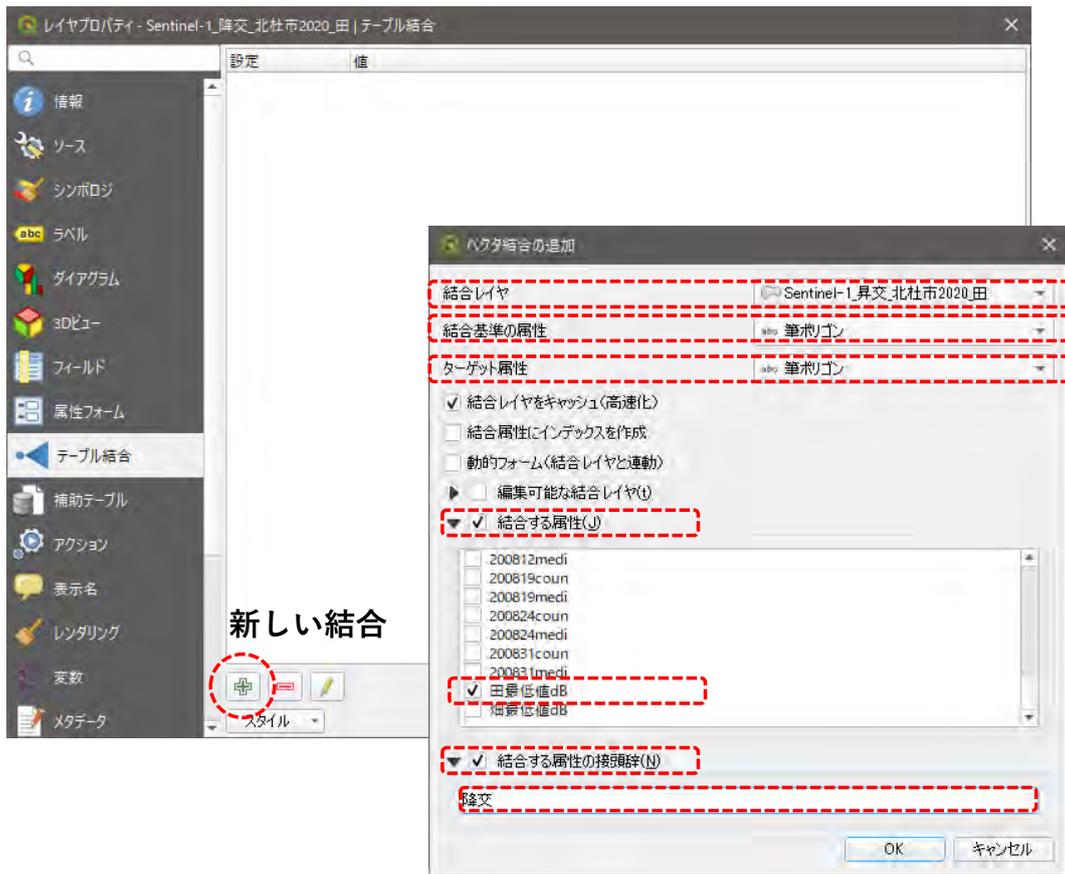


図 2.6.14 Sentinel-1 昇交軌道と降交軌道の結合

筆ポリゴン	耕地の種類	Area	田最低値dB
7	1908-014858-00...	663.752	-6.20162118
8	1908-014251-00...	412.751	-6.30373899
9	1908-015214-00...	545.199	-6.36479598
10	1908-013978-01...	778.916	-6.49787476
11	1908-018704-00...	240.615	-6.67417468
12	1908-015916-01...	649.083	-6.85793598
13	1908-014795-00...	745.605	-6.87601524
14	1908-014857-00...	771.925	-7.00661182
15	1908-015142-00...	228.407	-7.01838881
16	1908-015095000...	718.277	-7.32145903
17	1908-012892-00...	558.666	-7.38530826
18	1908-012031-00...	681.927	-7.58166144
19	1908-014806-00...	741.527	-7.58910756
20	1908-014752-00...	675.959	-7.62545756
21	1908-017730-00...	1751.552	-7.68936299
22	1908-024626-00...	706.284	-7.73123349

190818medi	200830coun	200830medi	降交田最低値dB
97043329272...	7.000000000000...	-6.17023772178...	-7.57621664
48327073388...	5.000000000000...	-2.16530752681...	-8.77651659
37956541733...	6.000000000000...	-4.08595797474...	-18.18822080
30757419734...	7.000000000000...	-2.55182286343...	-9.29999423
50372736197...	5.000000000000...	-3.85316520949...	-15.78022470
36506946935...	7.000000000000...	-6.24827139639...	-10.14447400
37601524092...	5.000000000000...	-5.17640281200...	-8.20452927
41057883501...	6.000000000000...	-4.02620632802...	-6.04678629
43329960321...	5.000000000000...	-0.33051397437...	-21.13197870
58735812069...	7.000000000000...	1.858640797854...	-20.65381570
21223411031...	5.000000000000...	-3.28560751743...	-23.29566690
17636440339...	8.000000000000...	-3.89481562490...	-21.12242810
10197484494...	6.000000000000...	-6.49671648737...	-7.35620178
14246229788...	6.000000000000...	-7.15528649530...	-8.01280997
23900708150...	13.00000000000...	-4.50821528533...	-8.83294671
38521080014...	8.000000000000...	-0.01661914014...	2.06177682

降交軌道の最低値

追加された
昇交軌道の最低値

図 2.6.15 結合後の属性テーブル

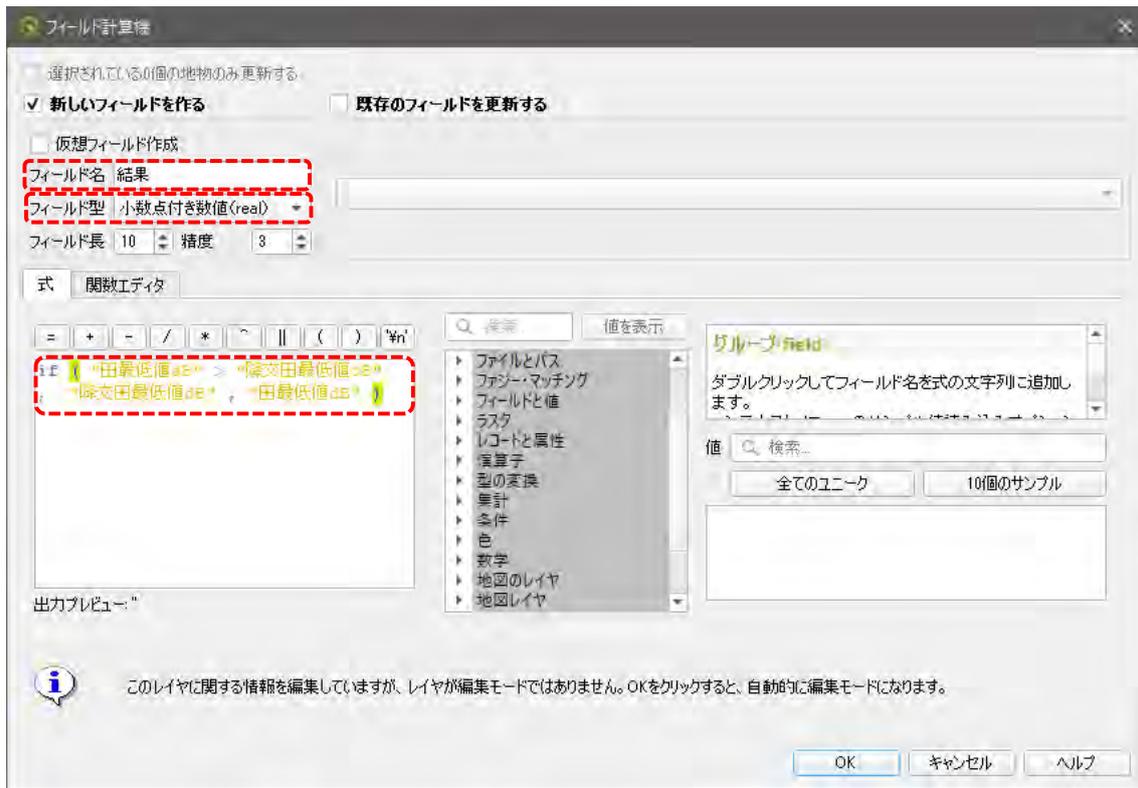


図 2.6.16 フィールド計算機による昇交軌道と降交軌道の結果の統合

以上で、筆ポリゴン毎の後方散乱強度期間最低値を算出する処理は完了である。

2. 7 後方散乱強度最低値の閾値設定

2. 6節で算出した筆ポリゴンごとの後方散乱強度最低値を CSV 出力し、表計算ソフト（ここではエクセルを利用）により解析範囲内の平均値と標準偏差を算出することにより、耕作・管理地か否かを判別するための閾値を設定する方法を説明する。

なお、2022 年 4 月以降の筆ポリゴンでは、本マニュアルで使用する「land_type」以外の属性情報も多数含まれるが、適宜消去しても差し支えない。

(1) CSV として保存

田畑それぞれのシェープファイルを処理する。ただし、本作業は、田畑で同じ手法のため、田を例に挙げて説明する。

- ① 閾値の設定のために、レイヤパネルのファイルを右クリックし、「エクスポート」にある「選択地物の保存」をクリックする（図 2.7.1）。
- ② 形式を「カンマで区切られた値[CSV]」にし、任意のファイル名を設定し「OK」をクリックする（図 2.7.1）。

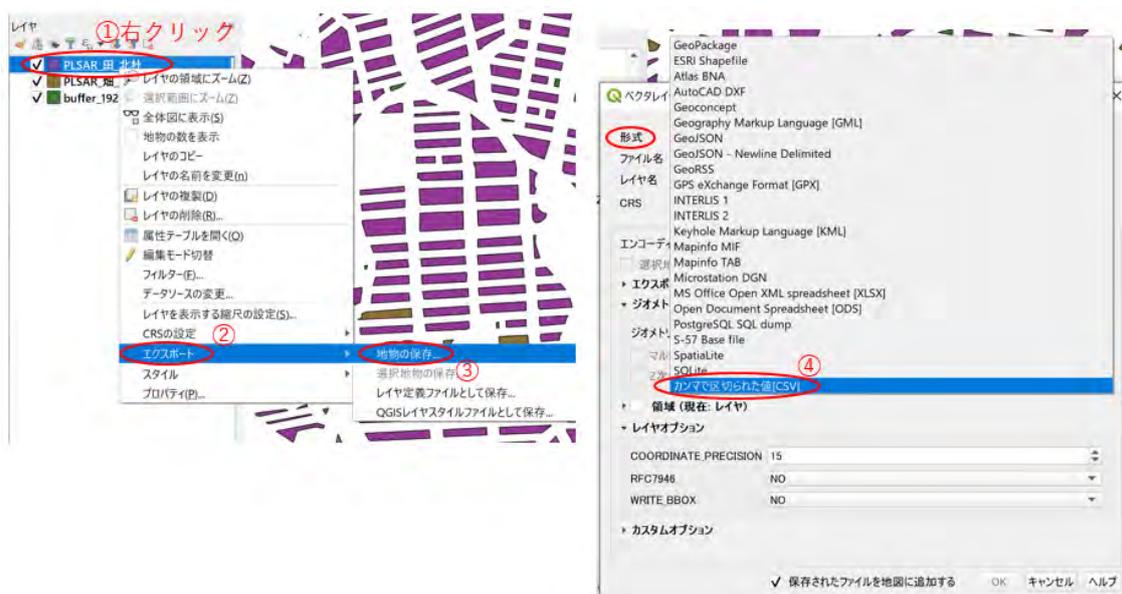


図 2.7.1 閾値設定のための CSV ファイルの保存

(2) CSV ファイルの確認

CSV ファイルを保存したら、エクスプローラーからエクセル形式でファイルを開く。

(3) 平均値の算出

筆ポリゴン毎の後方散乱強度最低値から解析範囲内の平均値を算出するため、任意のセルを選択し、ホームタブの「編集」から、平均を計算する（図 2.7.2）。“=AVERAGE()”が入力された状態で、“min”の列（Sentinel-1 の場合は 2. 6 節の（9）で設定したフィールド名の列）を選択し、エンターを押すことで、後方散乱強度最低値の平均値が計算できる（図 2.7.2）。

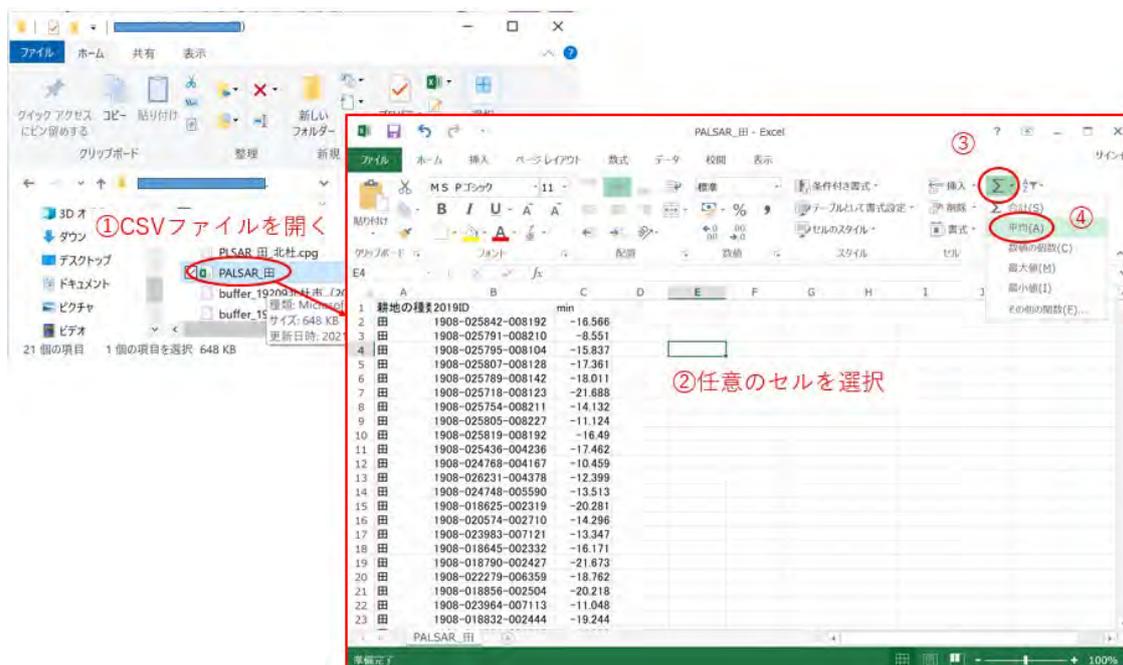


図 2.7.2 後方散乱強度最低値の平均値算出

(4) 標準偏差の算出

次に、後方散乱強度最低値の標準偏差を求める。

- ① 先ほどと同様に、任意のセルを選択した状態でホームタブの「編集」から「その他の関数」を選択する (図 2.7.3)。
- ② 「STDEVP」を選択し、「OK」をクリックする (図 2.7.3)。

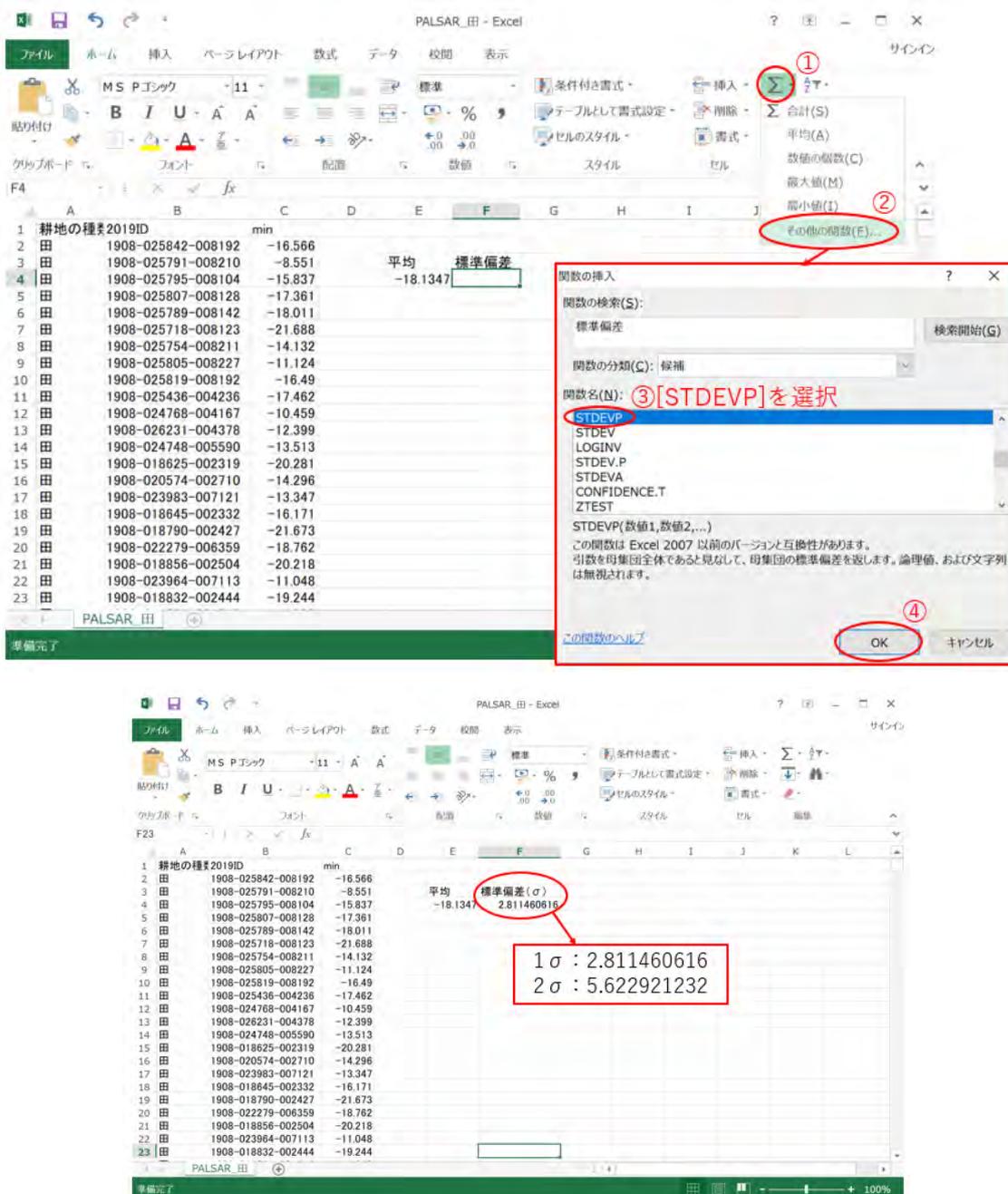


図 2.7.3 後方散乱強度最低値の標準偏差算出

(5) 閾値の算出

計算された標準偏差が 1σ である。標準偏差を2倍したものが 2σ となる。この値を利用して、各農用地が耕作・管理地か否かを判別するための区分の閾値を以下により算出する。

標準的な閾値の設定は、(平均) $+ (1\sigma)$ と(平均) $+ (2\sigma)$ とする。この閾値による区分は以下となる。

- (平均) $+ (1\sigma)$ 未満の値をとる圃場：現地調査省略可（耕作・管理されている農用地と推定）
- (平均) $+ (1\sigma)$ 以上かつ(平均) $+ (2\sigma)$ 未満の値をとる圃場：現地調査必要(耕作・管理されているか要確認)
- (平均) $+ (2\sigma)$ 以上の値をとる圃場：現地調査必要(耕作放棄地と推定)

(6) 閾値の QGIS への適用

閾値の算出が終わったら、QGIS で田畑それぞれのシェープファイルに(5)の区分を適用するため、以下の処理を行う。

QGIS に戻り、レイヤパネルから属性テーブルを開き、「フィールド計算機」をクリックし、図 2.7.4 のように必要項目を入力する。

- フィールド名は図 2.7.4 の例では「調査必要」としている。
- 「フィールド型」は「整数値 (Integer)」を選択する (0、1、2 のみを記入する欄のため)。計算式は式 2.7.1 を使用する。ただし、式の中の「-15.73462」、「-13.64766」の部分は今回の閾値の一例であり、(平均) $+ (1\sigma)$ である「-15.73462」と、(平均) $+ (2\sigma)$ である「-13.64766」を入力している。

if("min" < -15.73462, 0, if("min" < -13.64766, 1,2)) . . . 式 2.7.1

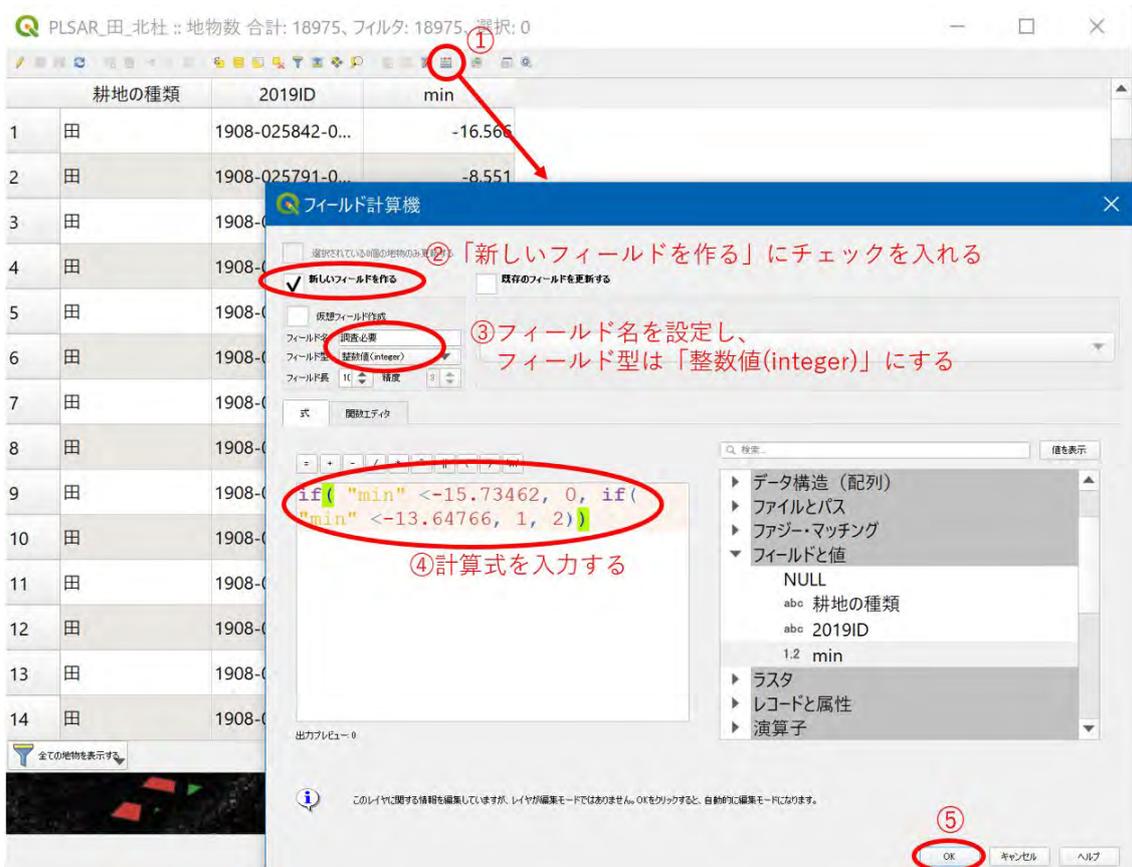


図 2.7.4 閾値による判別のためのフィールド計算機

(7) 属性テーブルの確認

以上の結果、属性テーブルに調査必要の欄が追加される。「調査必要」の欄に記載されている区分「0」は調査省略可、区分「1」と「2」は調査が必要な圃場として設定した(図 2.7.5)。

畑のデータについても (1) から (7) までの処理を同様に行う。

耕地の種類	2019ID	min	調査必要
田	1908-025842-0...	-16.566	0
田	1908-025791-0...	-8.551	2
田	1908-025795-0...	-15.837	0
田	1908-025807-0...	-17.361	0
田	1908-025789-0...	-18.011	0

図 2.7.5 判別結果が入力された属性情報

以上で、後方散乱強度最低値の閾値の設定処理は完了となる。

2. 8 耕作・管理地の抽出

2. 7節(7)で属性テーブルに追加した耕作・管理地の判別結果を地図として表示する方法を説明する。

(1) 表示方法の設定

属性テーブルを閉じ、レイヤパネルの筆ポリゴンデータを右クリックする。コンテキストメニューにある「プロパティ」をクリックするとウィンドウが出るので、「シンボロジ」タブを選択し、図 2.8.1 のように必要項目を入力する。

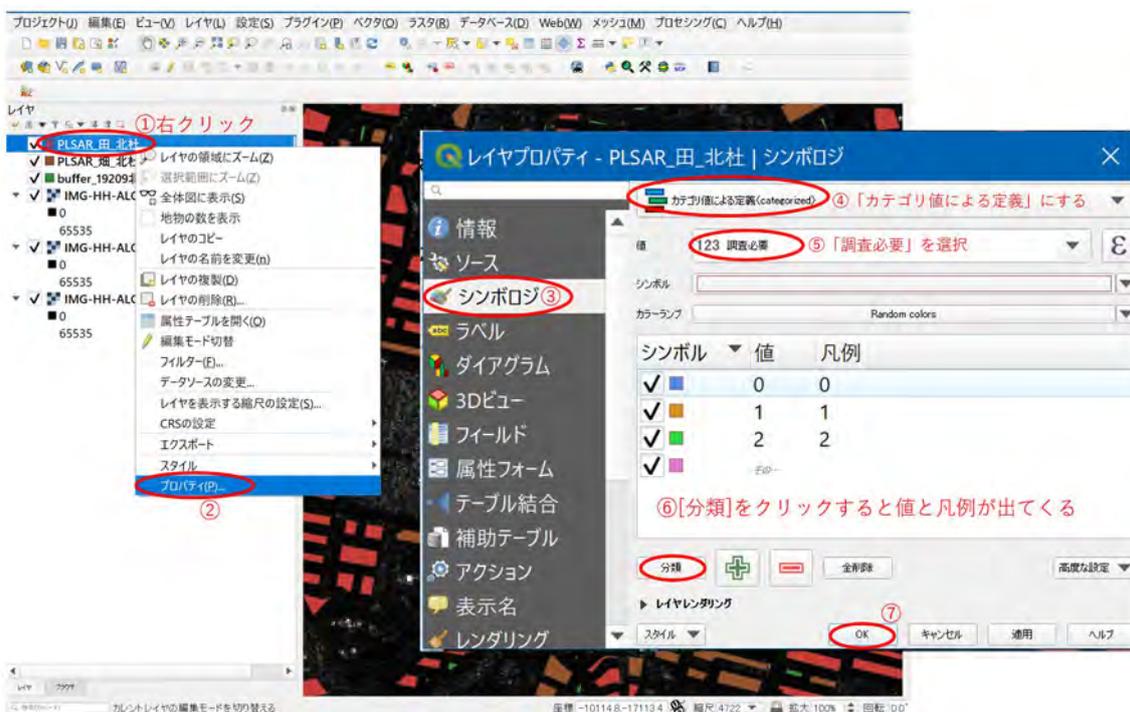


図 2.8.1 判別結果の調整

(2) 表示方法の変更

シンボルの色は図 2.8.2 のようにダブルクリックすると変更できる。今回の例では、区分「0」(現地調査省略可(耕作・管理されている農用地と推定))を白色、区分「1」(現地調査必要(耕作・管理されているか要確認))を黄色、区分「2」(現地調査必要(耕作放棄地と推定))を赤色とした。

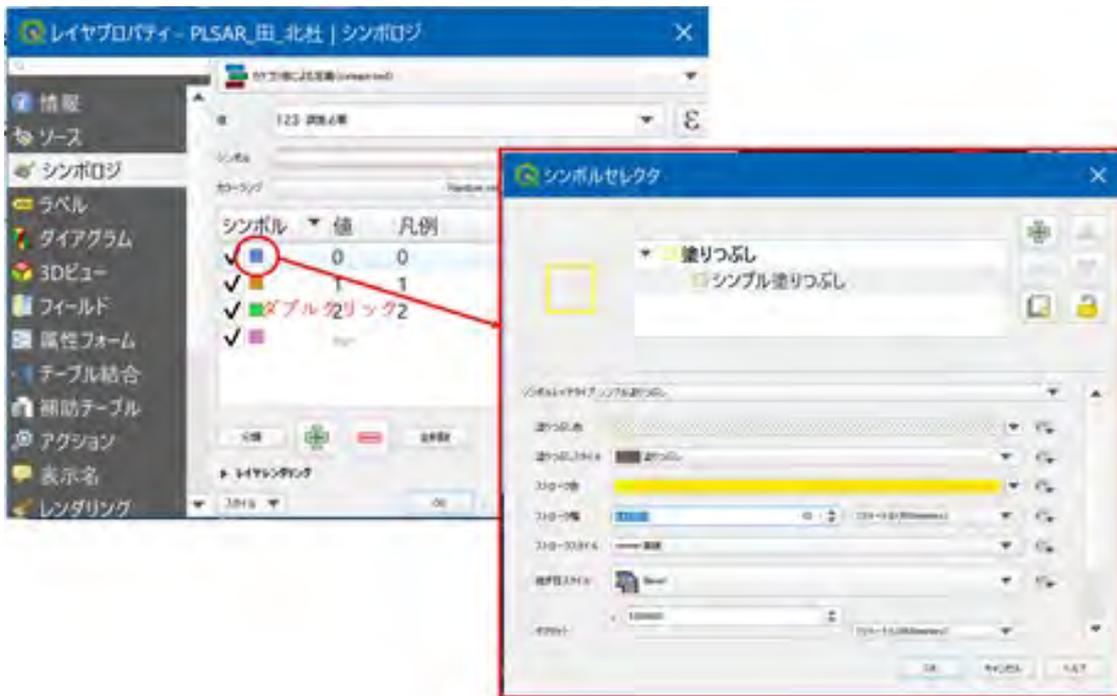


図 2.8.2 判別結果のシンボル調整

(3) 地図表示の確認

地図にプロパティで設定されたシンボルで筆ポリゴンが表示される (図 2.8.3)。

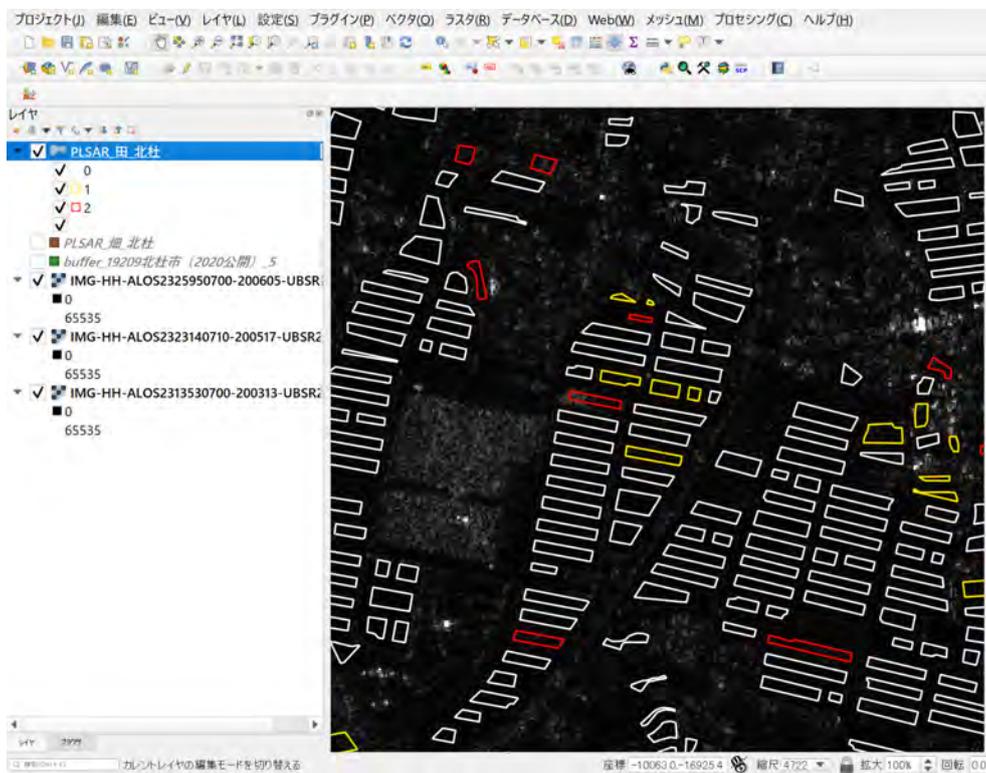


図 2.8.3 判別結果のシンボル調整結果

2. 9 地図調整・印刷

2. 8で表示した耕作・管理地か否かの判別地図を印刷する方法を説明する。

(1) 基図の準備

印刷する地図の基図として Google Satellite を QGIS に準備する。

- ① QGIS のメインメニューにある「ビュー」の「パネル」にある「ブラウザ」にチェックを入れる (図 2.9.1)。
- ② ブラウザパネルの「XYZ Tiles」を右クリックし、「新しい接続」を選択する。表示された「XYZ 接続」ウィンドウに、以下の名前と URL を入力し、「OK」をクリックする (図 2.9.1)。

名前 : google satellite

URL : $https://mt1.google.com/vt/lyrs=s&x=\{x\}&y=\{y\}&z=\{z\}$

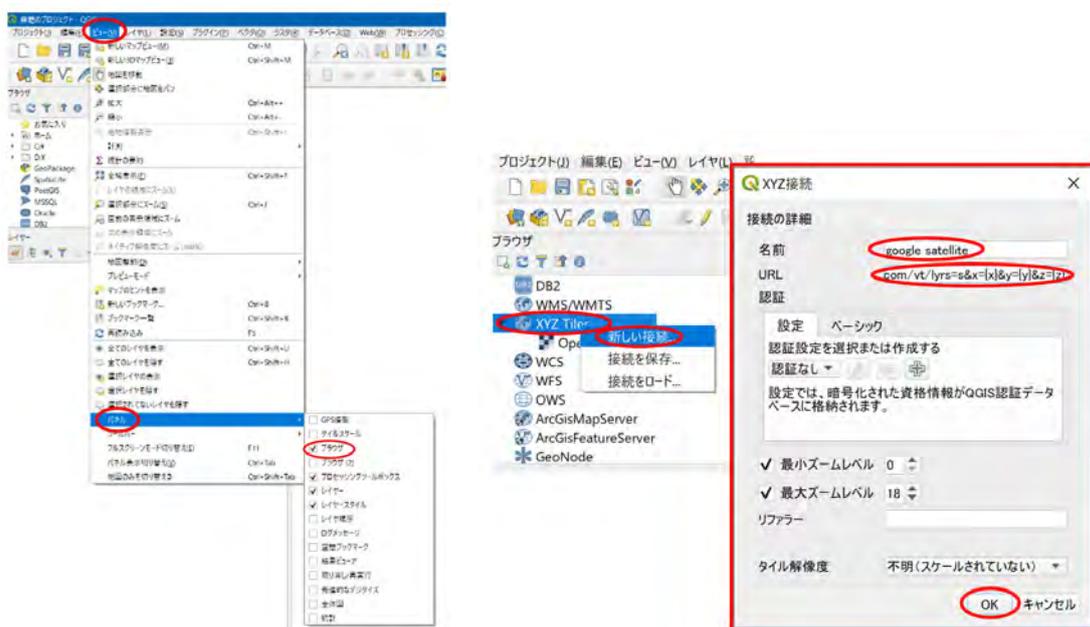


図 2.9.1 基図 Google Satellite の設定

- ③ 追加した Google Satellite をダブルクリックで開くと地図に Google Satellite が追加される。レイヤパネルで表示順を変更することが可能なため、Google Satellite を下に、農用地データを上に表示させる (図 2.9.2)。

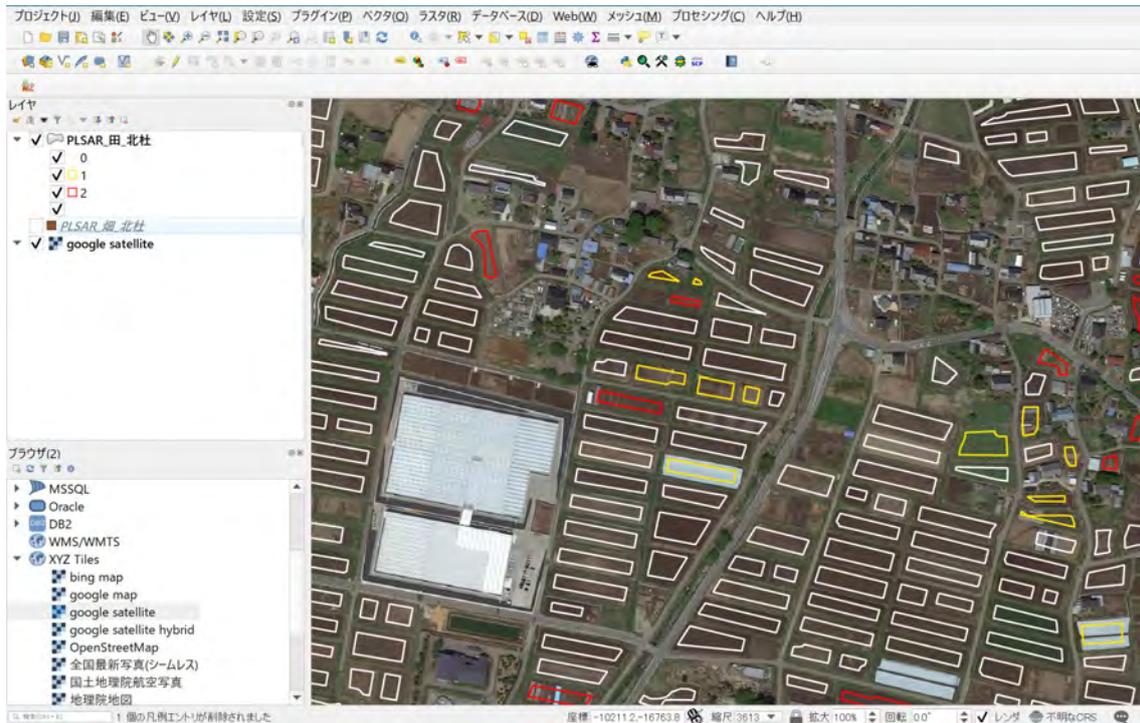


図 2.9.2 基図である Google Satellite と判別結果の表示

(2) 印刷レイアウトの起動

QGIS メインメニューにある「新規印刷レイアウト」を選択し、任意の名前を設定し、「OK」をクリックする (図 2.9.3)。

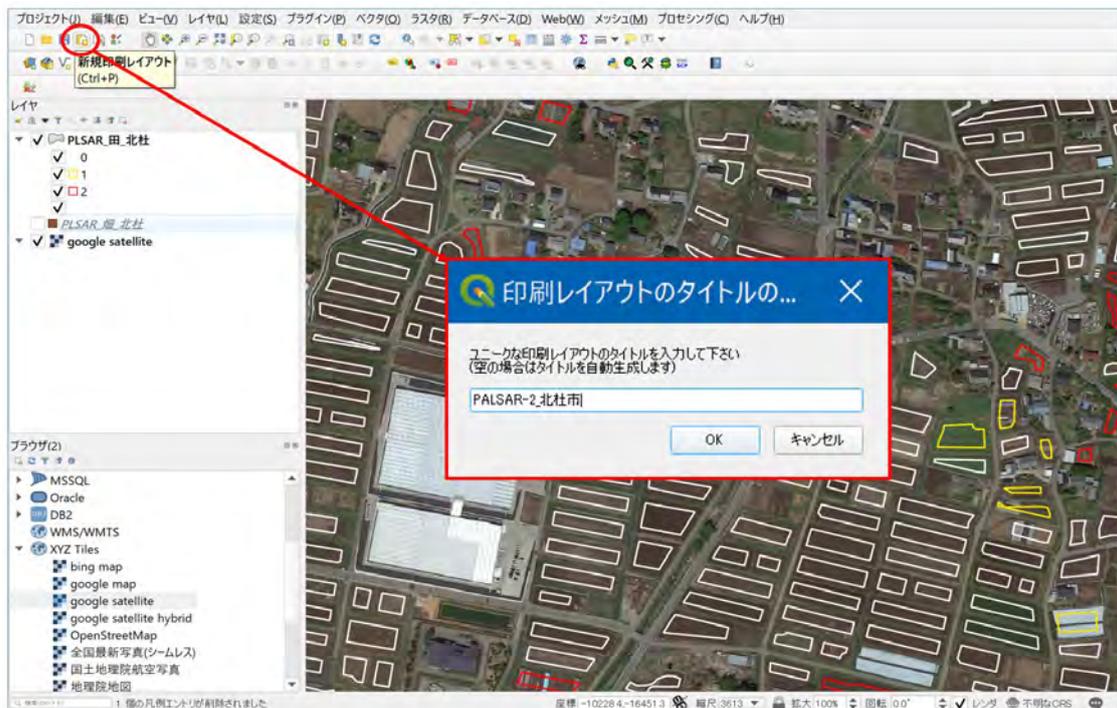


図 2.9.3 印刷用地図の準備

(3) 印刷用紙の設定

印刷レイアウトウィンドウの地図画面を右クリックし、コンテキストメニューを表示し、ページのプロパティをクリックすると、ページのアイテムプロパティが表示される。ページサイズの「サイズ」によって印刷される地図の大きさを調整できる (図 2.9.4)。

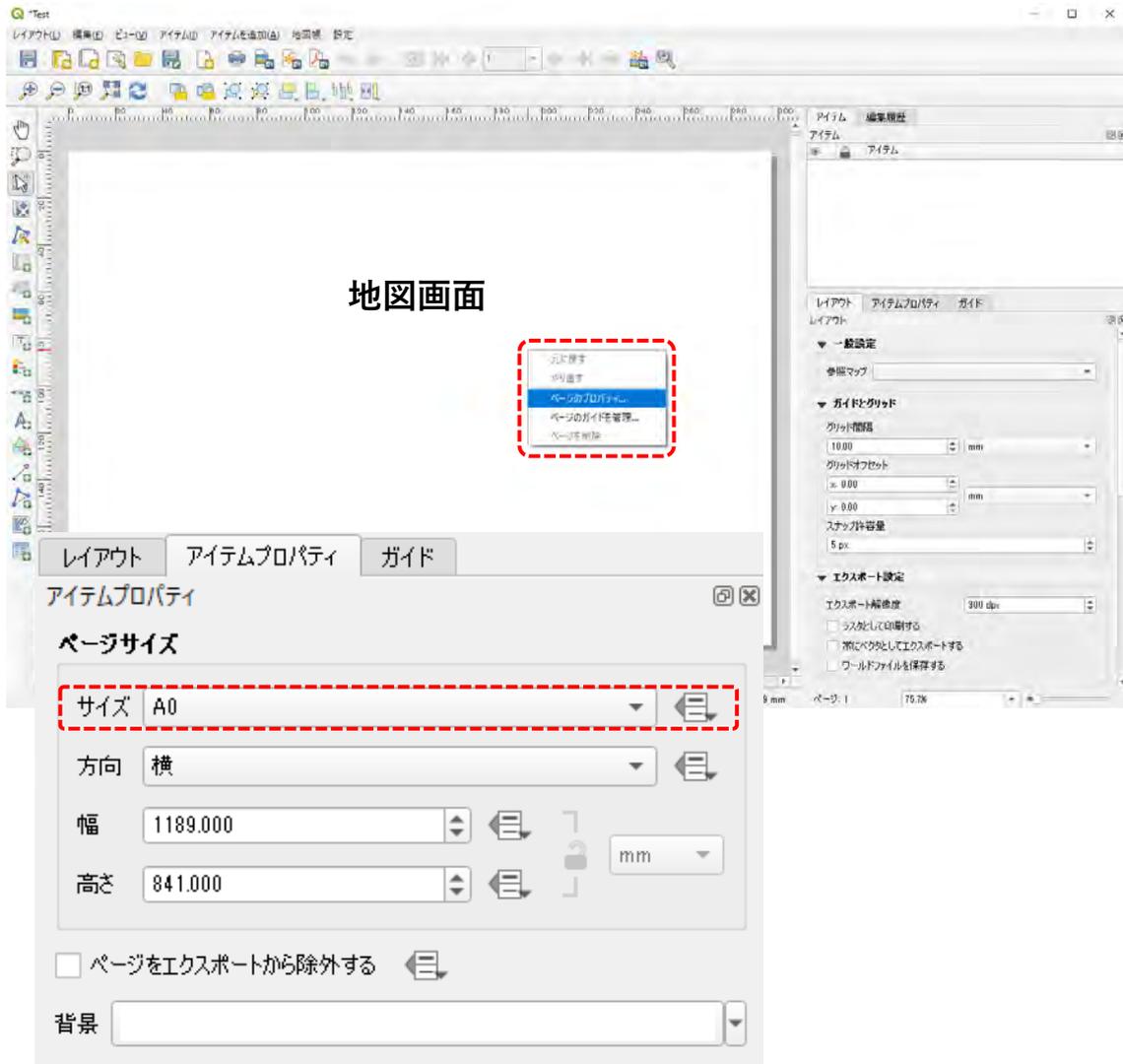


図 2.9.4 地図の大きさの設定

(4) 地図の追加

印刷用ウィンドウが出たら、「アイテムを追加」にある「地図を追加」をクリックし、白地図の角をクリックしたまま対角線にマウスを引っ張ることで地図を追加できる(図 2.9.5)。

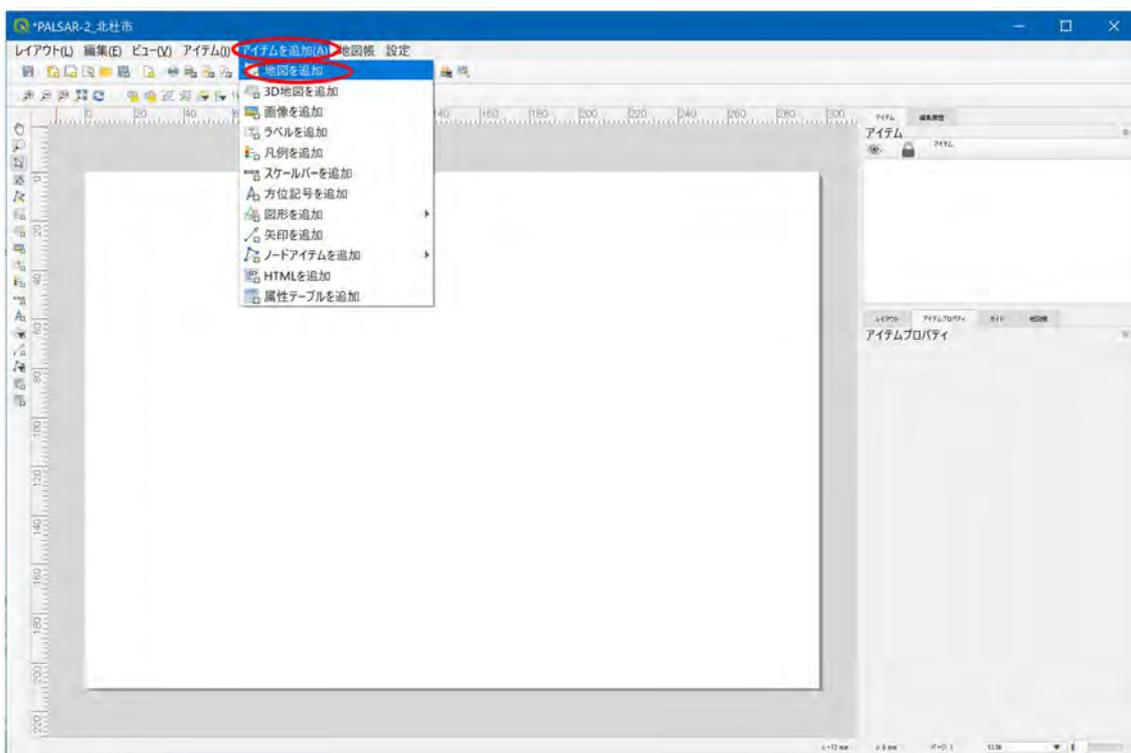


図 2.9.5 新しい地図のレイアウト追加

(5) 地図の装飾

任意で次の様な設定を行う。

- メインメニューにある「アイテムを追加」にある「スケールバーを追加」をクリックすることで、地図の任意の場所にスケールバーを追加できる(図 2.9.6)。
- 同様に、方位記号も追加できる(図 2.9.7)。
- アイテムパネルで表示/非表示にすることや、アイテムプロパティで表示の大きさや色などの設定を変えられる(図 2.9.8)。

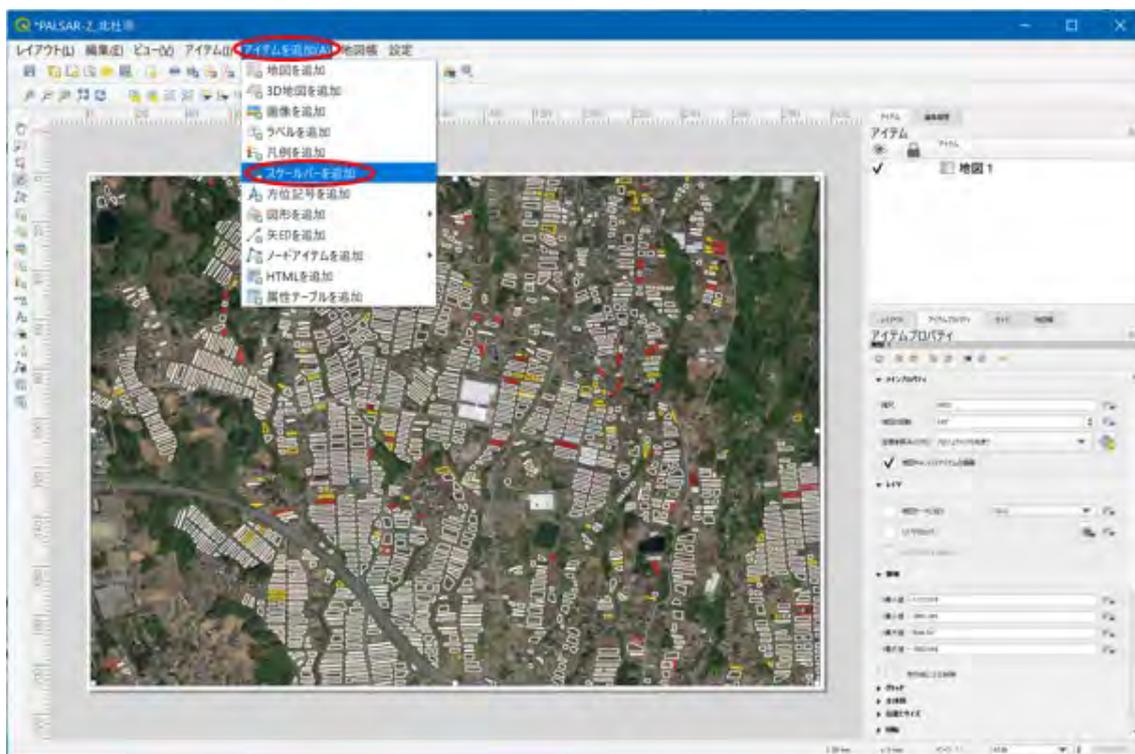


図 2.9.6 スケールバーの追加

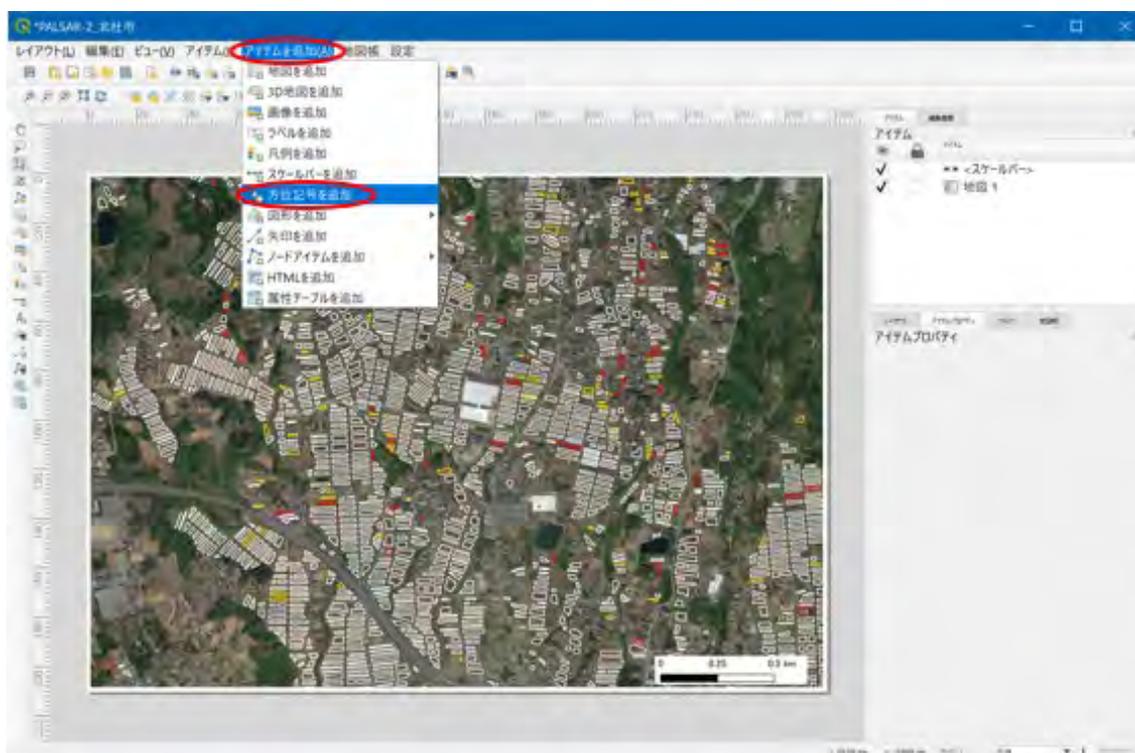


図 2.9.7 方位記号の追加

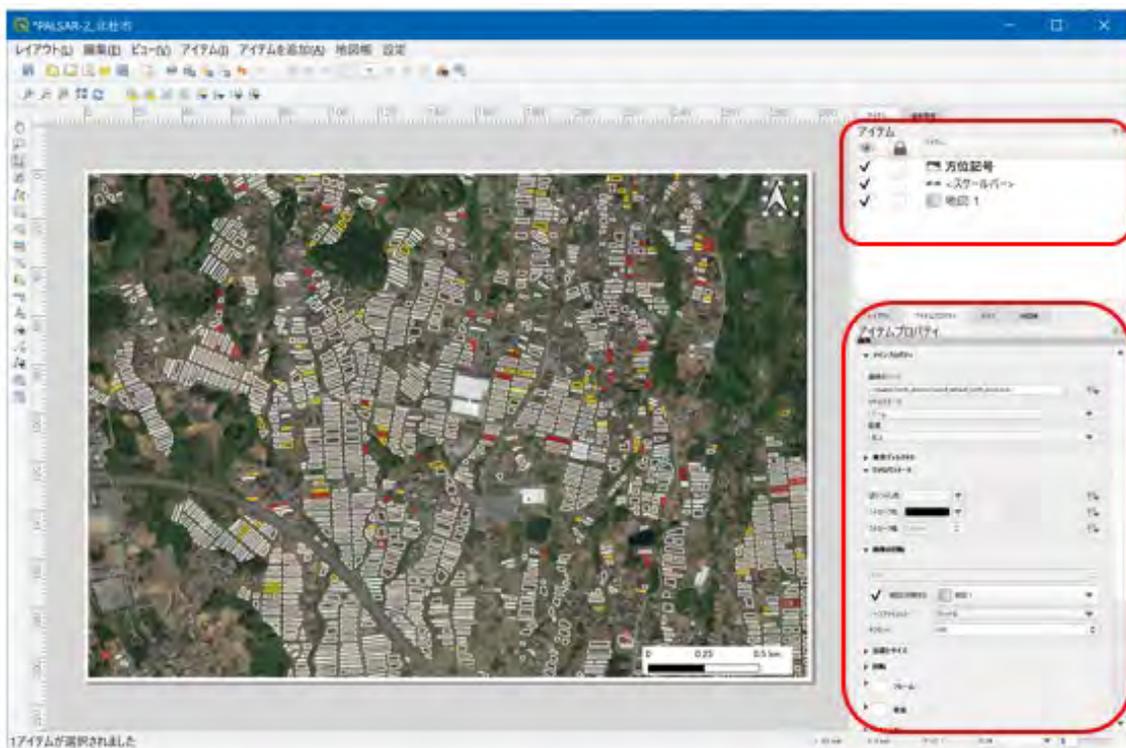


図 2.9.8 アイテムの表示非表示

(6) 地図の印刷

設定等を終わったら、メインメニューにある「レイアウト」の「印刷」をクリックし、印刷する（図 2.9.9）。また、「レイアウト」から、画像や PDF に出力もできる。

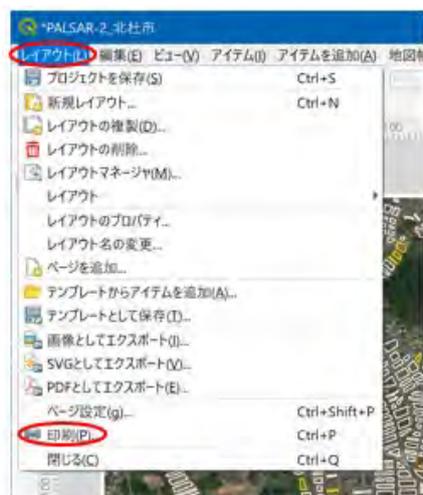


図 2.9.9 地図の印刷

以上で、衛星データにより田、畑における耕作・管理地の判定を行い、現地調査用の地図を出力する方法の説明は終了である。なお、利用に当たっては「第 4 章 その他事項」を参照の上、利用すること。

第3章 「草地」における耕作・管理地の判定

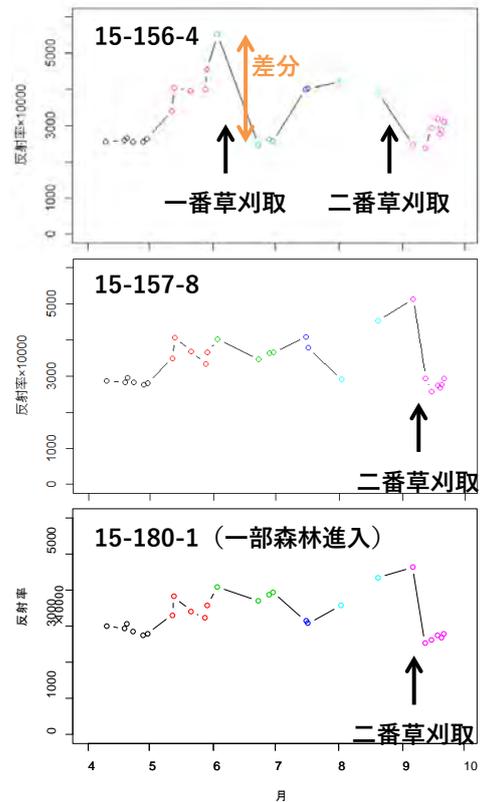
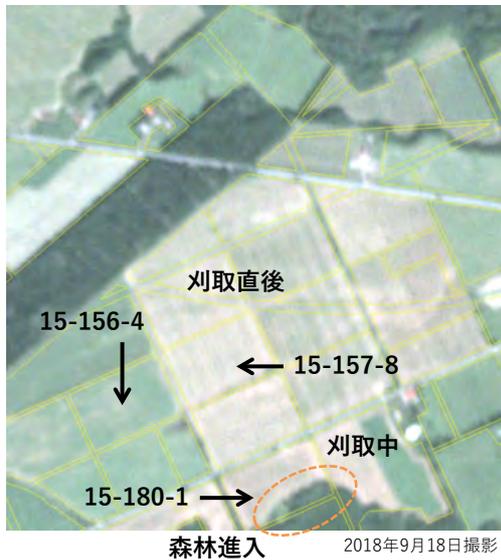
3. 1 耕作・管理地の判定手法（差分最小値法）について

差分最小値法は、草地のバイオマスが減ることがない時期において、人為的な採草によってのみ草地のバイオマスが減ることを衛星データから検知することによって、中山間地域等直接支払制度の対象となる草地が耕作もしくは管理されていることを判定する手法である。衛星光学センサは太陽光を反射した地表面からの光をとらえることにより、地表面の特徴を表す反射率データを取得することができる。草地の反射率は近赤外域で特に高く、この波長の季節変化を観測することにより、採草等がされていることを把握することができる（図 3.1.1 参照）。

図 3.1.1 にある農用地 15-156-4 は、6 月に一番草が刈り取られており、近赤外域の反射率が大きく減少している。また 8 月下旬には二番草の刈取りにより反射率が大きく減少している（10% (0.10) 以上の反射率、図中では 10000 倍にスケールアップされているため 1000 となる）。刈取以外の時期は牧草の生長により反射率は季節の変化に伴い（一部の時期では若干（数%の反射率）低下はしているものの）高くなっていることから、人為的な刈取りによってのみ反射率が大幅に低下していることが分かる。農用地 15-157-8 は 9 月の二番草の刈取りにより反射率が大きく減少している。8 月には雲の影響により欠測しているが、二番草の刈取りは捉えている。農用地 15-180-1 は農用地の一部に見かけ上、森林の樹木が入り込んでいるが、農用地も観測できているため、二番草の刈取りによる反射率の減少をとらえることができている。

この様に、前回の観測から今回の観測にかけて急速かつ大きく反射率が低下している場合は刈取されていると判断できるため、近赤外域の反射率データの観測日ごとの差分を算出し、最も大幅にマイナスになっている数値（以下、「差分最小値」という。）を評価することにより、衛星データから耕作もしくは管理されている農用地を判定することができる。

この手法の手順は、衛星データの取得、農用地データの取得、QGIS への衛星データの読み込み、QGIS への農用地データの読み込み、QGIS による農用地ごとの反射率データの整理、スプレッドシート（エクセル等）による反射率の差分最小値の算出および耕地・管理地の抽出、QGIS による地図調整・印刷からなる。全体のフローチャートを図 3.1.2 に示すとともに、個別の詳細な操作は次節から説明する。なお衛星データは PlanetScope、農用地データは農林水産省の筆ポリゴンデータ、GIS ソフトは QGIS、スプレッドシートはエクセルを想定する。



バンド4(近赤外)反射率の変化

図 3.1.1 差分最小値法の概要

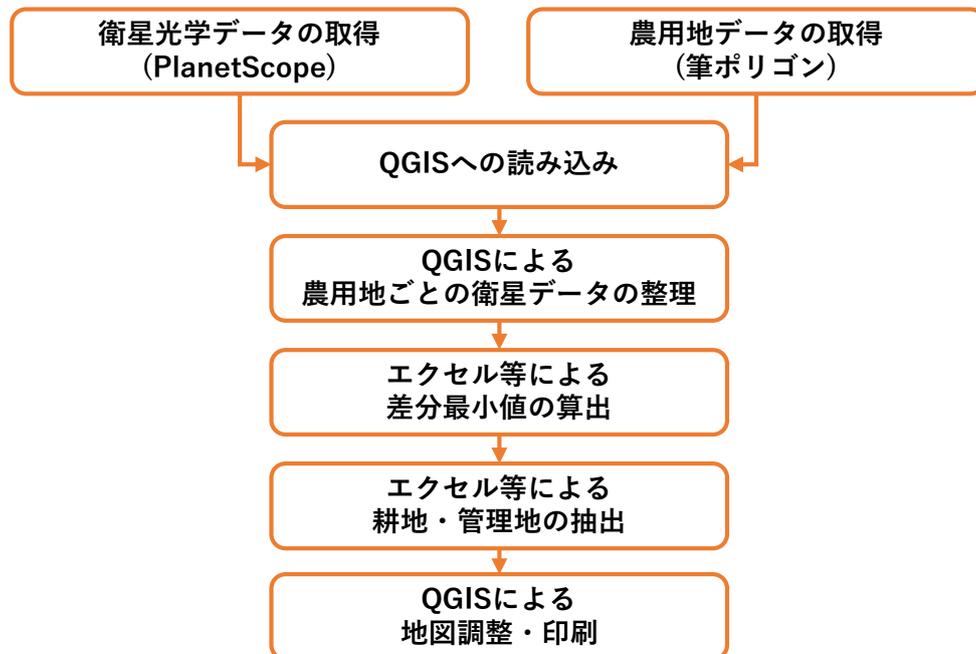


図 3.1.2 差分最小値法のフローチャート

3. 2 衛星光学データ (PlanetScope) の取得

PlanetScope は米国 Planet 社が運用・配信している衛星光学データであり、国内においては、総代理店である株式会社衛星ネットワークや代理店である一般財団法人リモート・センシング技術センターや大手航測会社などから購入することができる。購入においては衛星データの購入範囲を QGIS で作成し、購入するためのアカウントとパスワードを取得後、専用ホームページで適切な衛星画像を検索し、インターネット経由で衛星データをダウンロードする。PlanetScope 取得のフローチャートを図 3.2.1 に示す。また、具体的な手順を以下に示す。



図 3.2.1 PlanetScope 取得のフローチャート

(1) 座標系の確認

1. 4 節でインストールした QGIS を起動すると図 3.2.2 の画面となる。購入範囲は GIS ソフトウェアで用いられているシェープファイル形式で作成するが、後述する衛星データをダウンロードする際に使用できる座標系は WGS84 に限定されている。QGIS の設定によっては座標系が WGS84 に設定されていないことがあるため、QGIS の座標系を予め WGS84 に設定する。

- ① 画面右下の座標系設定ボタンをクリックすると、座標参照系を選択するウィンドウが開く (図 3.2.2)。

- ② 「あらかじめ定義された CRS」において参照系 ID が「EPSG : 4326」を選択する（図 3.2.2）。
- ③ フィルターに「4326」と入力すると、「あらかじめ定義された CRS」に「EPSG : 4326」が現れる（図 3.2.2）。
- ④ 右下の「OK」 ボタンをクリックすると設定が完了する（図 3.2.2）。

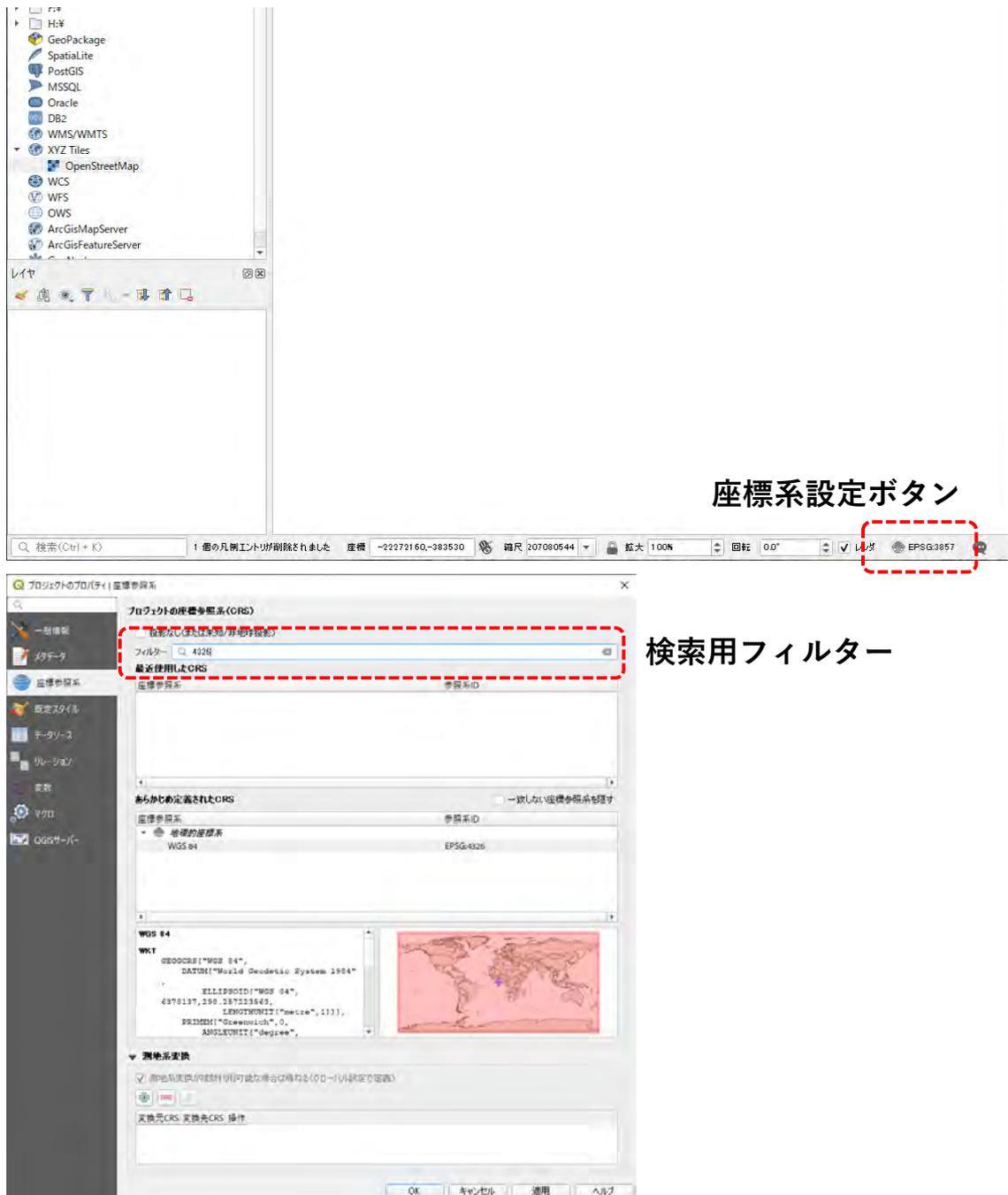


図 3.2.2 QGIS 起動画面と座標系設定

(2) 基図の準備

- ① 購入範囲を設定するため、参照する地図を開く。QGISには無料で利用できるOpenStreetMapが含まれている。QGISのブラウザ欄よりOpenStreetMapを選択しクリックすると、レイヤ欄にOpenStreetMapが追加されるとともに、QGISのメイン画面に地図が表示される(図3.2.3)。
- ② 拡大ボタンや移動ボタンで購入する範囲を表示する(図3.2.3)。

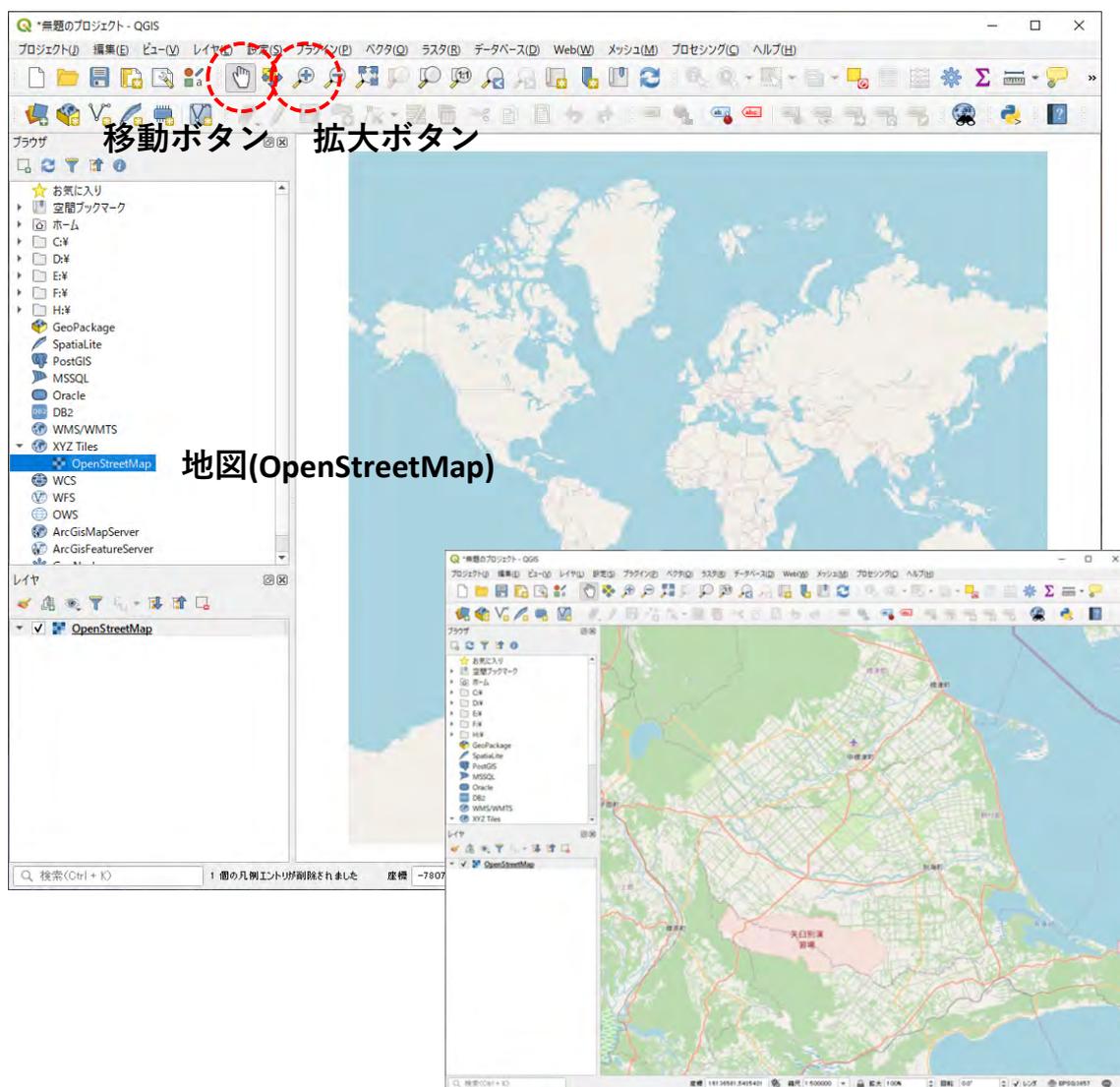


図 3.2.3 購入範囲周辺の地図表示

(3) シェープファイルの作成

購入範囲を表すシェープファイルを作成する。

- ① QGIS のメインメニューになる「レイヤ」を選択し「レイヤの作成」を選択し、「新規シェープファイルレイヤ」を選択すると、新規シェープファイルレイヤウィンドウが開く (図 3.2.4)。
- ② ブラウズボタンを押して、シェープファイルを保存するフォルダとファイル名を設定後、座標系設定ボタンで座標系が WGS84 になっていることを確認する (図 3.2.4)。仮に適切な座標系でなければ、座標系設定ボタンをクリックし、図 3.2.2 と同様に設定する。
- ③ 「ジオメトリタイプ」は「ポリゴン」とする (図 3.2.4)。
- ④ OK ボタンをクリックすると購入範囲用のシェープファイルが作成される (図 3.2.4)。

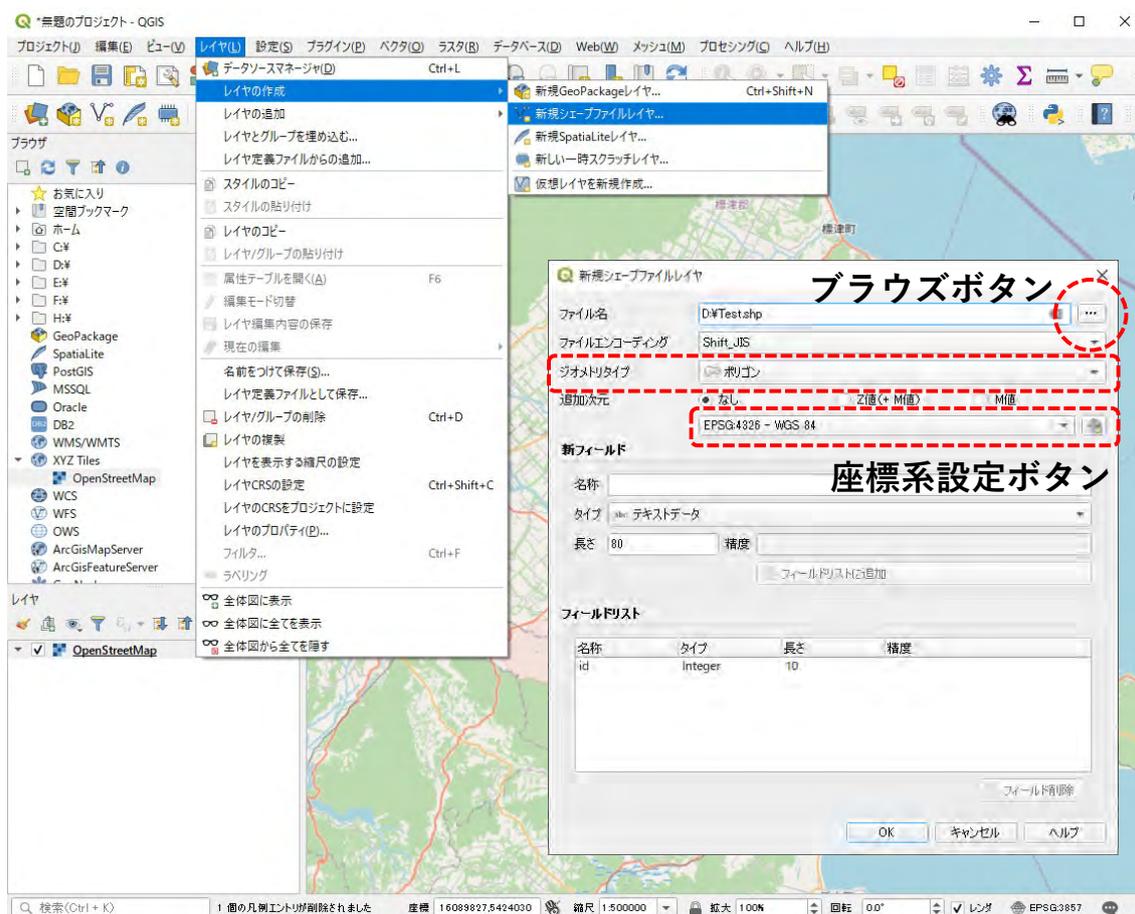


図 3.2.4 購入範囲シェープファイル作成

(5) シェープファイルの編集

- ① レイヤ欄にある購入範囲シェープファイルを選択後、編集モード切替ボタンをクリックし、編集可能にする (図 3.2.6)。
- ② 「ポリゴン地物の追加」ボタンをクリックするとポリゴンが描画可能となるため、購入したい範囲をポリゴンとして描画する (図 3.2.6)。
- ③ ポリゴン作成後、編集モード切替ボタンをクリックし、編集モードを終了する (図 3.2.6)。

なお、ポリゴンの形状を変更したい場合は、編集モード切替ボタンをクリックし、編集モードを開始後、「頂点ツール」をクリックし、追加・削除・移動したいポリゴンの頂点や辺を編集する。編集後は編集モード切替ボタンをクリックし、編集モードを終了する。

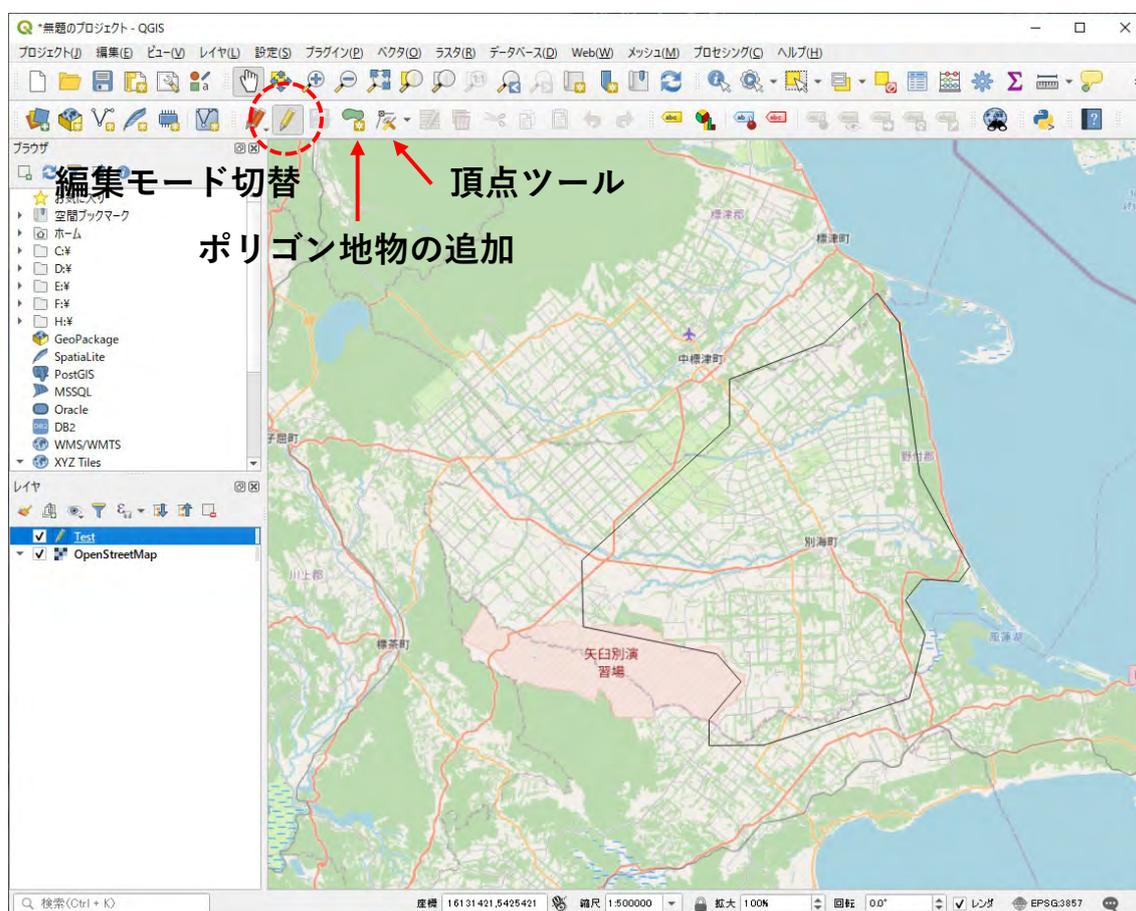


図 3.2.6 購入範囲シェープファイルの作成

(6) 購入手続き

- ① 作成した購入範囲シェープファイルと衛星画像購入期間を代理店に伝え、契約行為が終了するとアカウント（メールアドレスで代用）とパスワードが発行される。
- ② Planet 社が運用する PlanetScope のダウンロードサイト PlanetExplorer (<https://www.planet.com/products/explorer/>) にアクセスする (図 3.2.7)。なお、本マニュアルにある画面はマニュアル作成時の画像であり、サイトの一部もしくは全部が Planet 社によって更新もしくは変更されることがある。

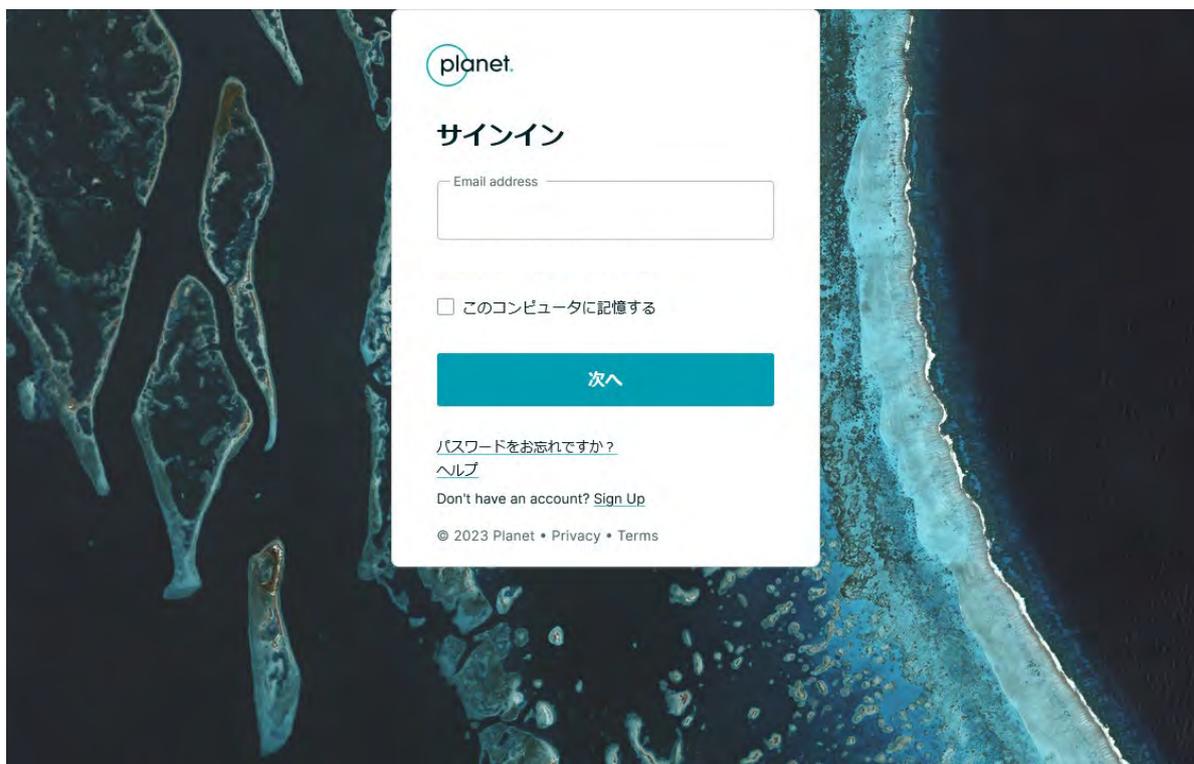


図 3.2.7 PlanetExplorer へのログイン

(7) 購入範囲シェープファイルのアップロード

ログインが完了すると、全球地図が表示される。表示後、以下の手順を実施する。

- ① ダウンロードするために購入（この時点では既に購入・契約行為済みのためダウンロードとする）範囲設定アイコン (図 3.2.8) をクリックすると、ダウンロード範囲（シェープファイル）をアップロードするためのアイコンが現れるのでクリックする (図 3.2.8)。
- ② その後、シェープファイルを選択するウィンドウが開くので、シェープファイルの読み込む範囲をクリックする（もしくはシェープファイルをドラックアンドドロップする）(図 3.2.9)。

- ③ シェープファイルを選択すると下段に選択されたシェープファイル名が追加される。PlanetExplorer がシェープファイルの座標系を認識できなかった場合、確認のためのウィンドウが開くので、WGS84 を選択する (図 3.2.9)。

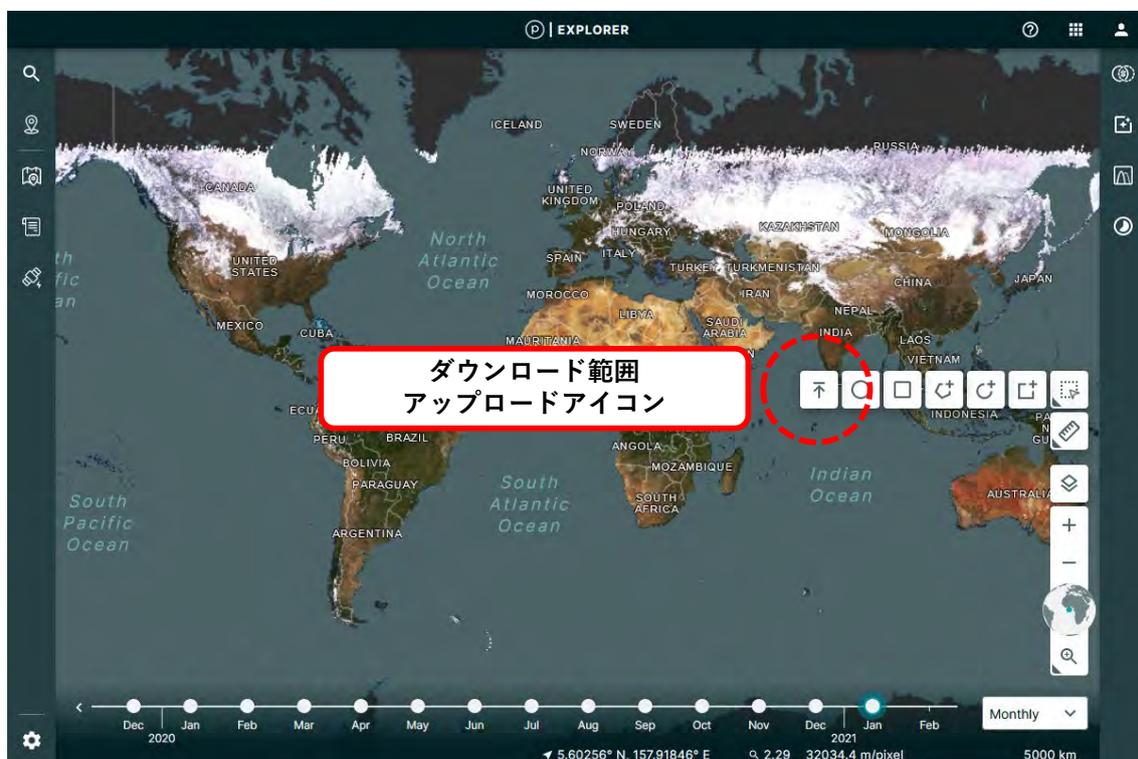


図 3.2.8 ダウンロード範囲のアップロード機能の起動

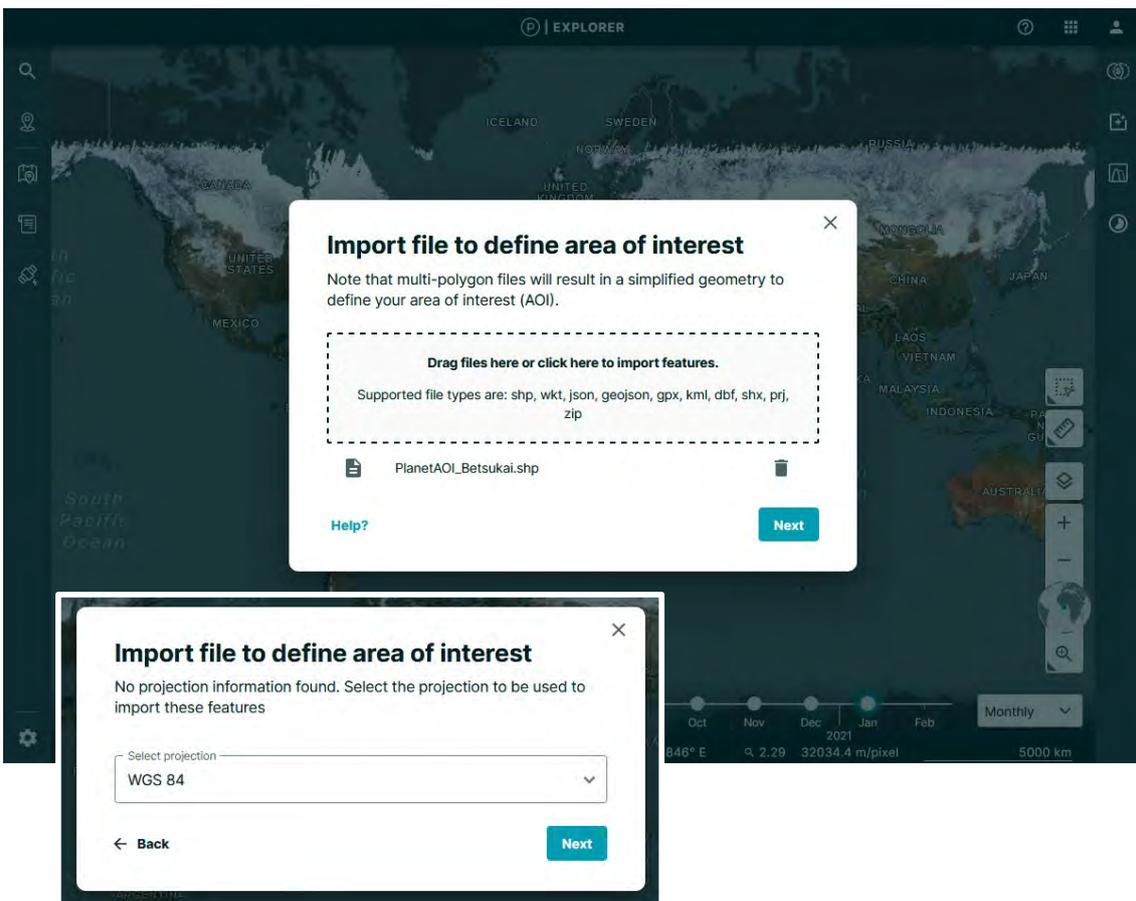
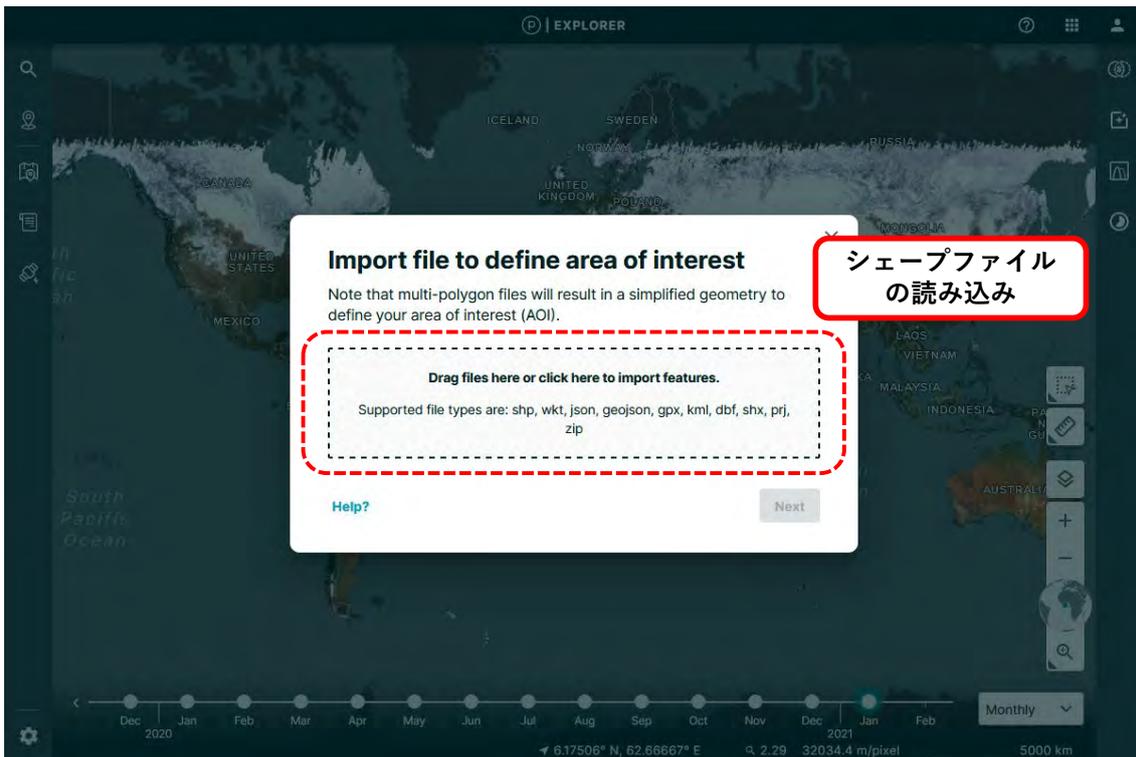


図 3.2.9 ダウンロード範囲の選択とアップロード

(8) 検索条件の設定

- ① ダウンロード範囲をアップロードすると、ダウンロード範囲に地図が自動で移動、拡大し、ダウンロード範囲とそこに含まれる最新の衛星ブラウザ画像が表示される（図 3.2.10）。この画面が検索画面となる。
- ② Planet 社は PlanetScope 以外の衛星も運用しているため、その他の衛星も表示されることからフィルター機能「Filter」をクリックして、PlanetScope のみを選択する（図 3.2.10）。
- ③ フィルター画面において「4-band PlanetScope Scene」を選択する（図 3.2.11）。
- ④ 次に検索期間を絞り込むために「Dates」ボタンをクリックし、検索期間を設定する（図 3.2.11）。

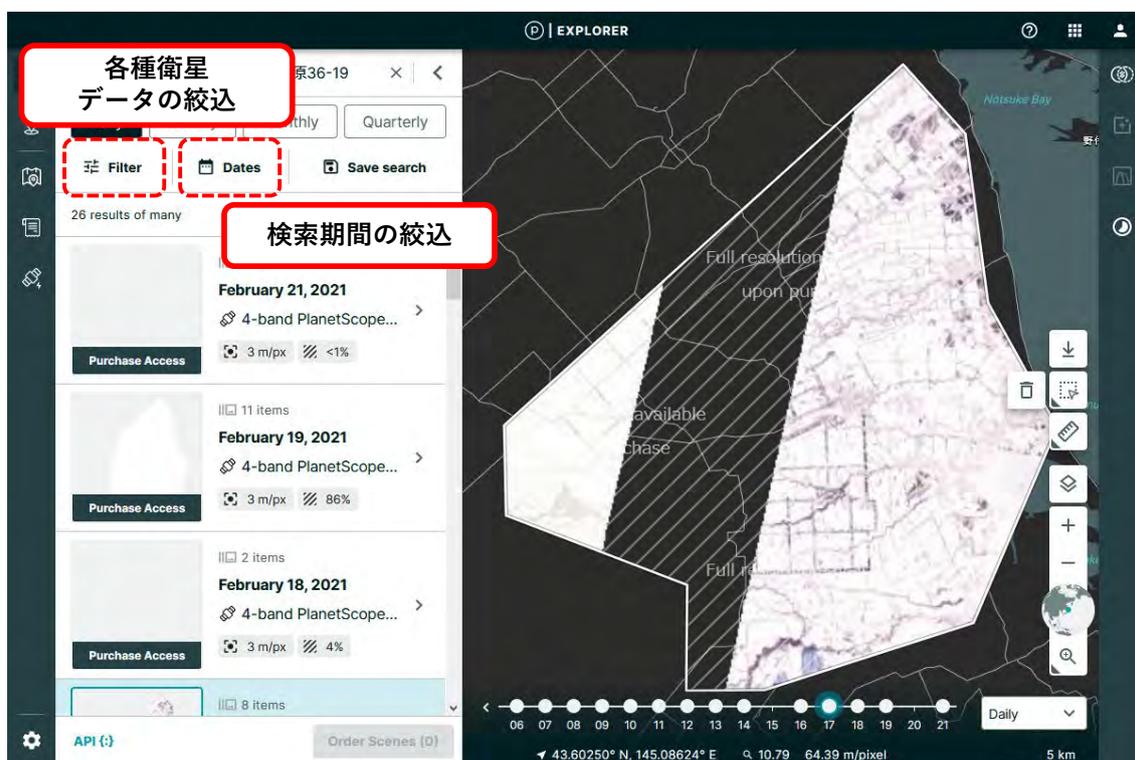


図 3.2.10 PlanetExplorer の検索画面

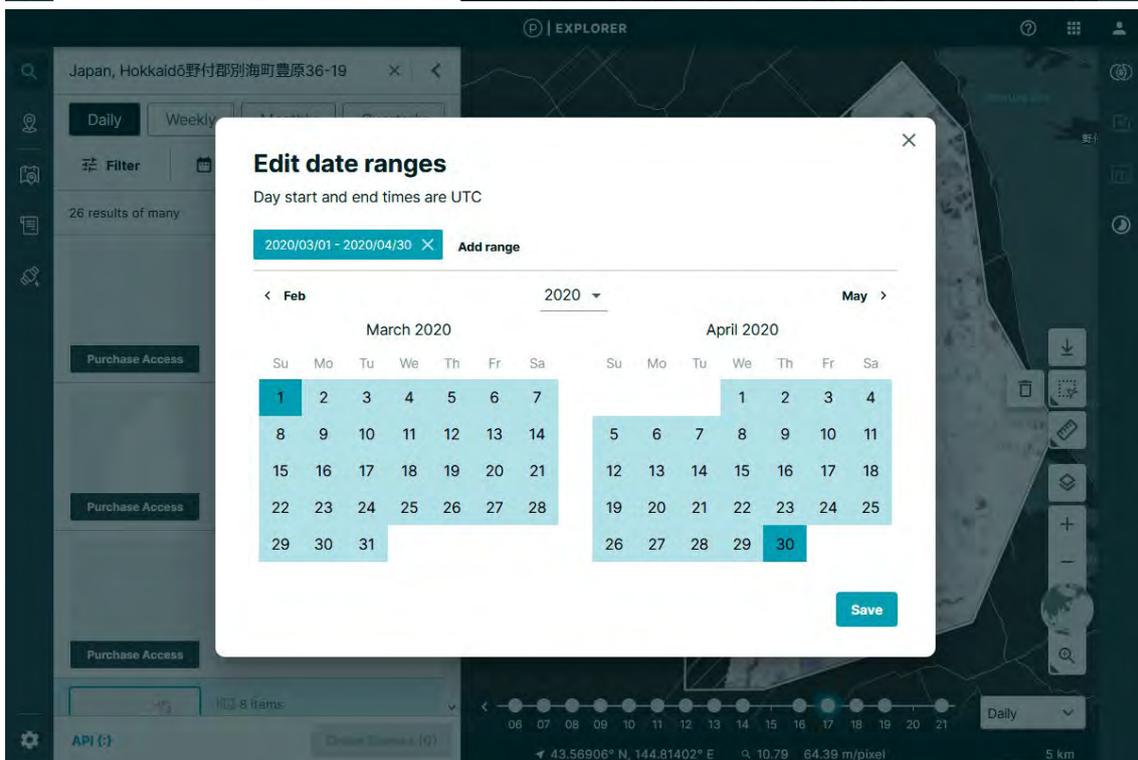
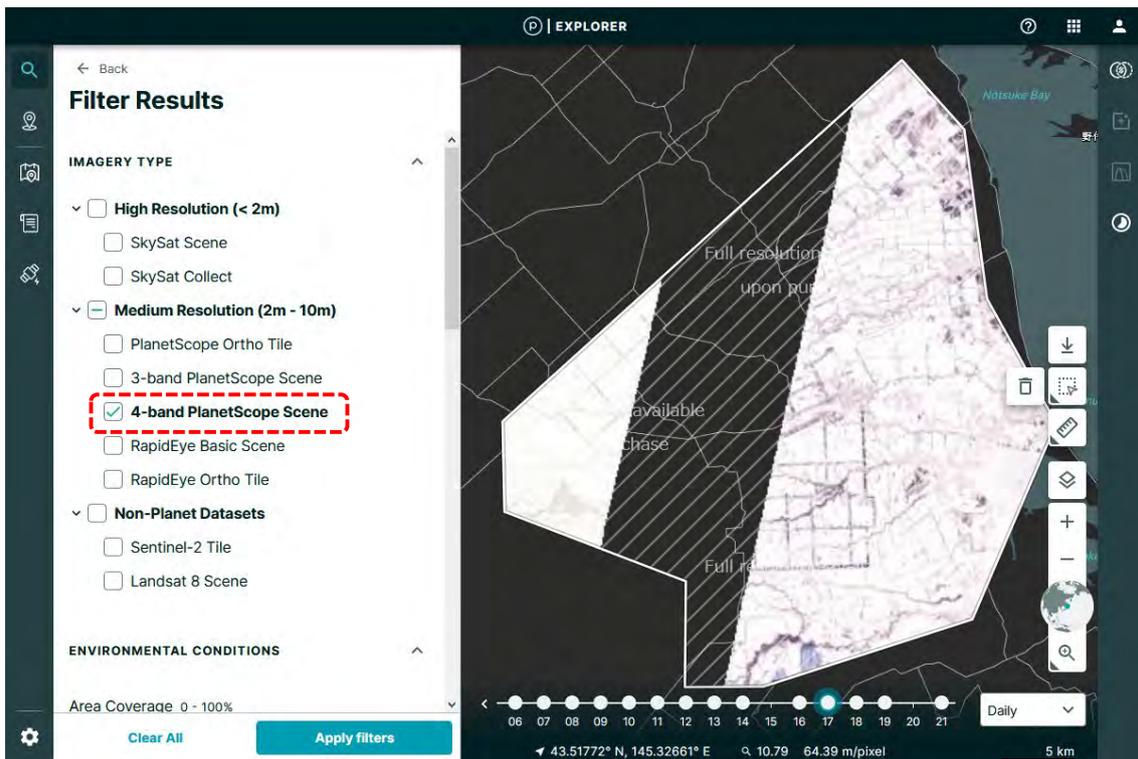


図 3.2.11 衛星センサの絞込と検索期間の選択

(9) 衛星画像の選択（日単位）

選択後、検索期間における最新の衛星画像が表示される。検索結果は日単位である。なお、ダウンロード範囲が広い場合、複数の PlanetScope の画像がモザイクされたブラウザ画像が表示される。同一日に複数の衛星が複数回撮影している場合は、全てモザイクされて表示される（図 3.2.12）。なお、ダウンロード範囲内でその日に撮影できなかった範囲は空白として表示される（基図である地図が表示される）。

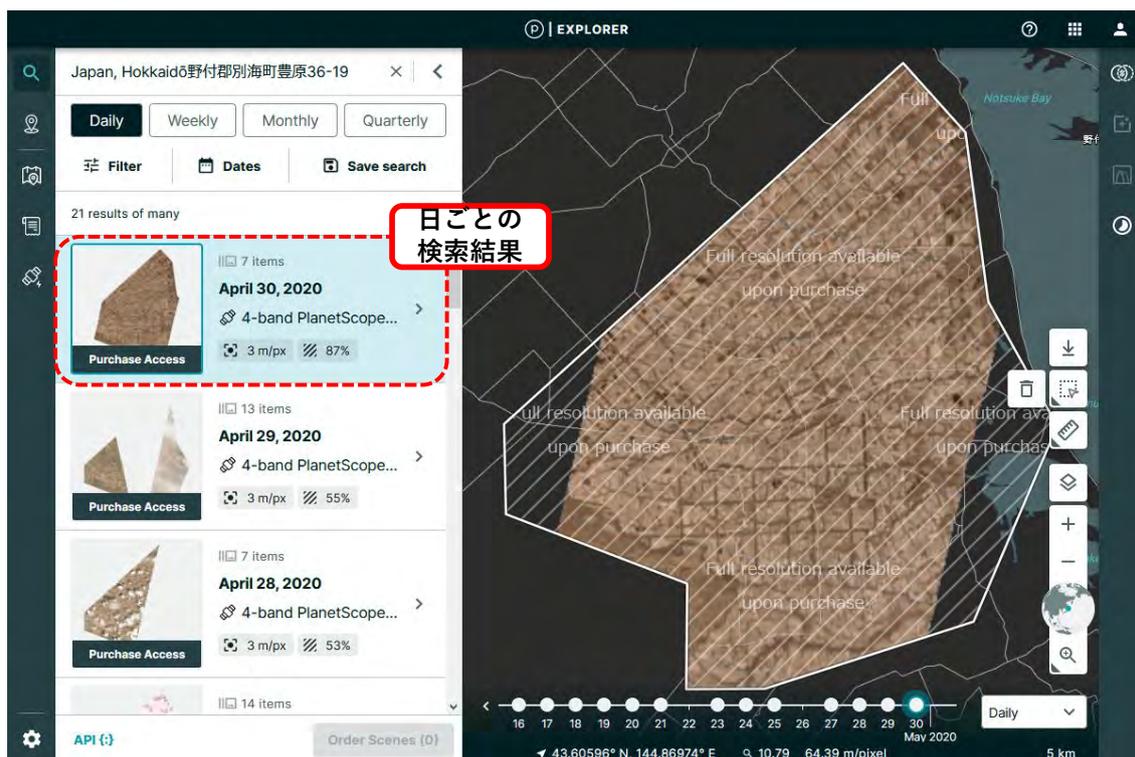


図 3.2.12 衛星データの検索結果

(10) 衛星画像の選択（シーン単位）

日ごとの検索結果をクリックすると、日ごとの詳細な撮影状況が表示される(図 3.2.13)。なお、日ごとのブラウザ画像は、その日の最も新しい画像を上から張り付けてあるだけのモザイク画像のため、仮に最も新しい画像に雲があると、実際には同じ日の違う時間に良好な画像が得られていたとしても、良好な画像が得られていないように見えることがある。そのため、詳細に検索することによって、その日に撮影された最も良好な画像が確認できることがある。必要な衛星画像を選択し、「Order Scenes」をクリックすると、注文画面になる。なお、一般的な購入では、ダウンロードしたシーン数に応じて課金されるため、同じシーンを重複して注文するなどを避ける必要がある（本マニュアルでは一般的な購入方法のみを記載する）。

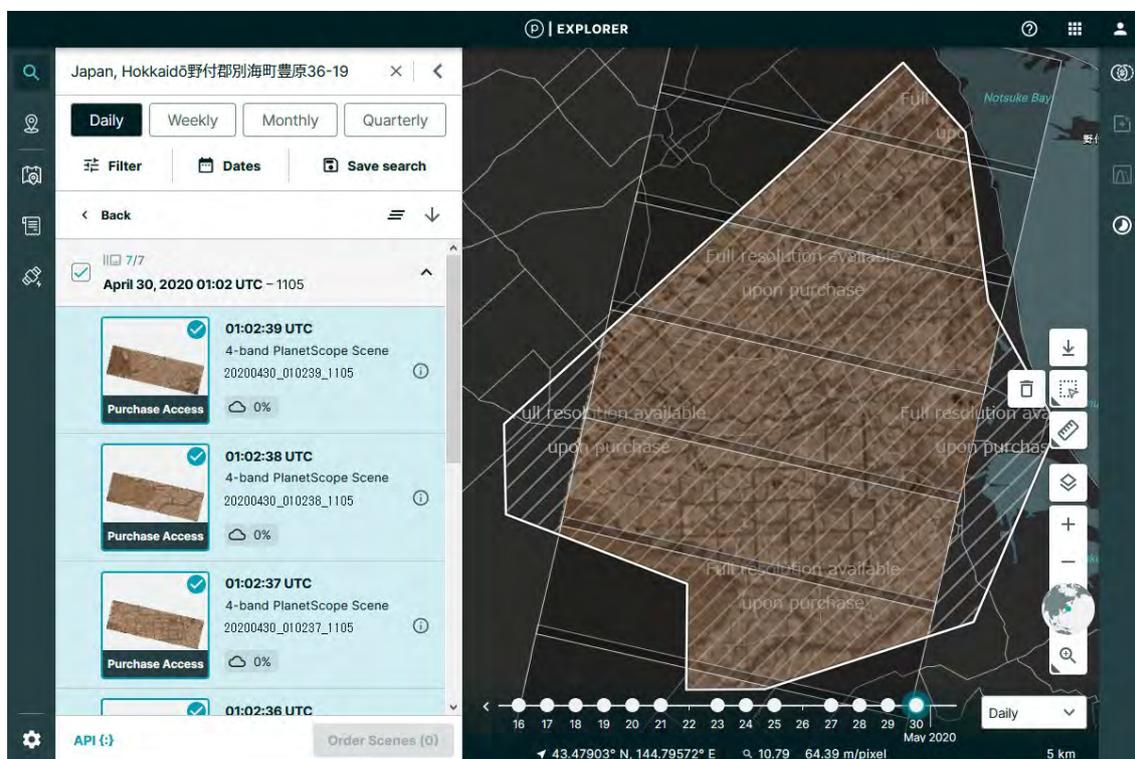


図 3.2.13 日ごとの詳細な撮影状況

(11) 衛星画像の発注

- ① 注文するとダウンロード方法の確認を求められるので、「I want to order this data for download」を選択し、「Next」をクリックすると、各画像のダウンロード設定画面となる（図 3.2.14）。
- ② 「Order Name」においてダウンロードファイル名を設定する（図 3.2.14）。
- ③ 複数画像を選択して注文すると、注文した画像の一覧が表示される。
- ④ 衛星撮影範囲のうちダウンロード範囲のみをダウンロードするために、「Clip Items to AOI」のチェックボックスをオンにする。これをオンにしないと、不必要な範囲までダウンロードし、不要な課金が発生する（図 3.2.14）。
- ⑤ バンド数「Bands」は全バンド「All (全て)」を、データ処理「Radiometry」は「Surface Reflectance (地表面反射率)」を、幾何補正処理「Rectification」は「Orthorectified (正射投影)」を、ファイル形式「Output Format」は「GeoTIFF」を選択する（図 3.2.14）。
- ⑥ 右下の「Place Order」をクリックすると、ダウンロードのための処理が開始される（図 3.2.14）。

Planet Scope の地表面反射率プロダクトは反射率 0.00～100.00%を 0～10000 の整数値として格納することにより、精度を確保するとともに、データ容量を圧縮している。

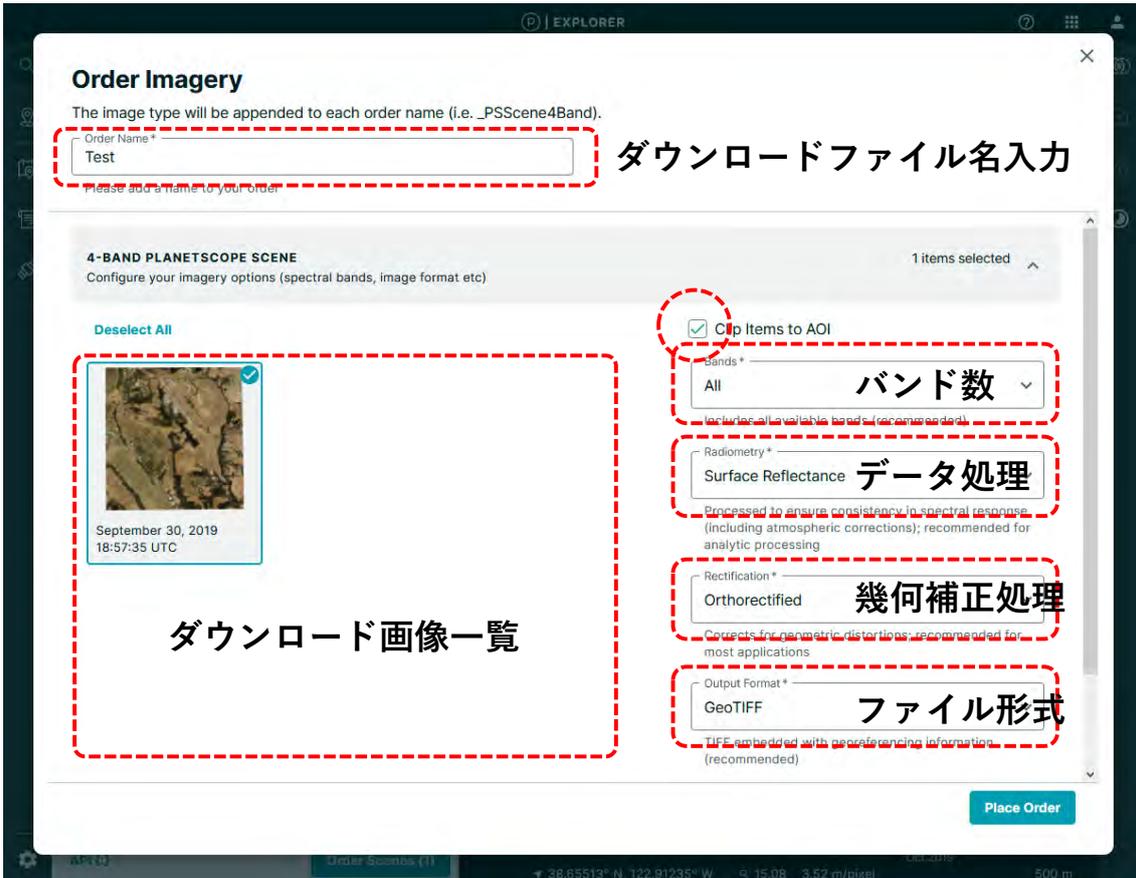
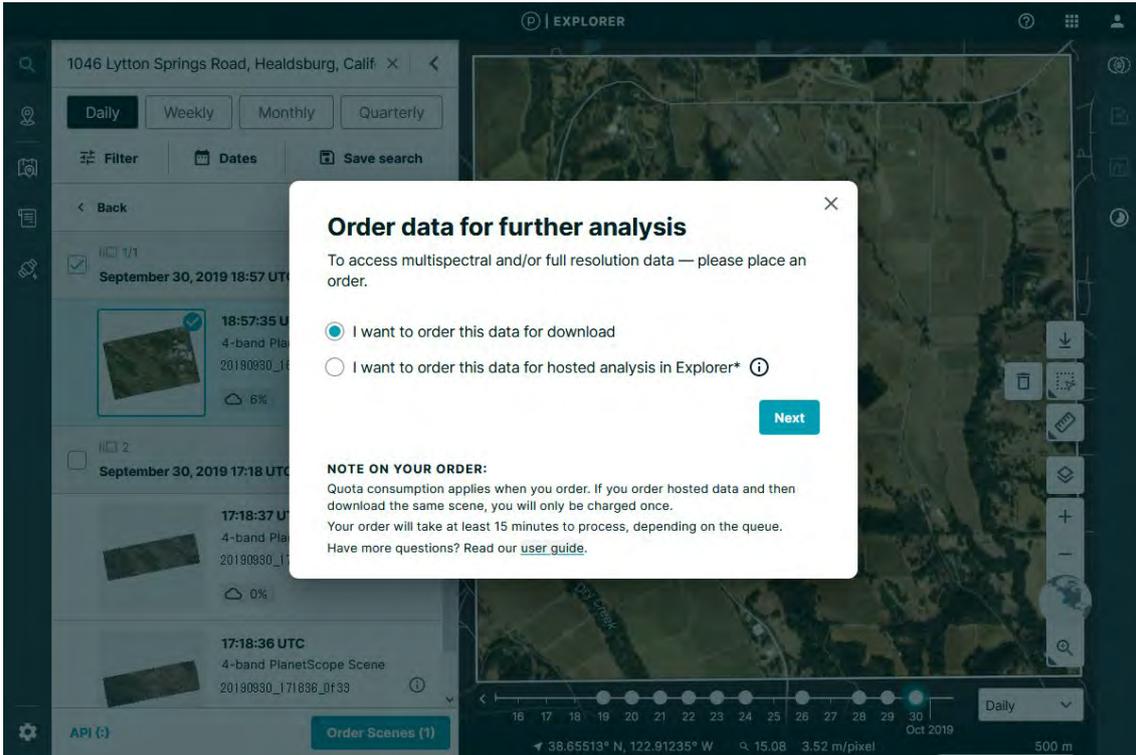


図 3.2.14 各衛星データのダウンロード設定

(12) 衛星画像のダウンロード

- ① ダウンロード処理開始後、注文一覧「My Orders」をクリックすると、先ほど設定したファイル名が注文順に表示される。ダウンロードの準備が整うと、各ダウンロードファイルの下にある「Download」ボタンが選択可能となるため、クリックするとダウンロードが開始される（図 3.2.15）。
- ② ダウンロードされたファイルは圧縮（zip 形式）されているため、解凍ソフトなどを用いて解凍する。
- ③ 解凍すると files フォルダと manifest.json ファイルが含まれており、files フォルダの中に衛星データが含まれている。ファイル名の最後が「・・・3B_AnalyticMS_SR_clip.tif」となっているのが衛星画像ファイルである。その他のファイルは付属ファイルである。衛星画像ファイル名は、撮影日（8桁数値）、撮影時刻（6桁数値グリニッジ標準時）、衛星番号（4ないし6桁の英数字）、プロダクト番号（3B_AnalyticMS_SR など）、切り出しの有無（切り出した場合_clipが付く）、ファイル形式（tif など）からなり、それぞれアンダーバー「_」で区切られている。

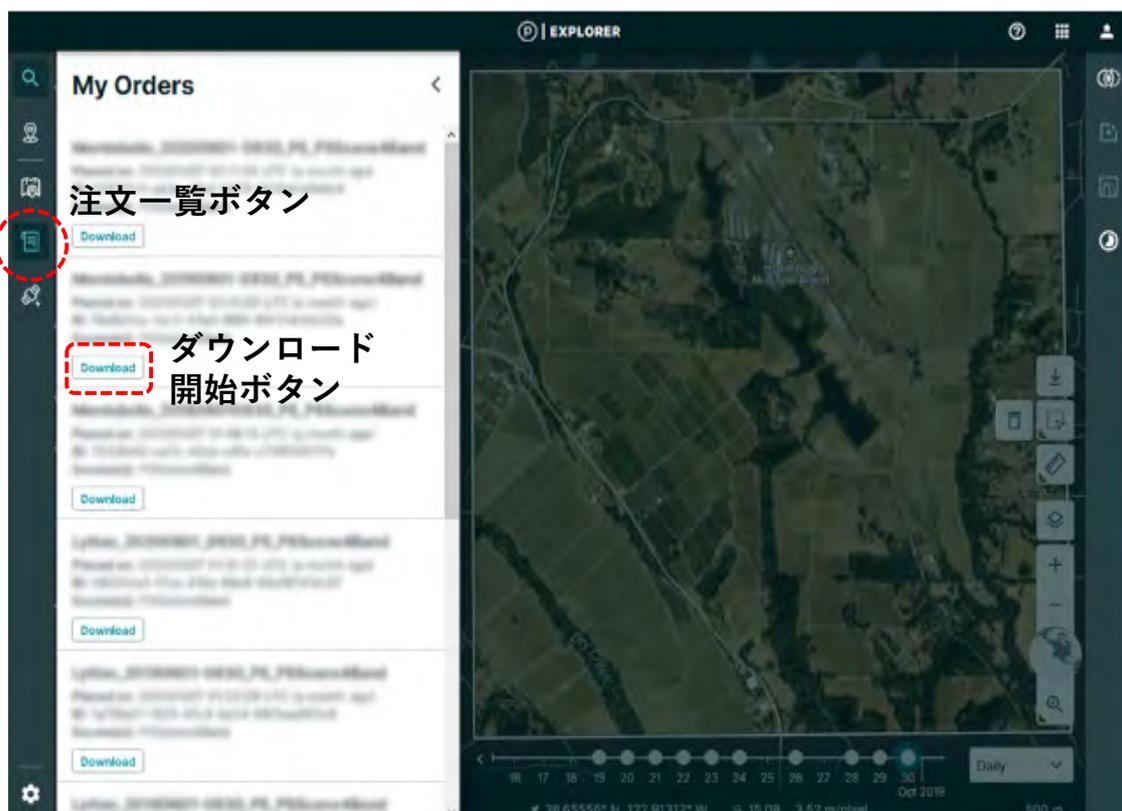


図 3.2.15 ダウンロードファイル一覧

以上で PlanetScope の衛星データの取得は完了である。

3. 3 農用地データ（筆ポリゴンデータ）の取得

農用地の位置データとして筆ポリゴンデータを取得する方法を説明する。

2021年7月以前に公開された筆ポリゴンデータは、農林水産省の筆ポリゴンダウンロードサイト（<https://www.maff.go.jp/j/tokei/polygon/>）にある過去の公開データへのリンク（<https://www.contactus.maff.go.jp/j/form/tokei/seiryu/hudepoririyoanke.html>）から県単位もしくは市町村単位でダウンロードできる（図3.3.1）。2022年4月以降に公開された筆ポリゴンデータは、筆ポリゴンダウンロードサイトにある筆ポリゴン公開サイト（<https://open.fude.maff.go.jp/>）から県単位もしくは市町村単位でダウンロードできる（図3.3.2）。なお、どちらの場合においても、ダウンロードにあたっては利用規約を確認するとともに、ユーザ登録とアンケートの入力が必要となる。

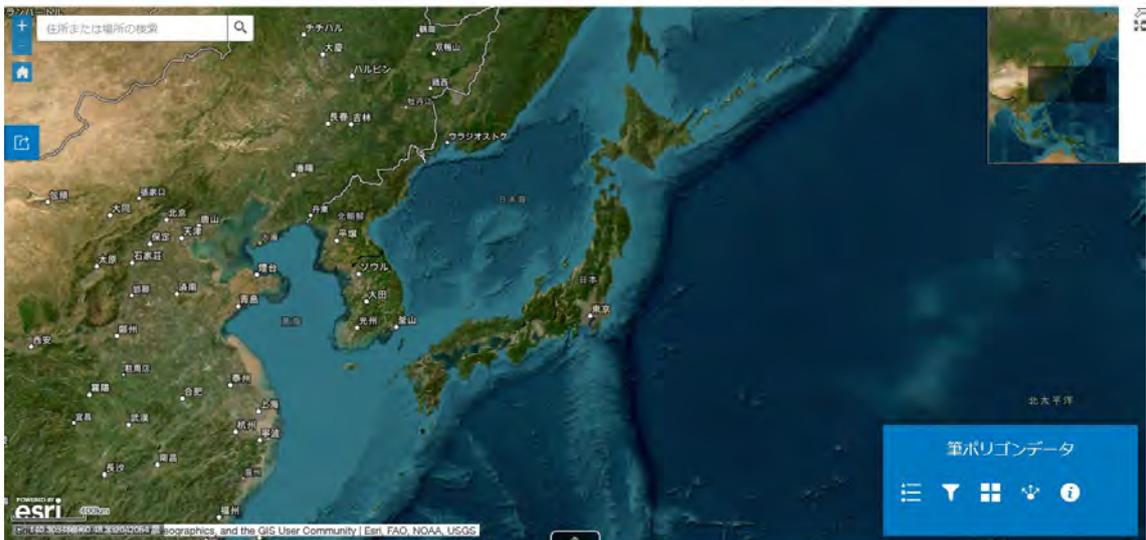
ダウンロードファイルはzipファイルとして圧縮されているため、解凍ソフト等を用いて解凍する。2021年7月以前に公開された筆ポリゴンデータはシェープファイルとして、2020年4月以降はGeoJSON形式として保存されている。解凍すると、シェープファイル（とその付属ファイル）やGeoJSONファイルが格納されている。ファイル名は市町村コード、市町村名、公開年等からなる。なお、両ファイル形式はQGISにおいて同様に操作することができる。

2. 市町村単位（市町村コード順）					
2020年更新					
1. 北海道					
204旭川市 (ZIP:3.59MB)	206釧路市 (ZIP:1.7MB)	207帯広市 (ZIP:1.59MB)	208北見市 (ZIP:2.91MB)	210岩見沢市 (ZIP:3.22MB)	211網走市 (ZIP:1.68MB)
215美瑛市 (ZIP:1.57MB)	219紋別市 (ZIP:918KB)	220士別市 (ZIP:2.24MB)	221名寄市 (ZIP:1.54MB)	222三笠市 (ZIP:299KB)	225滝川市 (ZIP:1.3MB)
228深川市 (ZIP:2.48MB)	229富良野市 (ZIP:1.25MB)	236北見市 (ZIP:1.24MB)	370今金町 (ZIP:940KB)	394蘭越町 (ZIP:1.3MB)	395二セコ町 (ZIP:514KB)
398喜茂別町 (ZIP:370KB)	399京極町 (ZIP:495KB)	400倶知安町 (ZIP:645KB)	406古平町 (ZIP:39.9KB)	407仁木町 (ZIP:523KB)	409赤井川村 (ZIP:245KB)
427由仁町 (ZIP:792KB)	430月形町 (ZIP:724KB)	433妹背牛町 (ZIP:335KB)	434秩父別町 (ZIP:407KB)	436雨竜町 (ZIP:643KB)	437北音町 (ZIP:625KB)
438沼田町 (ZIP:768KB)	452鷹栖町 (ZIP:782KB)	453東神楽町 (ZIP:610KB)	454当麻町 (ZIP:918KB)	455比布町 (ZIP:407KB)	456愛別町 (ZIP:443KB)
457上川町 (ZIP:247KB)	458東川町 (ZIP:685KB)	459美瑛町 (ZIP:1.85MB)	460上富良野町 (ZIP:1.06MB)	461中富良野町 (ZIP:580KB)	464和寒町 (ZIP:866KB)
465剣淵町 (ZIP:701KB)	468下川町 (ZIP:571KB)	469美深町 (ZIP:524KB)	470音威子府村 (ZIP:174KB)	471中川町 (ZIP:296KB)	472標加内町 (ZIP:532KB)
482小平町 (ZIP:761KB)	486遠別町 (ZIP:494KB)	487天塩町 (ZIP:909KB)	511猿払村 (ZIP:430KB)	512浜頓別町 (ZIP:683KB)	513中頓別町 (ZIP:449KB)
543美幌町 (ZIP:1.07MB)	544津別町 (ZIP:716KB)	545斜里町 (ZIP:1.09MB)	546清里町 (ZIP:820KB)	547小清水町 (ZIP:950KB)	549訓子府町 (ZIP:521KB)



図 3.3.1 筆ポリゴンダウンロードサイト（2021年7月以前公開）

筆ポリゴン公開サイト



- はじめに
「筆ポリゴン公開サイト」では、筆ポリゴンの閲覧、ダウンロード、筆ポリゴンの区画修正等の情報提供が、ユーザー登録なしに誰でもできます。
詳細な利用方法については、[筆ポリゴン公開サイト利用マニュアル](#)をご覧ください。

- 新着情報

- 筆ポリゴンの利用規約、筆ポリゴン公開サイトの利用規約を改定しました。（令和4年10月17日）

- 筆ポリゴンの閲覧

表示されている地図上で、公開されている最新の筆ポリゴンデータが閲覧できます。
筆ポリゴンが地図に表示されるのは、地図画面下の尺度表示が1km以下からです。
なお、筆ポリゴンと衛星画像の位置精度の関係で、筆ポリゴンと衛星画像がズレて表示されることがあります。
また、表示されている筆ポリゴンは、より円滑に画面表示できるよう、区画形状を単純化している場合があり、以下に記載の「筆ポリゴンデータダウンロードページ」から取得できるデータとは、区画形状が一部異なる場合があります。

- 筆ポリゴンのダウンロード

筆ポリゴンをダウンロードし、ご利用することができます。
●筆ポリゴンデータの仕様：筆ポリゴンデータの仕様（OD）

[筆ポリゴンデータダウンロードページ](#)
(アンケート回答後、ダウンロードいただけます)

- 筆ポリゴンの区画修正等の情報提供

公開済みの筆ポリゴン（最も直前に公開したもの）に対して、筆ポリゴンの形状変化等に関する情報を農林水産省統計部に提供いただけます。

[修正情報提供フォーム](#)

[筆ポリゴンの利用規約](#)
[筆ポリゴン公開サイトの利用規約](#)
[筆ポリゴン公開サイトのプライバシーポリシー](#)
[FAQ・お問合せ](#)

© Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

フィードの探索 [プライバシーの管理](#)

図 3.3.2 筆ポリゴンダウンロードサイト（2022 年 4 月以降公開）

3. 4 QGIS への衛星光学データ (PlanetScope) の読み込み

3. 2 節で取得した衛星画像を QGIS に読み込む方法を説明する。

(1) 衛星画像の読み込み

- ① QGIS を起動し、メインメニューのレイヤにある「レイヤの追加」を選択し、「ラスタレイヤの追加」を選択すると、データソースマネージャウィンドウがラスタタブを選択された状態で表示される (図 3.4.1)。
- ② ブラウズボタンをクリックし、ダウンロードした衛星データを選択する (図 3.4.1)。
- ③ 地図に衛星画像が表示され、レイヤ欄には衛星画像のファイル名が追加される (図 3.4.1)。
- ④ この処理を繰り返し、日ごとの衛星画像を全て読み込む (図 3.4.2)。

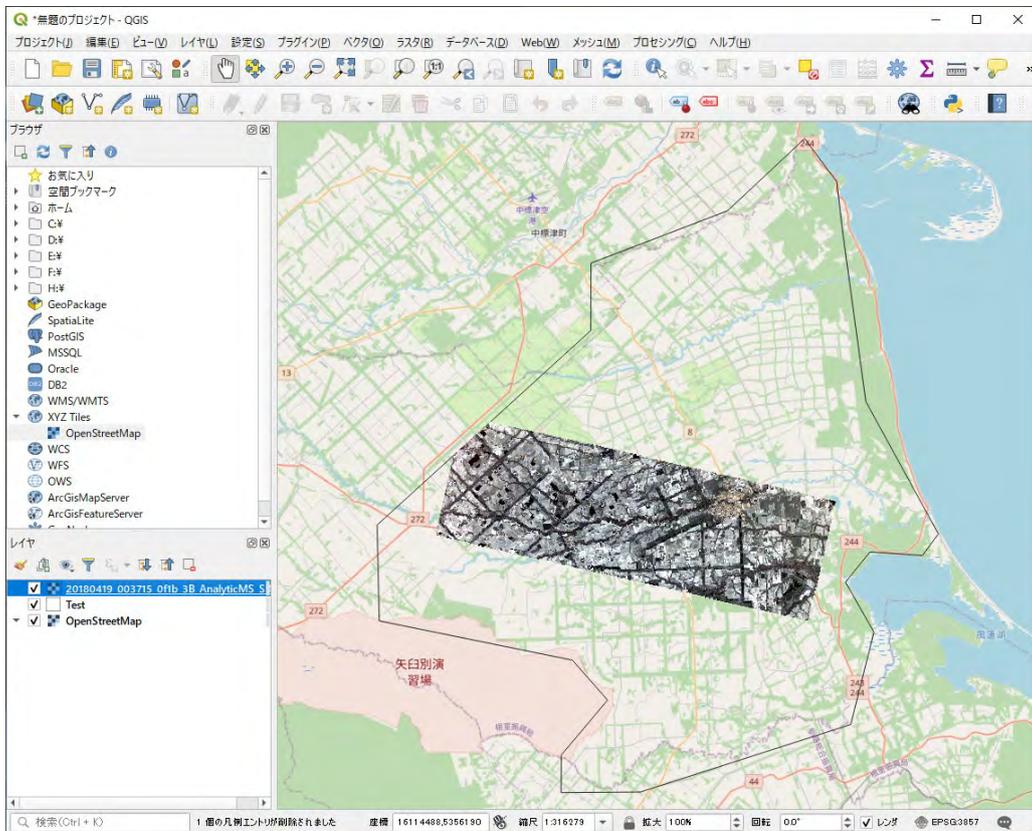
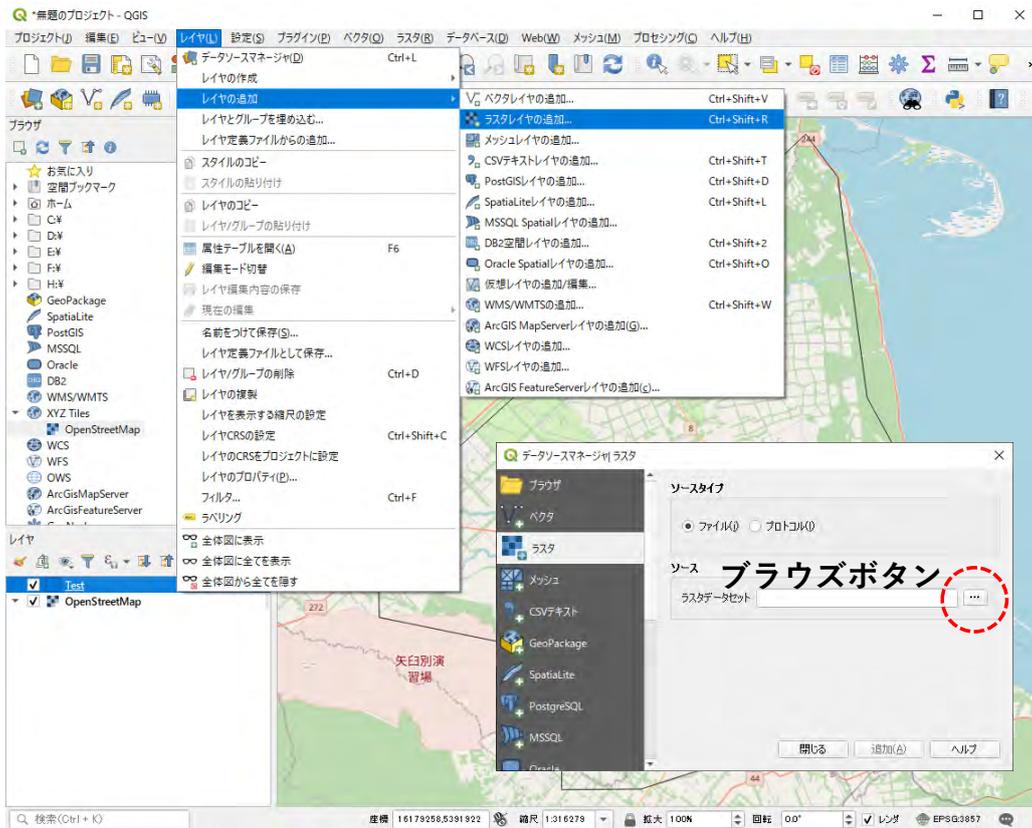


図 3.4.1 QGIS への衛星データの読み込み

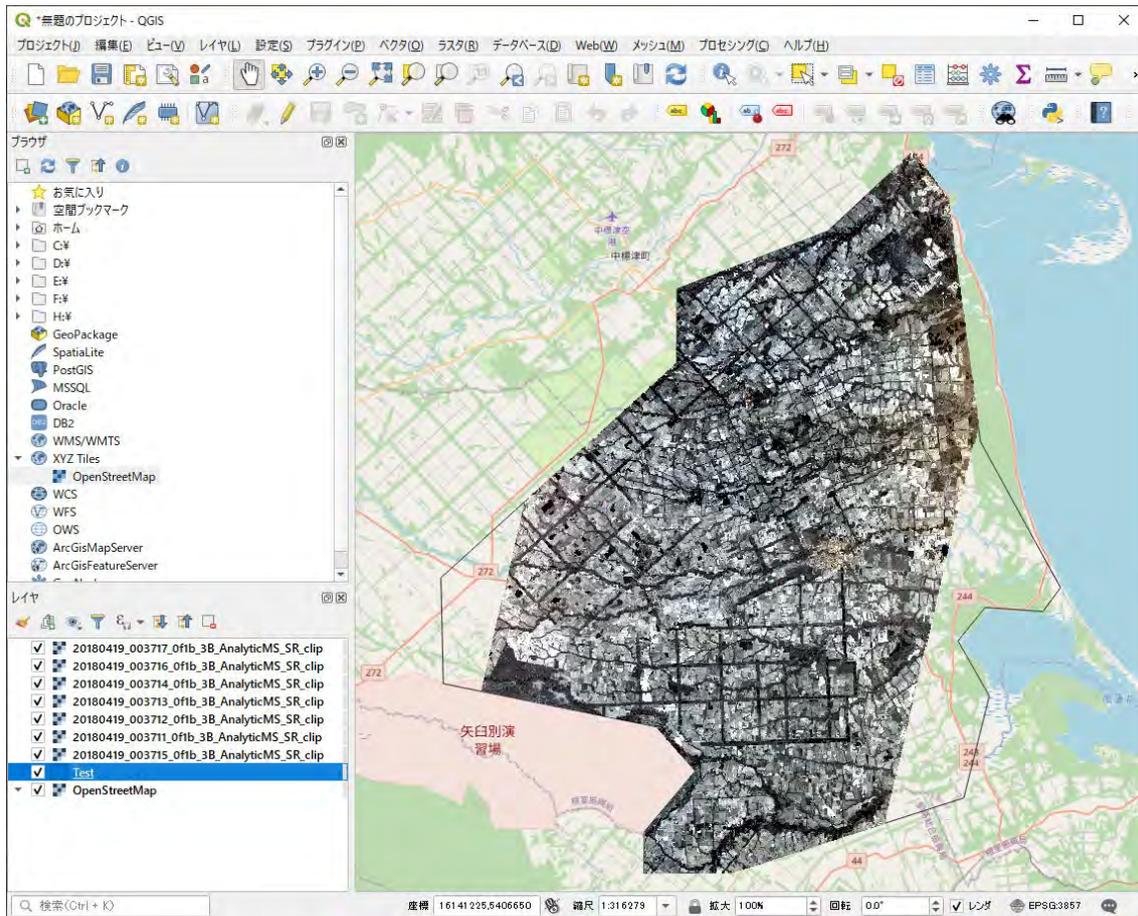


図 3.4.2 日ごとの衛星画像の読み込み

(2) 結合 (モザイク) 処理

ダウンロード範囲が広いと、1日で複数枚の衛星画像が撮影される。それらの画像を一つの画像にまとめる。このような処理を結合処理 (モザイクもしくはマージ処理) という。この処理によって日ごとに統合された衛星データを作成することができる。

- ① QGIS メインメニューの「ラスタ」の「その他」にある「結合」をクリックすると、結合処理のためのウィンドウが開く (図 3.4.3)。
- ② 「入力ラスタ」の選択ボタンをクリックすると選択ウィンドウが開く (図 3.4.3)。
- ③ 結合処理したい衛星データを全てチェックし OK をクリックすると、入力ラスタが設定できる。その際、入力ラスタ欄は「要素が選択されていません」から「○要素が選択されました」(○は入力データの数) に変化する (図 3.4.3)。
- ④ 出力データ型は入力データである PlanetScope と同じ「UInt16」を選択する (図 3.4.3)。
- ⑤ 「出力レイヤ」のブラウザボタンをクリックし、結合処理後の衛星データの保存フォル

ダとファイル名を設定する (図 3.4.3)。

- ⑥ 右下にある「実行」ボタンをクリックすると結合処理が始まり、処理が終わると結合後の衛星データが地図に、レイヤ欄に結合後のファイル名が追加される (図 3.4.3)。

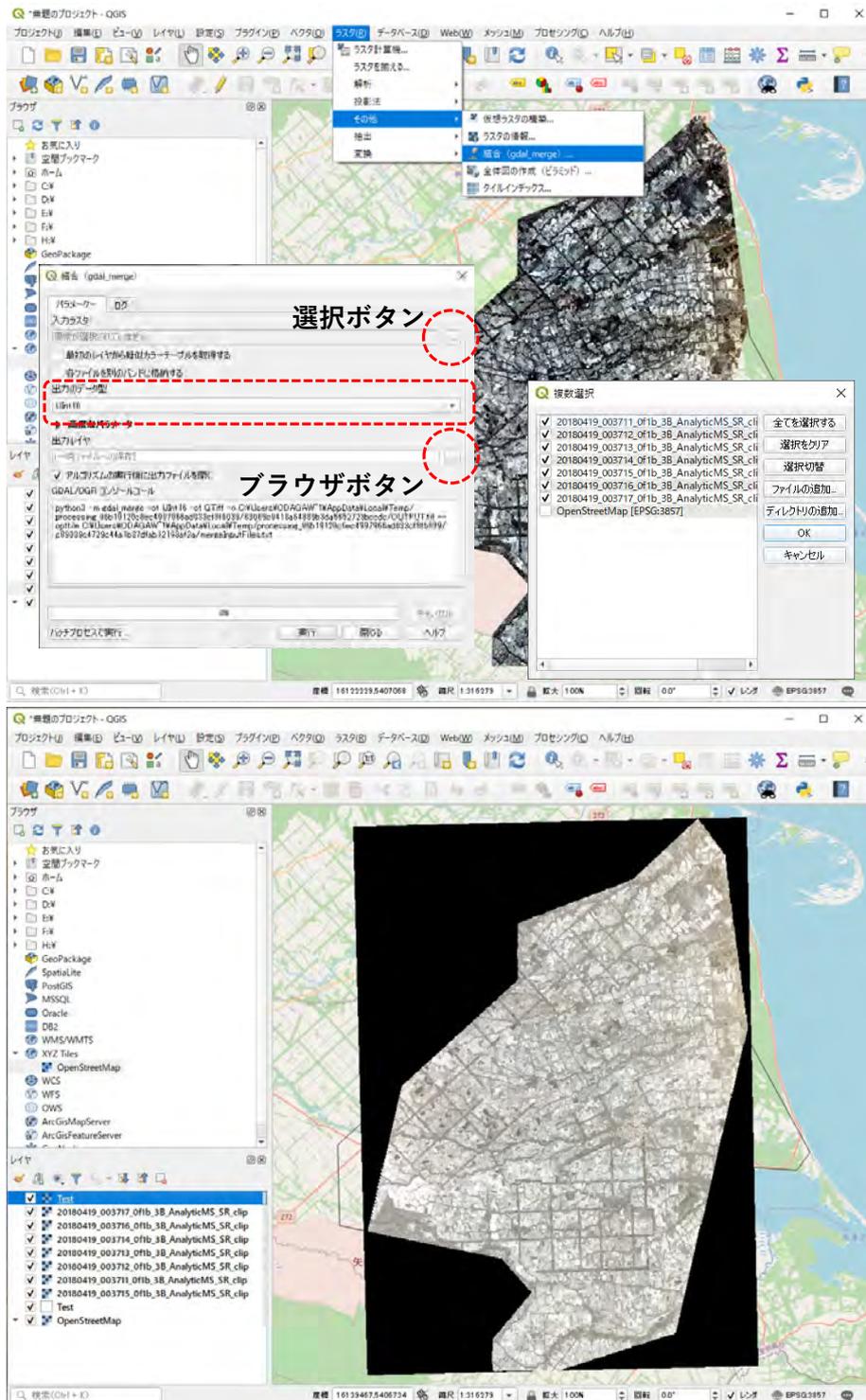


図 3.4.3 個別衛星データの結合処理と結合された衛星データ

(3) 不要レイヤの登録解除

QGIS に読み込んだ後に使わなくなったデータは、レイヤ欄で選択後、レイヤの削除ボタンをクリックすると、QGIS の登録から削除することができる (図 3.4.4)。なお、この操作は QGIS への登録が削除されるのみで、ファイルそのものが削除されるわけではない。

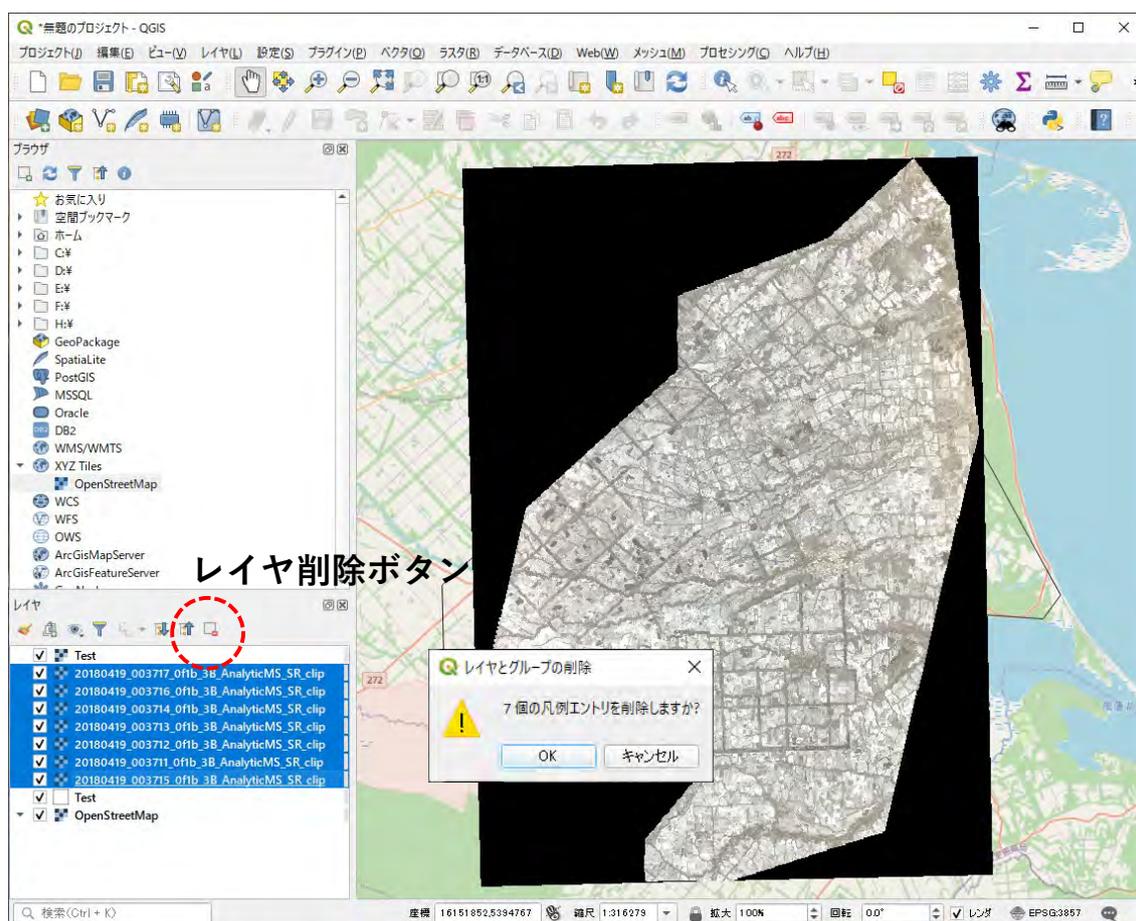


図 3.4.4 不要レイヤの登録削除

(4) 衛星画像の表示設定

結合された衛星データの周りにある黒い部分はデータが無い（数値としては 0 が登録されている）範囲である（図 3.4.5）。また、衛星画像の構成は、バンド 1 は青、バンド 2 は緑、バンド 3 は赤となっているが、一般的な画面表示は RGB の順番（赤が 1 番目、緑が 2 番目、青が 3 番目）となっているため、青、緑、赤の順番が逆となっており、RGB 表示を調整する必要がある。

- ① レイヤ欄にある結合したデータのファイル名を右クリックし、コンテキストメニューを表示させ、プロパティをクリックする（図 3.4.5）。
- ② レイヤプロパティウィンドウの「シンボロジ」タブを選択し、「赤バンド」に「バンド 3」、「緑バンド」に「バンド 2」、「青バンド」に「バンド 1」を選択し OK ボタンをクリックすると、衛星画像が RGB で表示される（図 3.4.5）。
- ③ また、レイヤプロパティウィンドウの「透過性」タブを選択し、「nodata 値」の「追加の nodata 値」に 0 を入力し、OK ボタンをクリックすると、周りにある黒い部分が透明になる（図 3.4.6）。

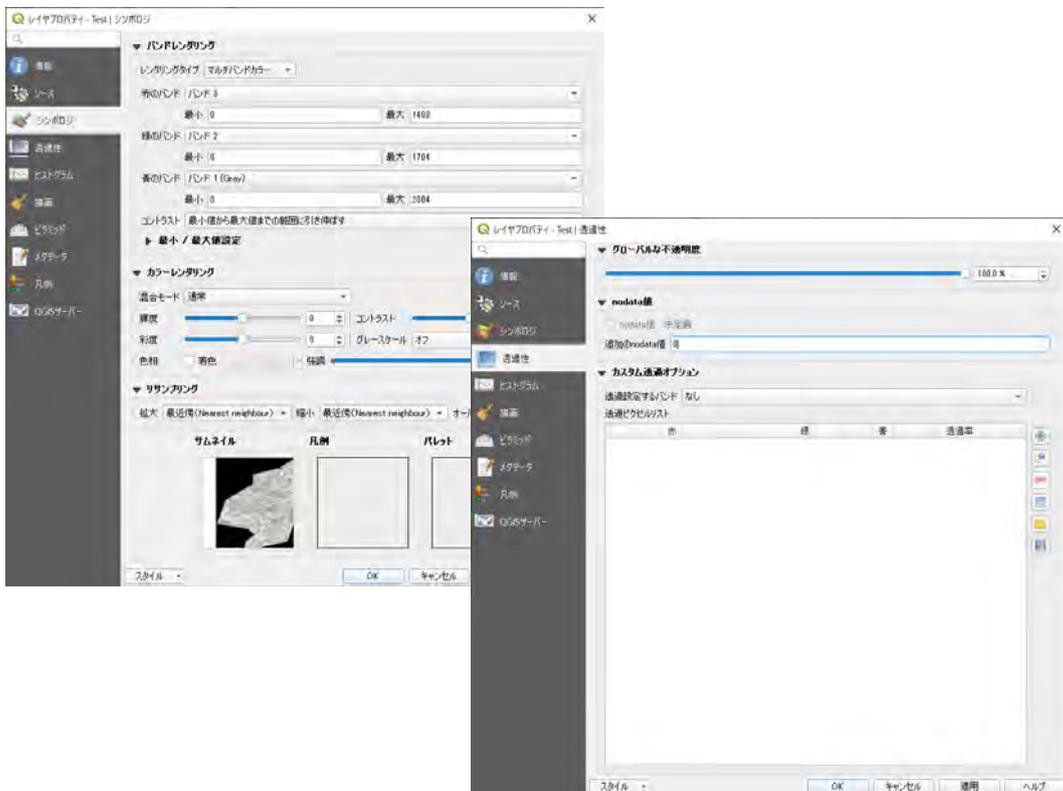
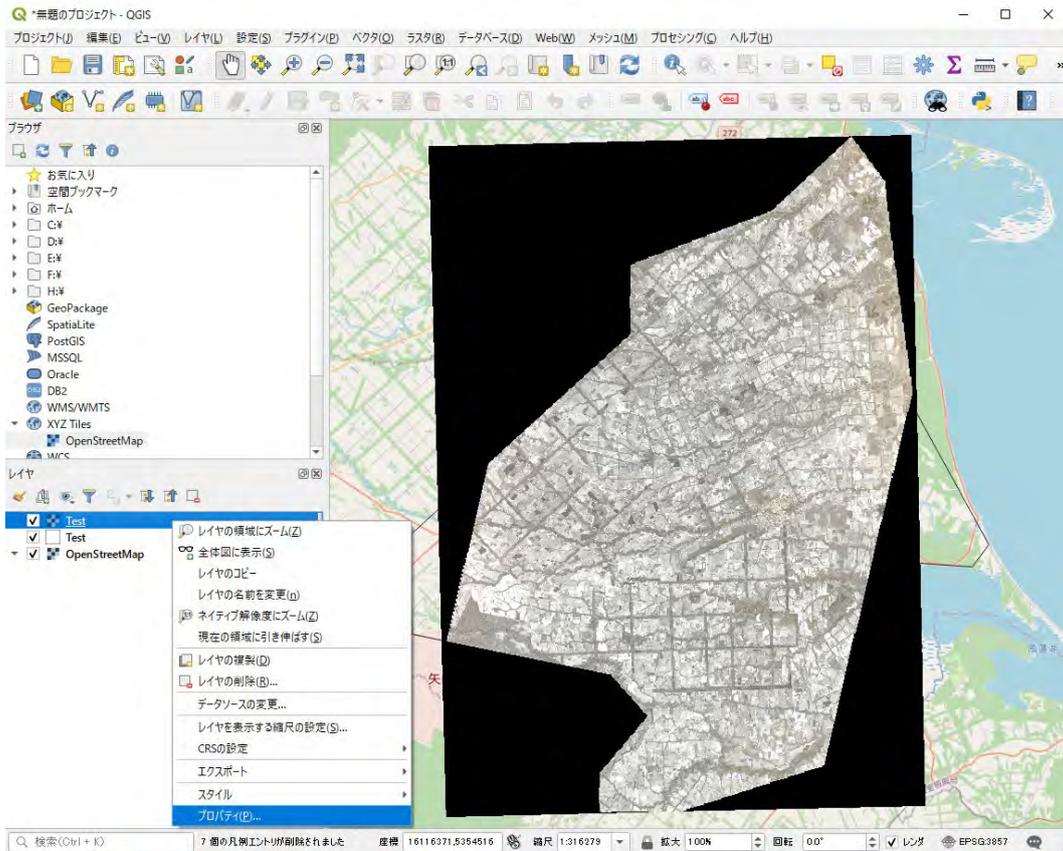


図 3.4.5 衛星データの表示の設定

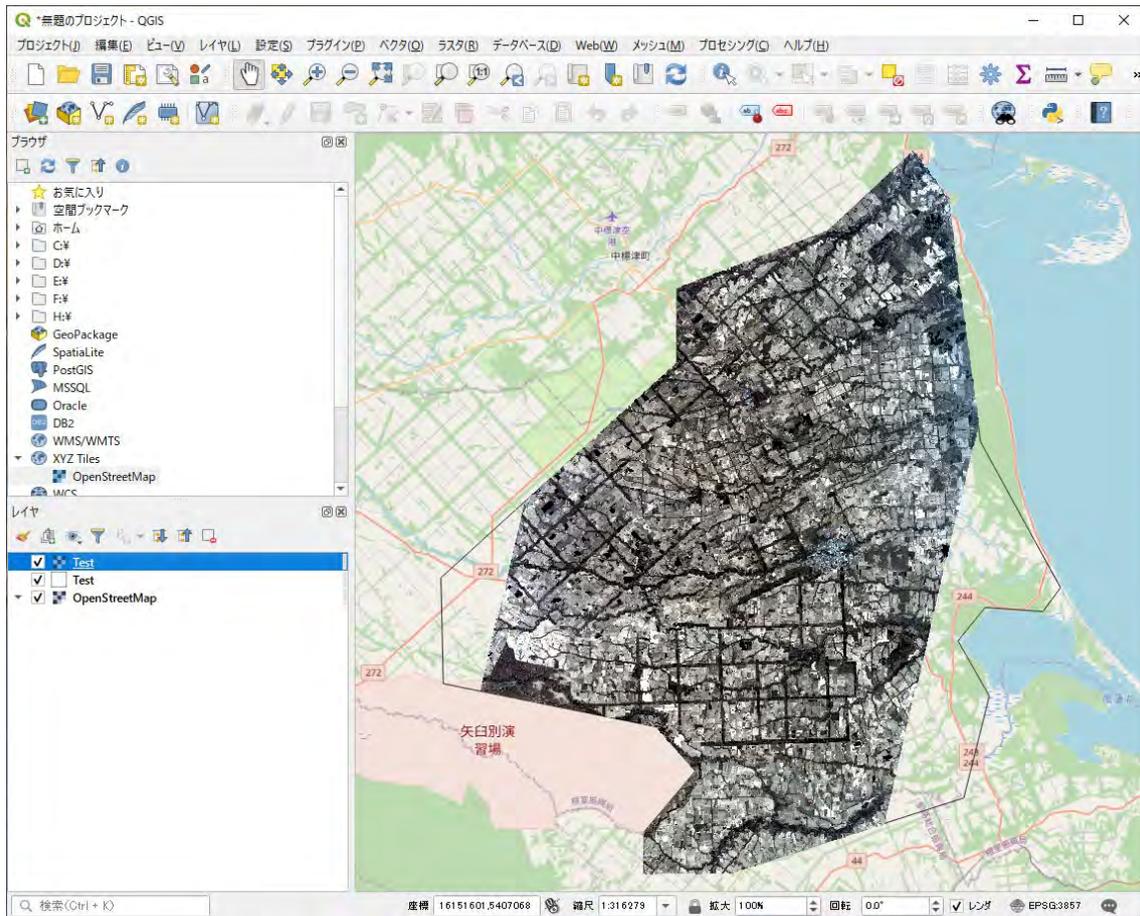


図 3.4.6 表示設定後の衛星データ

(2) から (4) までの処理を撮影日ごとに繰り返し、解析期間におけるすべての日ごとに統合された衛星データを QGIS に登録する。

以上で QGIS への PlanetScope データの読み込み処理は完了である。

3. 5 QGIS への農用地データ（筆ポリゴンデータ）の読み込み

3. 3節で取得した筆ポリゴンデータを3. 4節の処理を行った QGIS へ読み込む方法を説明する。

(1) ベクタレイヤの追加

QGIS のメインメニューにある「レイヤ」の「レイヤの追加」に含まれる「ベクタレイヤの追加」をクリックすると、データソースマネージャウィンドウが「ベクタ」タブが選択された状態で開くので、筆ポリゴンデータのシェープファイルの一つを選択し、「OK」ボタンをクリックする（図 3.5.1）。

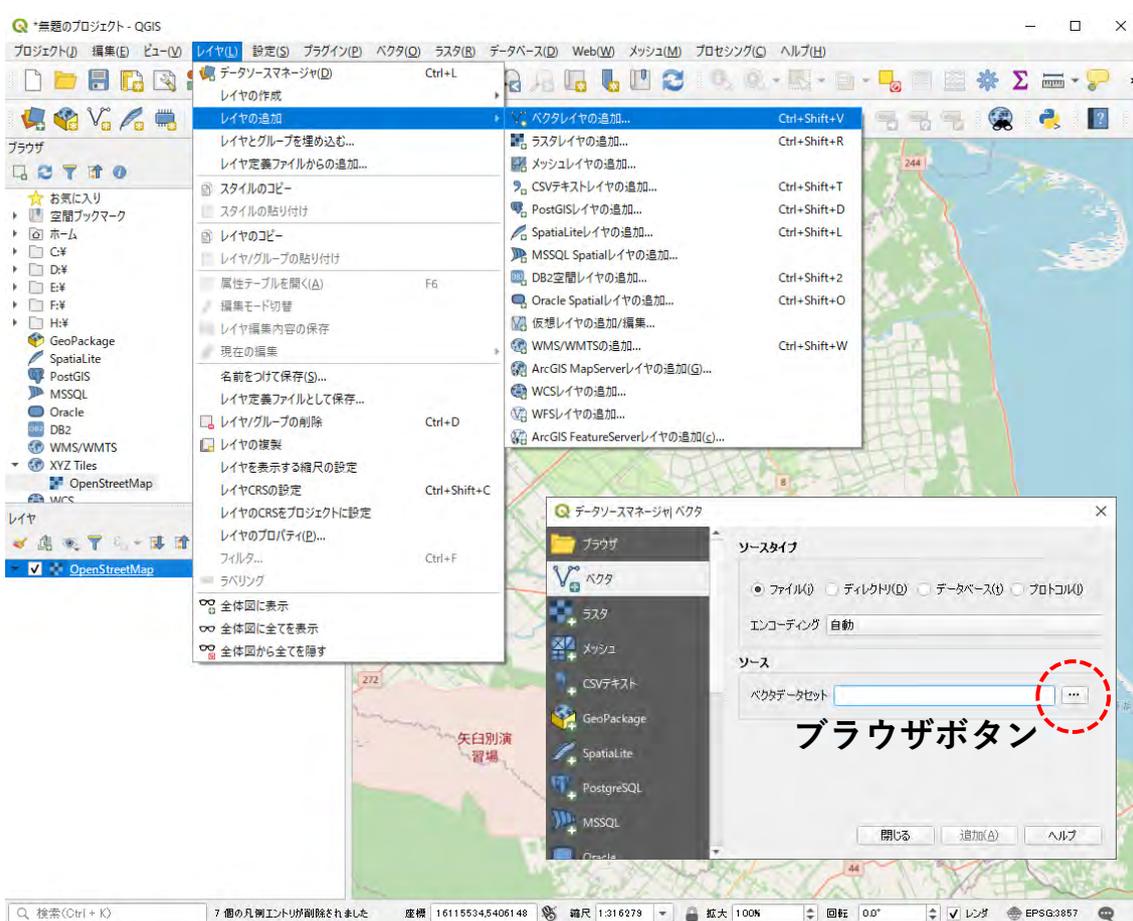


図 3.5.1 筆ポリゴンの読み込み

なお、QGIS の設定によってはシェープファイルの座標系を確認するウィンドウが開くので、最上段にある設定を選択する（図 3.5.2）。



図 3.5.2 筆ポリゴンデータの座標系確認

(2) 筆ポリゴンデータが QGIS に読みこまれると、地図に筆ポリゴンが表示され、レイヤ欄に筆ポリゴンデータのファイル名が表示される (図 3.5.3)。

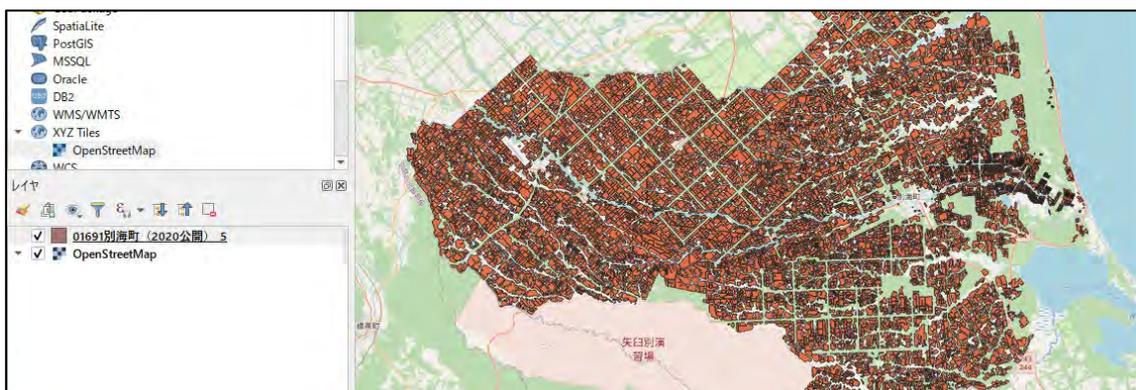


図 3.5.3 筆ポリゴンの表示

(3) 解析範囲外にある筆ポリゴンの除去

仮に解析範囲外にある筆ポリゴンがある場合、不要なため削除する。その方法を以下に示す。

- ① QGIS のメインメニューにある「ベクタ」の「調査ツール」にある「場所による選択」をクリックすると、場所による選択ウィンドウが開く (図 3.5.4)。
- ② 「選択する地物のあるレイヤ」に筆ポリゴンデータを、「空間的關係」は「範囲内」を選択し、「比較対象の地物のあるレイヤ」に衛星データを購入もしくはダウンロードした時に範囲を指定したシェープファイルを選択し、右下にある実行ボタンを選択すると、解析範囲内の筆ポリゴンのみが選択される (図 3.5.4)。
- ③ 解析範囲内の筆ポリゴンのみを選択後、レイヤ欄にある筆ポリゴンデータを右クリックし、コンテキストメニューの「エクスポート」にある「選択地物の保存」をクリックすると、「ベクタレイヤを名前を付けて保存」ウィンドウが開く (図 3.5.5)。
- ④ 「ファイル名」のブラウザボタンをクリックし、選択された筆ポリゴンデータの保存フォルダとファイル名を設定後、右下にある「OK」ボタンをクリックすると、選択された筆ポリゴンデータが保存され、地図に表示されるとともに、レイヤ欄に保存したファイル名が追加される (図 3.5.5)。

以上で、農用地データ (筆ポリゴンデータ) を QGIS へ読み込む処理は完了である。

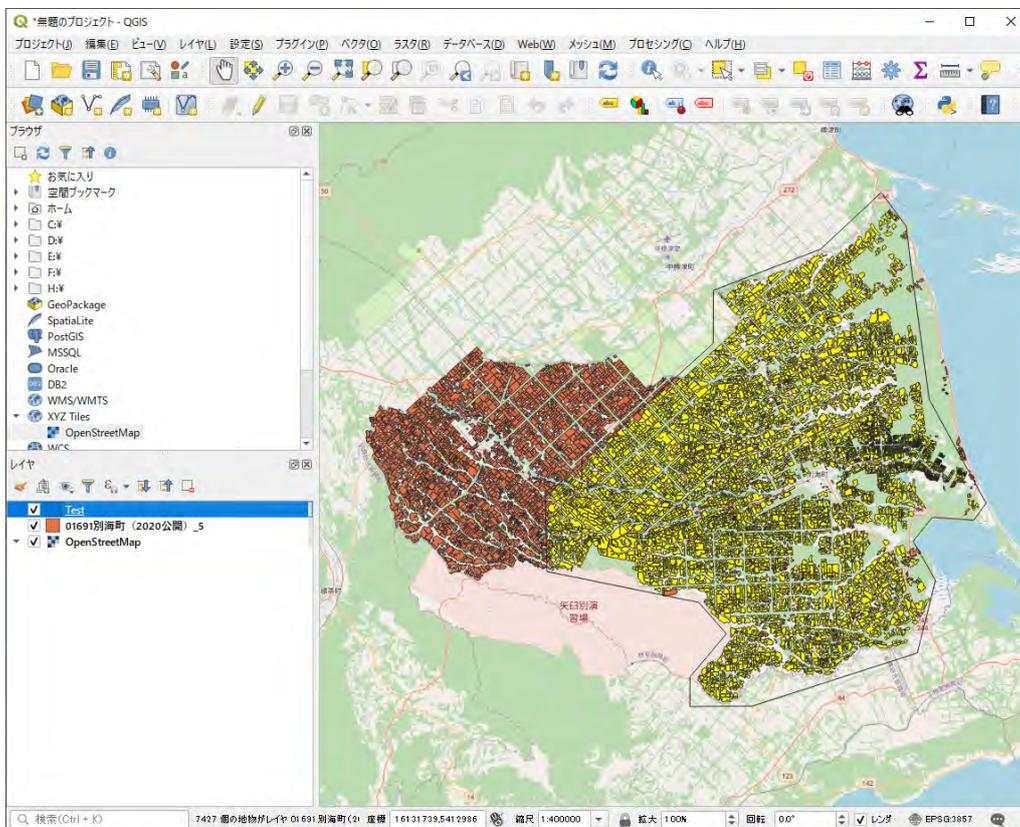
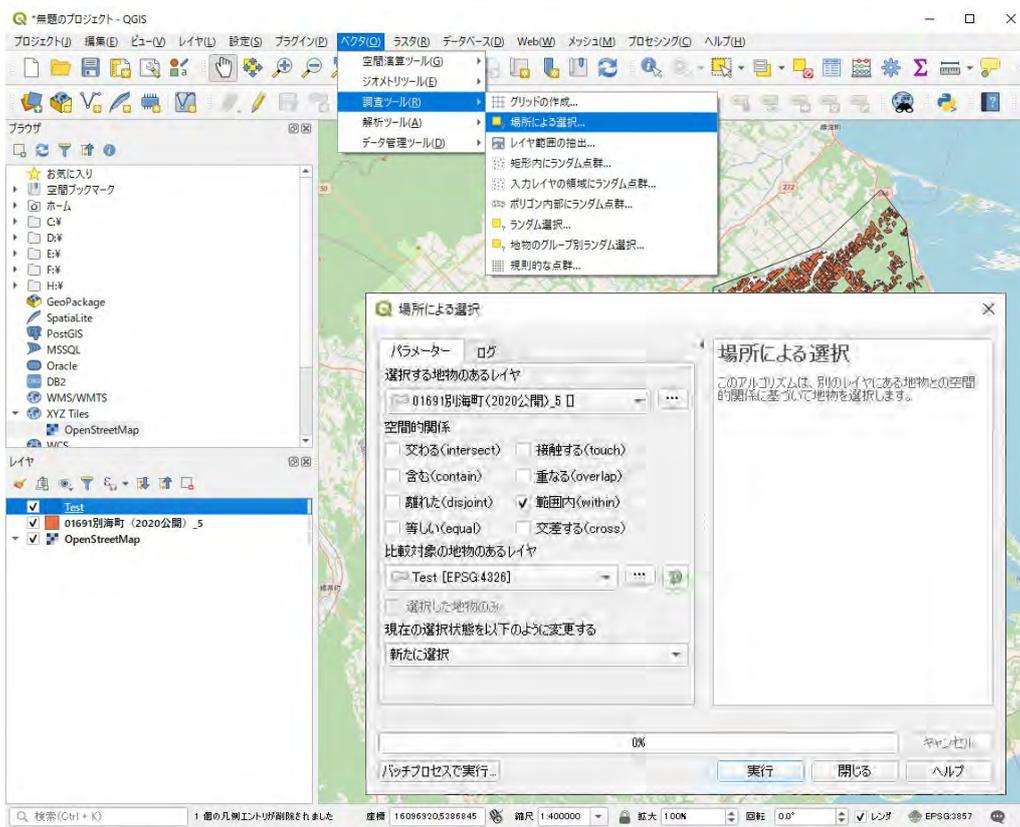


図 3.5.4 必要な筆ポリゴンの選択

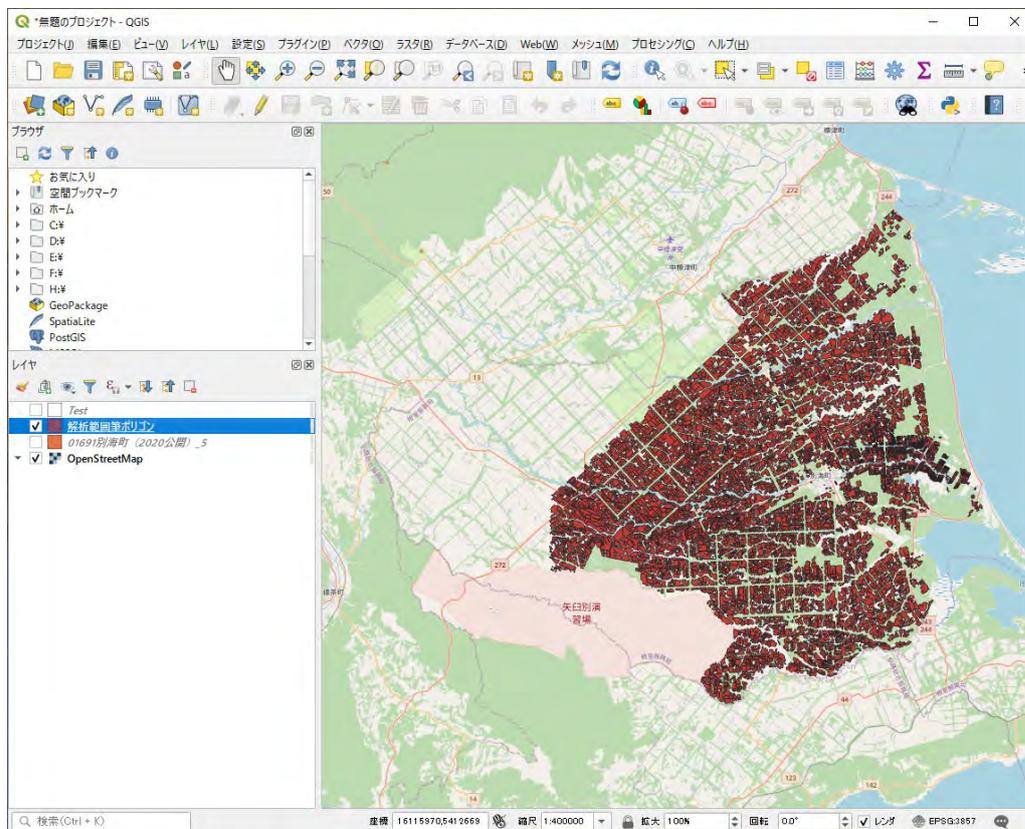
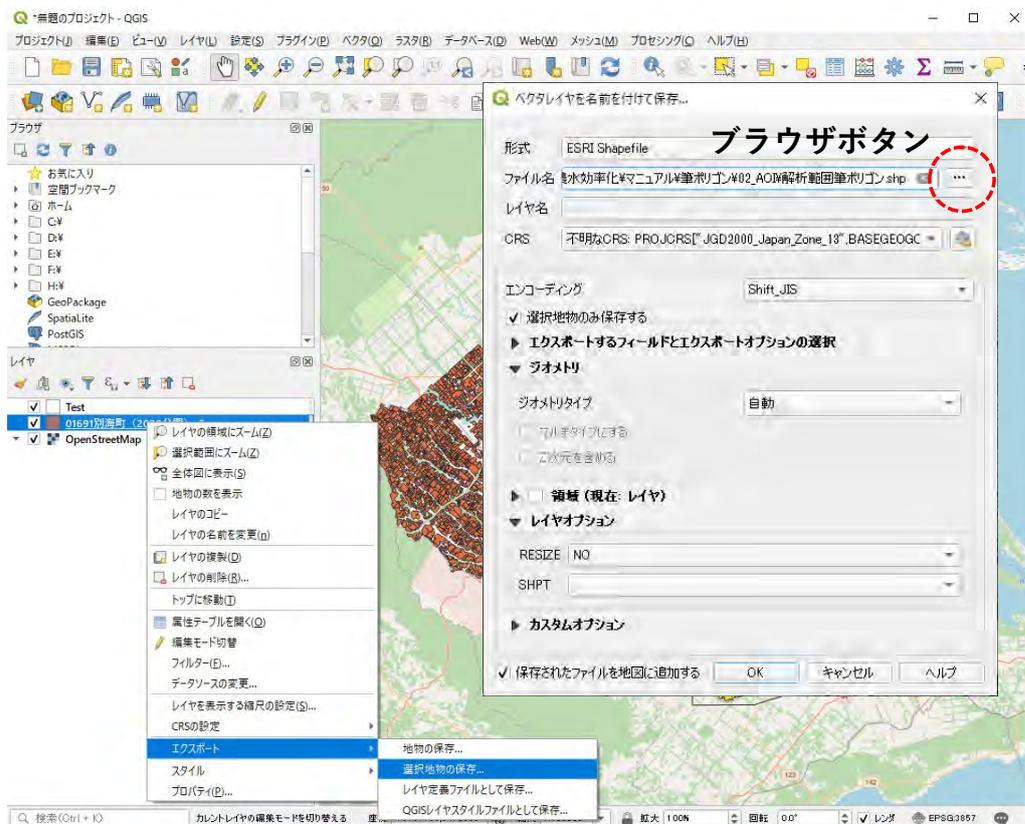


図 3.5.5 必要な筆ポリゴンの保存

3. 6 QGIS による農用地ごとの反射率の算出

この章では、まず（1）で緩衝帯（バッファ）処理の方法を説明する。次に（2）で衛星データに雲と雲影が含まれる範囲を解析対象から除外する方法を説明する。続いて（3）で筆ポリゴンごとの反射率を算出する方法を説明する。

なお、球面座標系である 2022 年 4 月以降公開された筆ポリゴンが緩衝帯処理できるように、座標系を平面直角座標系に変更する手法は、2. 6 節（1）を参照すること。

（1）緩衝帯（バッファ）処理

衛星光学センサは地表面の反射光をとらえているため、明るい地物があるとその周辺にその地物の反射光が紛れ込む。そのため農用地に明るい地物（建屋や道路など）が隣接すると、農用地の反射率データに影響する。この影響は解析の誤差要因となる。一方、この現象は光学センサ特有の問題であり、必ず発生し、その補正は非常に困難である。そこで、農用地の筆ポリゴンを、解析に影響のない範囲で一律に縮小させることにより、この影響を簡便かつ効果的に極力低減することができる。この様な処理を緩衝帯（バッファ）処理という。以下、緩衝帯（バッファ）処理の方法を説明する。

- ① QGIS のメインメニューにある「ベクタ」の「空間演算ツール」にある「バッファ」をクリックすると、バッファウィンドウが開く（図 3.6.1）。
- ② 「入力レイヤ」に筆ポリゴンを選択し、「距離」に「-5」（内側に縮小するためマイナスとなる）と入力し、単位は「メートル」を選択する（図 3.6.1）。
- ③ 「出力レイヤ」のブラウザボタンをクリックし、バッファ後の筆ポリゴンデータの保存フォルダとファイル名を設定し、右下の実行ボタンをクリックすると、バッファ処理が始まる（図 3.6.1）。

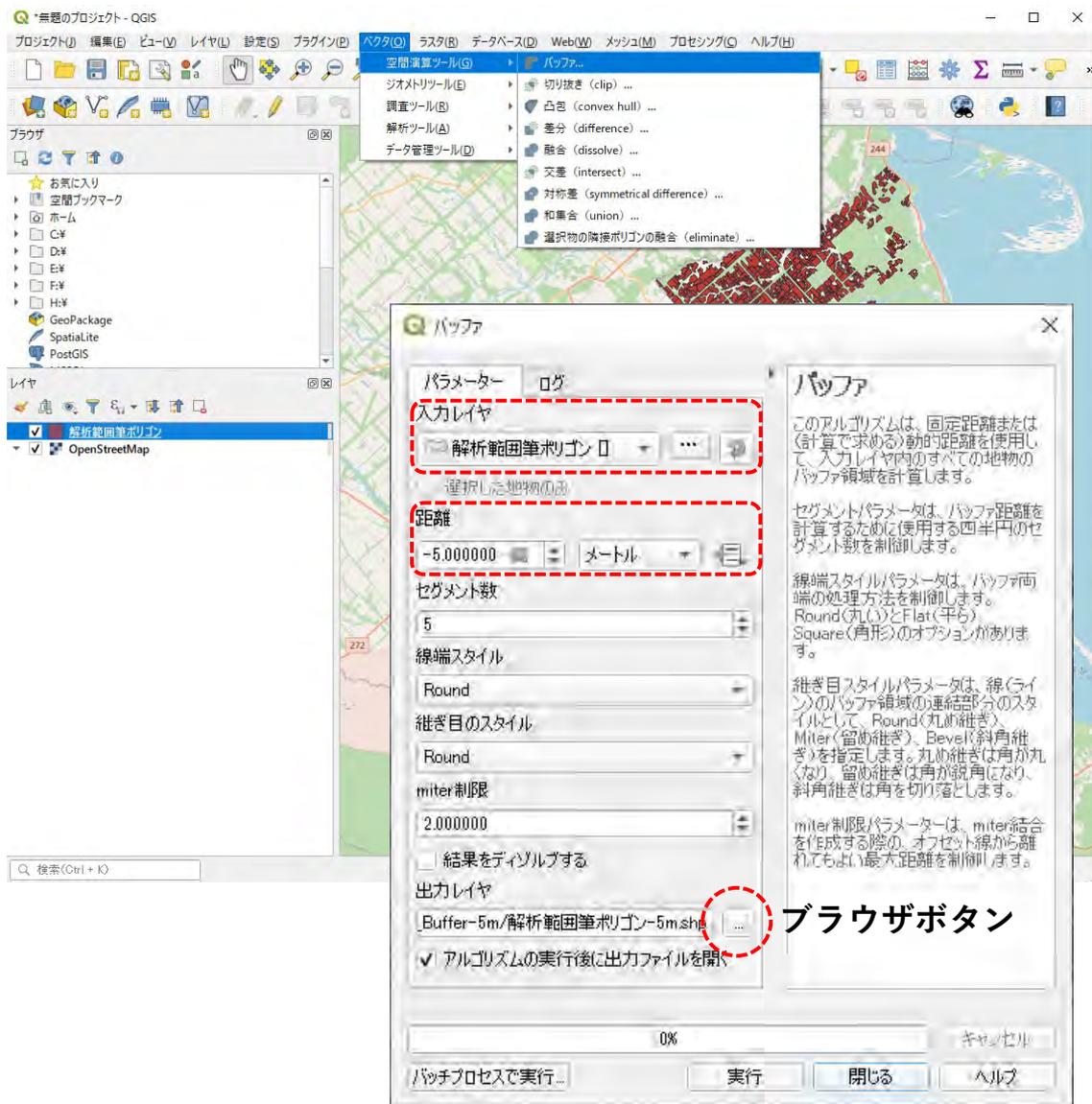


図 3.6.1 筆ポリゴンのバッファ処理

- ④ この処理により、一律に 5m 内側に縮小された筆ポリゴンが地図に表示されるとともに、レイヤ欄にバッファ後の筆ポリゴンデータのファイル名が追加される (図 3.6.2)。なお、後ほどの処理で、バッファ前の筆ポリゴンデータも再度必要となる。

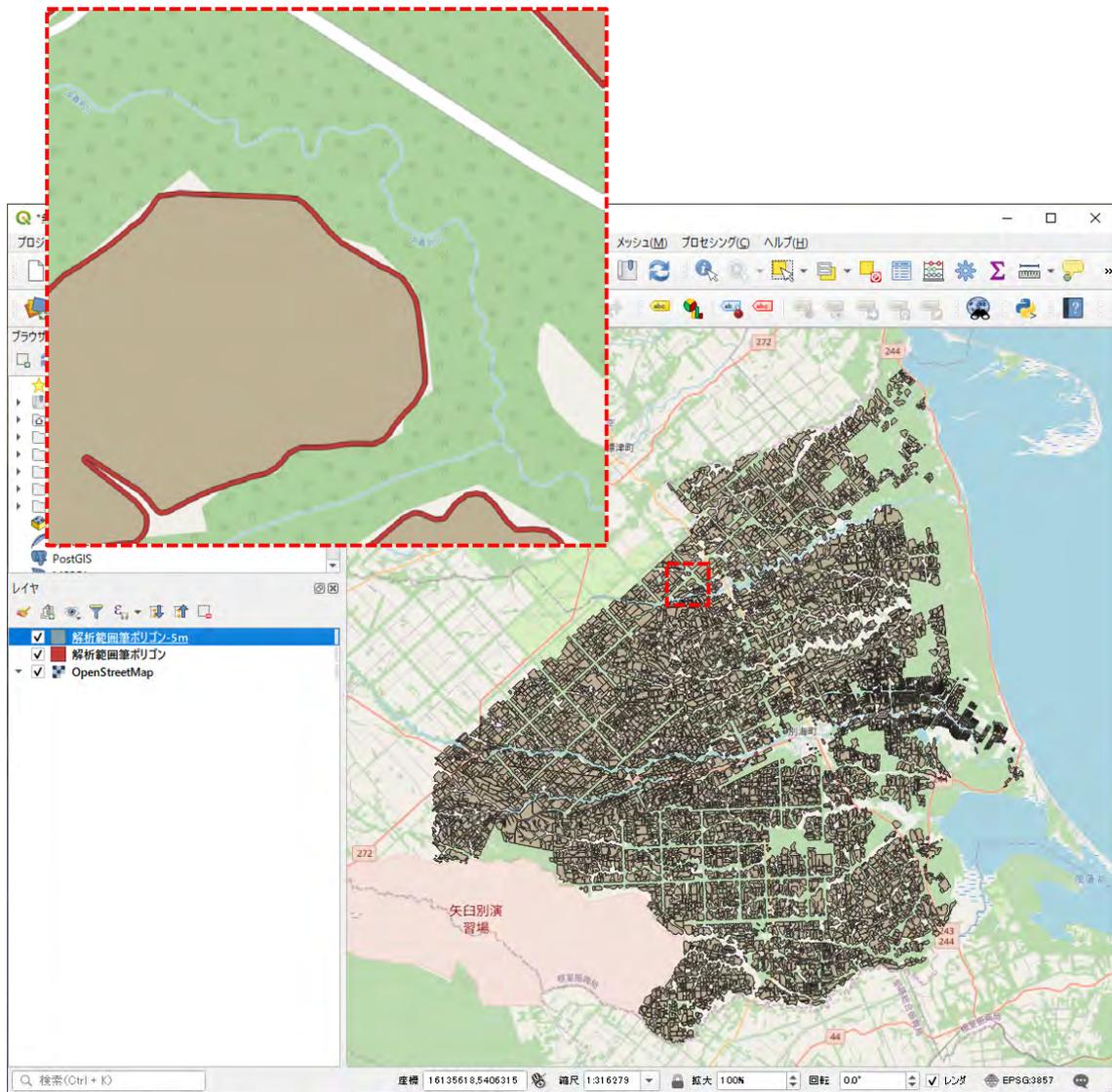


図 3.6.2 バッファ処理後の筆ポリゴン

(2) 雲マスク

衛星データの購入時の検索においては雲の影響がほとんど無い画像を選択しているが、一部の衛星データには雲や雲影が含まれている(図 3.6.3)。雲や雲影は解析の誤差要因となるため極力衛星データから除外する必要がある。雲マスクの処理は、衛星画像を目視判読することによって雲・雲影範囲のポリゴンを作成し、その雲マスクポリゴンを利用して、雲と雲影の範囲を衛星データから除外する。このような処理を雲マスクと呼ぶ。以下、雲マスクの方法を説明する。

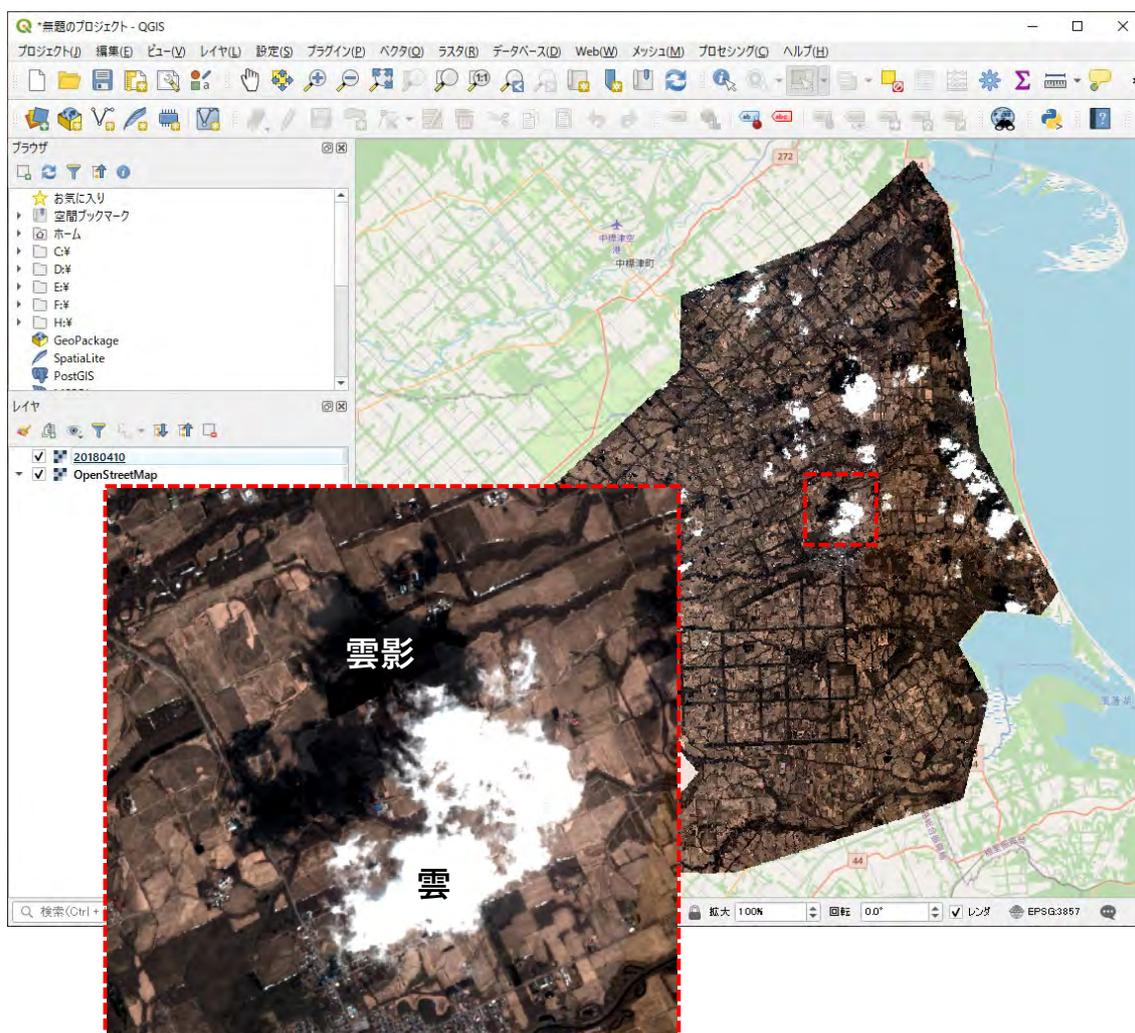


図 3.6.3 衛星データに含まれる雲や雲影の例

- ① 雲や雲影が含まれる衛星データについて、購入範囲のシェープファイルを作る手法と同じように、雲と雲影がある範囲のポリゴンを手動で作成する（図 3.6.4）。
- ② 次に解析範囲ポリゴンと雲マスクポリゴンの両方を QGIS に読みこむ。
- ③ QGIS のメインメニューにある「ベクタ」の「空間演算ツール」に含まれる「差分」をクリックすると、「差分」ウィンドウが開く（図 3.6.5）。
- ④ 「入力レイヤ」に解析範囲を、「オーバーレイレイヤ」に雲マスクポリゴンを選択し、「差分」のブラウザボタンをクリックし、差分ポリゴンの保存ディレクトリとファイル名を設定する（図 3.6.5）。
- ⑤ 「実行」ボタンをクリックすると、雲・雲影以外のマスクポリゴンが作成される（図 3.6.5）。なお説明を明確にするため図 3.6.5 では衛星画像などを非表示とした。

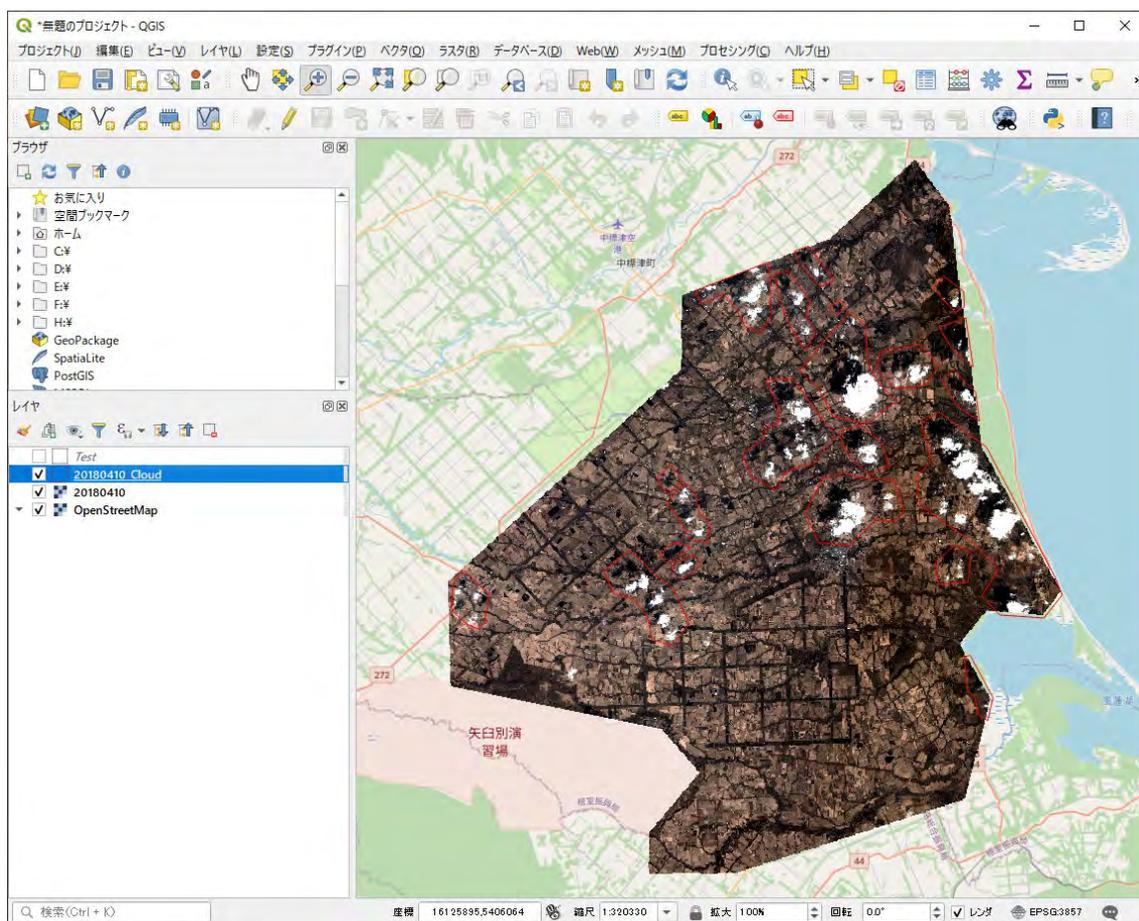


図 3.6.4 雲マスクポリゴンの作成

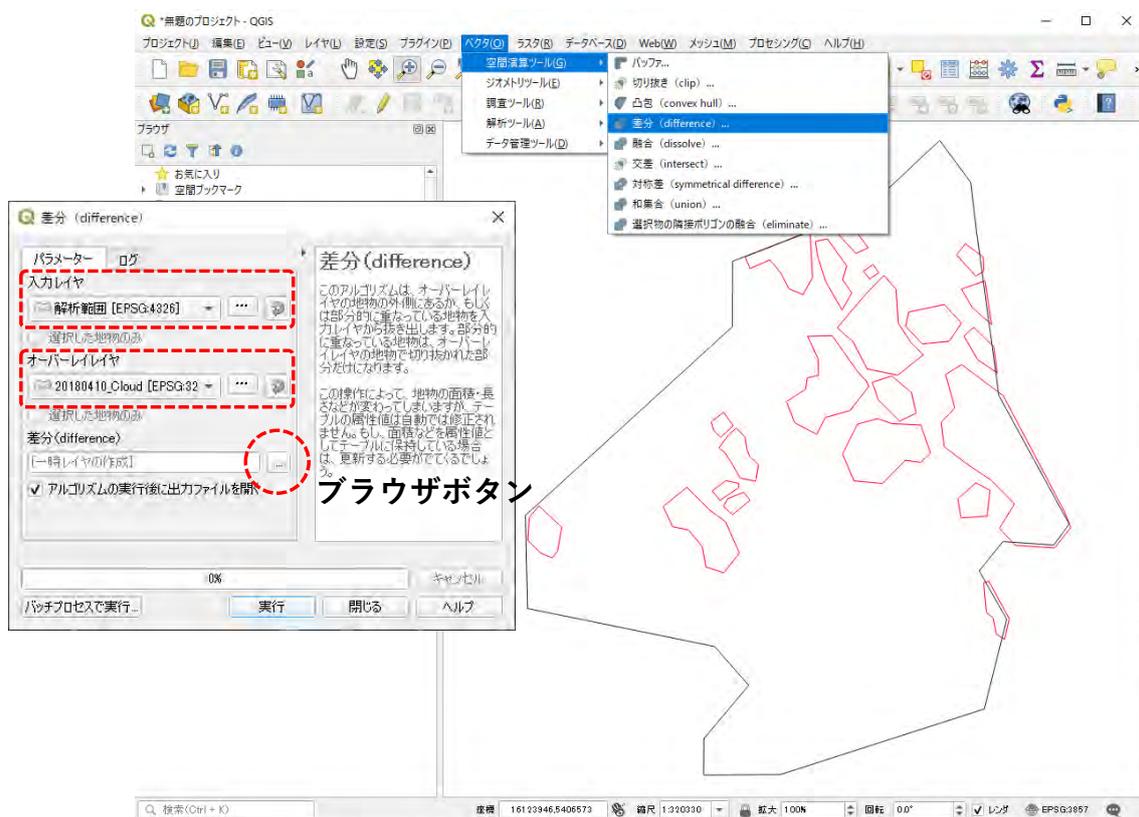


図 3.6.5 雲マスクポリゴンの作成

- ⑥ 続いて、雲を含む衛星データに雲マスクポリゴンを適用する。まず、QGIS メインメニューの「ラスタ」の「抽出」に含まれる「マスクレイヤによる切り抜き」を選択すると、マスクレイヤによる切り抜きウィンドウが開く (図 3.6.6)。
- ⑦ 「入力レイヤ」に雲を含む衛星データ、「マスクレイヤ」に雲マスクポリゴンを選択し、「この nodata 値を出力バンドに割り当てる」に「0」を入力する (図 3.6.6)。
- ⑧ 出力ファイルに雲マスク処理後の衛星データの保存フォルダとファイル名を設定し、「実行」ボタンをクリックする (図 3.6.6) と雲・雲影が除去された衛星データが作成できる (図 3.6.7)。

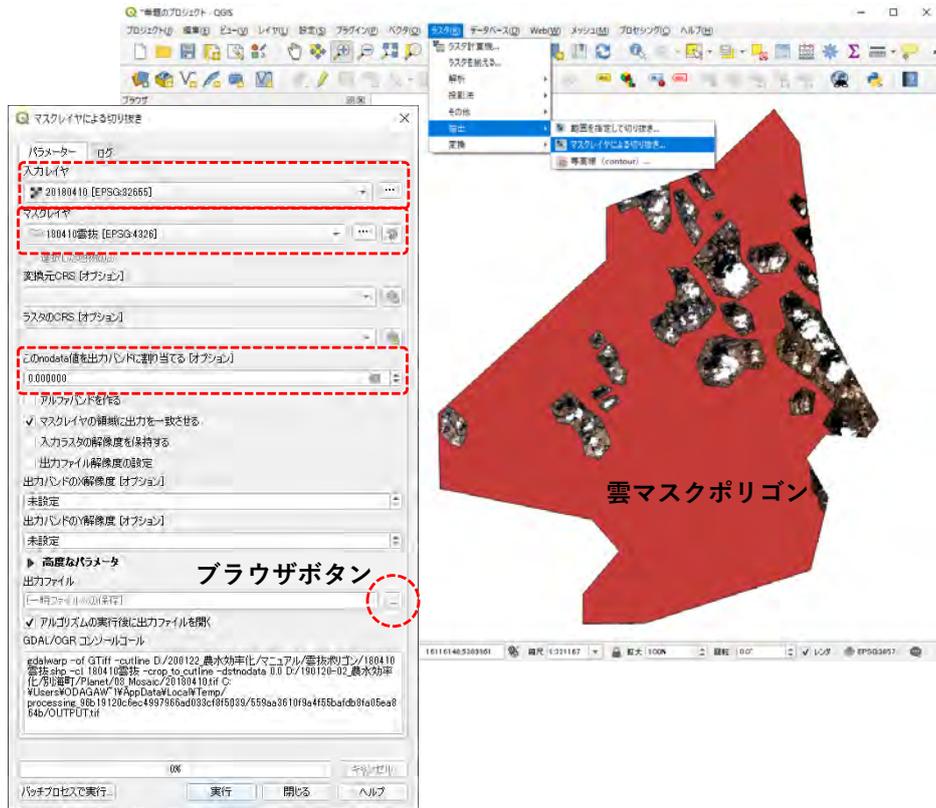


図 3.6.6 マスクレイヤによる衛星データの切り抜き

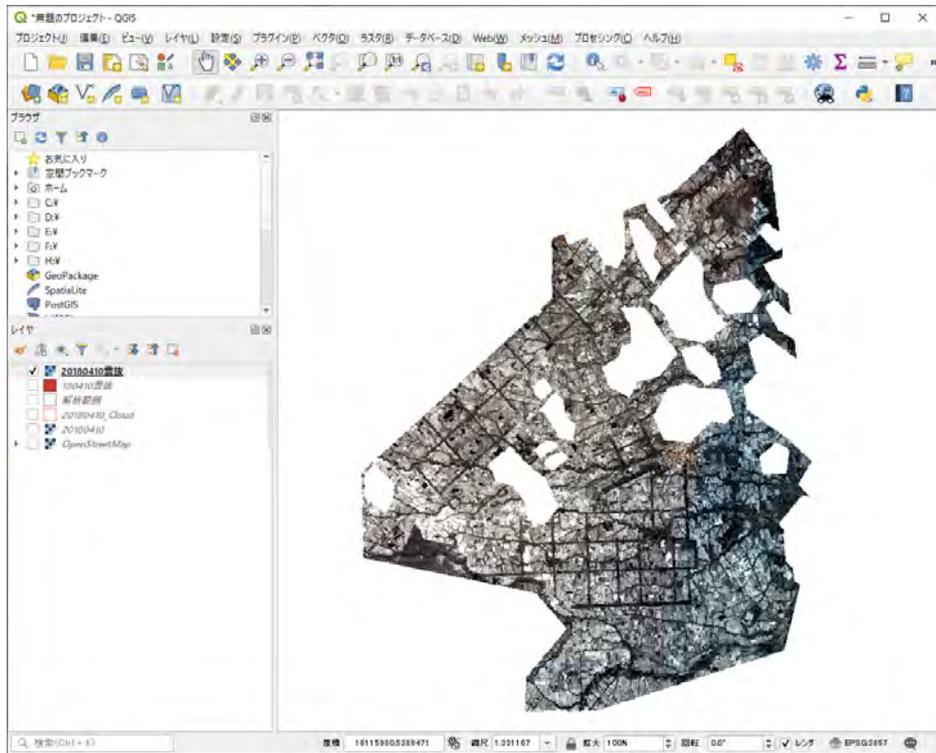


図 3.6.7 雲・雲影除去後の衛星データ

(3) 筆ポリゴンごとの反射率の算出方法

ここでは筆ポリゴンごとの反射率を算出する方法を説明する。まず、バッファ処理後の筆ポリゴンデータの属性テーブルに衛星データの必要項目を結合するために、以下の処理を行う。

- ① 日ごとの衛星データ ((2) の雲マスク処理を行った場合は、雲マスク処理後の衛星データ) とバッファ処理後の筆ポリゴンデータの両方を QGIS に読みこむ (図中では筆ポリゴンは塗りつぶしなしの白色枠線で表示) (図 3.6.8)。
- ② QGIS のメニューにある「ツールボックス」ボタンをクリックすると、QGIS 内に「プロセッシングツールボックス」が表示される (図 3.6.8)。
- ③ ボックス内の「ラスタ解析」に含まれる「ゾーン統計量」をクリックする (図 3.6.8)。

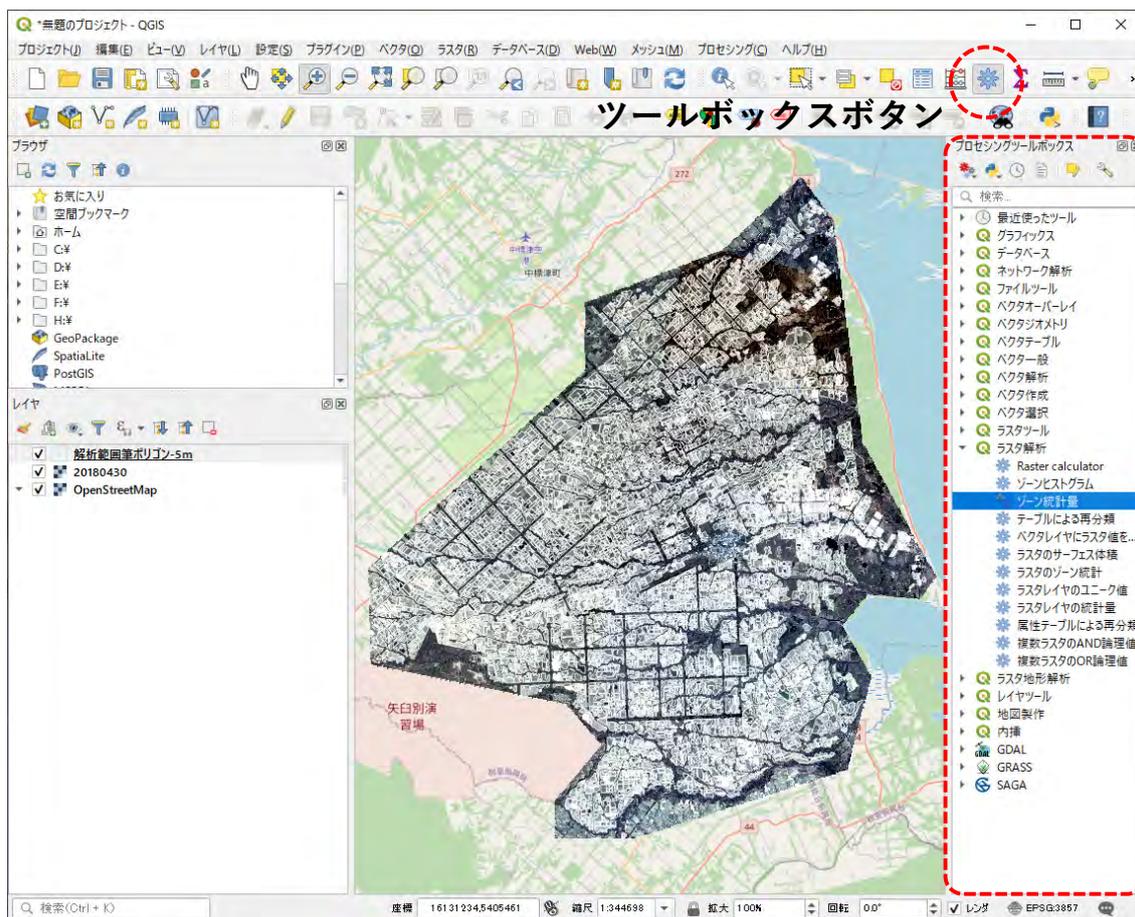


図 3.6.8 ゾーン統計量の起動

- ④ ゾーン統計量ウィンドウが開く。「ラスタレイヤ」に対象となる衛星データを選択し、「対象バンド」を「バンド 4」(PlanetScope における近赤外域バンドの反射率)に、「出力するカラム名の接頭辞」に衛星データを識別できる名前(図中では日付)を入力する(図 3.6.9)。
- ⑤ 「計算する統計量」の選択ボタンをクリックすると「複数選択」ウィンドウが開くので、「中央値」(筆ポリゴンごとの反射率の中央値)のみを選択し、OK ボタンをクリックする(図 3.6.9)。
- ⑥ 最後に「ゾーン統計量」ウィンドウの下にある「実行」ボタンをクリックすると統計処理が開始される(図 3.6.9)。

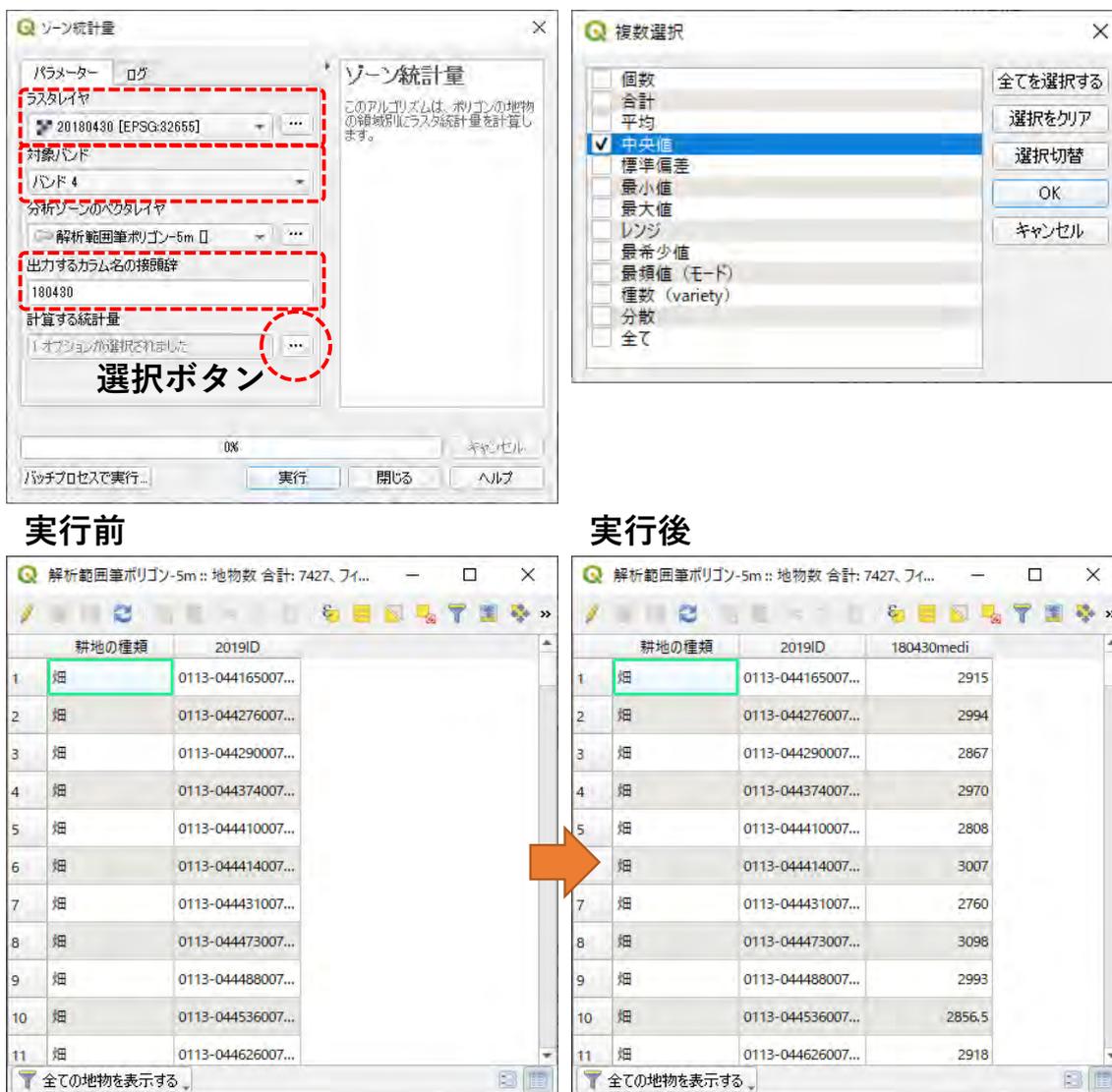


図 3.6.9 バッファ後筆ポリゴンのゾーン統計

- ⑦ ④から⑥の処理を期間内全ての衛星データに対し繰り返す。これにより、バッファ処理後の筆ポリゴンデータの属性テーブルに、衛星データの観測日ごとの反射率の各筆ポリゴン内中央値が追加されている（図 3.6.10）

解析範囲筆ポリゴン-5m :: 地物数 合計: 7427、フィルタ: 7427、選択: 0

耕地の種類	2019ID	180410medi	180419medi	180420medi	180423medi	180428medi	180430medi	180512medi	180513medi	180521medi
畑	0113-073426006...	2995.000000000...	2961.000000000...	3008.000000000...	2962.000000000...	3155.000000000...	3053.000000000...	2941.000000000...	3375.000000000...	3781.000000000...
畑	0113-073391005...	2865.000000000...	2863.000000000...	2861.000000000...	0	2707.000000000...	2714.000000000...	3044.000000000...	3138.500000000...	3277.000000000...
畑	0113-073389006...	2917.000000000...	2967.000000000...	2998.000000000...	2992.000000000...	3238.000000000...	3150.000000000...	3618.500000000...	2585.000000000...	3287.000000000...
畑	0113-073382007...	2813.000000000...	2927.000000000...	NULL	2901.000000000...	3194.000000000...	3187.000000000...	0	3979.000000000...	3944.000000000...
畑	0113-073372006...	3074.500000000...	3015.000000000...	3054.000000000...	3014.000000000...	3143.500000000...	3010.000000000...	3330.000000000...	3694.500000000...	3890.000000000...
畑	0113-073416007...	3084.000000000...	3020.000000000...	2404.000000000...	2990.000000000...	3203.000000000...	3116.000000000...	3168.000000000...	3648.000000000...	3381.000000000...
畑	0113-073415004...	3014.000000000...	3041.000000000...	2991.000000000...	0	2842.000000000...	2829.000000000...	3223.000000000...	3271.000000000...	3545.000000000...
畑	0113-073396005...	3303.500000000...	3204.000000000...	3280.500000000...	3095.000000000...	3055.000000000...	3071.000000000...	3610.000000000...	4114.000000000...	3849.000000000...
畑	0113-073392005...	2985.000000000...	2966.000000000...	3028.000000000...	0	2904.000000000...	2873.000000000...	3323.000000000...	3377.500000000...	3502.000000000...
畑	0113-073331004...	1045.000000000...	1253.000000000...	1265.000000000...	0	1146.000000000...	1946.000000000...	2569.000000000...	2797.000000000...	2580.000000000...
畑	0113-073330007...	2736.000000000...	2921.000000000...	2407.500000000...	2839.000000000...	3084.000000000...	3009.000000000...	0	3756.000000000...	3764.000000000...
畑	0113-073325007...	2767.000000000...	2908.000000000...	NULL	2902.000000000...	3207.000000000...	3222.500000000...	0	4096.000000000...	4042.000000000...
畑	0113-073323005...	3121.000000000...	3077.000000000...	3163.000000000...	2976.000000000...	2917.000000000...	2860.000000000...	3420.000000000...	3223.000000000...	3168.000000000...
畑	0113-073368006...	3238.000000000...	3136.000000000...	3138.000000000...	3112.000000000...	3287.000000000...	3142.000000000...	3454.000000000...	3876.000000000...	3746.000000000...

全ての地物を表示する

図 3.6.10 衛星データの季節変化が入力されたバッファ後の筆ポリゴンの属性情報

【参考】

衛星データの中には、撮影されていない範囲もある。そこに含まれる筆ポリゴンにゾーン統計を実行するとデータが無いことを表す「NULL」もしくは「0」が入力される。ただし、一部でも衛星画像が含まれれば、統計値を算出する（図 3.6.11）。本来であれば一部に衛星データが含まれない場合は、検討するデータから除外することが望ましいが、処理が煩雑になりすぎることで、影響が軽微であるため、そのまま算出結果を採用する。

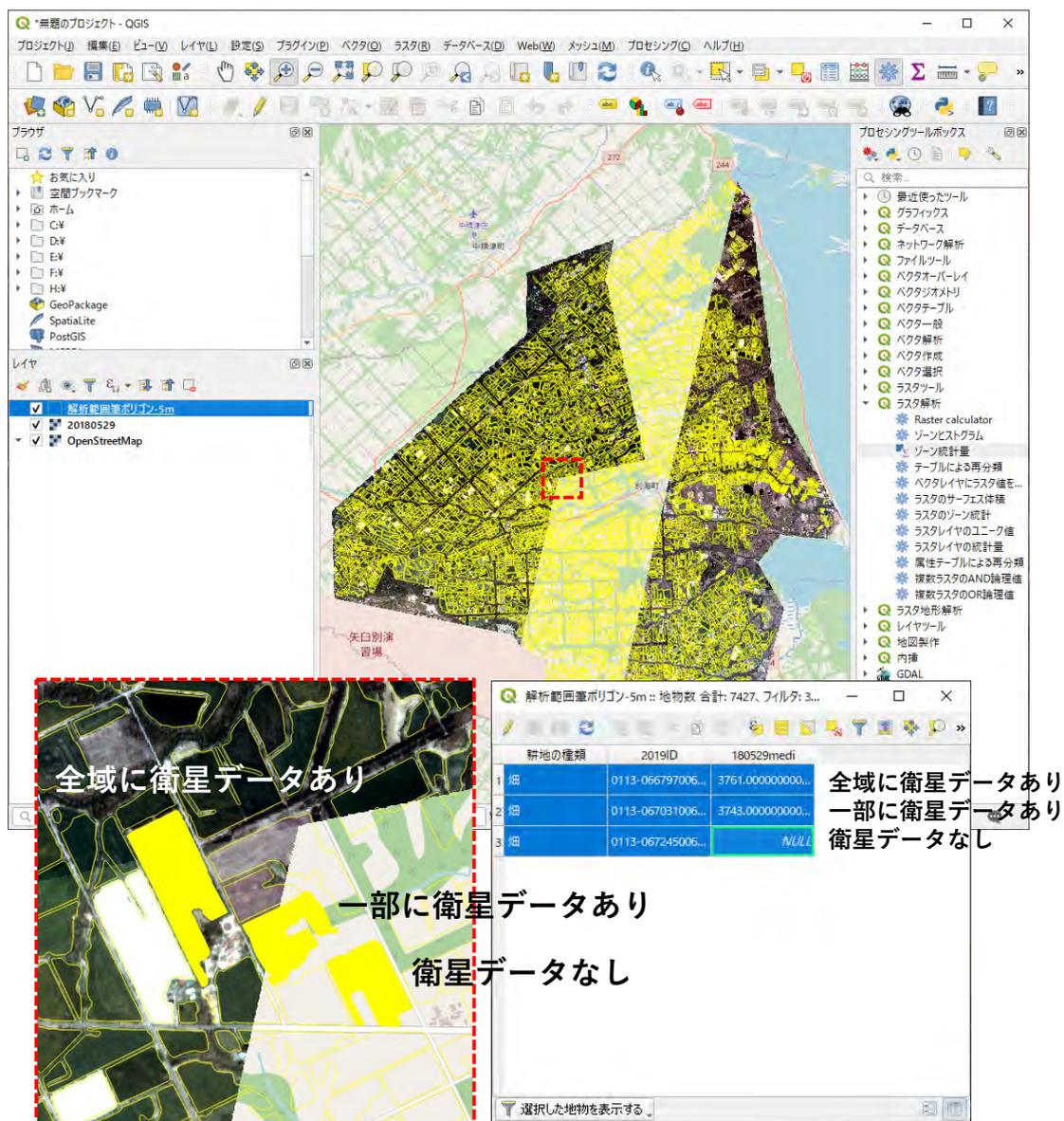


図 3.6.11 衛星データが欠けた場合のゾーン統計

以上で筆ポリゴンごとの反射率を算出する処理は完了である。

3. 7 反射率差分最小値の算出及び耕作・管理地の判定

この節では、3. 6 (3) ⑦の処理によりバッファ処理後の筆ポリゴンデータの属性テーブルに入力された衛星データの観測日ごとの反射率から、差分最小値（観測日ごとの反射率の差が最も大幅にマイナスになっている数値）を算出し、その差分最小値から耕作・管理されている農用地か否かを分類する方法を説明する。

(1) 属性情報のエクセルへの移動

差分最小値の算出においては QGIS よりエクセル等のスプレッドシートが簡便であるため、属性情報をエクセルにペーストする。

- ① 属性ウィンドウの「全てを選択」ボタンをクリックし、「コピー」ボタンをクリックし、エクセルへペーストする。
- ② ペースト直後は一番左の列に GIS 情報があるが、解析には不要のため、列全体を削除する（図 3.7.1）。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	耕地の種類	2019ID	180410me	180419me	180420me	180423me	180428me	180430me	180512me	180513me	180521me	180528me	180529me	180603me	180623me	180628me
2	畑	0113-0592660076309		2794	2846	2632	2840	2877		3366	2947	3006	3285	3748	3929	
3	畑	0113-0592630064209	2628	2786	2813	2814	2999	2654	3320	3785	3531	3444	3929	4569	4544	
4	畑	0113-0593330069654		2903	2853	2919	3105	3109	3535	4228	4050	3729		4796	4367	4688
5	畑	0113-0593260063488	2509	2639	2650	2621	2591	2572	3249	3695	3425	3432	3900	4564	4588	
6	畑	0113-0593370061138	1099	1393	1295	1301	1201	1868	1479	2057	2223	2244	2269	2895	2200	1997
7	畑	0113-0593350066393	3297	3209.5	3159	3135	3257	3124	3376	3883	3570	3348	3744	4259	1730	
8	畑	0113-0593010065996	2944.5	2941	2896	2840	2987	2932	3344	3949	3933	3832	4405	4977	4667	
9	畑	0113-0592830066926	2475.5	2507.5	2614	2773	3013.5	2964	3607	4273	4355	4252	4964	5573	4869	5040.5
10	畑	0113-0593110064722	2883	2939	2954	2958	3108	2713	3374	3941	3856	3811	4404	4985	4865	
11	畑	0113-0593010067247		3003.5	2914.5	2907.5	3070	2984	3291	3864	3666	3467	3694	4142	3523.5	3821
12	畑	0113-0593490072944	2616	2729	2809	2652	2865	2903	2995	3603	3381	3662		4357	4146	4192
13	畑	0113-0593440078488	2815	2920	3054	2865	3253	3305	3531	4318	3304	3685	4109	4456	4680	5030
14	畑	0113-0593580058651	3231	3201	3211	3095	3070	3009	3607	4370	4019	3734	4262	4620		3985
15	畑	0113-0593530066827	2207	2343	2423	2638	2808	2897	3506	4238	4386.5	4185	4872.5	5380	4068	4285
16	畑	0113-0593390065266	1987	2234	2253	2223	2387	2223	2767	3243	3510	3830	4444	5242	5048	
17	畑	0113-0593390064419	2149	2425	2428	2398	2624	2377	3405	4017	4340	4564	5425	6165	5336	
18	畑	0113-0593420065384	1939	2117	2092.5	2095	2136.5	2270	2134.5	2486.5	2483	2358	2468	2827	2360	
19	畑	0113-0593410065124	2028	2042	2002	2762	2025	2688	2420	2070	2862	2777	4250	4807	2662	

図 3.7.1 属性情報のエクセルへのコピー

(2) 差分の計算

- ① 観測データごとの差分を算出するため、式 3.7.1 に示したエクセルの式を用意し、空いている適切な列に配列する。下記の例では 2 列目の筆ポリゴンに対し、C 列と D 列の差分を計算している。なお、欠測がどちらかにある場合は欠測であることを表す空白が入力される。

$$\text{「=IF(C2="", "", IF(D2="", "", D2-C2))」} \quad \dots \quad \text{式 3.7.1}$$

算出した差分の最小値を「min 関数」を用いて算出する (図 3.7.2)。

	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH
1	180628me	180630me	180716me	180717me	180802me	180804me	180820me	180906me	180912me	180915me	180918me	180919medi		差分最小値	判別結果	
2							-628					116		-628	0	
3			-1330	260	538			498	-108			-535		-1330	0	
4								494	-2423			111		-2423	0	
5			576	294	-136			468	213			205		-270	1	
6			983	402	-381			429	88			148		-695	0	
7				103	-1093			463	357.5			161		-2529	0	
8				337	232			-1521	323			193		-1521	0	
9					913			482	87			301.5		-704	0	
10			-2101	343	1561			536	-1716			96.5		-2101	0	
11					-186.5			439.5	123			-110		-618.5	0	
12							-636	419	54			213		-636	0	
13						314	-960					259		-1014	0	
14			-181	260	-103.5			490	365			243		-351	1	
15					781			488	152			225		-1312	0	
16				488	677.5			-1770	210			196		-1770	0	
17			571	501	436			-1689	314			130		-1689	0	
18				140	-462.5			238	-90			116.5		-467	0	
19				402	410			1615	172			160		1615	0	

図 3.7.2 バッファ後の筆ポリゴンの差分最小値

(3) 差分最小値の閾値決定

算出された差分最小値ごとの筆ポリゴン数（頻度分布図）を図 3.7.3 に示す。なお、この頻度分布図はエクセル 2016 のメインメニューにある「挿入」の「グラフ」にある「ヒストグラム」で作成することができる。

全筆ポリゴンの差分最小値はマイナスであり、そのピークは反射率-6~-7%（図中では-600~-700）にある。別途報告書にあるように、この地区の農用地はすべて耕作されていることから、差分最小値がプラスでない限りは耕作・管理されていると考えられるが、耕作・管理されていない農用地を誤って耕作・管理されている農用地と誤判別することがないよう考慮し、-4%（図中では-400）以下の筆ポリゴンを耕作・管理されている農用地、それより大きな差分最小値となった筆ポリゴンを現地確認が必要な農用地として判別する。

- ① 現地確認の必要性を区分する次のエクセルの式を用意し、空いている適切な列に配列する。ここでは差分最小値が BF 列にあり、2 行目の筆ポリゴンに対し、現地確認が必要な農用地を「1」、衛星データのみから耕作・管理されている農用地と判別できた農用地を「0」として識別している。なお、列のタイトルは仮に「判別結果」としている（図 3.7.4）。

「=IF(BF2>-400, 1, 0)」・・・ 式 3.7.2

- ② エクセルで判別した結果を QGIS の属性情報に戻すため、耕地の種類、筆ポリゴン ID、判別結果の列をコピーし、別のエクセルファイルにペースト後、CSV 形式で保存する（図 3.7.4）。

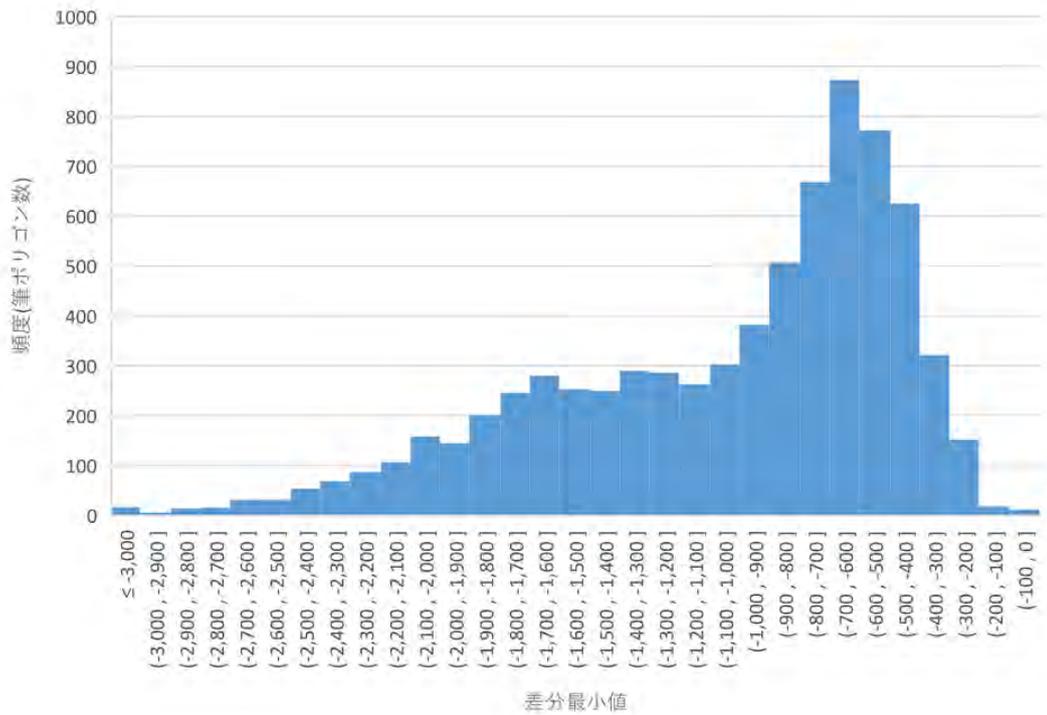


図 3.7.3 差分最小値の頻度分布

	A	B	C	D	E
1	耕地の種類	2019ID	判別結果		
2	畑	0113-0592660076309	0		
3	畑	0113-0592630064209	0		
4	畑	0113-0593330069654	0		
5	畑	0113-0593260063488	1		
6	畑	0113-0593370061138	0		
7	畑	0113-0593350066393	0		
8	畑	0113-0593010065996	0		
9	畑	0113-0592830066926	0		
10	畑	0113-0593110064722	0		
11	畑	0113-0593010067247	0		
12	畑	0113-0593490072944	0		
13	畑	0113-0593440078488	0		
14	畑	0113-0593580058651	1		
15	畑	0113-0593530066827	0		
16	畑	0113-0593390065266	0		
17	畑	0113-0593390064419	0		
18	畑	0113-0593420065384	0		

図 3.7.4 差分最小値判別結果の CSV ファイル

(4) 判別結果の QGIS への取り込み

エクセルで判別した結果 (CSV ファイル) を QGIS に取り込む手順を説明する。

- ① QGIS のメインメニューにある「レイヤ」の「レイヤの追加」にある「CSV テキストレイヤの追加」をクリックすると、データソースマネージャウィンドウが「CSV テキスト」タブが選択された状態で開く (図 3.7.5)。
- ② 「ファイル名」のブラウザボタンをクリックし、(3) ②で作成した CSV ファイルを選択し、「ファイル形式」は「CSV」を、「ジオメトリ定義」は「ジオメトリなし」を選択し、「閉じる」をクリックすると、レイヤ欄に CSV ファイル名が追加される。なお、CSV には筆ポリゴンデータ等のように GIS 情報は含まれていないため QGIS の地図には何も表示されない (図 3.7.5)。

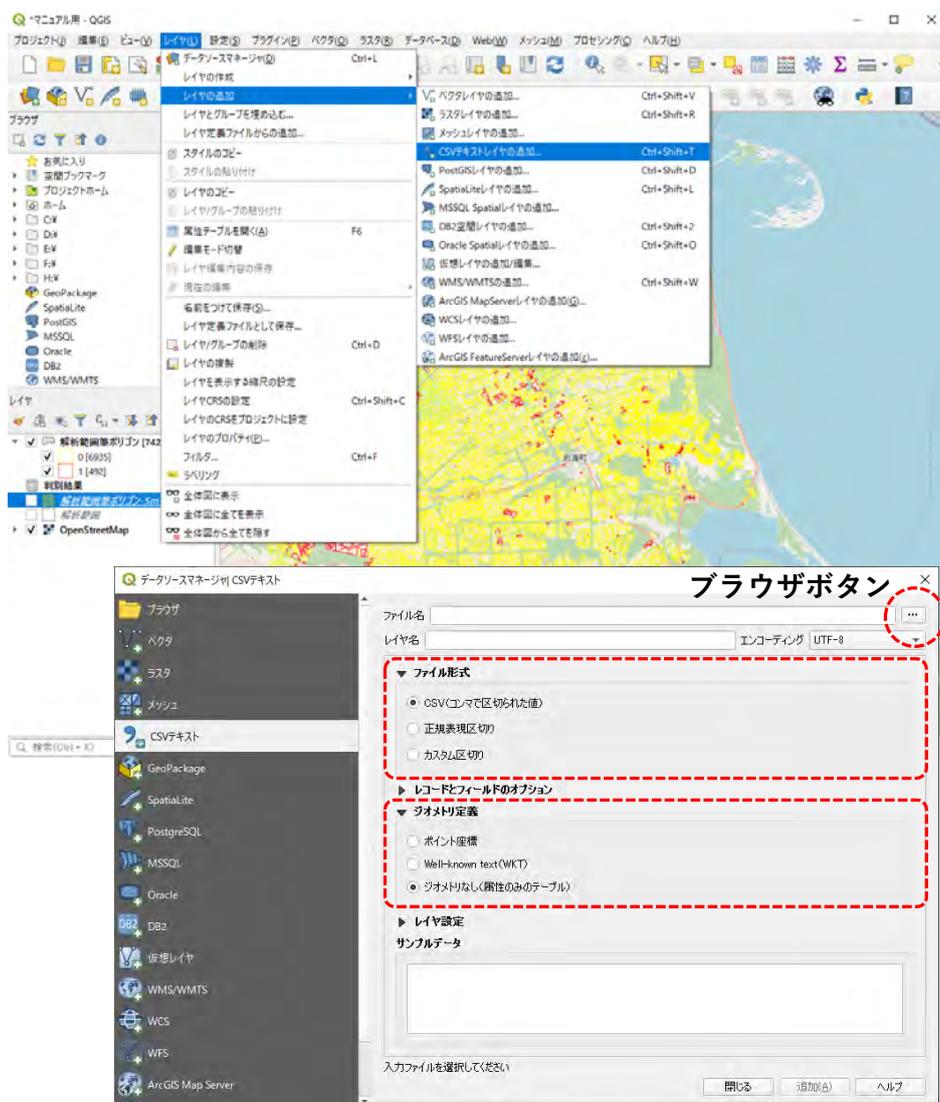


図 3.7.5 QGIS への判別結果 CSV ファイルの読み込み

(5) 判別結果の属性テーブルへの付加

バッファ前の筆ポリゴンデータの属性テーブルに判別結果を付加する。反射率の解析においては誤差を極力低減するためにバッファ後の筆ポリゴンデータを利用したが、結果の表示においてはバッファ前の筆ポリゴンデータが適切であるため、バッファ前の筆ポリゴンデータに判別結果を付加する。

- ① レイヤ欄にあるバッファ前の筆ポリゴンデータを右クリックし、コンテキストメニューからプロパティをクリックする (図 3.7.6)。
- ② プロパティウィンドウにある「テーブル結合」タブを開き、「新しい結合の追加」ボタンをクリックすると、「ベクタ結合の追加」ウィンドウが開く (図 3.7.6)。
- ③ 「結合レイヤ」に (4) ②で取り込んだ CSV ファイルを選択し、「結合基準の属性」に筆ポリゴン ID を、「ターゲット属性」に筆ポリゴン ID を選択する (図 3.7.6)。
- ④ 「結合する属性」を展開し、「判別結果」をチェックする (図 3.7.6)。
- ⑤ 結果の煩雑を防ぐため、「結合する属性の接頭辞」にチェックを入れ、入力欄は空白とする (図 3.7.6)。
- ⑥ 「OK」ボタンをクリックすると、バッファ前の筆ポリゴンデータの属性テーブルに判別結果が付加される (図 3.7.7)。

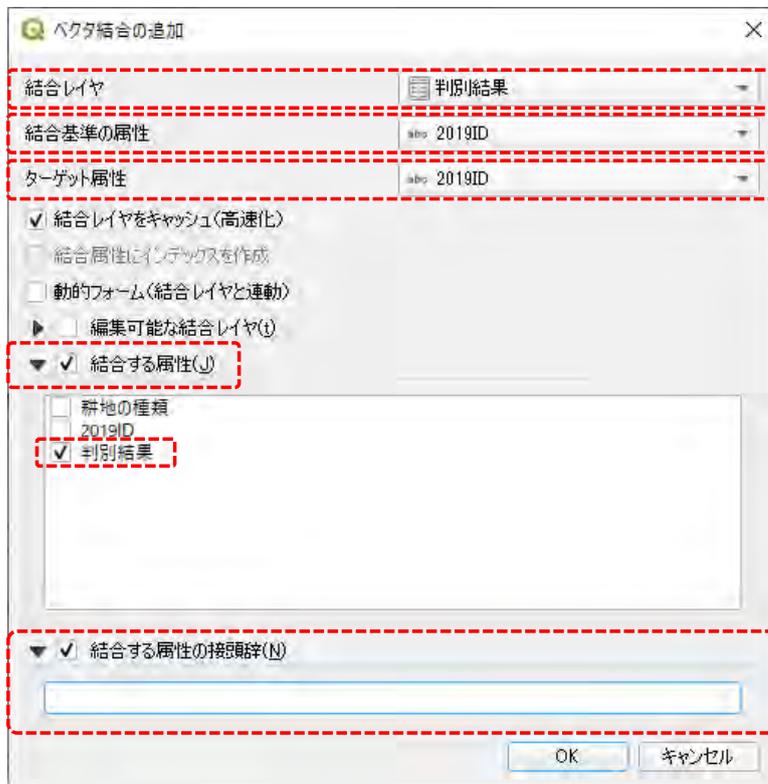
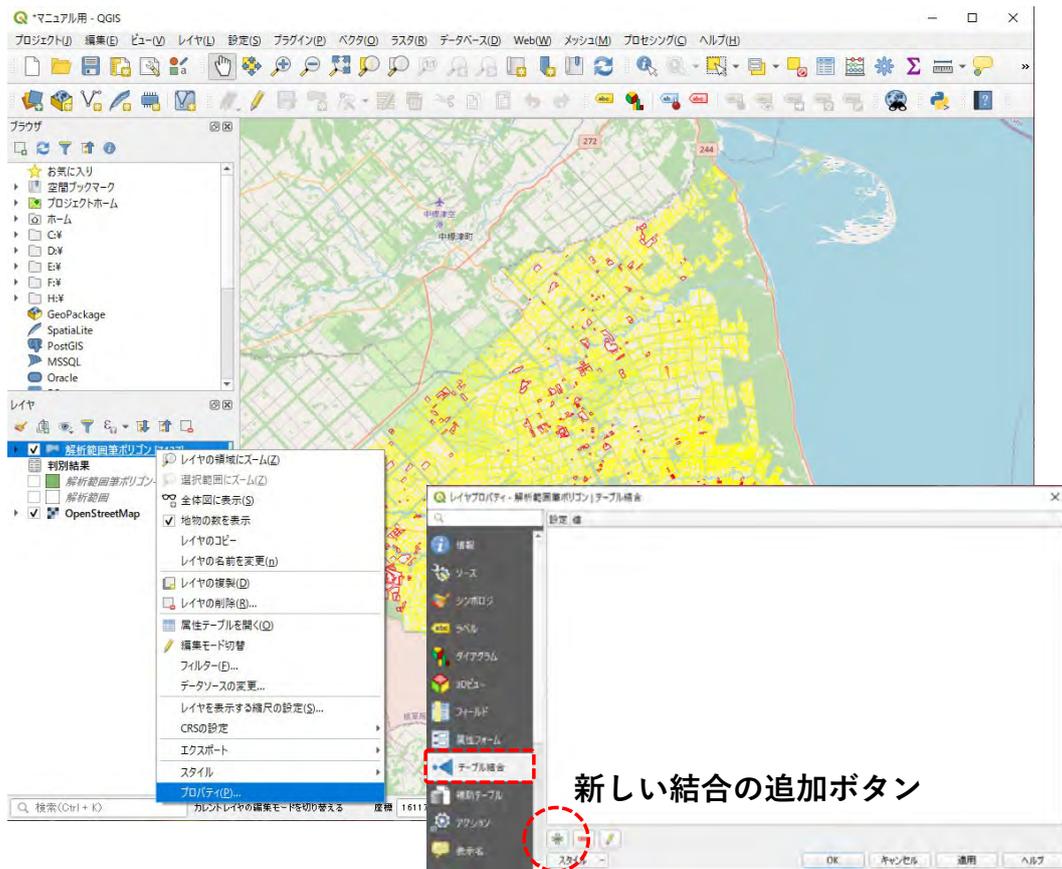


図 3.7.6 バッファ前筆ポリゴンの属性に対する判別結果の付加

解析範囲筆ポリゴン :: 地物数 合計: 7427、フィルタ: 7427、選択: 0

	耕地の種類	2019ID	判別結果
1	畑	0113-073426006...	0
2	畑	0113-073391005...	1
3	畑	0113-073389006...	0
4	畑	0113-073382007...	0
5	畑	0113-073372006...	0
6	畑	0113-073416007...	0
7	畑	0113-073415004...	0
8	畑	0113-073396005...	0
9	畑	0113-073392005...	0
10	畑	0113-073331004...	1
11	畑	0113-073330007...	0
12	畑	0113-073325007...	0
13	畑	0113-073323005...	0
14	畑	0113-073368006...	0

全ての地物を表示する

図 3.7.7 属性情報に付加された判別結果

(6) 判別結果の地図表示

(5) ⑥の処理により筆ポリゴンデータの属性テーブルに付加された耕作・管理地の判別結果を QGIS に表示する方法を説明する。

- ① レイヤ欄から (5) ⑥の処理により判別結果が付加された筆ポリゴンデータのプロパティを開き、「シンボロジ」タブを選択する (図 3.7.8)。
- ② 一番上段の選択肢に「カテゴリ値による定義」を選択し、「値」に「判別結果」を選択した後、下部にある「分類」ボタンをクリックする (図 3.7.8)。
- ③ その上部に分類結果として「0」と「1」と「その他」が現れる。「その他」は関係ないため選択後、「削除」ボタンで削除する (図 3.7.8)。
- ④ 必要に応じて各分類項目のシンボルをクリックし、適切な表現に修正する (図 3.7.8)。

QGIS に表示した判別結果を図 3.7.9 に示す。図中では衛星データにより耕作・管理されていると判定した農用地を黄色、確認が必要と判定した農用地を赤色で表示している。

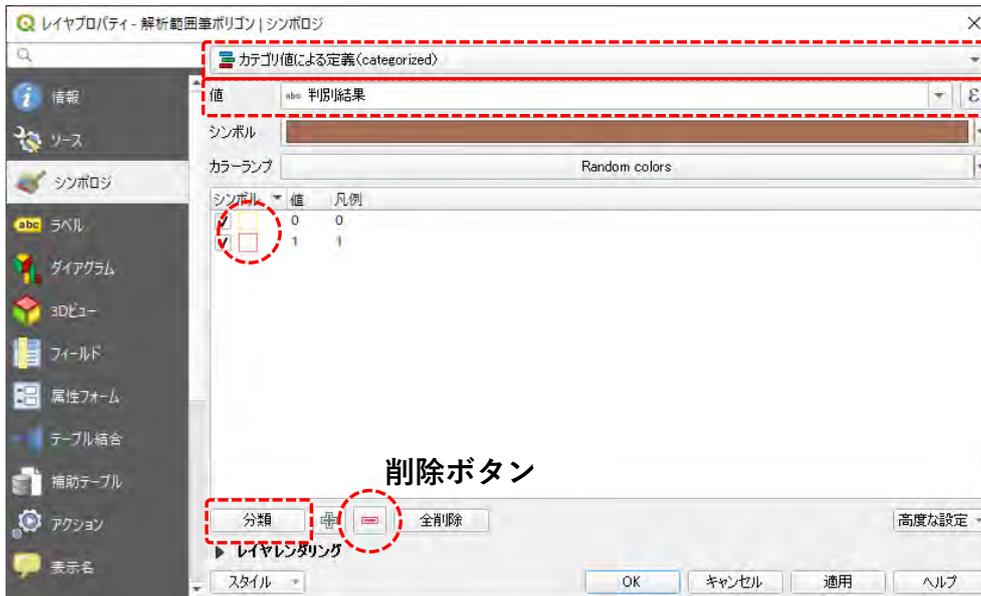


図 3.7.8 判別結果の表記設定

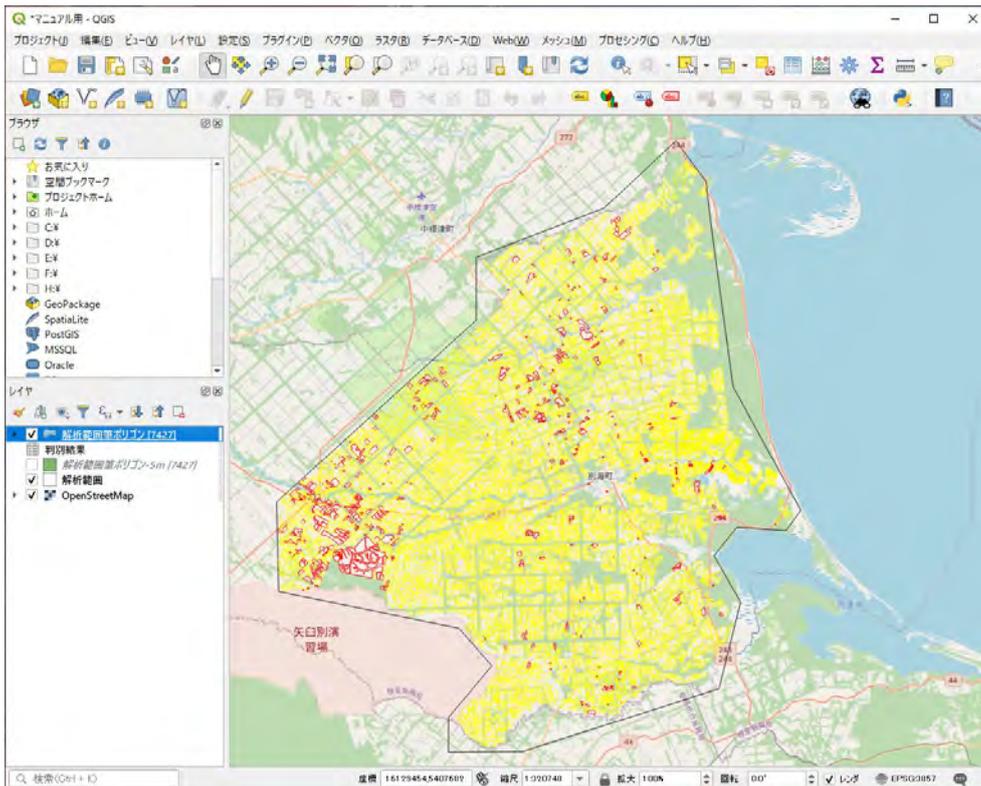


図 3.7.9 判別結果

以上で、衛星データの観測日ごとの反射率から差分最小値を算出し、耕作・管理されている農用地か否かを地図上で区分する処理は完了である。

3. 8 地図の調整・印刷

QGIS 上に表示された判別結果を紙や PDF に印刷する。印刷は最大 A0 判まで対応できる。なお、印刷のための機材（プリンター等）は別途用意する必要がある。

- ① QGIS メインメニューの「プロジェクト」にある「新規印刷レイアウト」をクリックすると、「印刷レイアウトのタイトルの作成」ウィンドウが開く（図 3.8.1）。
- ② 地図の名称（ただし一つの QGIS ファイル内で重複しないこと）を入力し OK をクリックすると。印刷レイアウトウィンドウが表示される（図 3.8.1）。

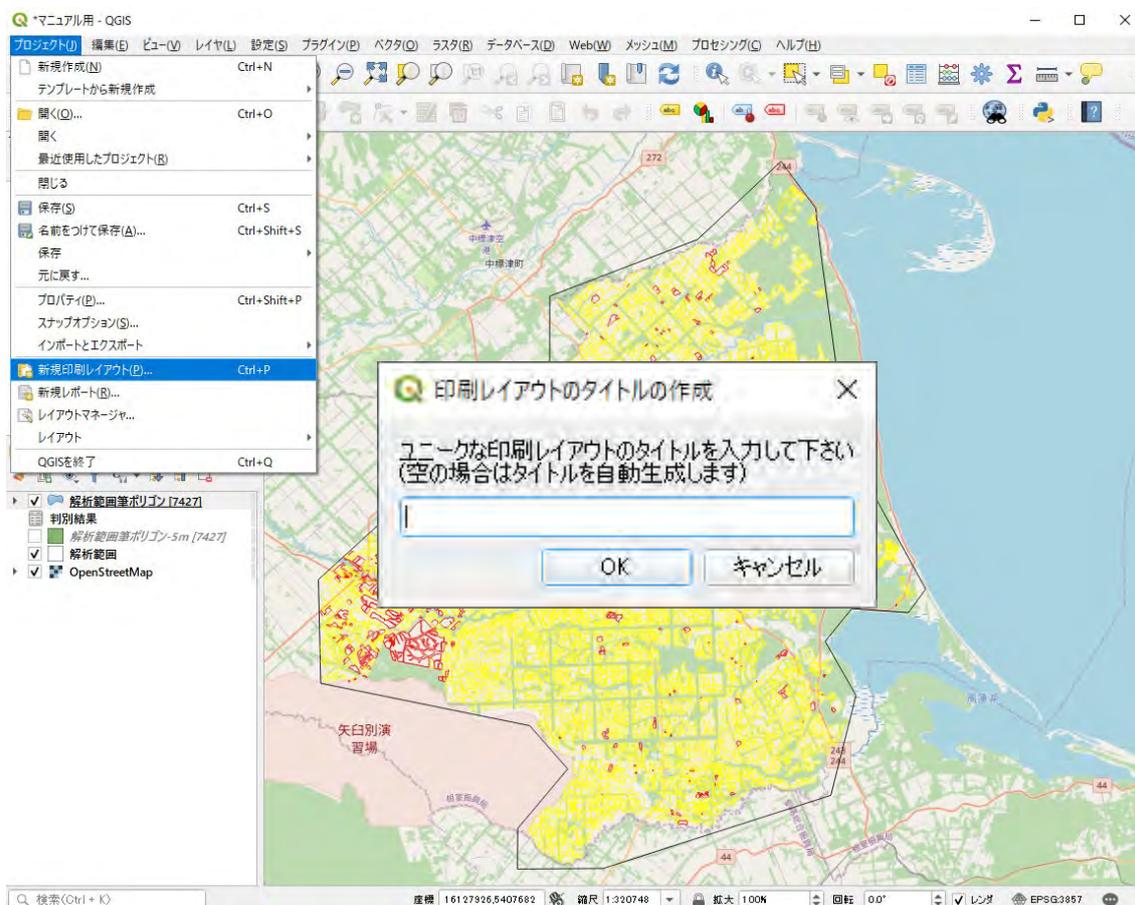


図 3.8.1 QGIS 印刷機能の起動

- ③ 印刷レイアウトウィンドウの地図画面を右クリックし、コンテキストメニューを表示し、ページのプロパティをクリックすると、ページのアイテムプロパティが表示される。ページサイズの「サイズ」によって印刷される地図の大きさを調整できる（図 3.8.2）。

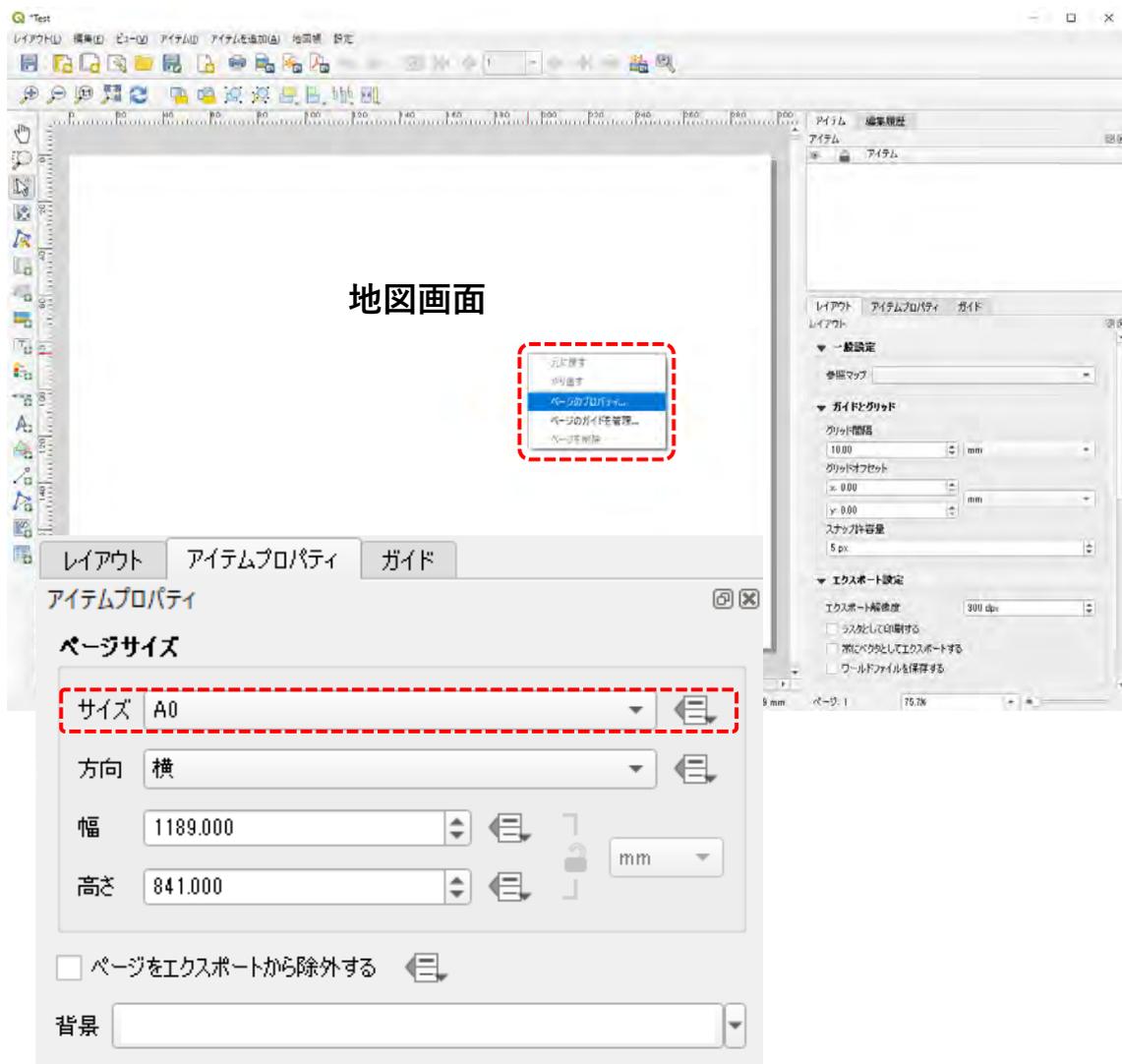


図 3.8.2 地図の大きさの設定

- ④ 印刷レイアウトウィンドウの左にある「新しい地図のレイアウト追加」ボタンをクリックすると、地図に新しい地図を任意の大ききで配置することができる。この時点において配置される地図のイメージは QGIS の画面に表示されている地図と同じとなる。一度配置した地図は、「移動」ボタンをクリックすることにより、印刷の配置そのまま、地図の位置のみを移動することができる（図 3.8.3）。
- ⑤ 任意で「注釈」や「凡例」および「縮尺」ボタンをクリックすることにより、それらを地図上の任意の場所に配置することができる（図 3.8.3）。
- ⑥ 最後に、印刷レイアウトウィンドウの上にある印刷ボタンをクリックすることによって、地図を印刷することができる（図 3.8.3）。

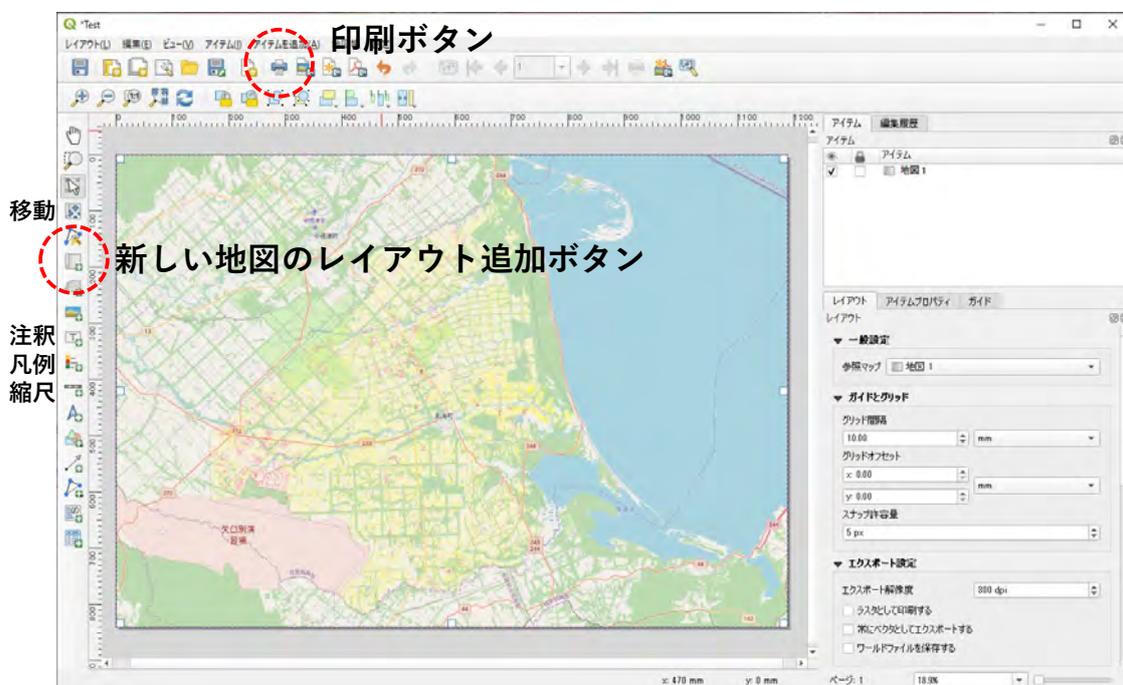


図 3.8.3 地図の調整と印刷

以上で、衛星データにより草地において耕作・管理されているか否かの判定を行い、現地調査用の地図を出力する方法の説明は終了である。なお、利用に当たっては、「第4章 その他事項」を参照の上、利用すること。

第4章 その他事項

本マニュアルの記載事項、特に設定値や設定方法は、「令和元年度衛星画像解析による現地確認作業の効率化手法の開発・調査委託事業」および「令和2年度衛星画像解析による現地確認作業の効率化手法の開発・調査業務」等の成果を反映したものである。これら業務では「田」「畑」については2自治体、「草地」については1自治体における成果であることから、全国展開した場合には、地域固有の問題や再設定が発生することが予想される。以下、予想される発生事象とその対処方法を記載する。

(1) 後方散乱強度最低値の閾値の調整

わずかな農用地においてはあるが（全体の0.3%以下）、Sentinel-1において、耕作放棄地であるにも関わらず、耕作・管理されていると誤判別された農用地があった。この原因として、観測直前の降雨による雑草の形状変化によって、見かけ上、後方散乱強度が低下した可能性がある。この対策として、周辺に耕作・管理されていない可能性がある農用地がある程度まとまっている場合、念のためその周辺の農用地を確認する、もしくはアメダスデータと比較し、まとまった雨量が観測された直後のSARデータは使用しない、などの対応が考えられる。

また、本手法では、たとえ耕作放棄地が全くなかったとしても、全体の数%（後方散乱強度最低値が正規分布している場合、平均+2×標準偏差を根拠とすると2.5%）は調査対象1（耕作放棄地と推定）となり、逆に本業務の対象地域よりも耕作放棄地が多い地方自治体では、衛星データで解析した結果以上に調査すべき農用地があることが想定される。このことから、本業務における閾値は一つの目安にはなるものの、絶対的な設定値ではなく、地方自治体の実情に応じて、適切に設定する必要がある。

(2) 積雪による解析期間の調整

SARを活用した「田」「畑」および光学センサを活用した「草地」のいずれの手法においても、積雪がある期間は適用できない。そのため各年の気象状況に合わせて、積雪がある期間を避けるよう、調整する必要がある。

(3) 冬季の耕作放棄地の状況による解析期間の調整

冬季において耕作放棄地の雑草が枯れることにより、耕作放棄地であるにもかかわらず農用地と誤判定される可能性がある。一般的に雑草の生育は他の農作物よりも速やかなため、冬季の気象条件を考慮し、解析期間の開始時期を後ろにずらすなどの調整が必要になる可能性がある。

(4) 小さい農用地の取扱いについて

SAR を活用した「田」「畑」および光学センサを活用した「草地」のいずれの手法においても、衛星画像の空間解像度による制約のため、小さい農用地は対象外となっている。このマニュアルにおいても 5m の緩衝帯処理後、PALSAR-2 では 125 m²(20 画素)以上、Sentinel-1 では 500 m² (5 画素) 以上、PlanetScope では 100 m² (11 画素) 以上の農用地を対象としている。このため、協定農用地に、これより小さい農用地がある場合は、本マニュアルの対象外となるため、別途現地調査が必要となる。

添付資料

Sentinel-1 ダウンロードのための Google Earth Engine スクリプト

```

// A UI to interactively filter a collection, display the results, and export it.

// The namespace for our application. All the state is kept in here.
var app = {};

/** Creates the UI panels. */
app.createPanels = function() {
  /* The introduction section. */
  app.intro = {
    panel: ui.Panel([
      ui.Label({
        value: 'Sentinel-1 ダウンロードツール',
        style: {fontWeight: 'bold', fontSize: '18px', margin: '5px 2px'}
      }),
      ui.Label('指定した条件下で Sentinel-1 画像を検索し¥n ダウンロードする',
        {whiteSpace: 'pre'})
    ])
  };

  /* The collection filter controls. */
  app.filters = {
    startDate: ui.Textbox('YYYY-MM-DD', '2019-03-01'),
    endDate: ui.Textbox('YYYY-MM-DD', '2019-09-30'),
    orbit: ui.Select({value: app.ORBIT_OPTIONS[0], items: app.ORBIT_OPTIONS}),
    applyButton: ui.Button('適用', app.applyFilters),
    loadingLabel: ui.Label({
      value: 'Loading...',
      style: {stretch: 'vertical', color: 'gray', shown: false}
    })
  };

  /* The panel for the filter control widgets. */
  app.filters.panel = ui.Panel({
    widgets: [
      ui.Label('1) 検索条件', {fontWeight: 'bold'}),
      ui.Label('検索開始日', app.HELPER_TEXT_STYLE), app.filters.startDate,

```

```

    ui.Label('検索終了日', app.HELPER_TEXT_STYLE), app.filters.endDate,
    ui.Label('昇降選択', app.HELPER_TEXT_STYLE), app.filters.orbit,
    ui.Panel({widgets: [
        app.filters.applyButton,
        app.filters.loadingLabel
    ]}, style:app.SECTION_STYLE))
],
style: app.SECTION_STYLE
});

app.line= ui.Panel({
    widgets: [
        ui.Label('-----表示オプションツール-----', {fontWeight: 'bold'}),
    ],
    style: app.SECTION_STYLE
});

/* The image picker section. */
app.picker = {
    select: ui.Select({
        onChange: app.refreshMapLayer
    }),
};

/* The panel for the picker section with corresponding widgets. */
app.picker.panel = ui.Panel({
    widgets: [
        ui.Label('画像を一枚選択', {fontWeight: 'bold'}),
        ui.Panel([
            app.picker.select,
        ], ui.Panel.Layout.flow('horizontal'))
    ],
    style: app.SECTION_STYLE
});

/* The visualization section. */

```

```

app.vis = {
  label: ui.Label(),
  select: ui.Select({
    items: Object.keys(app.VIS_OPTIONS),
    onChange: function() {
      var option = app.VIS_OPTIONS[app.vis.select.getValue()];
      app.vis.label.setValue(option.description);
      app.refreshMapLayer();
    }
  })
};

/* The panel for the visualization section with corresponding widgets. */
app.vis.panel = ui.Panel({
  widgets: [
    ui.Label('偏波を選択', {fontWeight: 'bold'}),
    app.vis.select,
    app.vis.label
  ],
  style: app.SECTION_STYLE
});

app.vis.select.setValue(app.vis.select.items().get(0));

/* The export section. */
app.export = {
  button: ui.Button({
    label: 'Tasks に一覧作成',
    onClick: function() {
      var filtered = ee.ImageCollection(app.COLLECTION_ID);
      filtered = filtered.filterBounds(geometry)
        .filter(ee.Filter.eq('instrumentMode', 'IW'))
        .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VV'))
        .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VH'))
        .select(['VV'])
      var start = app.filters.startDate.getValue();

```

```

if (start) start = ee.Date(start);
var end = app.filters.endDate.getValue();
if (end) end = ee.Date(end);
if (start) filtered = filtered.filterDate(start, end);
var orbit = app.filters.orbit.getValue();
var orbit2 = ""
  if (orbit == '昇交') {
    orbit2 = 'ASCENDING'
  }
  else{
    orbit2 = 'DESCENDING'
  }
filtered = filtered.filter(ee.Filter.eq('orbitProperties_pass', orbit2));

var imageList = filtered.toList(200);
print('画像枚数=' + imageList.size().getInfo());
if (imageList.size().getInfo() > 50){
  print('画像枚数が制限 (50 枚) を超えています。フィルタを再設定してくださ
い。');
}
else{
  for(var i = 0; i < imageList.size().getInfo(); i++){
    var image = ee.Image(imageList.get(i)).clip(geometry);
    print(i + ',' + image.get('system:index').getInfo())

Export.image.toDrive({image:image.reproject('EPSG:4326',null,10),description:image.get('
system:index').getInfo(),scale:10,folder:'sentinel1',region:geometry})
  }
}
})
};

/* The panel for the export section with corresponding widgets. */
app.export.panel = ui.Panel({
  widgets: [

```

```

        ui.Label('2) ダウンロード一覧作成', {fontWeight: 'bold'}),
        app.export.button
    ],
    style: app.SECTION_STYLE
});

};

/** Creates the app helper functions. */
app.createHelpers = function() {
    app.setLoadingMode = function(enabled) {
        app.filters.loadingLabel.style().set('shown', enabled);
        var loadDependentWidgets = [
            app.vis.select,
            app.filters.startDate,
            app.filters.endDate,
            app.filters.applyButton,
            app.filters.orbit,
            app.picker.select,
            app.export.button
        ];
        loadDependentWidgets.forEach(function(widget) {
            widget.setDisabled(enabled);
        });
    };

    /** Applies the selection filters currently selected in the UI. */
    app.applyFilters = function() {
        app.setLoadingMode(true);
        var filtered = ee.ImageCollection(app.COLLECTION_ID);
        filtered = filtered.filterBounds(geometry)
            .filter(ee.Filter.eq('instrumentMode', 'IW'))
            .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VV'))
            .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VH'))
            .select(['VV']);
    };
};

```

```

// Set filter variables.
var start = app.filters.startDate.getValue();
if (start) start = ee.Date(start);
var end = app.filters.endDate.getValue();
if (end) end = ee.Date(end);
if (start) filtered = filtered.filterDate(start, end);
var orbit = app.filters.orbit.getValue();
var orbit2 = ""
  if (orbit == '昇交') {
    orbit2 = 'ASCENDING'
  }
  else{
    orbit2 = 'DESCENDING'
  }
filtered = filtered.filter(ee.Filter.eq('orbitProperties_pass', orbit2));
var computedIds = filtered
  .limit(app.IMAGE_COUNT_LIMIT)
  .reduceColumns(ee.Reducer.toList(), ['system:index'])
  .get('list');

computedIds.evaluate(function(ids) {
  app.setLoadingMode(false);
  app.picker.select.items().reset(ids);
  app.picker.select.setValue(app.picker.select.items().get(0));
});
};

/** Refreshes the current map layer based on the UI widget states. */
app.refreshMapLayer = function() {
  Map.clear();
  var imageId = app.picker.select.getValue();
  if (imageId) {
    var image = ee.Image(app.COLLECTION_ID + '/' + imageId);
    var visOption = app.VIS_OPTIONS[app.vis.select.getValue()];
    Map.addLayer(image, visOption.visParams, imageId);
  }
}

```

```

    };
};

/** Creates the app constants. */
app.createConstants = function() {
    app.COLLECTION_ID = 'COPERNICUS/S1_GRD';
    app.SECTION_STYLE = {margin: '20px 0 0 0'};
    app.HELPER_TEXT_STYLE = {
        margin: '8px 0 -3px 8px',
        fontSize: '12px',
        color: 'gray'
    };

    app.IMAGE_COUNT_LIMIT = 20;
    app.ORBIT_OPTIONS = ['昇交', '降交']

    app.VIS_OPTIONS = {
        'VV': {
            description: '反射が強いところは白、弱いところは黒になります',
            visParams: {gamma: 1.3, min: -20, max: 0, bands: ['VV', 'VV', 'VV']}
        },
        'VV と VH': {
            description: '反射が強いところは白、弱いところは赤～黒になります',
            visParams: {gamma: 1.7, min: -30, max: 15, bands: ['VV', 'VH', 'VH']}
        },
    }
};

/** Creates the application interface. */
app.boot = function() {
    app.createConstants();
    app.createHelpers();
    app.createPanels();
    var main = ui.Panel({
        widgets: [
            app.intro.panel,

```

```
    app.filters.panel,  
    app.export.panel,  
    app.line,  
    app.picker.panel,  
    app.vis.panel  
  ],  
  style: {width: '320px', padding: '8px'}  
});  
Map.setCenter(138, 36, 6);  
ui.root.insert(0, main);  
app.applyFilters();  
};  
  
app.boot();
```