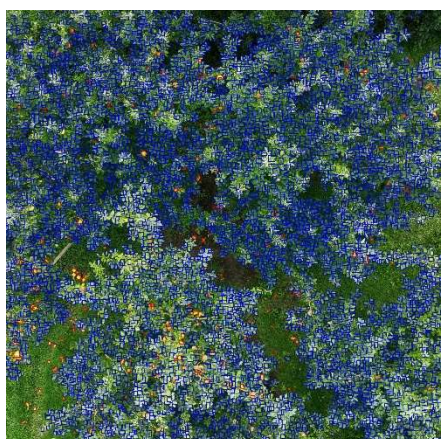


# ドローンセンシングを活用した リンゴ褐斑病対策技術

## <技術マニュアル>



果樹ドローン研究コンソーシアム 編

令和4年度補正予算及び令和5年度当初予算 「戦略的スマート農業技術の開発・改良」

## 改定履歴

版数	発行日	改定者	改定内容
初版	2026年3月10日	富山県果樹研究センター 杉山	初版発行

# 目次

免責事項	1
第1章 はじめに	2
1. 本マニュアルの目的と活用方法	2
2. ドローンセンシングを活用したリンゴ褐斑病対策の特徴	3
(1) 活用・特徴	3
(2) 留意点	3
3. 「リンゴ褐斑病ハザードマップ」の主な作成手順	4
4. 「リンゴ褐斑病ハザードマップ」の作成者	6
5. 「リンゴ褐斑病ハザードマップ」の利用者	6
第2章 リンゴ褐斑病の概要	7
1. リンゴ褐斑病とは	7
2. 発生のしくみと進行ステージ	7
3. 褐斑病が与える影響	9
4. 褐斑病の見つけ方	9
5. 褐斑病の主な生活環	10
6. 防除のポイントと対策	10
第3章 ドローンを用いたほ場撮影	11
1. 概要	11
2. ドローンの仕様や使用機器	11
(1) カメラ性能	11
(2) 位置測位機能	11
3. 撮影のポイント	12
(1) 撮影時期	12
(2) 撮影回数	12
(3) 撮影条件	13
4. 撮影手順	14
(1) 飛行ルートの作成	14
(2) D-RTK2 の設置	21
(3) ドローン 飛行操作手順	23
第4章 AI を用いた画像解析	27
1. 概要	27
2. 使用するAI（物体検出モデル）	27

3. 画像の前処理	29
(1) レンズ歪みの対策 (トリミング処理)	29
(2) 小さな物体の検出精度向上 (SAHI)	29
4. 検出限界 (理論値)	30
5. 実行プログラムの概要	31
(1) 準備フェーズ	31
(2) メインループ	32
(3) 画像処理ループ	32
(4) 保存・バックアップ	33
6. プログラム (画像解析) の実行手順	34
(1) 事前に用意するもの	35
(2) Google ドライブと Google Colab との連携	35
(3) Google ドライブ上に作業フォルダを作成	36
(4) データをアップロード	37
(5) プログラムの実行	38
(6) 解析結果の出力	49
(7) ランタイム接続の終了	51
<b>第5章 GIS を用いたハザードマップの作成方法</b>	<b>52</b>
1. 概要	52
2. 使用するソフトウェア	52
(1) パソコン用 GIS ソフト「QGIS」	52
(2) 携帯端末用 GIS ソフト「QField (QField for QGIS)」	53
3. 「リンゴ褐斑病ハザードマップ」の作成手順	53
(1) QGIS の起動	53
(2) 新規プロジェクト作成	54
(3) 画像解析結果 (CSV) の読み込み	55
(4) 背景地図 (地理院タイル) を追加	59
(5) CSV レイヤの保存と座標参照系を変更	62
(6) プロジェクトの座標参照系を変更	67
(7) 罹病葉率の可視化	68
(8) オルソモザイク画像の表示	90
(9) レイヤの透明度設定	91
(10) 地図の整飾	92
(10) 地図を画像データとして出力	95
(11) QField 用のデータに変換	96
(12) QField の操作	101

役立ち情報 .....	102
1. 携帯端末の位置情報改善方法.....	102
その他の情報 .....	104
担当窓口・連絡先 .....	105
コンソーシアムに関するお問い合わせ.....	105
技術内容に関するお問い合わせ.....	105
編集・発行 .....	105

## 免責事項

・利用者が本マニュアルに記載された技術を利用したこと、または利用できなかったことに起因して生じたいかなる結果についても、本マニュアルの作成者は一切の責任を負わないものとします。

・本マニュアルに記載したセンシング技術は、リンゴ褐斑病を主要病害とする園地において、「ふじ」マルバカイドウ台木の開心自然形樹を対象に、Mavic 3M (DJI 社) のRGBカメラを用いて実施した事例に基づくものです。本技術の適用精度は、実施条件によって変動する可能性があることに留意ください。

# 第1章 はじめに

## 1. 本マニュアルの目的と活用方法

近年、リンゴ褐斑病は全国的に早期感染・多発の傾向がみられています。本病の初期発生は、薬剤が届きにくい樹冠内部や風通しの悪い部位で見られることが多く、単に散布液量や散布回数を増やすだけでは十分な防除効果が得られません。そのため、せん定等の耕種的防除を組み合わせた総合的な管理が有効とされています。

しかし、せん定や落葉処理を行う落葉期においては、生育期間中のように罹病葉の多少から発病状況を把握することが難しくなります。また、経営規模が大きい園地では、生育期間中であっても園地全体の発病状況を面的に把握することが困難であるのが現状です。

そこで本研究では、ドローン、AI および GIS（地理情報システム）を組み合わせ、リンゴ褐斑病の発生が多い場所を地図上に可視化した「リンゴ褐斑病ハザードマップ」を作成する技術を開発しました（図1）。本ハザードマップを活用することで、褐斑病の発生リスクが高い場所を選択的に管理することが可能となり、薬剤散布や耕種的防除を効率的に実施できます。その結果、病害リスクの低減や防除作業の省力化、さらには減農薬への寄与が期待されます。

本マニュアルでは、ハザードマップの作成方法（図1①～③）を中心に紹介します。マップの具体的な活用方法（図1④）については、別冊「活用マニュアル」を参照してください。



図1-1 ドローン画像を活用したリンゴ褐斑病対策技術のイメージ図

## 2. ドローンセンシングを活用したリンゴ褐斑病対策の特徴

### (1) 活用・特徴

・リンゴ褐斑病の発生状況を地図上に表示した「リンゴ褐斑病ハザードマップ」を作成できます。

・リンゴ褐斑病が多発している地点を把握し、次年度の栽培に向けた農薬散布の改善やせん定や落葉処理等の耕種的防除を重点的に実施するための参考資料として活用できます。

・ハザードマップは画像データとして表示・印刷ができる他、専用アプリを使用することでスマートフォンなどの携帯端末でも表示することができます。

・本マニュアルで使用する AI と GIS ソフトはオープンソースを使用しています。

### (2) 留意点

・ドローン画像に罹病葉が写りにくい発病初期や罹病葉の落葉が進行した条件では適切な評価が困難となります。

・リンゴ褐斑病の発生状況の定量評価や従来の目視調査の単純な代替法としての活用はできません。

・リンゴ褐斑病は薬剤が届きにくい部位で見られることが多く発生しますが、その原因は様々です（枝の混み具合、農薬散布の液量・方向・距離等）。適切な対策を講じるには現地確認を行い、多発原因を推定する必要があります。

・ハザードマップの作成にはドローンや AI の実行環境、GIS ソフト等、特殊な機器やソフトウェアが必要となります。



図 1-2 パソコン用 GIS ソフト「QGIS」で表示した例

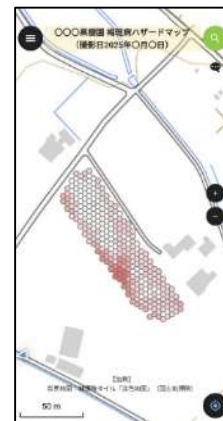


図 1-3 スマートフォンアプリ「QField」で表示した例

### 3. 「リンゴ褐斑病ハザードマップ」の主な作成手順

#### (1) ドローンでほ場全体を空撮

- ・ドローンのRGBカメラを用いてほ場全体を撮影します（オルソ画像撮影モード）。
- ・撮影高度は地上高10m程度とします（本マニュアルでは12mで飛行）。

#### (2) AIで画像解析

- ・物体検出モデル(YOLOv8)と小さな物体の検出精度を高める画像分割処理(SAHI:Slicing Aided Hyper Inference)を用いて、各ドローン画像から「リンゴ褐斑病罹病葉」と「その他の葉」を検出します。
- ・罹病葉率を求め、CSVデータ（緯度、経度、罹病葉率）として出力します。

#### (3) GISで地図作成

- ・GISソフト「QGIS」に画像解析結果（CSVデータ）と撮影位置情報を入力し、地図上に発病状況を可視化します。

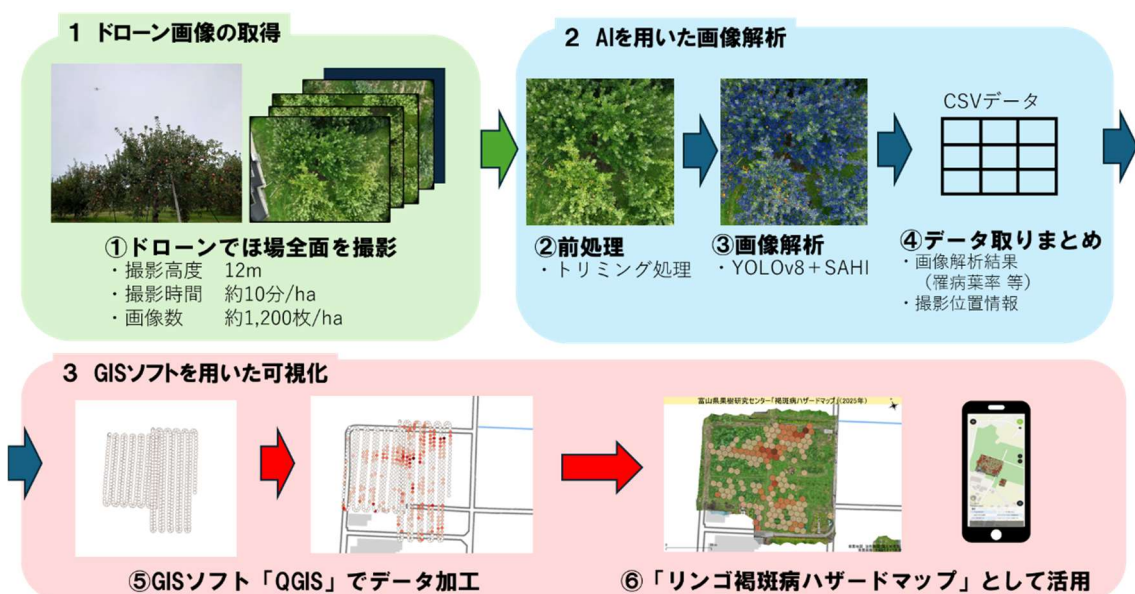


図1-4 「リンゴ褐斑病ハザードマップ」の主な作業手順

表 1-1 主な使用機器・サービス

項目	詳細・推奨仕様	備考
<b>1. ドローン関係</b>		
カメラ	高解像度RGBカメラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・20MP（メガピクセル）以上を推奨</li> <li>・マニュアルではMavic3MのRGBカメラを使用</li> </ul>
機体機能	高精度な位置測位機能（GNSS、RTK）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・RTK機能による測位を強く推奨</li> <li>・マニュアルではD-RTK2（DJI社）を使用</li> </ul>
	自動飛行機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・広範囲の効率的なデータ取得に必要</li> <li>・マニュアルではDJI Pilot2(DJI社)を使用</li> </ul>
<b>2. 画像処理関係</b>		
物体検出モデル	YOLOv8（Ultralytics社）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ドローン画像から「リンゴ褐斑病の罹病葉」と「その他の葉」の検出に必要</li> <li>・本マニュアルでは、独自のデータセットでYOLOv8xを独自のデータセットで転移学習したモデルを使用</li> </ul>
ハードウェア/サービス	NVIDIA製GPU搭載PCまたはクラウドサービス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・物体検出モデル（YOLOv8x）を実行可能な環境が必要</li> <li>・マニュアルではクラウドサービスGoogle Colaboratory(Google社)を使用</li> </ul>
ストレージ	10GB/ha程度の空き容量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・画像データの保存や画像処理に必要</li> <li>・マニュアルではローカルのストレージに加え、Googleドライブ(Google社)を使用</li> </ul>
<b>3. 地理情報システム (GIS) ソフトウェア関係</b>		
デスクトップ用	「QGIS」	<ul style="list-style-type: none"> <li>データ統合、解析結果の可視化に使用</li> <li>マニュアルではQGIS3.44.5を使用</li> </ul>
<b>4. 現地確認を容易にするための補助ツール（必須ではないが推奨）</b>		
オルソモザイク画像	SfM（Structure from Motion）ソフト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発生位置の把握が容易になる</li> <li>・マニュアルではDJI Terra（DJI社）を使用</li> </ul>
携帯端末用のGISソフト	「QField for QGIS」	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現場で地図データを確認できる</li> <li>・マニュアルではAndroid版を使用</li> </ul>
携帯端末の位置精度向上	携帯端末用のRTK/GNSS外部モジュール	<ul style="list-style-type: none"> <li>・携帯端末用GISソフトを使用する際、端末の現在地をより正しく把握できる</li> <li>・マニュアルではDrogger RWG.DC Gパッケージ（ビズステーション社）を使用</li> </ul>

## 4. 「リンゴ褐斑病ハザードマップ」の作成者

ハザードマップの作成にはドローンを用いた空撮、AIを用いた画像解析、GISソフトを用いた作図等、様々な機器やソフトウェアを使用します。このため、マップの作成者は関連する知識を有する専門の企業（ドローン作業受託企業、ソフトウェア企業）や指導機関（都道府県、JA など）を想定しています。具体的なマップの作製手順については、本マニュアル第3章～第5章で紹介します。

## 5. 「リンゴ褐斑病ハザードマップ」の利用者

リンゴ褐斑病の発生状況を面的に把握したい、リンゴ生産者や指導者（JA、県等）の利用を想定しています。実施者自らドローン画像を撮影する場合は小規模な面積から利用可能ですが、業者に委託する場合は数 ha 規模での利用が現実的と思われます。ハザードマップの具体的な活用方法については、別冊「活用マニュアル」をご参照ください。

### ドローンセンシングを活用した リンゴ褐斑病対策技術 <活用マニュアル>



果樹ドローン研究コンソーシアム 編  
令和4年度補正予算及び令和5年度当初予算 「戦略的スマート農業技術の開発・改良」

図1-5 別冊「活用マニュアル」

## 第2章 リンゴ褐斑病の概要

### 1. リンゴ褐斑病とは

リンゴ褐斑病はリンゴの重要病害の一つであり、主に葉と果実に感染するかび（病原菌：*Diplocarpon mali*）による病気です。早期落葉により果実品質の低下等の影響がみられません。

### 2. 発生のしくみと進行ステージ

#### ・一次伝染（4～7月頃）

前年の罹病落葉に形成された子嚢から子嚢の胞子が放出され、降雨に伴って飛散し、葉や果実に感染する。子嚢の胞子の放出時期は気温の影響を受けるため、地域により異なります。

#### ・二次伝染（6月～）

罹病葉上の病斑に形成される分生子が降雨によって飛散し、周囲の葉へ感染が拡大します。

#### ・葉の症状：

初期：小さな紫褐色の斑点が現れる（図2-1）

中期：斑点が融合して**大きな病斑**になる（図2-2）

後期：**葉が黄変し**、落葉が始まる（図2-3）

終期：多くの罹病葉が落葉（図2-4）

#### ・果実の症状：

暗褐色～黒色、円形～楕円形、4～6mm、陥没した斑点がみられる

軟腐はせず、進展も非常に遅い



図 2-1 紫褐色の小病斑



図 2-2 褐色病斑



図 2-3 黄変した罹病葉



図 2-4 早期落葉した枝

### 3. 褐斑病が与える影響

- ・葉の早期落葉 → 光合成量の減少 → 樹勢・果実品質の低下等
- ・果実の感染 → 規格外品の増加 → 減収

### 4. 褐斑病の見つけ方

病斑上には「分生子層」と呼ばれる黒色粒状の小粒点が生じます（図2-5）。分生子層は肉眼でも見ることができますが、ルーペを用いることで容易に観察できます。

#### <斑点落葉病との違い>

斑点落葉病は褐斑病と同じくリンゴの重要病害であり、罹病葉の外観がよく似ています。見分けるポイントは以下のとおりです。

#### （1）罹病葉の外観

・褐斑病は病斑上に分生子層がみられ（図2-2、図2-5）、多発した葉は病斑の周囲が黄変しますが（図2-3）、斑点落葉病はこれらの特徴がみられません。

#### （2）感受性の品種間差

・褐斑病は品種間差がありませんが、斑点落葉病は品種間差があります。  
（「紅玉」や「つがる」は感染しにくく、「王林」は感染しやすく、「ふじ」は中程度）

#### （3）発生位置

・褐斑病は枝が混んでいる所や樹冠最上部など、薬剤が届きにくい場所から発病が始まる傾向があります。

・斑点落葉病は当年枝の“中位～先端葉”で多い傾向があります。



図2-5 褐斑病（左）と斑点落葉病（右）の比較

## 5. 褐斑病の主な生活環

前年の罹病葉上に形成される子のう殻から放出される「子のう胞子」(一次伝染)と、当年の罹病葉や罹病果の病斑上に形成される分生子層から放出される「分生子」(二次伝染)で伝染します。

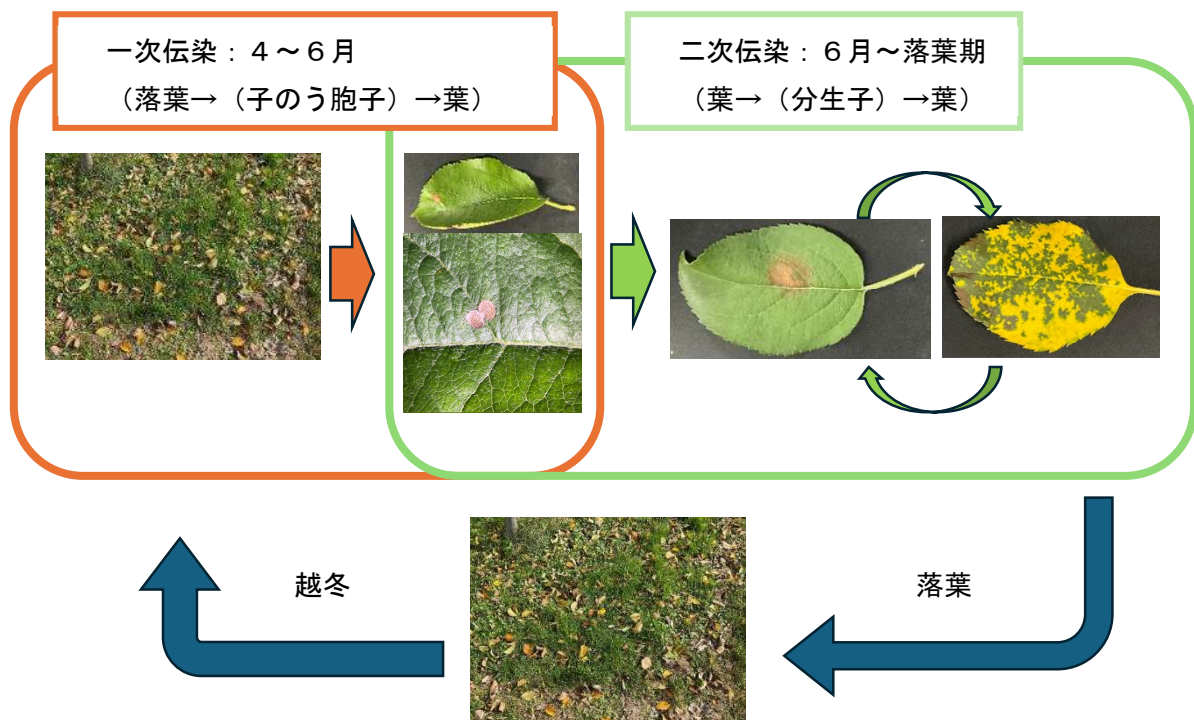


図 2-6 褐斑病の主な生活環

## 6. 防除のポイントと対策

- ・ 一次伝染源を減らす！ → 落葉処理 (被害落葉の回収や破碎)
- ・ 薬剤散布量を十分確保する！ → 慣行栽培では 500L/10a 未満の園地で多発傾向
- ・ 薬剤の到達性を高める！ → 整枝・せん定、支柱入れ  
防除機の走行ルート確認
- ・ 効果的な薬剤の選択 → 効果と耐性菌リスクに留意し薬剤を選定

## 第3章 ドローンを用いたほ場撮影

### 1. 概要

ドローンを用いたほ場撮影手順について紹介します。本マニュアルではドローン撮影を行う専門の委託業者や、指導機関（JA、県等）が撮影を実施することを想定しており、ドローンの基本的な操作や飛行ルールについては紹介しません。

### 2. ドローンの仕様や使用機器

#### （1）カメラ性能

褐斑病の罹病葉を上空から正確に検出するためには、高解像度の RGB カメラが必要です。また、識別性を高めるため、被写界深度が深く、レンズの歪みの少ない機種が望まれます。

マニュアルでは Mavic 3M (DJI 社) の RGB カメラを使用したデータをお示しします。同機種に搭載されている RGB カメラの主な性能は下記のとおりです。

- ・イメージセンサー：4/3 型 CMOS
- ・有効画素数：20 MP（メガピクセル）
- ・FOV（視野角）：84°
- ・焦点距離（35mm 判換算）：24 mm
- ・絞り：f/2.8～f/11（調整可能）
- ・フォーカス：1 m～∞
- ・ISO 感度：100～6400
- ・最大静止画サイズ：5280×3952 ピクセル
- ・光学ズーム機能：なし



図3-1 Mavic 3M (DJI 社) の外観

#### （2）位置測位機能

ドローン画像の解析結果を地図上に表示する際、画像に付与された位置情報を活用します。このため、ドローンには画像に正確な位置情報を保存できる機能が必要です。実用上は誤差 1m 未満であれば実用上問題ありませんが、マニュアルでは D-RTK2 モバイルステーション (DJI 社) を用いて RTK 測位を行う方法を紹介します。

### 3. 撮影のポイント

#### (1) 撮影時期

撮影は夏季～秋季に行います。ドローンセンシングでは、カメラの解像度やAIの特性により検出精度には限界があり、病斑が小さい罹病葉を検出することができません。このため、撮影は二次伝染により大型の褐色病斑や黄変した罹病葉が見られる時期に行います（※詳細は第4章-4 検出限界（理論値）を参照ください）。一方、罹病葉が著しく落葉した後や、秋が深まり健全葉の葉色も変化する時期は検出精度が低下しますので、それまでに撮影を終える必要があります。具体的な撮影時期については、地域の実情に合わせて検討してください。

#### (2) 撮影回数

1回の撮影でも発病状況の把握が可能です。しかし、同一年に複数回撮影する、あるいは複数年にわたって継続的に撮影することで、「早い時期から発病が見られる場所」や「毎年発病が多い場所」など、特に対策が必要な場所の把握や対策実施効果の確認をすることが可能となります。

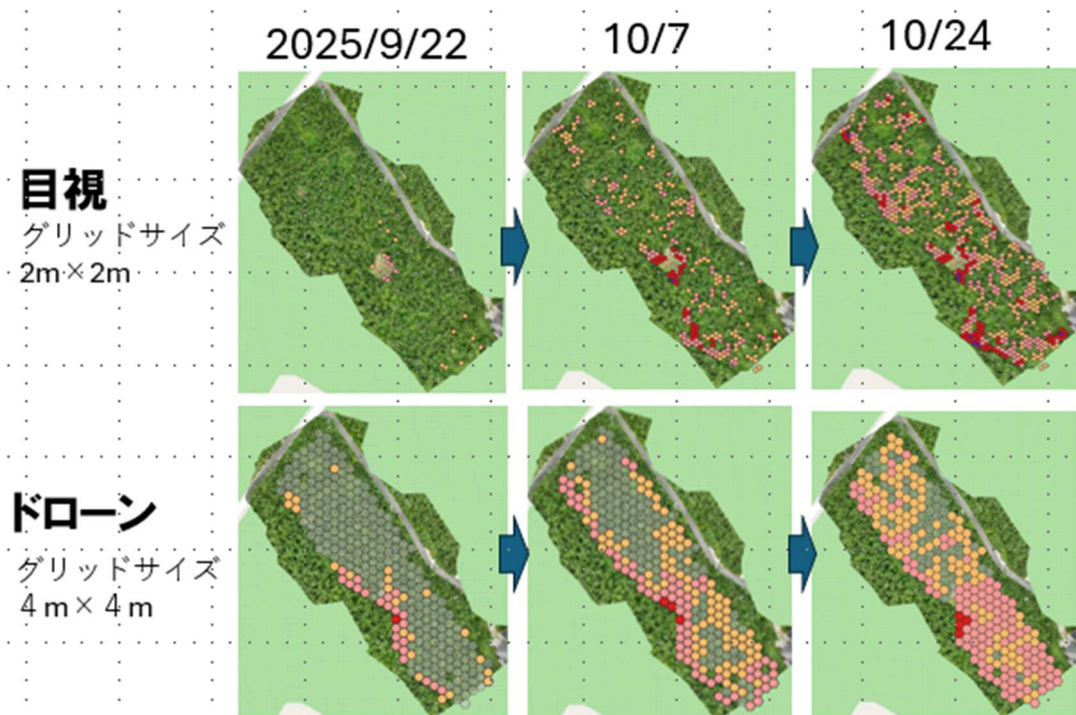


図3-2 経時的に調査・撮影を行った事例（目視調査とドローンセンシングの比較）  
赤色が濃いほど褐斑病の発生が多い（罹病葉率が高い）ことを示す  
背景に OpenStreetMap とオルソ画像を使用

### (3) 撮影条件

#### ①撮影に適した条件

- ・曇天日（拡散光が主体）

→ 影が出にくく、葉色・病斑のコントラストが安定し、AI の判別精度が向上します。

- ・平坦～緩傾斜ほ場

→ ドローンと樹冠との距離が一定となり、均質な画像を得ることができます。

#### ②撮影に適さない条件

- ・強風（葉が大きく揺れる）

→ 画像ぶれが発生し AI の判別精度が低下する他、ドローンの墜落リスクが高まります。

- ・強い直射日光の条件

→ 直射日光による画像の白とびや深い陰影が生じ、AI の判別精度が低下します。

- ・日の出、日の入り近くの時間帯

→ 葉色が赤く映るため、AI の判別性能が低下します。

- ・降雨直後（葉面濡れ）

→ 水滴により反射が生じた場合、AI の判別精度が低下します。

- ・農薬散布直後（葉面汚れ）

→ 炭酸カルシウムなど葉が汚れる農薬を散布した後は AI の判別精度が低下します。汚れが少ない農薬の場合は、葉が乾けば散布当日でも撮影可能です。

- ・傾斜があるほ場

→ ドローンと樹冠との距離が離れると AI の判別精度が低下し、樹との距離が近すぎると衝突するリスクが高まります。複数エリアに分けて飛行、手動飛行やウェイポイント飛行、飛行高度を細かく設定できるフライトアプリを用いた飛行等を検討してください。

## 4. 撮影手順

ここでは、ドローンに Mavic 3M (DJI 社)、飛行ルートの作成・機体制御に DJI Pilot 2 (DJI 社)、RTK 測位に D-RTK 2 モバイルステーション (DJI 社) を使用し、自動飛行の最低高度である地上高 12m で撮影を行う手順を紹介します。実際に行う際は、ご使用になるドローンの仕様や飛行環境に合わせて調整してください。

### (1) 飛行ルートの作成

#### ① リモコンの電源 on

リモコンの電源を付けます。自動的に「DJI Pilot2」が起動します。

自動でアプリが起動せずホーム画面になったら、「DJI Pilot2」を選択します。

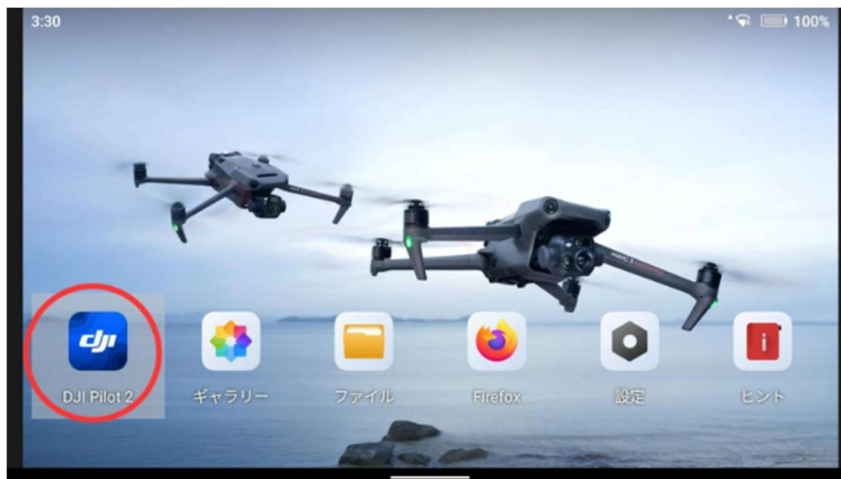


図 3-3

#### ② 「飛行ルート」を選択



図 3-4

### ③ルート作成

右上「+」マークを選択→「ルートを作成」を選択します。



図 3-5

### ④ルートモード選択

「エアリアルート」を選択します。



図 3-6

### ⑤ 飛行エリア決定

マップ上でタップしてマッピングしたい範囲に点を打ちます。  
範囲を選択できたら左上のチェックマークを選択します。



図 3-7

### ⑥ 機体選択

「機体モデル」を選択→「M3Eシリーズ」を選択します。



図 3-8

### ⑧カメラモデル選択

「カメラモデル」を選択→「M3M」を選択します。



図 3-9

### ⑨レンズ選択

「レンズ」を選択→「RGB」を選択します。



図 3-10

## ⑩詳細設定

### (i) ミッション名入力

「エアリアルート」を選択し、ミッション名（任意の名前）を入力します。

### (ii) 飛行モード選択

「オルソ収集」を選択します。

### (iii) 「高度モード」選択

「相対離陸地点高度 (ALT)」を選択します。



図 3-11

### (iv) 飛行高度設定

「ルート高度」を選択→最低高度の「12 (12m)」を入力します。

### (v) 高度の最適化

デフォルト (「ON」) のままにします。

### (vi) 「安全離陸高度」の設定

周囲の環境に合わせて設定します。



図 3-12

(vii) 撮影時の速度設定

「速度」は自動選択（最大値）のままにします。風が強い日は値を下げます。

(viii) コース角度

状況に応じて設定します。選択する際の考え方として、以下のようなものがあります。

- ・ 撮影時間を短くする場合は、ターンが少ない角度を選択
- ・ 風が強い場合は、ドローンが横方向から風を受けにくい角度を選択

(ix) 撮影終了後の設定

「完了」は実施する環境に合わせ変更します。「Return-to-Home」は楽ですが、撮影終了地点から離着陸地点までの間に障害物がある場合は衝突するリスクがあります。障害物が多い場合は「ルートモード終了」を選択し、手動で着陸するなどの操作を行ってください。

- ・ ルートモードを終了 測量が終わった場所でホバリング
- ・ Return-to-Home 離陸させたところに戻ってくる
- ・ 着地 測量が終わったところに着地
- ・ はじめの位置に戻り、ホバリングする 測量を始めた位置に戻りホバリング

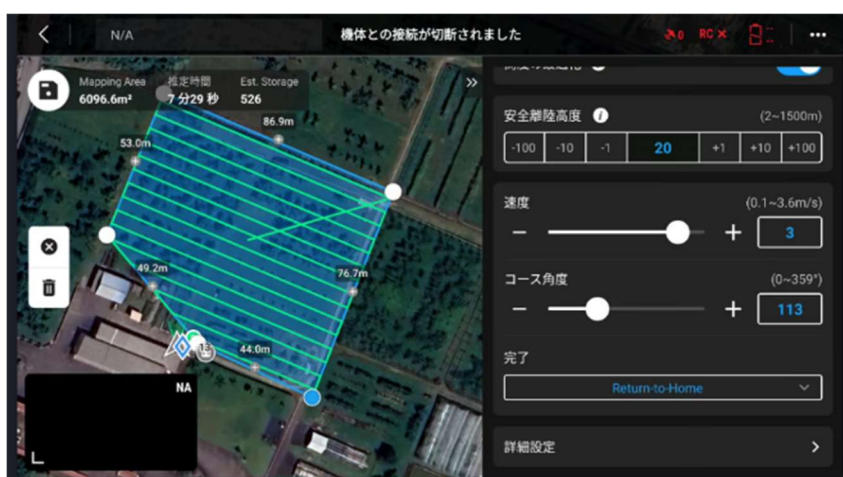


図 3-13

(x) 「詳細」 を選択

主な項目および変更点のみ記載します。

・「サイドラップ率」 → 「80」

サイドラップ率が高いほど可視化した際に詳細な情報が得られますが、撮影時間が長くなります。状況に合わせて変更してください。

ポイント！

・「前部オーバーラップ率」 → 「80」にします（デフォルト）。

値が高いほど可視化した際に詳細な情報が得られますが、基本は「80」で十分だと思います。

・「写真モード」 → 「等時間撮影開始」 を選択します。

(xi) 設定の保存

左上の「四角のマーク」を押して保存します。

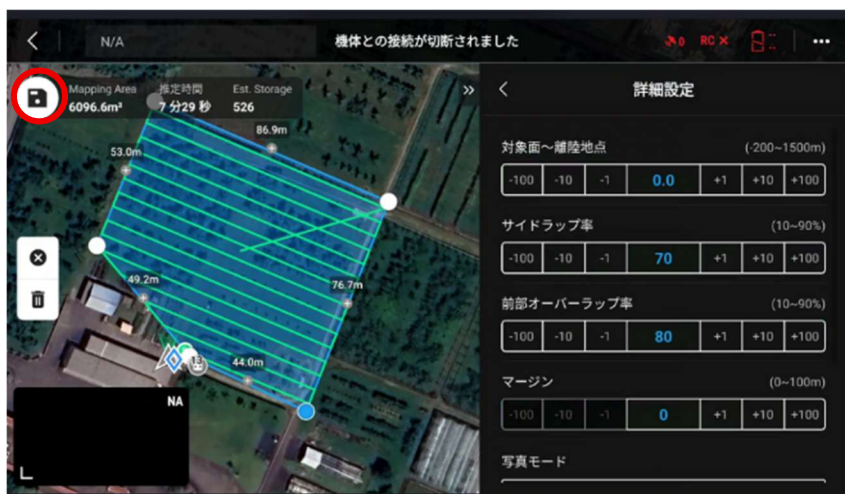


図 3-14

以上で飛行ルートの設定は終了です。次は RTK の準備を行います。

## (2) D-RTK2 の設置

ここでは、D-RTK2 (DJI 社) を用いる事例を紹介します。RTK 測位を用いることで、撮影位置の精度は水平約 1~3 cm 程度に向上します。ネットワーク RTK 等、他の方法を使用しても問題ありません。使用する機器や地域の状況に合わせて検討してください。

### (i) 機材を準備

D-RTK2 と D-RTK2 の支柱部分 (トライポッド) を組み立てます。



図 3-15

### (ii) トライポッドを固定

同一場所で複数回撮影する場合は、トライポットの設置位置に目印を置くなどし、設置位置を固定します。



→この先端が目印に当たるように設置します。



→ 水平になるように設置します。

図 3-16

(iii) 電源 on

真ん中の「電源ボタン」を長押しし、電源をつけます。  
→ 3つのランプが全て緑色になるまで待機します。



図 3-17

### (3) ドローン 飛行操作手順

#### ①リモコンとドローンの電源 on

電源をつける順番は、D-RTK2（ランプ緑全て緑）→リモコン電源 ON→ドローン電源 ON とします。リモコンの電源 ON 時に、自動でアプリが起動せずホーム画面になったら、「DJI Pilot2」を選択します。

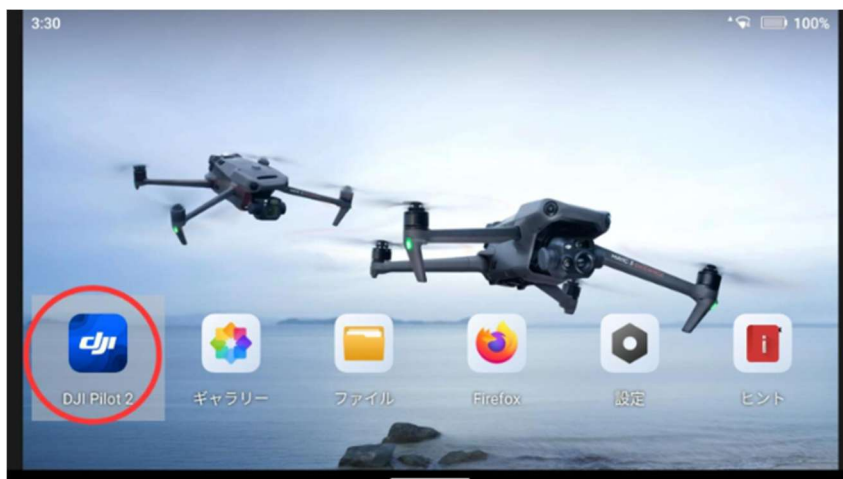


図 3-18

#### ②「カメラビュー」モードに変更



図 3-19

### ③設定の確認と変更

#### ( i ) 設定画面の表示

右上の「3点リーダー」をタップします。

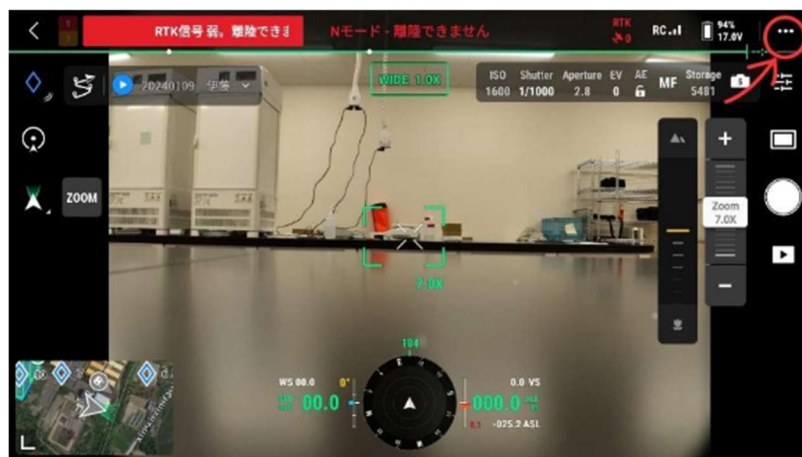


図 3-20

#### ( ii ) タブ操作

RTK (衛星マーク) をタップします。

#### ( iii ) 設定

「RTK 測位」と「測位精度維持モード」を ON にします。

「RTK サービスタイプを選択」で「D-RTK2 モバイル局」を選択します。

→切り替えた際は再起動の指示がありますので、再起動してください。

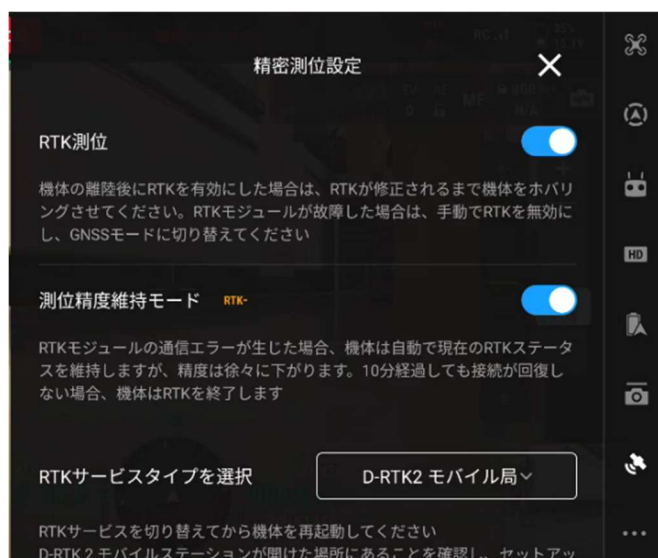


図 3-21

#### ④飛行ルート選択

( i ) リストから選択

左上の「飛行ルート」を選択し、リストから該当するルートを選択。

③で再起動を行った場合は、アプリの起動画面から「飛行ルート」選択画面に入ります。

( ii ) 設定確認と変更

・「信号ロストアクション」を選択し、「Return-to-home」を選択します。

→ 「次へ」を押します。

・「歪み補正」は目的に応じて選択します。空撮画像からオルソモザイク画像を作成する場合は OFF オルソモザイク画像を作成しない場合は ON (AI の検出精度が向上します)

ポイント！

1905m 距離	10分48秒 推定時間	46 ウェイポイント	0.32 cm/pixel 再構築GSD	762回 写真を1枚ベイロード
安全離陸高度	-100 -10 20 +10 +100	写真を保存	DJI Mavic 3M - RGB	
飛行ルート完了アクション	Return-to-Home	信号ロストアクション	Return-to-Home	
フォルダの作成	エアリアルートを作成8	カメラモード	自動 S A M	
歪み補正	<input type="checkbox"/>			
ホワイトバランス	自動			
戻る		飛行ミッションをアップロード		

図 3-22

#### ⑤飛行開始

設定を終えたら、「飛行ミッションをアップロード」を押す。

→飛行前のチェック項目が表示された後、自動飛行が開始されます。

#### ⑥飛行終了後

着陸後、ドローン、リモコン、D-RTK2 の電源を OFF にし片付けます。(ここで野外での作業は終了です、⑫からは室内 (パソコン) の作業に移ります)

### ⑦ データ転送

ドローンからマイクロ SD カードを抜きだし、パソコンにデータを転送します。

### ⑧ データ整理

解析用データを入れるフォルダを別途作成し、画像解析に使用するデータを移します。なお、機種により異なりますが、自動飛行により全面を撮影後、カメラを斜め前方向に向けて撮影します。オルソモザイク画像を作成する際は重要な画像ですが、本画像解析では使用しません。プログラムによる画像処理ではフォルダ内に保存されている画像全てを対象に行いますので、不要なデータ（斜め前を撮影した画像）は削除するか、他のフォルダに移動させてください。

ポイント！



図 3-23 斜め前を撮影している場所

図 3-24 斜め前を撮影している画像の例

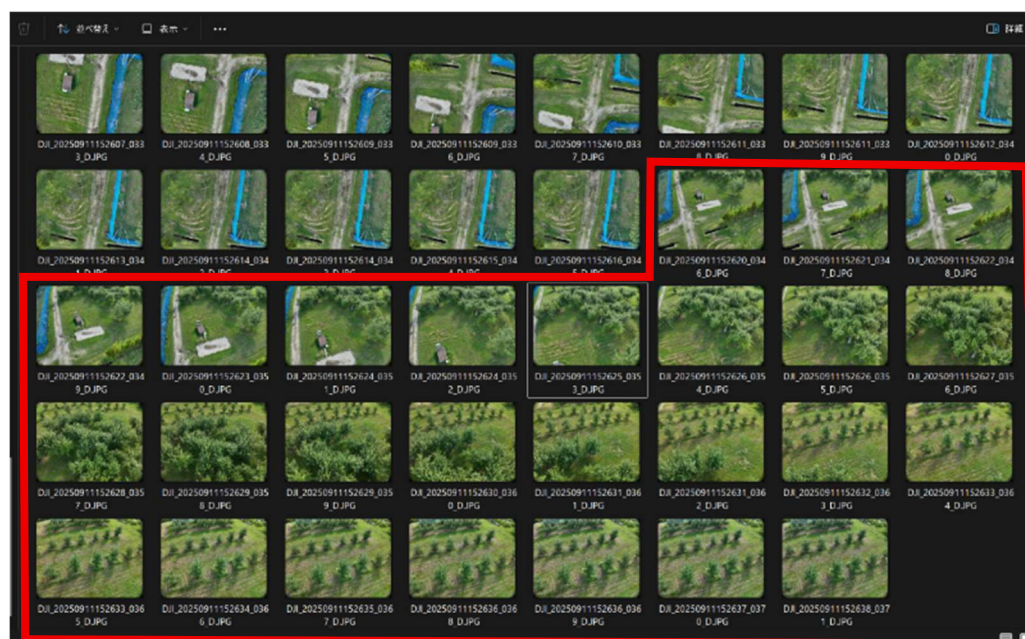


図 3-25 斜め前を撮影した画像

## 第4章 AI を用いた画像解析

### 1. 概要

ここでは、AI を用いた画像解析の標準的な手順を紹介します。

画像解析の実行には、NVIDIA 社製 GPU を搭載した高性能な計算リソース（PC またはクラウド環境）や、Python プログラムに関する専門知識が不可欠です。したがって、本手順の実施主体を、AI 解析に対応した民間企業、専門の委託業者、または指導機関（JA、県など）と想定し、基本的な操作や用語の詳細な説明は割愛いたします。

### 2. 使用する AI（物体検出モデル）

2023 年にイギリスの Ultralytics が公開した YOLOv8（You Only Look Once version 8）を使用します。YOLOv8 は AI 画像解析フレームワークの一つで、画像内の対象物を自動で検出し、その位置を示す物体検出モデルです。農業・医療・産業分野など幅広い領域で利用されているモデルの一つです。また、オープンソースとして公開されており、研究用・業務用のどちらでも無償で利用できます。

本マニュアルでは、COCO データセット（val2017）で学習済みの YOLOv8x を基に、リンゴ褐斑病の罹病葉とその他のリンゴの葉を識別できるよう、独自のデータセットを用いて再調整（ファインチューニング）したモデルを使用しています。なお、独自のデータセットでは葉単位での検出とし、1 枚の葉に褐斑病とそれ以外の病虫が混発している場合は、褐斑病の罹病葉と判断させています。

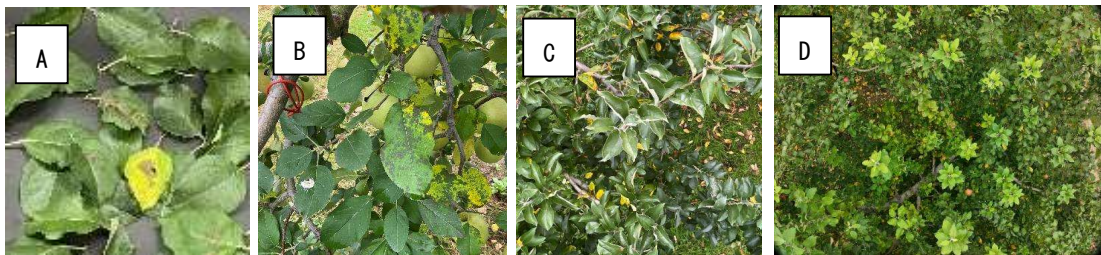


図 4-2-1 データセットに含まれる画像（例）

A：室内、B：樹冠下、C：樹冠上面、D：ドローン画像（樹冠上 1～2m の近距離で撮影）。

A, B および C はタブレット（iPad mini, Apple 社）を用いて撮影、D はドローン（Mavic3M, DJI 社）の RGB カメラを用いて撮影した。



図4-2-2 近距離で撮影した画像に対する検出結果

図内の赤枠はモデルが「褐斑病罹病葉」と判別した場所、緑枠は「その他の葉」として判別した場所を示す。

### 3. 画像の前処理

#### (1) レンズ歪みの対策（トリミング処理）

ドローン搭載カメラの広角レンズは視野が広い反面、画像周辺部に特有の歪みが生じやすく、これがAIの検出精度を低下させる要因となります。そのため、歪みの影響が大きい画面の上下左右を切り取り、画像のゆがみが少ない中央部分のみを入力画像として使用します。

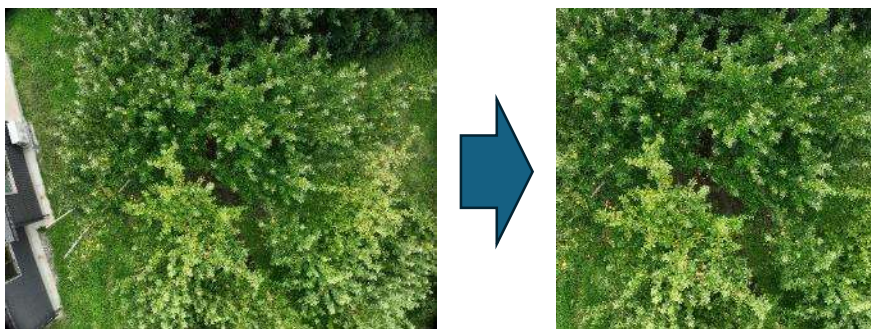


図4-3-1 トリミング処理

左：元画像 5,280 × 3,956 ピクセル、右：処理画像 3,328 × 3,328 ピクセル

#### (2) 小さな物体の検出精度向上 (SAHI)

ドローン画像からの検出には、YOLOv8に加え、2022年にトルコの研究グループ OBSS が公開した SAHI (Slicing Aided Hyper Inference) を使用します。SAHIは、大きな画像をオーバーラップさせながら複数の小領域に分割し、それぞれを個別に解析することで、小さな物体の検出精度を向上させる前処理手法です。また、Ultralytics社のYOLOv8ではSAHIとの併用が公式にサポートされており、高解像度画像に対する小物体検出で高い効果が得られます。

本技術では、(1)でトリミング処理したドローン画像をSAHIにより画像をスライスしてモデル(YOLOv8)に入力します。これにより、モデル入力時のリサイズによる解像度低下(情報の欠落)を回避し、ドローン画像からの罹病葉検出を可能にしています。

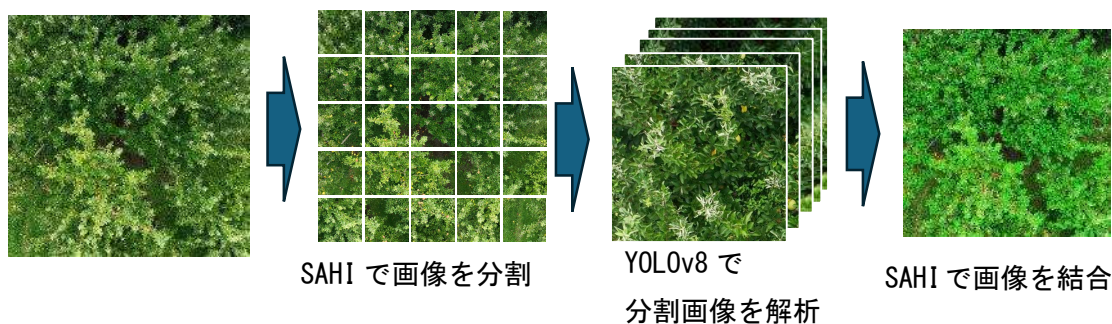


図4-3-2 SAHIとYOLOv8による画像処理の流れ

## 4. 検出限界（理論値）

ドローンセンシングにおける検出限界は、主に「カメラの光学性能」と「AI モデルの特性」という二つの要素に依存します。

ドローン「DJI Mavic 3M」のRGBカメラ（4/3型 CMOS センサー、有効画素数 20MP、画像解像度 5280×3956 ピクセル、焦点距離 24mm 相当）を用いた場合、撮影距離別の画素寸法（画像上の1ピクセルが示す実空間の大きさ）は以下のとおりです。

距離 1m：約 0.27 mm/pix

距離 5m：約 1.37 mm/pix

距離 10m：約 2.73 mm/pix

一方、物体検出モデル YOLOv8 は、画像を段階的に縮小（ダウンサンプリング）しながら特徴を抽出する仕組みを持っています。ネットワークの最も深い層では、画像サイズが入力時の 1/32 まで圧縮されます。理論上、この層では 32×32 ピクセル未満の物体は 1 ピクセル未満の情報量にまで圧縮されてしまうため、特徴が失われ、検出が非常に困難になると考えられます。

これらの光学性能と AI の特性を踏まえ、モデルへの入力画像サイズと SAHI のスライスサイズを 640×640 ピクセル、検出限界を 32×32 ピクセルと仮定した場合、検出可能な物体の大きさは以下のように試算されます。

表 4-1

カメラと葉との距離	検出可能な物体の大きさ(理論値)	
	SAHI 使用	SAHI 未使用
1 m	約 2 cm	約 7 cm
5 m	約 9 cm	約 35 cm
10 m	約 17 cm	約 70 cm

SAHI の使用により検出限界は大幅に改善していますが、病斑や黄変といった「罹病を示す特徴」が上記の大きさを下回る場合、その罹病葉を検出することは困難であると推測されます。このことから、撮影に適した時期は、二次伝染による大型の病斑や黄変等の病徴が見られる時期と考えられます。

ポイント！

## 5. 実行プログラムの概要

解析に必要な実行プログラムを配布しています。入手方法については、巻末の「技術内容に関するお問い合わせ」窓口にご相談ください。

実行プログラムはプログラム言語 Python を使用し、プログラミング言語に不慣れな方でも処理の手順を追って理解・実行ができるよう、Jupyter Notebook 形式で書かれています。また、動作確認を容易にするため、Google 社が提供するクラウドサービスである Google Colab 上での実行を想定した構成になっています。ローカル環境で実行する場合は Google Colab 特有のコード (Google ドライブへのアクセス) やファイルの指定先等を修正してください。

プログラムで実行される処理は、大きく分けて「準備」「ループ処理」「保存・バックアップ」の3段階で構成されており、その概要は下記のとおりです。

### (1) 準備フェーズ

#### ①Google ドライブをマウント

Google Colab から Google ドライブにアクセスできるようにします。

#### ②ライブラリの準備

YOLOv8 や SAHI の実行に必要なライブラリをインストールし、その後インポートします。

#### ③各種設定

プログラムの実行に必要な各種設定を行います。ユーザーが適宜修正する必要がある項目は主に下記の物となります。

#### MODEL\_NAME

モデルのファイル名。提供されたファイル名を指定します。

#### MODEL\_PATH

モデルが保存されている Google ドライブ内のフォルダ名を指定します。

#### BASE\_PATH と IMG\_NAME\_PATH\_LIST

ドローン画像が保存してある Google ドライブ内のフォルダ名を指定します。

#### FINAL\_DRIVE\_RESULT\_BASE

解析結果を保存するフォルダ名を指定します。

total\_count\_lavel

誤検出により罹病葉率が極端に高くないよう、画像内の総検出数が指定した値以下の場合には罹病葉率を0%として扱う閾値です。デフォルトではマルバカイドウ台木樹の成木を想定し500としています。

#### ④モデルロード

指定したモデルをGPU設定で読み込みます。

#### ⑤関数定義

画像を正方形にクロップする関数や、ExifからGPS情報を抜く関数を定義します。

### (2) メインループ

指定されたフォルダリストに基づいて画像処理を開始します。また、途中再開(レジューム)機能を実装しています。処理を開始する前に、保存先(一時フォルダ)にCSVがあるか確認します。ある場合はそれを読み込み、「すでに処理が終わっている画像」を特定してスキップします。これにより、画像処理が中断しても続きから再開できます。

### (3) 画像処理ループ

#### ①前処理

画像を読み込み、Exif情報を見て正しい向きに回転させます。画像を正方形にトリミングします(画像の歪み対策のため)。

#### ②推論(YOLO+SAHI)

正方形にトリミングした画像をモデルの入力画像サイズと同じ大きさに分割しながら推論を行います。分割サイズはslice\_sizeで指定します。画像一つの推論を終える度、GPUメモリを解放してエラーを防ぎます。

#### ③結果集計

検出された「Blotch(褐斑病の罹病葉)」と「Leaf(その他の葉)」をカウントします。

#### ④罹病率計算

罹病率( $\text{Blotch} / (\text{Blotch} + \text{Leaf}) \times 100$ )を算出します。ただし、誤検出による過大評価を防ぐため、検出総数( $\text{Blotch} + \text{Leaf}$ )が設定値未満(デフォルト設定は50)なら、罹病率を0%にする処理を導入しています。

#### (4) 保存・バックアップ

##### ①一時保存

アノテーション付き画像と GSV データを、Colab 内部の一時ストレージ (/content/temp\_results/) に保存します。

##### ②バックアップと完了

画像 50 枚を処理するごとに、一時フォルダの中身を Google ドライブへコピーします。フォルダ内の全画像の処理が終わったら、Google ドライブへ最終的なデータをコピーし、一時ファイルを削除して次のフォルダへ進みます。

## 6. プログラム（画像解析）の実行手順

ここでは、Google 社が提供するクラウドサービスである Google Colab 上で実行プログラムを実行する手順について解説します。Colab の無料プランでも利用可能ですが、ストレージ容量および GPU リソースの利用には制限が設けられています（注 1）。安定した計算環境を必要とする場合は、ローカルでの実行あるいは有料プランの契約が推奨されます（注 2）。

注 1：高画質のドローン画像を多く扱うため、Google ドライブのデータ容量を多く使用します（約 8GB/ha）。無料会員のストレージ容量は 15GB（2025. 11 現在）であり、一度に処理可能なデータ数に限りがあります。また、無料会員では Google 側のリソース状況等によって GPU へのアクセスが途切れ、たびたび処理を再開する必要があります（途中から再開可能なコードを提供します）。また、詳細は示されていませんが、「一定期間のうちに GPU を利用できる総量」にも制限があり、「使用制限に達しました」といったエラーが出た場合、しばらく（数時間～1 日程度）GPU が使えなくなります。

注 2：本マニュアルではローカル環境の構築方法については触れません。Ultralytics 社の HP 等で YOLOv8 および SAHI の実行環境を確認し、自身の環境にあったものを選択してください。

Ultralytics 社 HP 内 YOLOv8 に関する情報

<https://docs.ultralytics.com/ja/models/YOLOv8/>

Ultralytics 社 HP 内 SAHI に関する情報

<https://docs.ultralytics.com/ja/guides/sahi-tiled-inference/#benefits-of-sliced-inference>

なお、本研究に使用したパソコン主な仕様と実行環境は下記のとおりです。

PC の主な仕様

- ・ OS Windows 11 Home
- ・ プロセッサ 13th Gen Intel (R) Core(TM) i7-13700KF (3.40 GHz)
- ・ RAM 64.0 GB
- ・ GPU NVIDIA GeForce RTX 4090

主な実行環境

- ・ Python-3.12.3.
- ・ torch-2.5.1
- ・ conda-24.9.2
- ・ Ultralytics 8.3.229

## (1) 事前に用意するもの

- ・ Google アカウント (無料プランでも可)
- ・ 実行プログラム : apple\_blotch\_yolo\_sahi.ipynb (注)
- ・ 学習済みモデル : apple\_blotch\_YOLOv8\_model.pt (注)

(注) 実行プログラムおよび学習済みモデルの入手方法については、巻末の「技術内容に関するお問い合わせ」先にご相談ください。また、ファイル名は提供されたものに準じて修正してください。

## (2) Google ドライブと Google Colab との連携

### ① 「設定」の選択

Google ドライブの右上にある「歯車」→「設定」を選択します。



図 4-6-1

### ② アプリの管理

設定画面 「アプリの管理」選択→一覧から「Google Colab」を探し、「デフォルトで使用」にチェックが入っているか確認します (入っていなかったら入れる)。

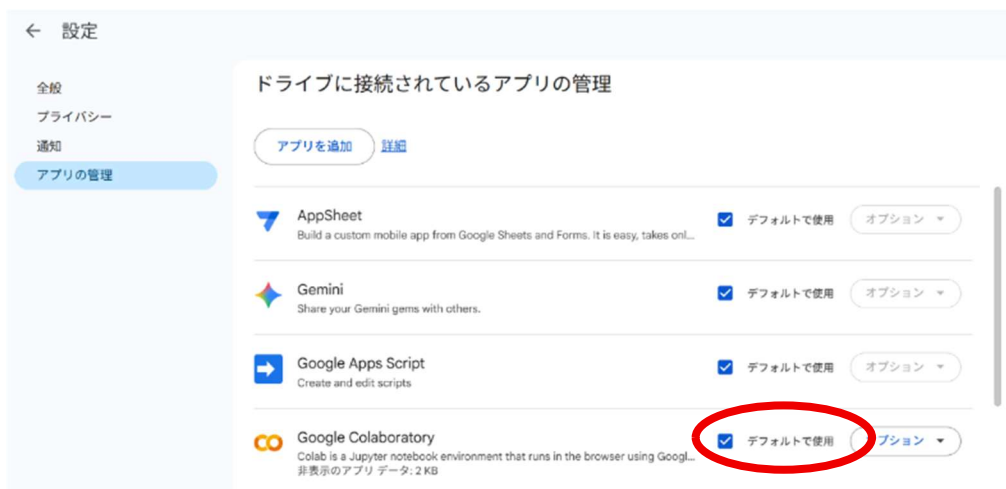


図 4-6-2

### (3) Google ドライブ上に作業フォルダを作成

Google ドライブを開き、右上の「新規」ボタン→「新しいフォルダ」を選択し、作業フォルダを作成します。今回はマイドライブの直下に「YOL0v8\_sahi\_project」フォルダを作成し、その中に「00\_model」と「01\_uav\_img」フォルダを作成します（注）。

※注：フォルダ名は任意です。変更した際はプログラムの修正（フォルダ指定）を行ってください。



マイドライブ > yolov8\_sahi\_project

> Gemini に相談

種類 ▼ ユーザー ▼ 最終更新 ▼ ソース ▼

名前 ↑

00\_model  
01\_uav\_img

図 4-6-3

#### (4) データをアップロード

- ・「YOLOv8\_sahi\_project」に「実行プログラム (apple\_blotch\_yolo\_sahi.ipynb) ※」を保存します。
- ・「00\_model」に「学習済みモデル (apple\_blotch\_YOLOv8\_model) ※」を保存します。
- ・「01\_uav\_img」に新たにフォルダを作成し (例: 撮影日や撮影場所毎にフォルダを作成します)、その中に「ドローン画像」を保存します。マニュアルでは「test\_img」というフォルダを作成し、その中に画像データを保存します。

※ファイル名は提供されたものに適宜修正してください



図 4-6-4

## (5) プログラムの実行

### ①Google Colab の起動

Google ドライブ上で実行プログラムをダブルクリックし、「Google Colab」を起動します。



図 4-7

( i ) Colab が起動した場合

インストール済みの場合は③へ。

( ii ) Colab が起動しない場合

下記のような画像が表示された場合は②の処理を行ってください。



図 4-6-5

## ②Colab のインストール

### ( i ) その他アプリ接続

中央上にある「アプリを開く」を選択→「+その他のアプリを接続」を選択します。

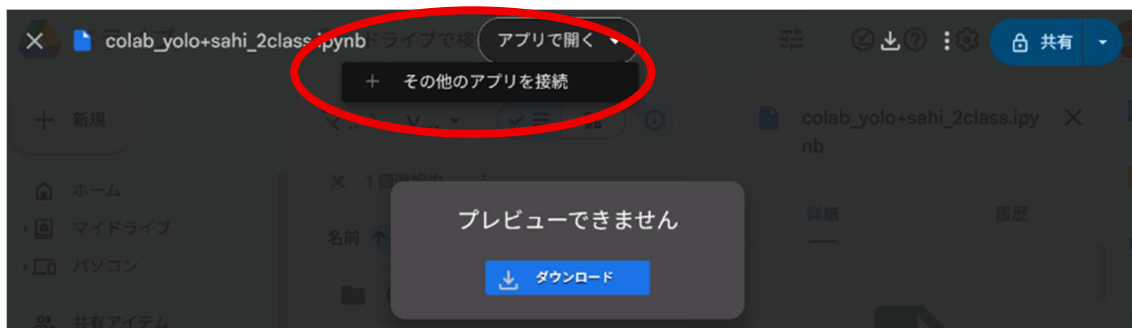


図 4-6-6

### ( ii ) インストーラー検索

中央上にある「検索」ボタンを押す→ 検索バーに「Colab」等を入力します。

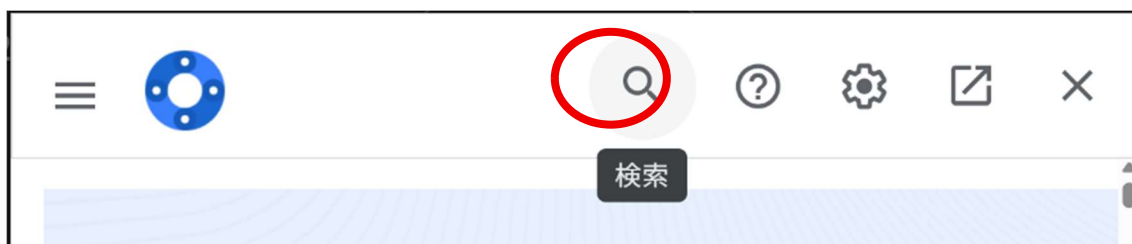


図 4-6-7

### ( iii ) インストール

一覧から「Colaboratory」を探し、インストールを行います。

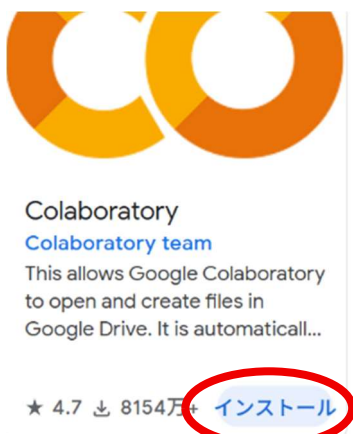


図 4-6-8

### ③ Colab の起動画面での操作

#### ( i ) ランタイムタイプ変更

タスクバー「ランタイム」を選択→「ランタイムタイプを変更」を選択します。

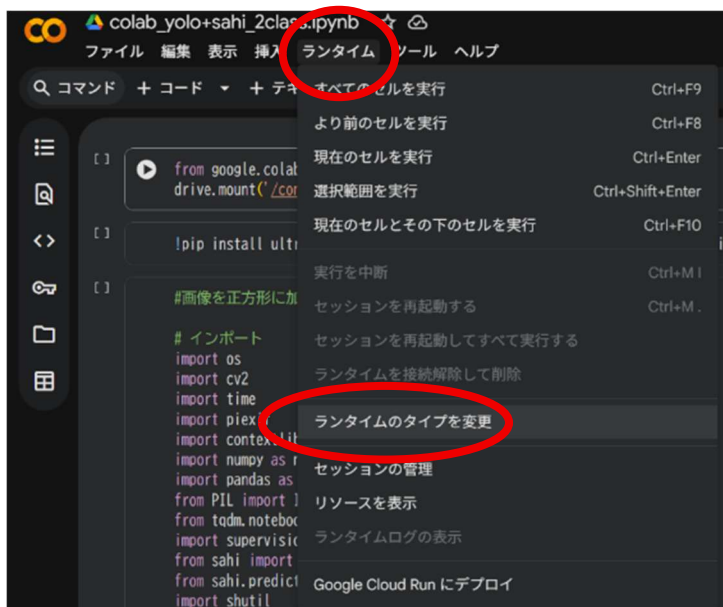


図 4-6-9

#### ( ii ) GPU を選択

デフォルトは GPU になっているので GPU を選択します。

無料プランの場合、T4GPU を選択します。有料プランの場合、A100GPU（推奨） or L4GPU を選択します。

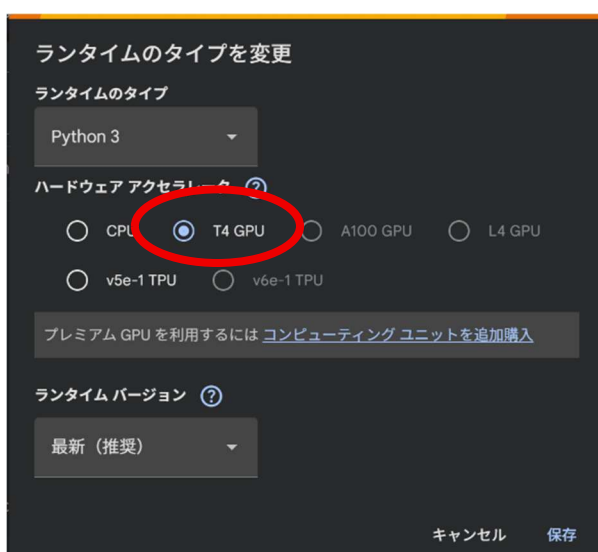


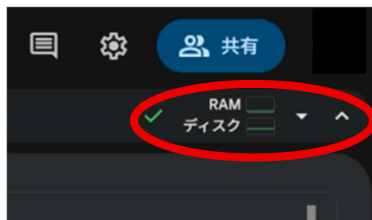
図 4-6-10

(iii) GPUに接続

右上「接続」を押して、GPUと接続します。  
接続されると、表示が変わります。



接続前



接続後

図 4-6-11

(iv) プログラム内容の修正

実行内容に合わせてプログラムの内容を修正します。主な修正点は下記のとおりです。

MODEL\_NAME: モデルのファイル名を指定します。

MODEL\_PATH: モデルの保存フォルダ (Google ドライブ内) を指定します。

BASE\_PATH: 画像フォルダ (Google ドライブ内) を指定します。

IMG\_NAME\_PATH\_LIST: (5) ④で作成したフォルダを指定します。

total\_cont\_label: 画像内の総検出数が指定値より低い場合、その画像の罹病葉率を強制的に 0% として扱う閾値です。これはリンゴの樹が写っていない場所で少数の物体を誤検出し、極端な罹病葉率を表示するリスクを軽減するために設定しています。苗木や幼木等を検出対象とする際は、値を下げることを検討します。デフォルトは 500 としています。

BACKUP\_INTERVAL: 画像解析の際に定期バックアップを行う間隔を指定。実行環境が不安定な場合は値を小さくします。デフォルトは 50 としています。

```
#-----  
#主に修正する項目  
#-----  
# モデルが保存してある場所とモデルの名前を指定  
#プログラムを実行する前に、Googleドライブの MyDrive/yolov8_sahi_project/00_model/ フォルダ内にモデルデータを保存しておく  
  
#使用するモデル名を指定  
MODEL_NAME = 'apple_blotch_yolov8_model'#注意!拡張子 (.pt) は入力しない  
#使用するモデルが保存されているGoogleドライブ内のフォルダ  
MODEL_PATH = f"/content/drive/MyDrive/yolov8_sahi_project/00_model/{MODEL_NAME}.pt"  
  
#ドローン画像が保存してあるGoogleドライブ内のフォルダ  
BASE_PATH = "/content/drive/MyDrive/yolov8_sahi_project/01_uav_img/"  
#ドローン画像が保存してあるGoogleドライブ内のフォルダを指定  
#IMG_NAME_PATH_LIST = ('test_img',)#単一フォルダのみ処理するときは、フォルダ名の後にコンマ(,)を必ず記載する  
IMG_NAME_PATH_LIST = ('test_img','test_img2')#複数フォルダを一括処理するときはリスト形式で記載する  
  
# 検出結果の保存先を設定  
FINAL_DRIVE_RESULT_BASE = "/content/drive/MyDrive/yolov8_sahi_project/02_results/"  
|  
  
#総検出数(罹病葉+その他のリンゴの葉)の数が指定値未満の画像の罹病葉率を0%にする。  
#デフォルトは500(マルバカイドウ成木用)。撮影環境が悪く検出数が少ない時や若木や他の樹形を撮影する際は値を下げる。  
total_count_label=500
```

図 4-6-12

`slice_size` : 物体検出モデルの入力画像サイズおよび SAHI のスライスサイズの指定をします。使用するモデルの仕様に合わせます。デフォルトは 640 です。

`conf_threshold` : 物体検出モデルが検出を行う際の閾値を指定します。デフォルトは 0.25 です。

```
slice_size=640#SAHIでスライスする画像サイズを指定 モデルのインプットサイズに合わせる デフォルトは640
conf_threshold=0.25#物体検出時の閾値 デフォルトは0.25
```

図 4-6-13

#### ④プログラム実行

##### (i) プログラム実行

「全てのセルを実行」を選択し、プログラムを実行します。

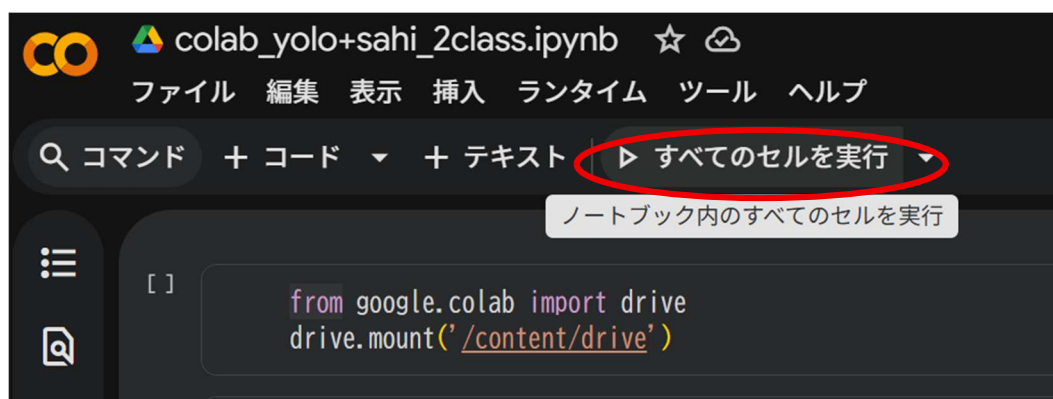


図 4-6-14

(ii) Google ドライブへ接続

プログラムが実行されると Google ドライブへのアクセス許可に関するウインドウが出るので、「Google ドライブに接続」を選択します。



図 4-6-15

(iii) アカウント選択

「アカウント選択」で使用するアカウントを選択します。

(iv) ログイン確認

再ログイン画面で「次へ」を選択します。



図 4-6-16

(v) Google アカウントへのアクセス許可

特に理由が無ければ「すべて選択」にチェックを入れてください。



図 4-6-17

(vi) Google ドライブへのアクセス完了の確認

「Mounted at /content/drive」の表示が出たら成功です



```
[1] 21 秒
#googleドライブへのアクセス権付与
from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')

... Mounted at /content/drive
```

図 4-6-18

(vii) プログラムの実行

問題が無ければ、プログラムが実行されます。実行されない場合は、再度「全てのセルを実行」、を押すか、各セルを順に実行してください。エラーが表示された場合は、エラーコードを読んで対応してください。

## ⑤よくあるトラブル

### (i) GPU との接続が途中で切れた場合

無料プランの場合、様々な理由により GPU との接続が切れることがあります。実行プログラムには途中から再開する機能が付いているため、GPU を再接続し、再度プログラムを実行してください。

- ・「ランタイム」を選択→「ランタイム接続解除して削除」

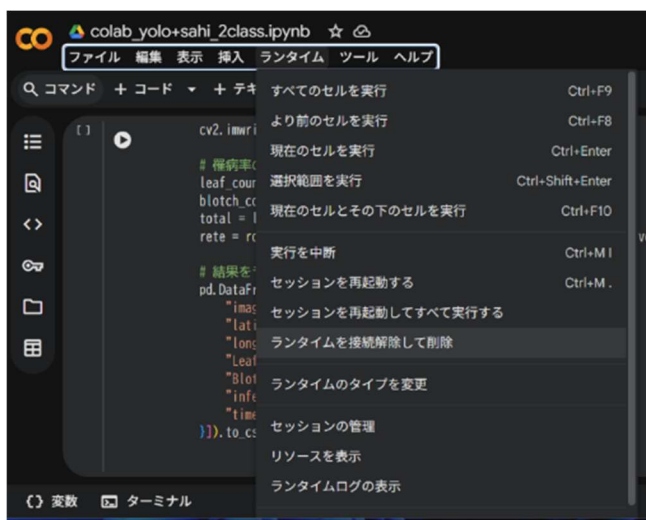


図 4-6-19

- ・下記のような警告が出るが、「はい」を選択

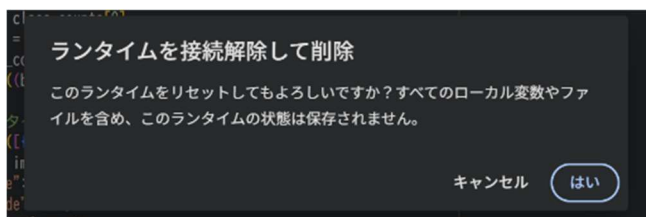


図 4-6-20

- ・ 右上の「接続」ボタンを押して GPU と再接続



図 4-6-21

- ・ 再度「全てのセルを実行」を押す

#### (ii) GPU の使用量制限を超えた場合

無料プランの場合、GPU を一定量利用した場合、「GPU バックエンドに接続できません」「使用制限に達しました」といったエラーが出て、しばらく（数時間～1 日程度）GPU が使えなくなります。再度使えるまで待つか、有料プランを活用ください。

## (6) 解析結果の出力

全てのプログラムが無事実行されれば、保存用フォルダ（マイドライブ＞YOLOv8\_sahi\_project>02\_results）の内に新たなフォルダ（モデル名\_画像フォルダ名）が自動で作成され、その中に「バウンディングボックスを表示した画像」および「解析結果をまとめた CSV データ」が保存されます。



図 4-6-22

### ① CSV データに保存されるもの

csv データに保存されるデータは以下のとおりです。

image : 画像ファイル名

latitude : 画像の緯度データ

longitude : 画像の経度データ

Leaf : 「褐斑病罹病葉以外のリンゴの葉」検出数

Blotch : 「褐斑病の罹病葉」検出数

Infection\_rate : 罹病葉率 (Blotch / (Leaf+Blotch) \*100)

time\_sec : 解析に要した時間 (秒)

	A	B	C	D	E	F	G
1	image	latitude	longitude	Leaf	Blotch	infection_rate	time_sec
2	DJI_2025111313	36.82256933	137.4375741	609	6	0.98	14.5
3	DJI_2025111313	36.82254892	137.4375793	511	9	1.73	4.01
4	DJI_2025111313	36.82253636	137.4375579	722	13	1.77	3.19

図 4-6-23

## ②画像データ

解析後は、必ず「バウンディングボックスを表示した画像」の確認を行ってください。

撮影条件が悪い場合（日射が強く樹冠内に濃い影が映る、撮影時の焦点設定が不適切・風が強くピンボケの葉が多い など）、著しく検出数が少なくなる場合があります。評価指標に罹病葉率を採用することで検出総数の影響を受けにくい評価法としていますが、著しく検出数が少ない場合は適切な評価を行うことができません。対応策として、(i) 検出の閾値 (conf\_threshold) を下げて再度解析する、(ii) 再度撮影を行う などを検討してください。

ポイント！

下記の図は同じ樹を曇天日（図4-6-24 A）と晴天日（図4-6-24 B）に撮影した画像を解析した結果です。曇天日の画像は大部分の葉を検出できていますが、晴天日の画像は検出数が著しく減少しています。

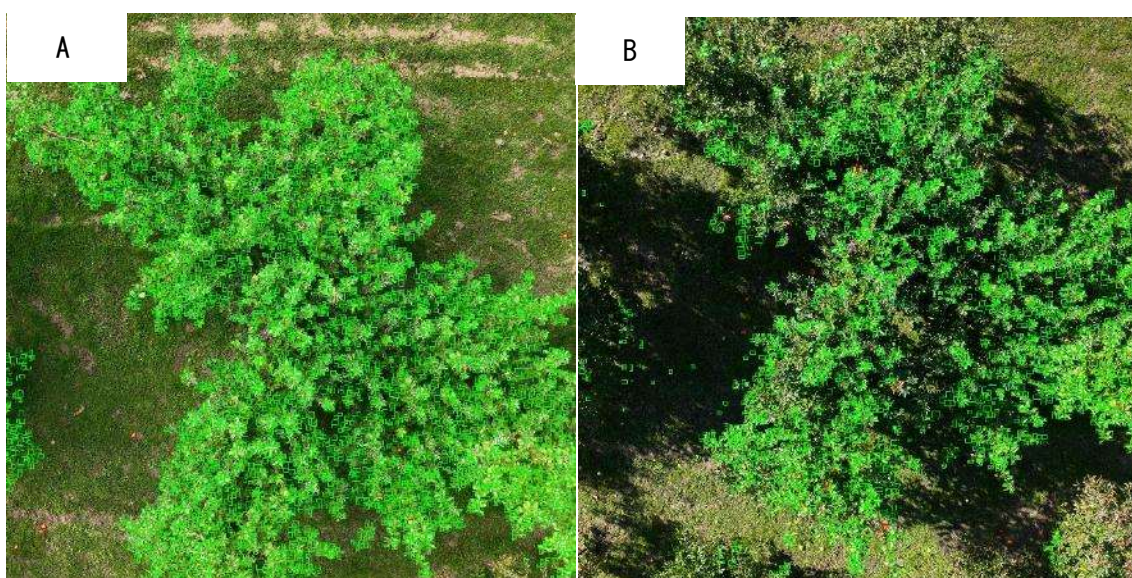


図4-6-24 撮影時の天候が検出に及ぼす影響

A：曇天時に撮影、B：晴天時に撮影。図内の緑色の枠はモデルが「その他の葉」と判断した位置、赤色の枠は「リンゴ褐斑病罹病葉」と判断した位置を示す。

## (7) ランタイム接続の終了

解析終了後は、GPU との接続（ランタイム接続）を解除してください。

### (i) ランタイム接続の解除

「ランタイム」を選択→「ランタイム接続解除して削除」を押します。

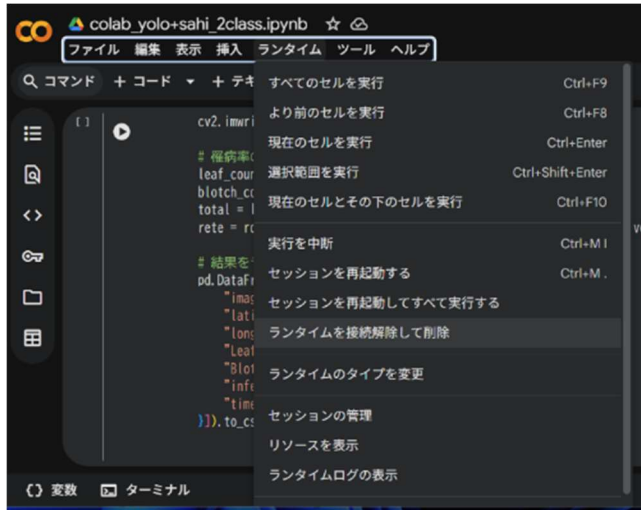


図 4-6-25

### (ii) ランタイム接続解除の確認画面

下記のような警告が出るので、「はい」を選択します。

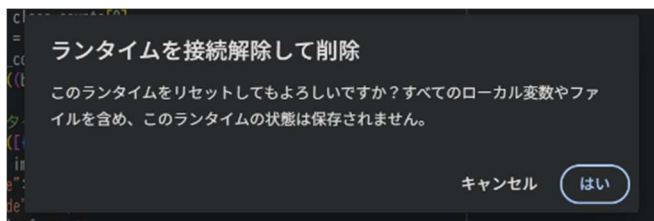


図 4-6-26

## 第5章 GIS を用いたハザードマップの作成方法

### 1. 概要

ここでは、画像解析の結果をオープンソースの GIS ソフト「QGIS」を用いて地図上に表示する手順を紹介します。なお、本マニュアルでは GIS に関する知識を有する委託業者や、指導機関（JA、県等）がマップを作成することを想定しており、基本的な操作については紹介しません。

### 2. 使用するソフトウェア

#### （1）パソコン用 GIS ソフト「QGIS」

フリーソフトとして公開されており、研究用・業務用のどちらでも無償で利用できます。ソフトは公式HP（<https://qgis.org/>）からダウンロードできます。基本的な使用方法などについては、QGIS の公式ユーザーガイド

[https://docs.qgis.org/3.40/ja/docs/user\\_manual/index.html](https://docs.qgis.org/3.40/ja/docs/user_manual/index.html)

等を参考にしてください。

本マニュアルでは、「QGIS 3.44.0-Solothurn」を用いています。

他のバージョンでは表記が異なる可能性が有りますのでご了承ください。

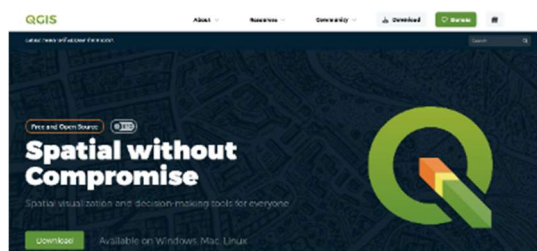


図 5-1

## (2) 携帯端末用 GIS ソフト「QField (QField for QGIS)」

Android と iOS デバイスに対応しており、パソコン (Windows、macOS、Linux) からアクセスできます。本ソフトの使用は必須ではありませんが、ほ場内で現在地を把握しながら地図データを見ることができ、現地確認が容易となります。ソフトは Google Play や App Store からダウンロードできます。基本的な使用方法については、QField の公式ドキュメント (<https://docs.qfield.org/ja/>) 等を参考にしてください。

## 3. 「リンゴ褐斑病ハザードマップ」の作成手順

### (1) QGIS の起動

デスクトップの「QGIS」フォルダ内の「QGIS Desktop」をクリックする。

または、スタートメニューから「QGIS Desktop」を起動します。

起動画面の名称と役割は以下のとおりです。レイヤパネルやブラウザパネルが表示されていない場合は、メニューバー>ビュー>パネル>でパネル表示選択画面に行って、チェックを入れてください。

メニューバー : 表示するファイルの選択や、表示、編集など

ツールバー : 各種のメニューをアイコンで表示

レイヤパネル : 地図キャンバスに表示されているデータを管理

ブラウザパネル : 地図データの所在を管理

地図キャンバス : 地図データが表示される所

ステータスバー : 縮尺・回転・座標参照系の情報を表示

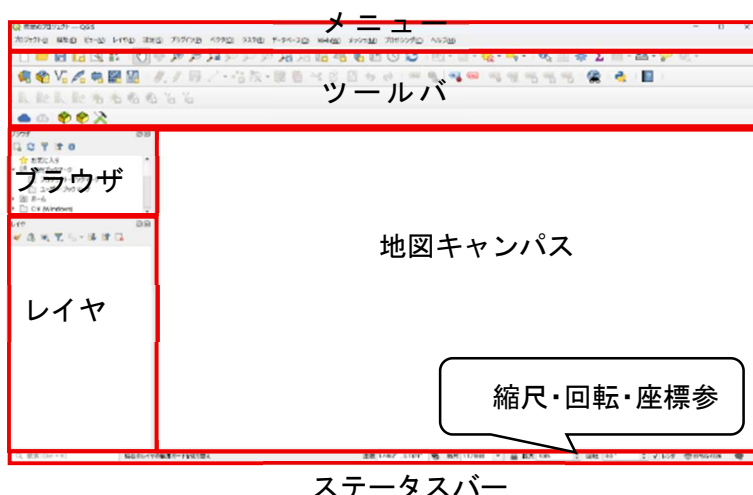



図 5-2

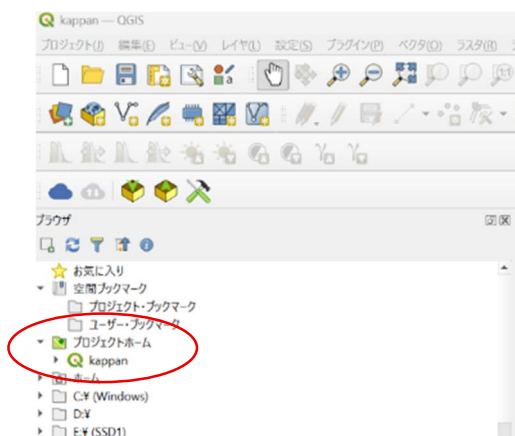
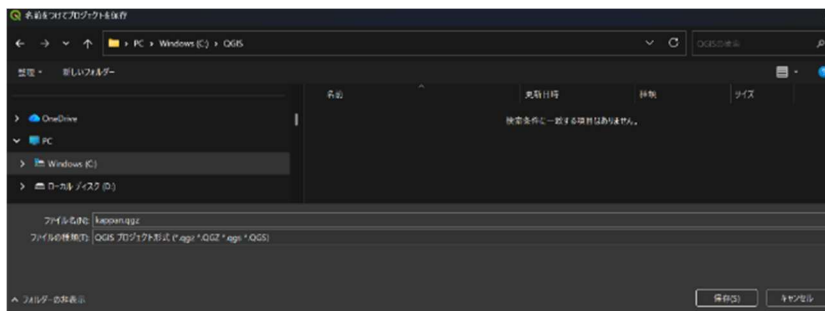
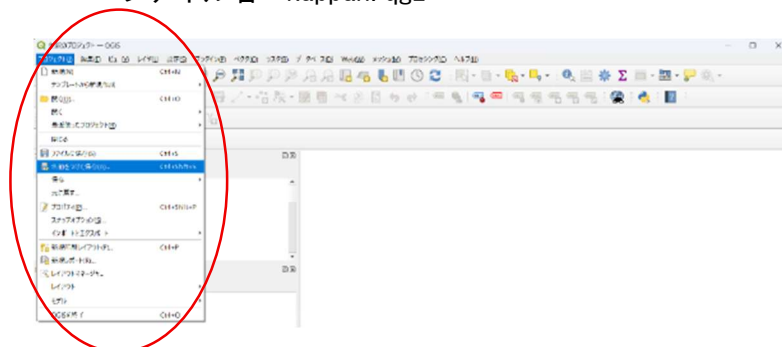
## (2) 新規プロジェクト作成

「メニューバー」>「プロジェクト」>「名前を付けて保存」もしくはツールバーのをクリックして、新規プロジェクトを作成します。保存場所はできるだけ浅い層が望ましく、上層を含めたフォルダ名、ファイル名は半角英数を推奨します。

例：保存場所 D:/QGIS/map

ファイル名 kappan.qgz

ポイント！



ブラウザパネルに「プロジェクトホーム」が作成され、保存したファイル名が表示されます。

図 5-3

### (3) 画像解析結果 (CSV) の読み込み

#### (i) メニュー選択

「メニューバー」>「レイヤ」>「レイヤを追加」>「CSV テキストレイヤを追加」を選択します。

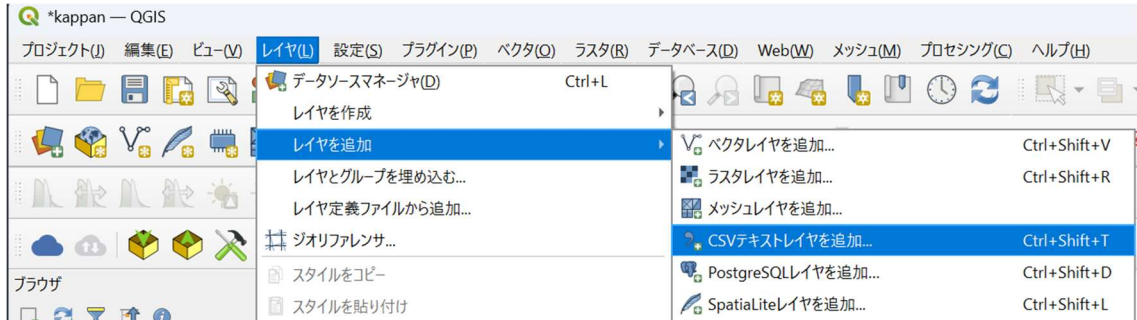


図 5-4

#### (ii) ファイル指定

データソースマネージャ CSV テキストのファイル名の横の3点リーダーを押す。

→ 新しく出てきたウィンドウで画像解析結果を保存した CSV データを選択します。



図 5-5

#### (iii) 緯度経度セルの指定

ポイント座標 : X 値「longitude」Y 値「latitude」が入力されていることを確認します。(自動入力されていない場合は、自分で入力します)

#### (iv) 座標参照系の確認

ジオメトリの CRS : EPSG:4326-WGS84 が選択されていることを確認します。

#### (v) 設定完了

「追加」を押します。

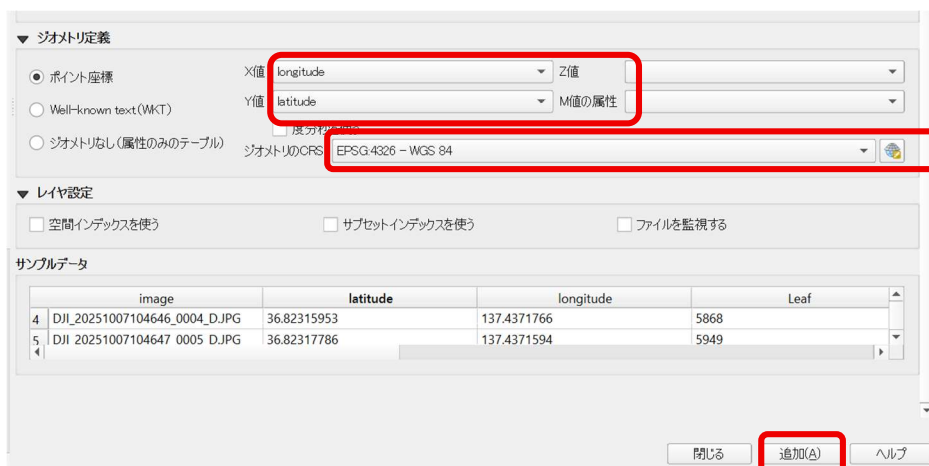


図 5-6

(vi) データ確認

「レイヤパネル」にレイヤが追加され、「地図パネル」にプロットが表示されたことを確認します。

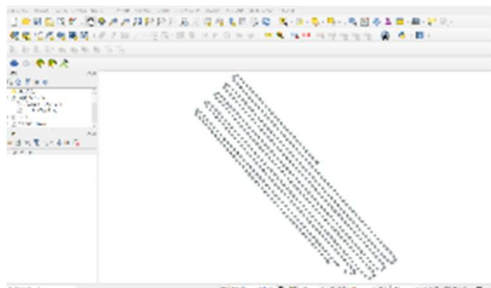


図 5-7

(vii) データの確認

追加した CSV レイヤに含まれるデータは以下の方法で確認できます。念のため正しく読み込めているか確認することが望ましいです。「レイヤパネル」>追加したレイヤを選択して右クリック>「属性テーブルを開く」

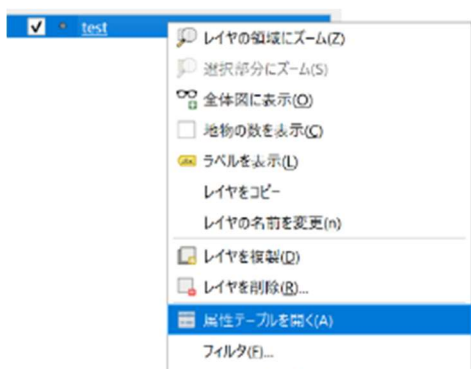


図 5-8

(viii) 属性テーブルに含まれるデータ

属性テーブルに記載されているのは下記のとおりです。

image : ドローン画像のファイル名

latitude : 経度

longitude : 緯度

Leaf : 画像解析で検出された「褐斑病罹病葉以外のリンゴの葉」の数

Blotch : 画像解析で検出された「褐斑病の罹病葉」の数

Infection\_rate : 罹病葉率 (Blotch/(Leaf+Blotch) × 100)

time\_sec : 画像解析に要した時間

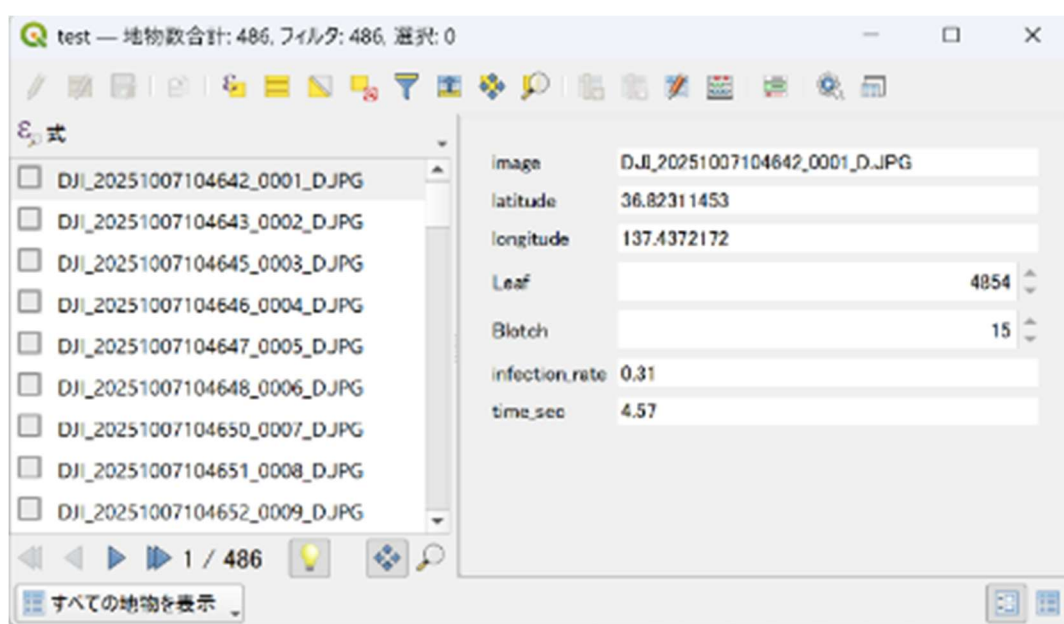


図 5-9

#### (4) 背景地図（地理院タイル）を追加

QGIS では様々な地図情報を表示できますので、用途に応じた地図を選んでください。本マニュアルでは、国土地理院が提供する「淡色地図」を使用する例を紹介します。

##### (i) ブラウザパネルの操作

「ブラウザパネル」>「XYZ Tiles」を右クリック>「新規接続」を選択



図 5-10

##### (ii) URL の指定

「XYZ 接続ウィンドウ」に下記を入力し「OK」をクリック

名前：淡色地図

URL：<https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/pale/{z}/{x}/{y}.png>



図 5-11

(iii) パネルの追加

ブラウザパネルの XYZ タイルの「▶」をクリック>「淡色地図」をダブルクリックしてレイヤパネルに追加



図 5-12

※主なインターネット地図の URL

インターネット地図は様々ありますが、ここでは一部のみ紹介します。

提供元：国土地理院 <https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>

標準地図	<a href="https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/std/{z}/{x}/{y}.png">https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/std/{z}/{x}/{y}.png</a>
淡色地図	<a href="https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/pale/{z}/{x}/{y}.png">https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/pale/{z}/{x}/{y}.png</a>
白地図	<a href="https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/blank/{z}/{x}/{y}.png">https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/blank/{z}/{x}/{y}.png</a>
簡易空中写真 (2004年～)	<a href="https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/airphoto/{z}/{x}/{y}.png">https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/airphoto/{z}/{x}/{y}.png</a>
全国最新写真 (シームレス)	<a href="https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/seamlessphoto/{z}/{x}/{y}.jpg">https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/seamlessphoto/{z}/{x}/{y}.jpg</a>

提供元：Google

Google Maps	<a href="https://mt1.google.com/vt/lyrs=m&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}">https://mt1.google.com/vt/lyrs=m&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}</a>
Google Satellite Hybrid	<a href="https://mt1.google.com/vt/lyrs=y&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}">https://mt1.google.com/vt/lyrs=y&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}</a>
Google Streets	<a href="https://mt1.google.com/vt/lyrs=r&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}">https://mt1.google.com/vt/lyrs=r&amp;x={x}&amp;y={y}&amp;z={z}</a>

※注意 インターネット地図の利用上の注意

地理院地図や Google マップなどのインターネット地図を利用する際は、各サービスの利用規約に従う必要があります。QGIS 上で背景として表示する範囲であれば問題ありませんが、地図を印刷したり資料に掲載したりする際は、各インターネット地図の規約で定められた条件を守る必要があります。詳細は各サイトの利用規約をご覧ください。

ポイント！

※注意 レイヤが見えなくなったら

- ・「レイヤパネル」でレイヤの上下関係（CSV レイヤが上、淡色地図が下）を確認
- ・表示場所が変わった場合は「レイヤパネル」>追加した CSV レイヤを選択し右クリック>「レイヤの領域にズーム」を押す。

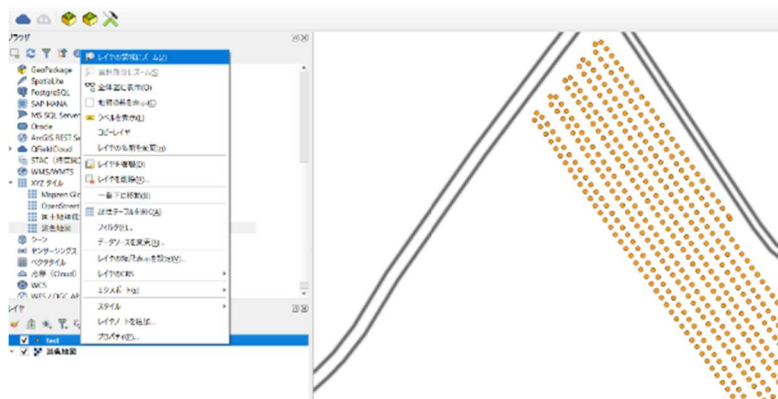


図 5-13

## (5) CSV レイヤの保存と座標参照系を変更

レイヤを保存すると共に座標参照系を変更します。CSV データに保存されているドローン画像の位置情報は地理座標系（単位は度）ですが、発病状況を可視化する際に扱いにくいいため、平面直角座標系（単位はm）の JGD2011 系に変換します。

### (i) エクスポート

「レイヤパネル」>追加した CSV レイヤを選択し右クリック>「エクスポート」  
>「新規ファイルに地物を保存」

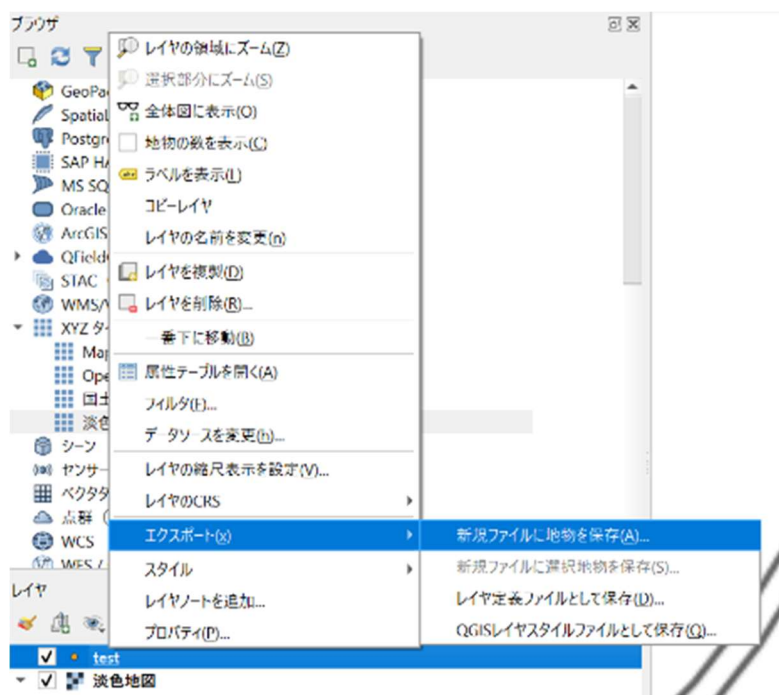


図 5-14

(ii) ファイル形式と保存場所を指定

- ・ 形式 : GeoJSON
- ・ ファイル名 : 三点リーダーを押してプロジェクトが保存されているフォルダを指定し、ファイル名を入力 (任意の名前) する。  
フォルダ名~ファイル名は全て半角英数が望ましい。

例 : 保存場所 D:/QGIS/map  
ファイル名 test\_6675.geojson

ポイント!

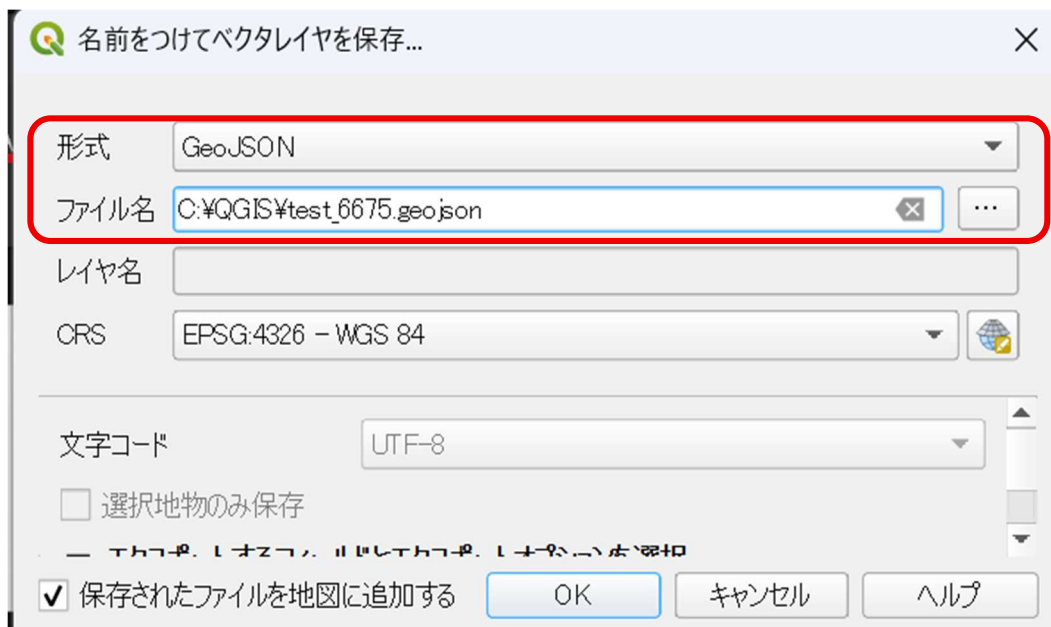


図 5-15

(iii) CRS (座標参照系) の指定

- ・ CRS 右側の地球儀マークを押す> CRS セレクターウインドウを表示します。

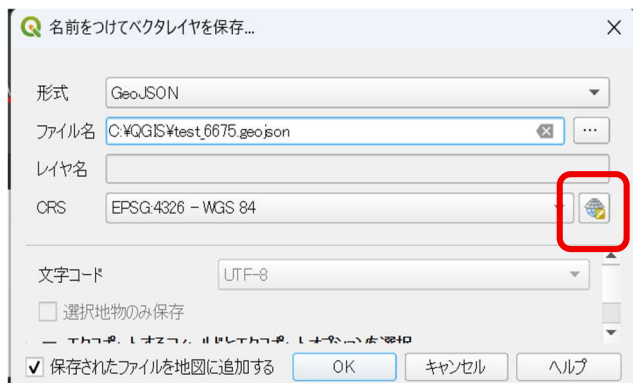


図 5-16

ポイント!

- ・ CRS セレクターウインドウ> 「フィルタ」に「JGD2011」と入力>あらかじめ定義された座標参照系 (CRS) の一覧」から地図で示されている場所を参考に、ほ場の場所に応じた JGD2011 系 (I~XIX のいずれか) を選択> 「OK」を押して CRS セレクターウインドウを閉じます。

ここでは例として、富山県が含まれる「JGD2011 / Japan Plane Rectangular CS VII (EPSG6675)」を選択します。

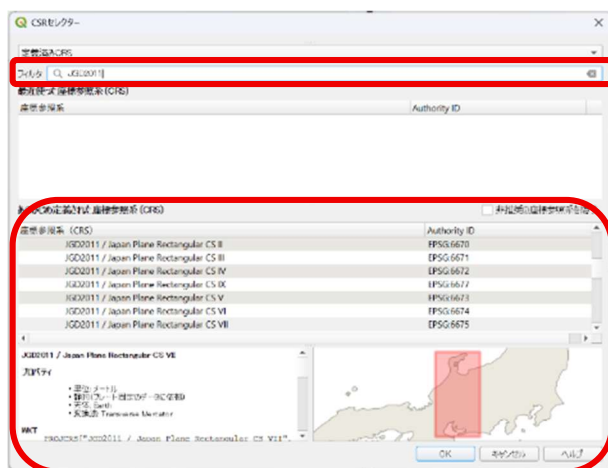


図 5-17

- ・「保存されたファイルを地図に追加する」のチェックが入っていることを確認し、OK を押して反映させます。

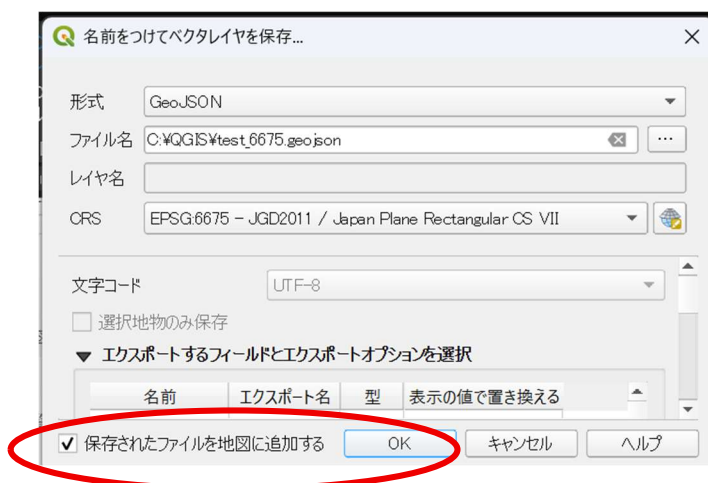


図 5-18

- ・適切に処理されると、ブラウザパネルのプロジェクトホームとレイヤパネルに新たに保存したレイヤが表示されます。

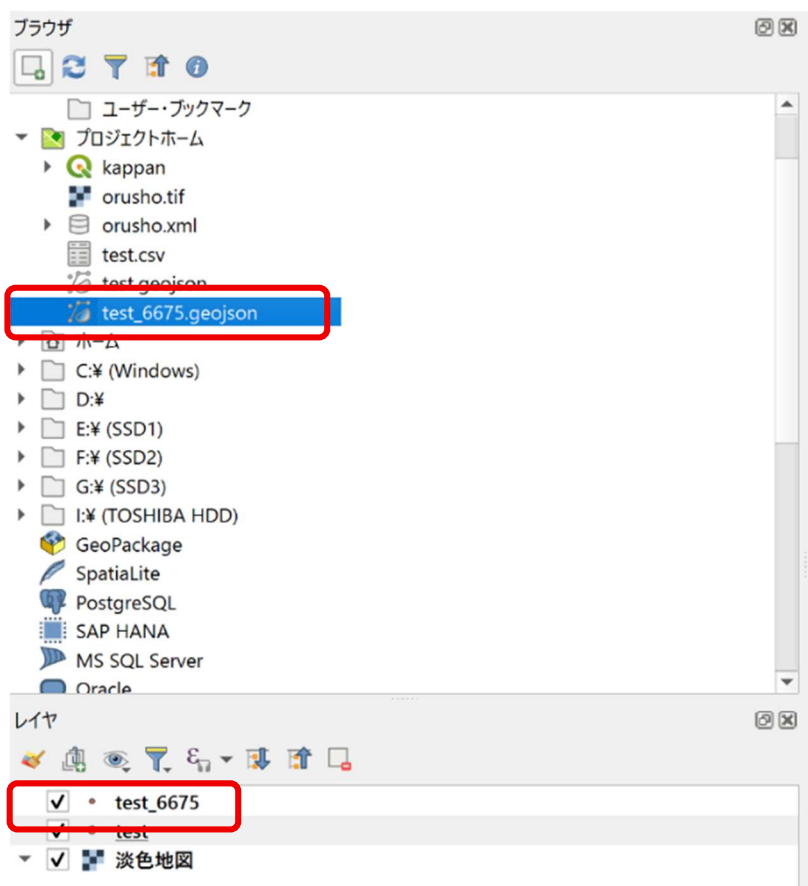


図 5-19

(iv) 元の CSV レイヤを削除

座標参照系を変更する前の CSV レイヤは不要なので、プロジェクト上から削除します（パソコン上に保存されている CSV データは消えません）。削除は下記の手順で行います。

「レイヤパネル」>CSV レイヤ（変更前）を選択し右クリック>「レイヤを削除」

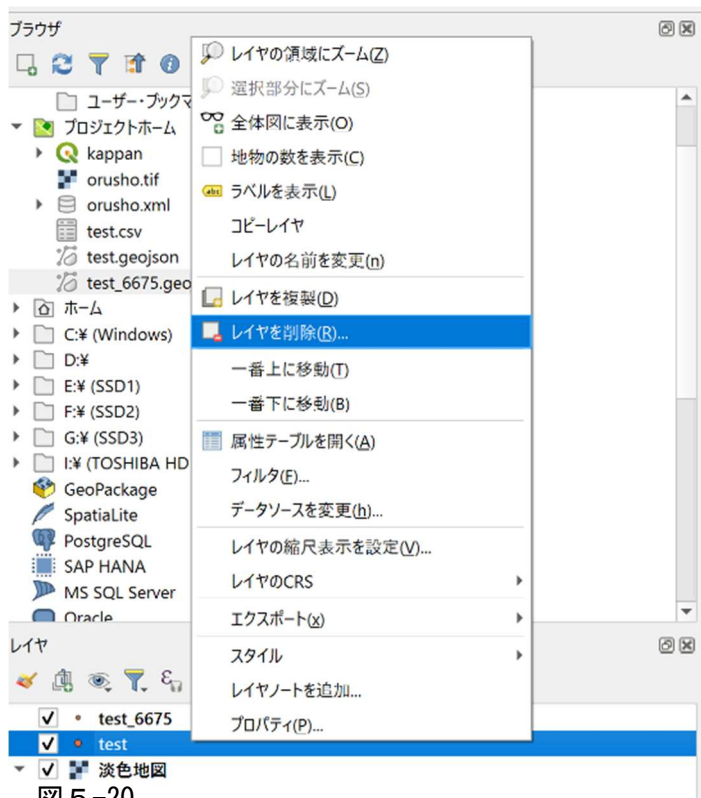


図 5-20

## (6) プロジェクトの座標参照系を変更

### (i) メニューバー操作

「メニューバー」>「プロジェクト」>「プロパティ」>「座標参照系 (CRS)」, もしくは「ステータスバー」右端の地球儀アイコンをクリックして座標参照系を設定します。

ポイント!

### (ii) 座標参照系の選択

フィルタに「JGD2011」と入力し、最近使用した座標参照系の一覧（あるいは「あらかじめ定義された座標参照系 (CRS) の一覧」）から、(5) CSV レイヤの保存と座標参照系の変更 で選択した CSV レイヤと同じ座標系を選択し、「OK」を押してください。ここでは例として「JGD2011 / Japan Plane Rectangular CS VII (EPSG6675)」を選択します。

正しく座標参照系が設定されていると、ステータスバーの地球儀のところに（プロジェクトウインドウの右下）、選択した座標参照系の EPSG 番号（例：EPSG6675）が表示されます。自動で切り替わっている場合はこの作業を省略してください。

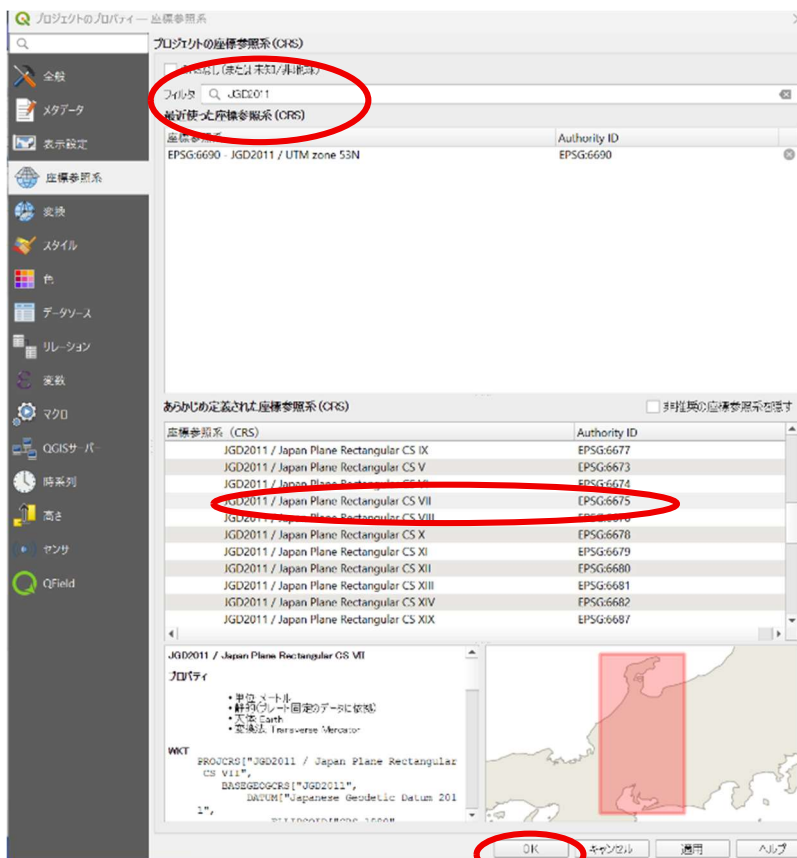


図 5-21

## (7) 罹病葉率の可視化

CSV データに保存されている罹病葉率 (infection\_rate) に基づいて色分け (区切り) します。ここでは、最小限の作業で作成できる「CSV レイヤのプロットを色分けする方法と、視認性が良い「グリッドを作成し色分けする方法」を紹介します。また、色分けの方法については、「自動で色分けの閾値を設定する場合」と、「ユーザーが任意の値を指定して色分けする場合」2 とおりの方法を紹介します。QGIS では様々な表現ができますので、用途に応じて可視化方法を選択してください。

### ① CSV レイヤのプロットを色分けする方法 (自動で色分け)

自動で色分けは褐斑病がある程度発生している場合に適しています。異なる場所・時間のデータを比較する場合は、シンボロジの設定を保存 (⑧で説明) し、共有してください。

なお、発生が少ない園地で行うと低い発病率の中で無理やり濃淡をつけるため、リスクを過大評価する場合があります。点に注意が必要です。

#### (i) シンボロジ選択

「レイヤパネル」> CSV レイヤ (変更後) を選択し右クリック> 「プロパティ」> 「レイヤプロパティ」のシンボロジを選択> 一番上のプルダウンを開き「連続値による定義」を選択します。

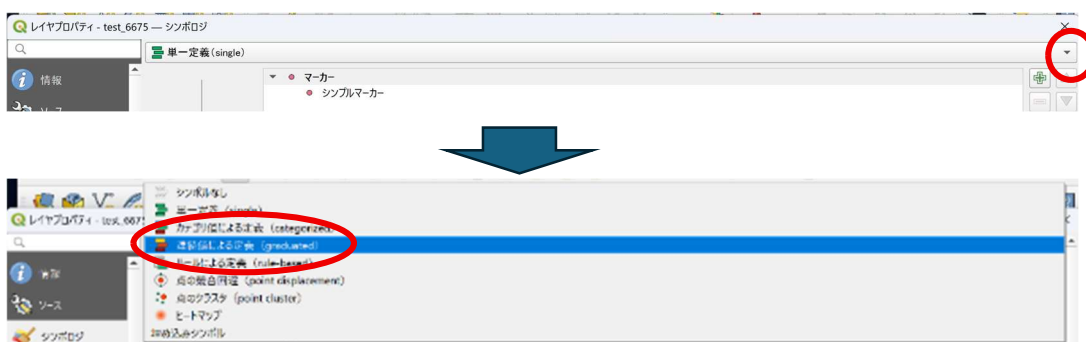


図 5-22

(ii) 「値」のプルダウンを開き、「infection\_rate」を選択

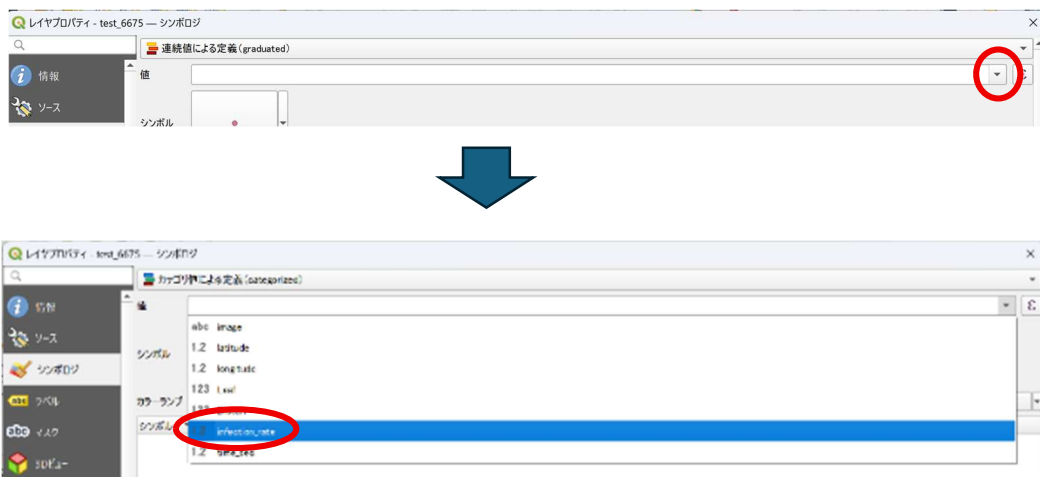


図 5-23

(iii) マーカーの表示方法等を選択

有効数字（「精度」を選択 今回表示する値は罹病率なので、4以下で十分）、方法（「色」or「サイズ」を選択）、カラーランプ（任意のものを選択）を選択します。ここでは例として、デフォルトの設定（精度：4、方法：色、カラーランプ：白→赤）を選択します。

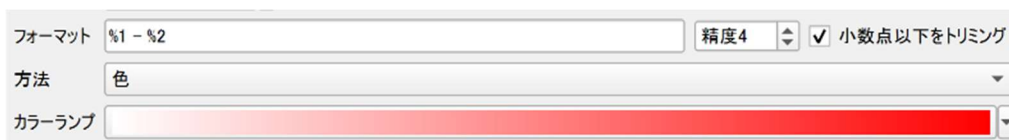


図 5-24

(iv) 値の読み込み

「ヒストグラム」タブを押す>「値の読み込み」を押す。「値の読み込み」を押す前は棒グラフが表示されていませんが、オスと GSV レイヤに含まれる罹病率の値の分布を書くことができます。

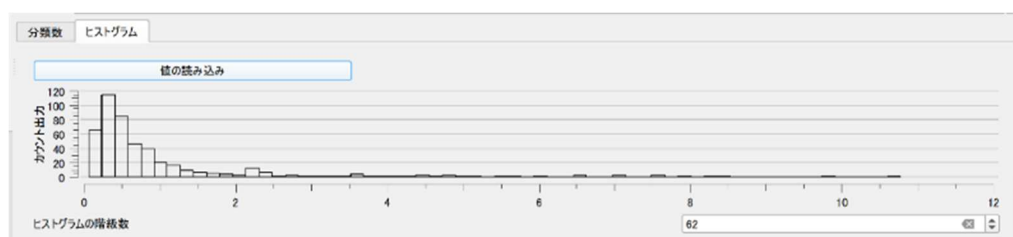


図 5-25

#### (v) 分類法と分類数の選択

「分類数」> 表示方法（モード、分類数、間隔サイズ等）を任意に選択します。  
「モード」や「分類数」等の設定は、データの性質（発病率の多少）や地図の視覚的な効果を考慮して選ぶ必要があります。ここではモード「自然分類」、分割数「5」を使用した例を示します。



図 5-26

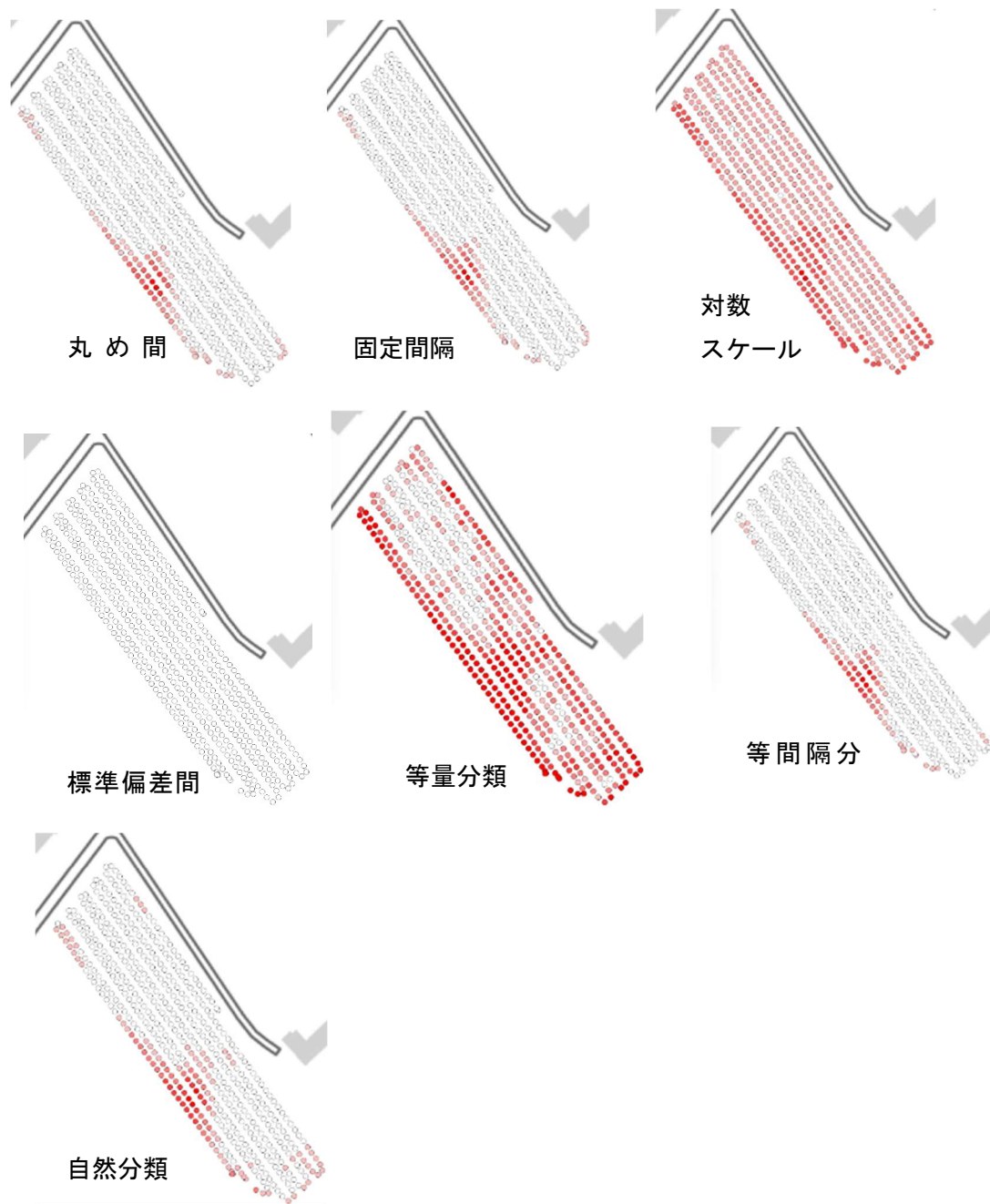


図5-27 分類モードの表示の違い

同一データを用いて、分類モードを変えて表示。分類数はいずれも5に設定。

(vi) 設定変更の適用と反映

「モード」や「分類数」等の設定終了後、

> 「分類」を押す（シンボルが表示される）

> 「適用」を押す（地図キャンパスのプロットに設定が反映される）。

問題なければ「OK」を押す。設定を変更したい場合は設定をやり直す。

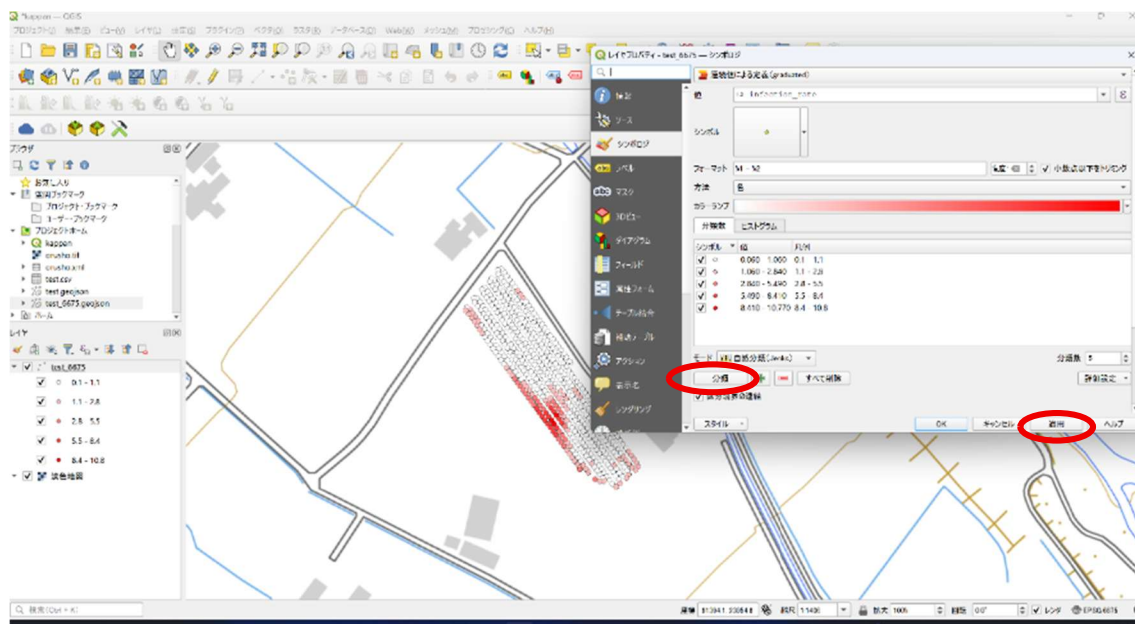


図 5-28

(vii) シンボロジのスタイル設定（可視化の設定）保存

複数のデータを扱う場合は、シンボロジのスタイル設定を保存することをお勧めします。保存方法は下記のとおりです。

左下「スタイル▼」押す>「スタイルを保存」を選ぶ>「レイヤスタイルを保存」ウインドウで「3点リーダー」を押す>保存場所と名前を指定（プロジェクトと同じ場所への保存を推奨）>「OK」を押す（スタイルデータ（.qml）が保存される）

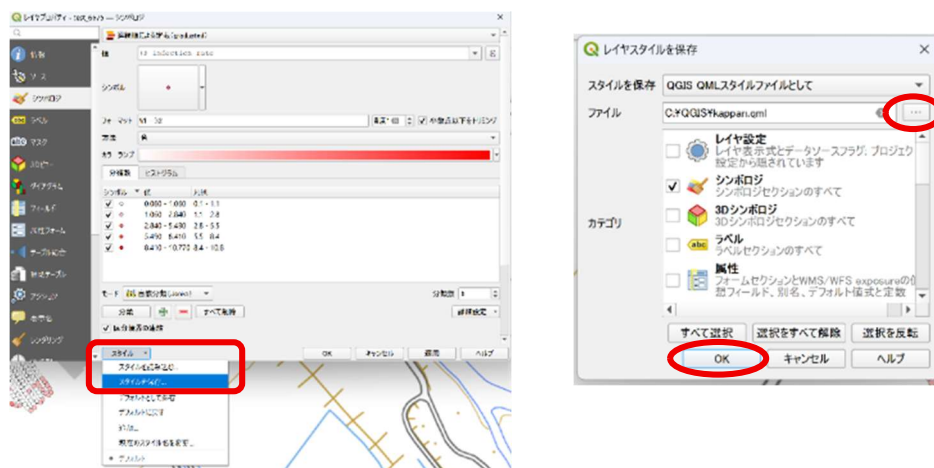


図 5-29

新たに CSV レイヤを追加した際（或いは新たにプロジェクトを作成した際）、「スタイル」>「スタイルを読み込む」>⑧で保存したスタイルデータ（.qml）を読み込むことで、レイヤの設定を簡単にコピーできます。

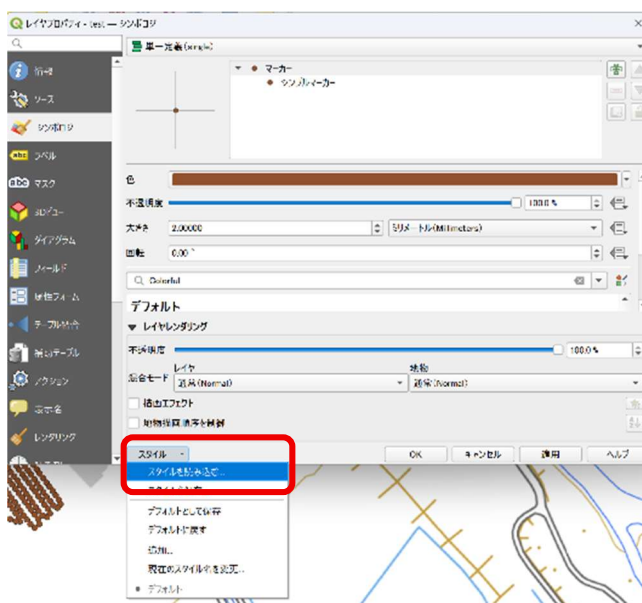


図 5-30

ポイント！

## ②CSV レイヤのプロットを色分けする方法（任意の値を指定して色分け）

自動で色分けがうまくいかなかった場合、何らかの理由により閾値を指定したい場合に使用します。

### ( i ) 色分け法の設定

「レイヤパネル」>CSV レイヤ（変更後）を選択し右クリック>「プロパティ」>「レイヤプロパティ」のシンボロジを選択>一番上のプルダウンを開き「ルールによる定義」を選択します。

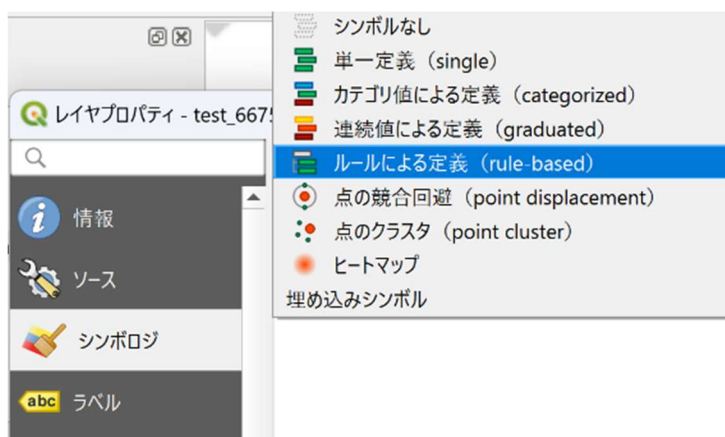


図 5-31

### ( ii ) 設定追加

「+」を押す>自動で「Edit Rule」ウィンドウが表示される（表示されない場合はラベルをダブルクリック）。

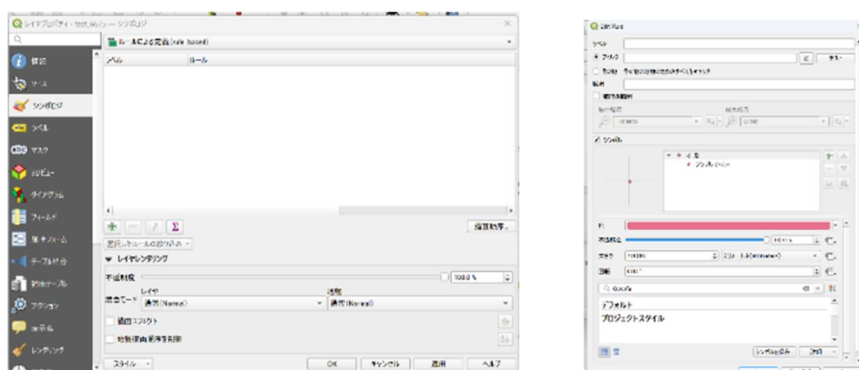


図 5-32

(iii) 「Edit Rule」 の設定

- ・ ラベル : ラベルに使用する凡例を入力 (日本語可)
- ・ フィルタ : ラベルを色分けするルールを入力  
入力フォームに直接入力するか、Σ ボタンを押して「式ビルダ」を表示し、その中で入力後 OK を押す  
記入例 : 2 未満 : "infection\_rate" < 2.0  
2 以上 4 未満 : "infection\_rate" >= 2.0 AND "infection\_rate" < 4.0  
フィルタを入力後に「テスト」を押すと、該当する対象物の数が表示される。

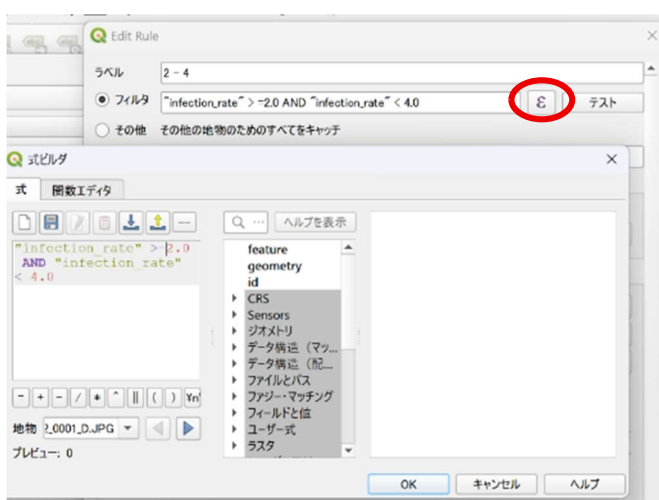


図 5-33

- ・ 説明 ラベルの説明欄。入力は任意。
- ・ シンボル シンボルの色や大きさ、透明度等を設定 (任意に設定)。

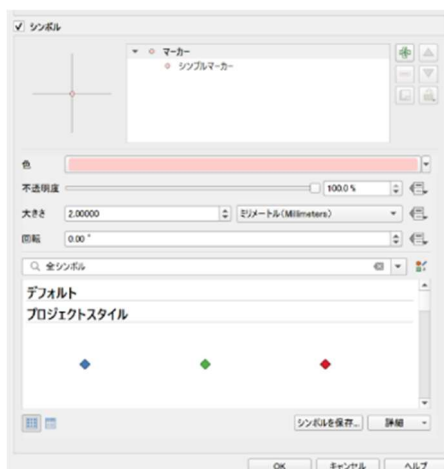


図 5-34

(iv) ラベルの作成

作成するラベルの数だけ②～③を繰り返す。

(v) 設定の反映

「適用」を押すと設定が地図パネルに反映される。

(vi) 設定完了

問題がなければ「OK」を押す。

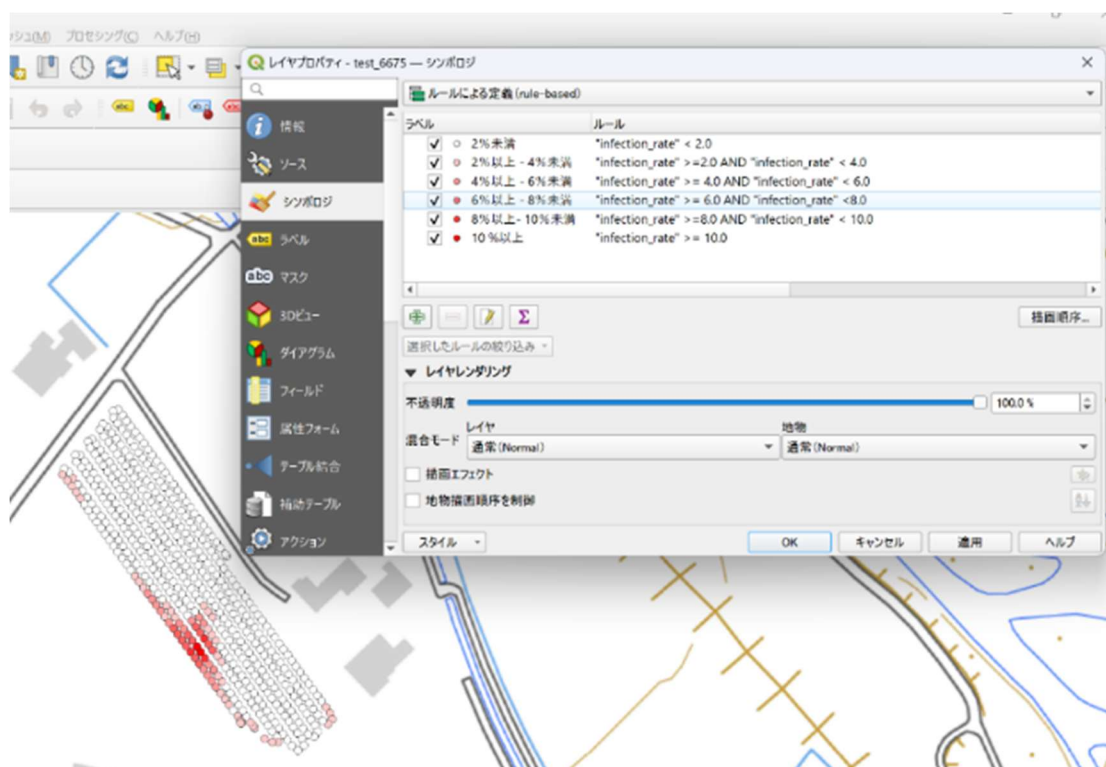


図 5-35

(vii) シンボロジ設定（可視化の設定）の保存

左下「スタイル▼」押す>「スタイルを保存」を選ぶ>「レイヤスタイルを保存」ウインドウで「3点リーダー」を押す>保存場所と名前を指定（プロジェクトと同じ場所への保存を推奨）>「OK」を押す（スタイルデータ（.qml）が保存される）

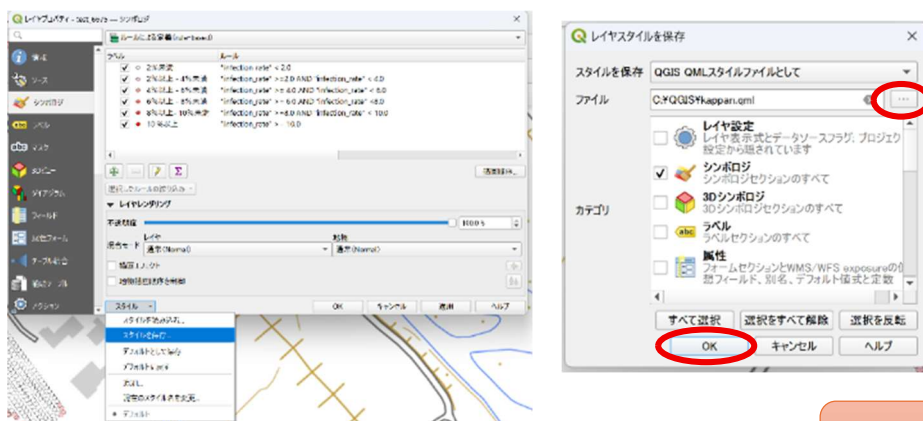


図 5-36

ポイント！

新たに CSV レイヤを追加した際（あるいは新たにプロジェクトを作成した際）、「スタイル」>「スタイルを読み込む」>⑧で保存したスタイルデータ（.qml）を読み込むことで、レイヤの設定を簡単にコピーできる。

### ③グリッドを作成し色分けする方法（自動で色分け）

この方法は、異なる時間・場所で撮影したデータを比べる場合や、発生が少ない園地の評価を行う場合に適しています。なお、ドローンセンシングにより得られる発病葉率は撮影環境の影響を受けるため、異なる時間・場所で撮影したデータを比べる場合は注意が必要です。

#### (i) グリッド作成

「メニューバー」>「ベクタ」>「Research Tools(調査ツール)」>「グリッドを作成」を押す。

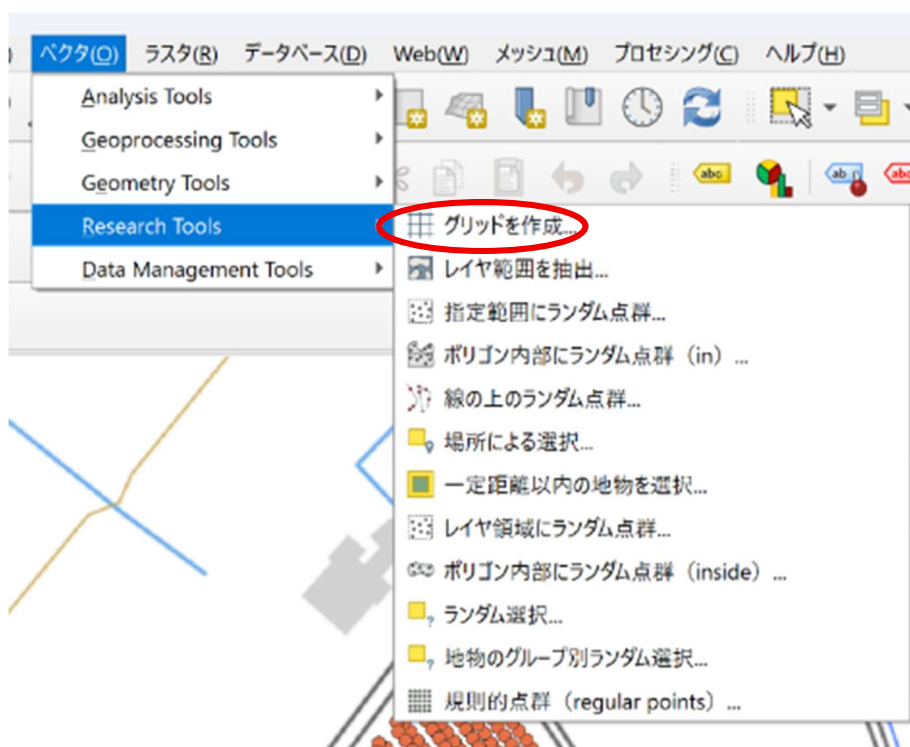


図 5-37

(ii) 「ベクタ作成」 ウィンドウで設定を入力

- ・ グリッドの種類：六角形
  - ・ グリッドの範囲：「▼」 > 「レイヤから計算」
- > 平面直角座標系に変更後の CSV レイヤを選択

ポイント！

※誤って変更前の CSV レイヤ（地理座系の単位は度）を指定すると、グリッド（単位は m）を作成する際にエラーが出ます。紛らわしいので、変更前の CSV レイヤはプロジェクトから削除しておくことを推奨します。

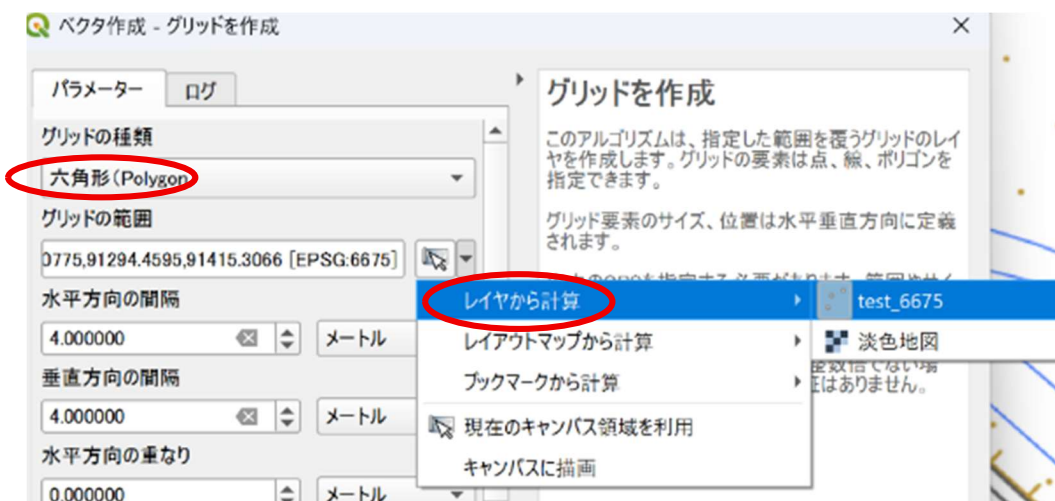


図 5-38

(iii) グリッドサイズ指定

・ 水平方向と垂直方向の間隔

水平方向、垂直方向の間隔は、撮影時のラップ率に応じて調整すると、綺麗な図になります。撮影時のオーバーラップ率と水平・垂直方向の間隔の目安は下記のとおりです。

前部オーバーラップ率 80%、サイドラップ率 80% → 4m~6m 程度

前部オーバーラップ率 80%、サイドラップ率 70% → 6m~8m 程度

・ 水平方向の重なりと垂直方向の重なり

これらの項目は 0m とします。

水平方向の間隔	
<input type="text" value="4.000000"/>	<input type="text" value="メートル"/>
垂直方向の間隔	
<input type="text" value="4.000000"/>	<input type="text" value="メートル"/>
水平方向の重なり	
<input type="text" value="0.000000"/>	<input type="text" value="メートル"/>
垂直方向の重なり	
<input type="text" value="0.000000"/>	<input type="text" value="メートル"/>

図 5-39

(iv) CRS (座標参照系) の確認

出力グリッドの CRS : プロジェクトと同じものになっているか確認します。異なっていればプロジェクトと同じものを選択します。

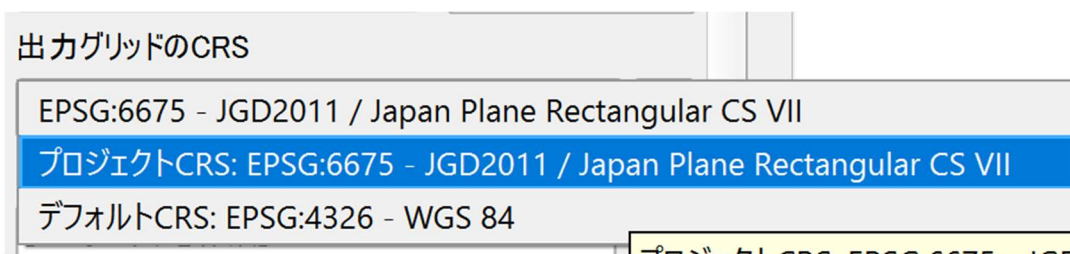


図 5-40

(v) 設定終了後の確認

以上を入力し、「実行」を押すとグリッドが表示されます。無事表示されれば「閉じる」を押してください。エラーが出た場合は、エラーコードを参考に対応して下さい。

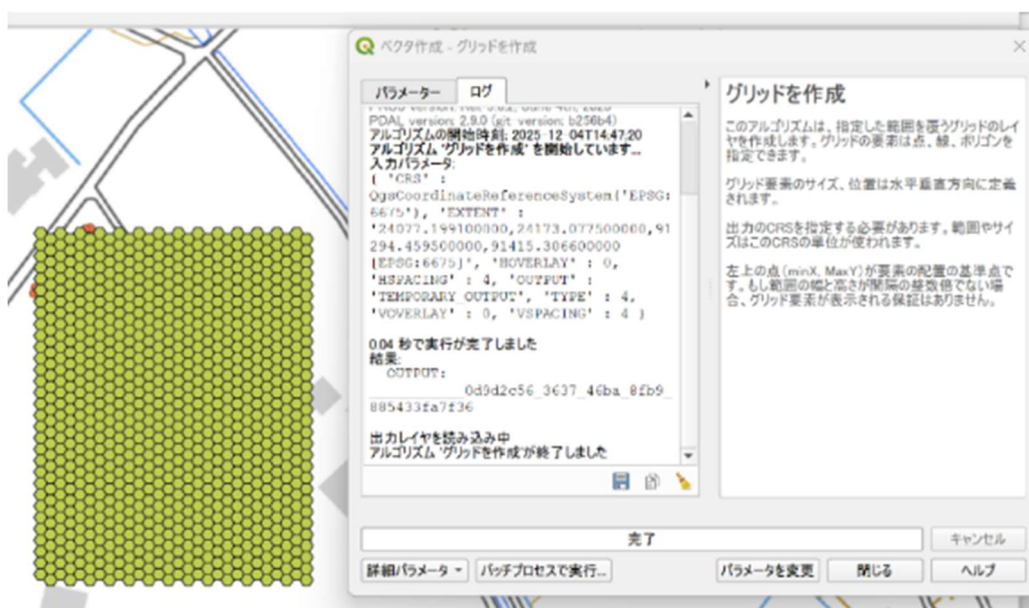


図 5-41

(vi) ツールボックスの表示

「メニューバー」>「プロセッシング」>「ツールボックス」を押す。

又は、「ツールバー」の歯車マークを押す。

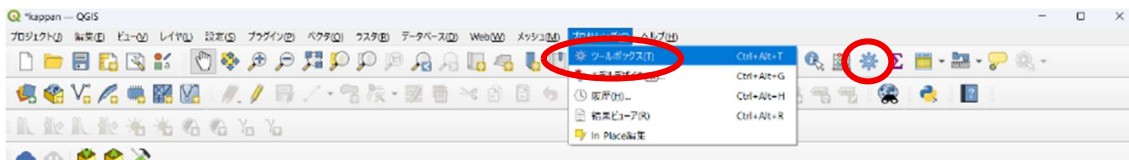


図 5-42

(vii) 「属性の空間結合」

「ツールボックス」>「ベクター一般」>「Σ属性の空間結合（集計付き）」を押す

或いは、検索バーに「属性の空間結合」等と入力して検索します

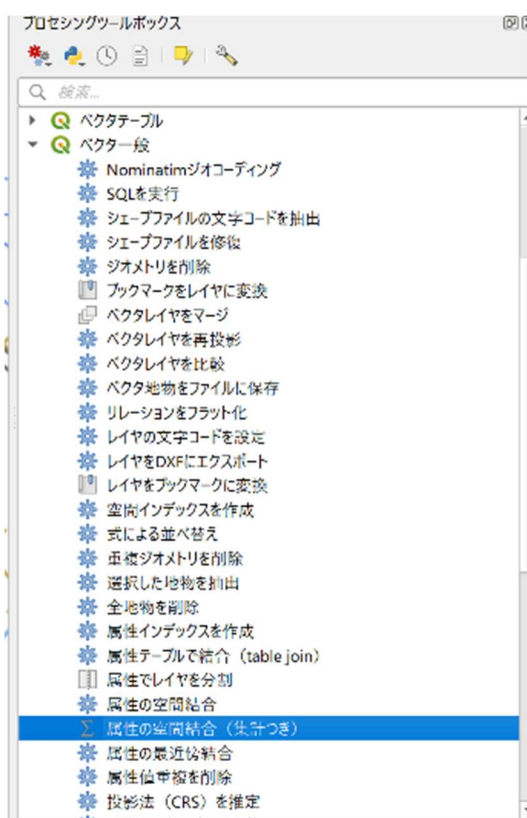


図 5-43

(viii) 「ベクター一般-属性の空間結合 (集計付き)」の設定と実行

- ・ 地物を結合するレイヤ : 「グリッドレイヤ」を選択
- ・ 地物の空間関係 : 「交差する」を選択
- ・ 比較対象 : 平面直角座標系に変更後の CSV レイヤを選択

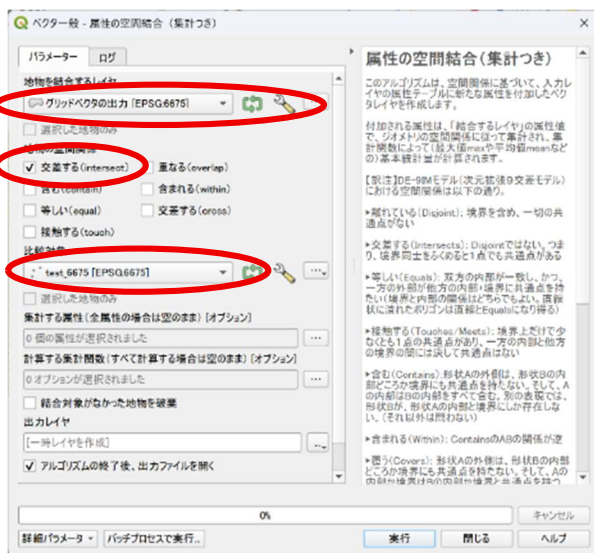


図 5-44

- ・出力レイヤ : 「3点リーダー」を押す>「ファイルに保存」を選択  
 >保存場所 : プロジェクトと同じ  
 ファイル名 : 任意  
 ファイルの種類 : GEOJSON files (. geojson)

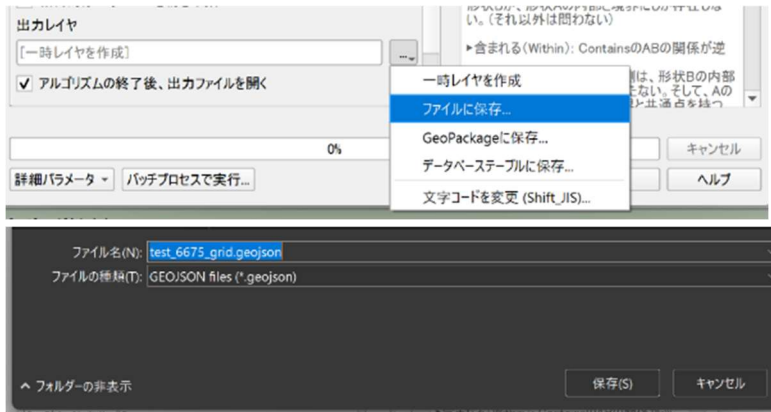


図 5-45

- ・「実行」を押すと新たなレイヤが作成される。実行ログに「結合レイヤの空間インデックスが存在しません。処理が極端に悪化します」と表示されるが問題ない。
- ・実行終了後、ブラウザパネルとレイヤパネルに新たなレイヤが表示される。
- ・「閉じる」を押してウインドウを消す。

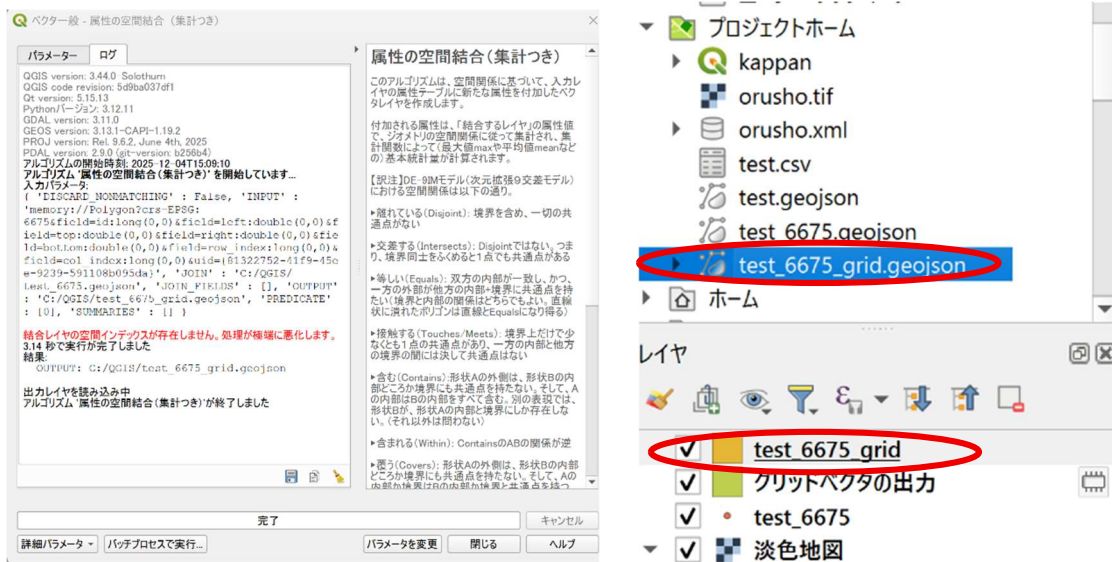


図 5-46

※ベクター一般-属性の空間結合（集計付き）処理について

前部オーバーラップ率 80%、サイドラップ率 80%で撮影したデータの CSV データと、グリッドサイズ 4m を重ね合わせた際、1 グリッドあたり 1～3 ポイントのデータが重なっている状態となります。ベクター一般-属性の空間結合（集計付き）処理では、重なっている各ポイントのデータをグリッドデータに付与し、グリッド内の最大罹病葉率を可視化に使用しています。なお、ドローンの飛行経路が不均等だった等の理由により、プロットとグリッドが重ならない場所が発生することがあり、この場合は結合後のグリッドが一部欠損（穴あき）した状態になります。損部分を無くしたい場合はグリッドサイズを大きくするなどの対応を検討します。

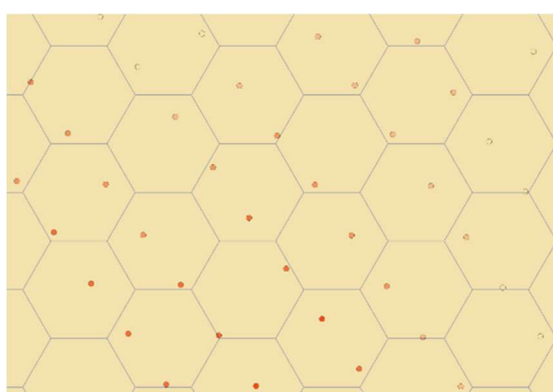


図 5-47

結合後のグリッドに含まれるデータは「レイヤパネル」>結合後のグリッドを選択>「右クリック」>「属性パネルを開く」を選択 で見ることができる。グリッドを罹病葉率に基づいて色分けする際は、グリッド内の最大感染率（infection\_rate\_max）を使用します。

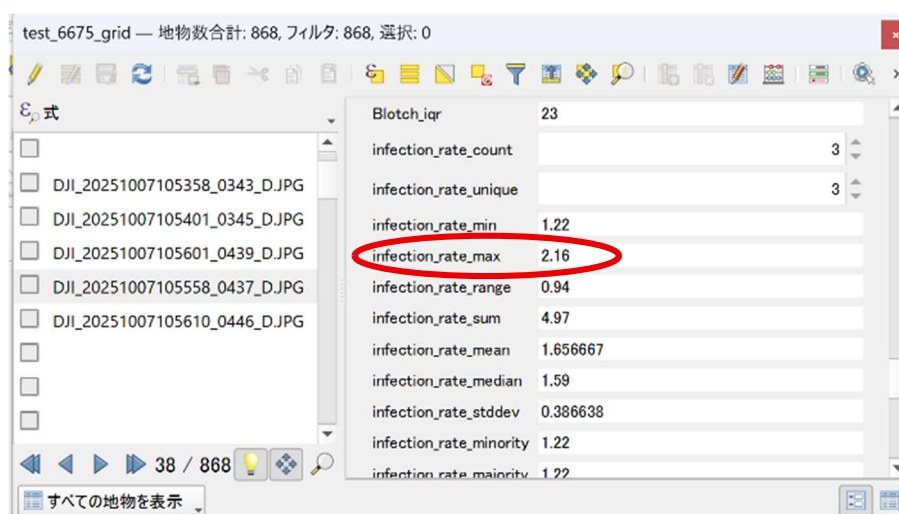


図 5-48

(ix) レイヤシンボロジの設定変更

- ・「レイヤパネル」>結合後のグリッドレイヤを選択し右クリック>「プロパティ」>「レイヤプロパティ」のシンボロジを選択>一番上のプルダウンを開き「連続値による定義」を選択します。

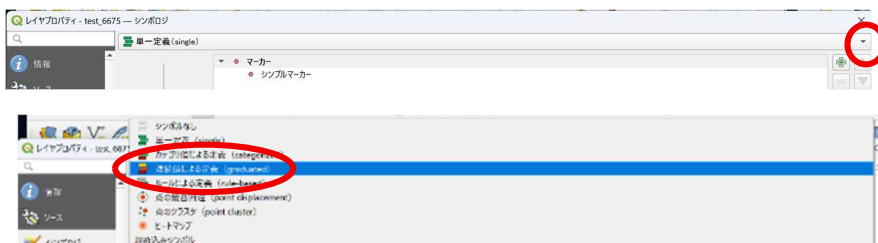


図 5-49

- ・「値」のプルダウンを開き、使用する値「infection\_rate\_max」（罹病率の最大値）を選択

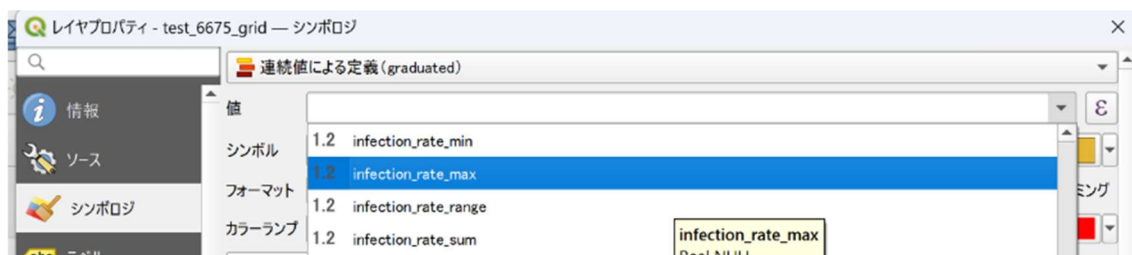


図 5-50

- ・ マーカーの表示方法等を選択します。有効数字（「精度」を選択）、方法（「色」 or 「サイズ」を選択）、カラーランプ（任意の色を選択）を選択します。ここでは例として、デフォルトの設定（精度：4、方法：色、カラーランプ：白→赤）を選択します。

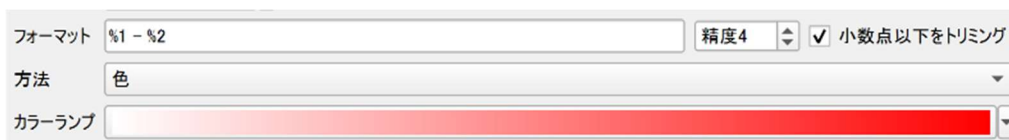


図 5-51

- ・「ヒストグラム」タブを押す>「値の読み込み」を押します。

これにより、CSV レイヤに含まれる発病葉率の値の分布を確認できます。

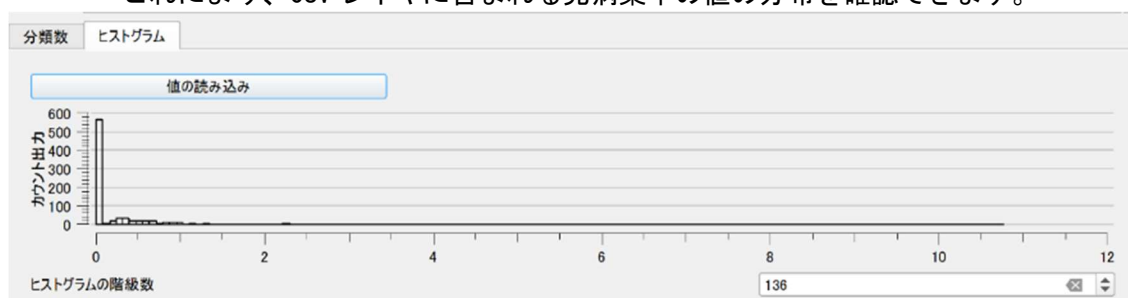


図 5-52

- ・「分類数」> 表示方法（モード、分類数、間隔サイズ等）を任意に選択します。  
「モード」や「分類数」等の設定は、データの性質（発病率の多少）や地図の視覚的な効果を考慮して選ぶ必要があります。マニュアルではモード「自然分類」、分割数「5」を使用した例を示します。

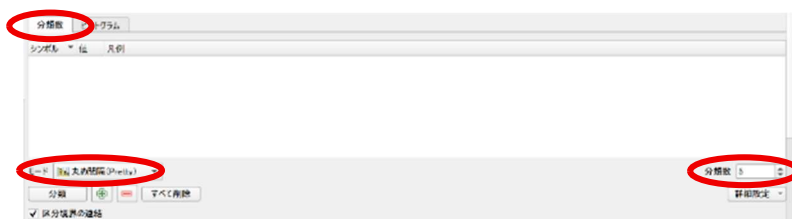


図 5-53

- ・「モード」や「分類数」等の設定—とおり選択後
  - > 「分類」を押す（シンボルが表示される）
  - > 「適用」を押す（地図キャンパスのプロットに設定が反映される）
- ・問題なければ「OK」を押す。

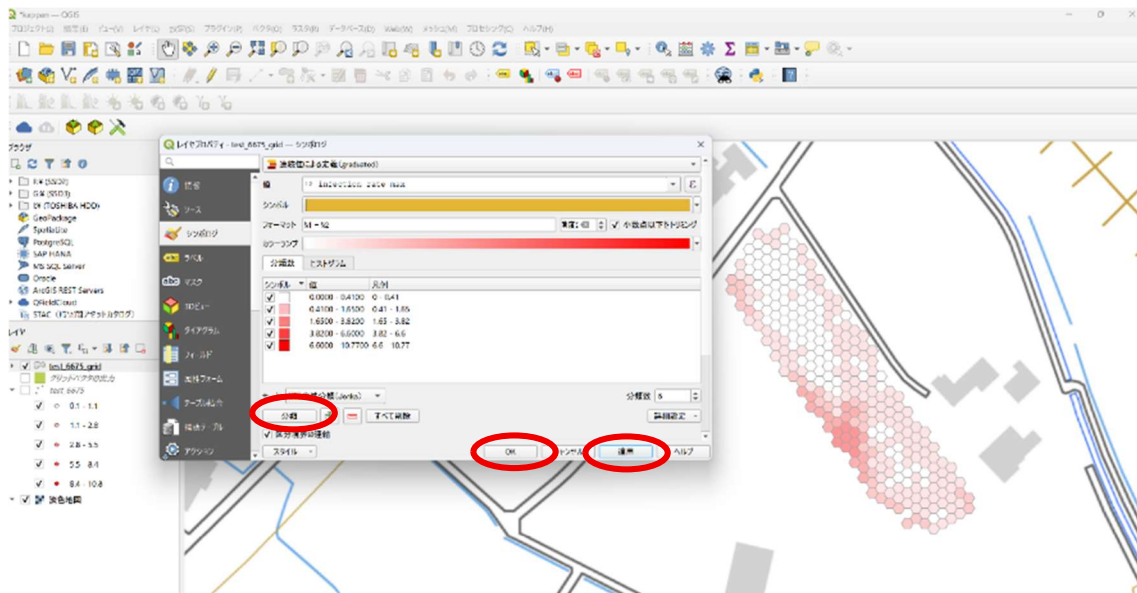


図 5-54

## (x) シンボロジ設定の保存と読み込み

シンボロジの設定（可視化の設定）を保存しておく、その後同様の作業を行う際に便利です。設定の保存と読み込み方法は下記のとおりです。

### ・設定の保存

左下「スタイル▼」押す>「スタイルを保存」を選ぶ>「レイヤスタイルを保存」ウィンドウで「3点リーダー」を押す>保存場所と名前を指定（プロジェクトと同じ場所への保存を推奨）>「OK」を押す（スタイルデータ（.qml）が保存される）

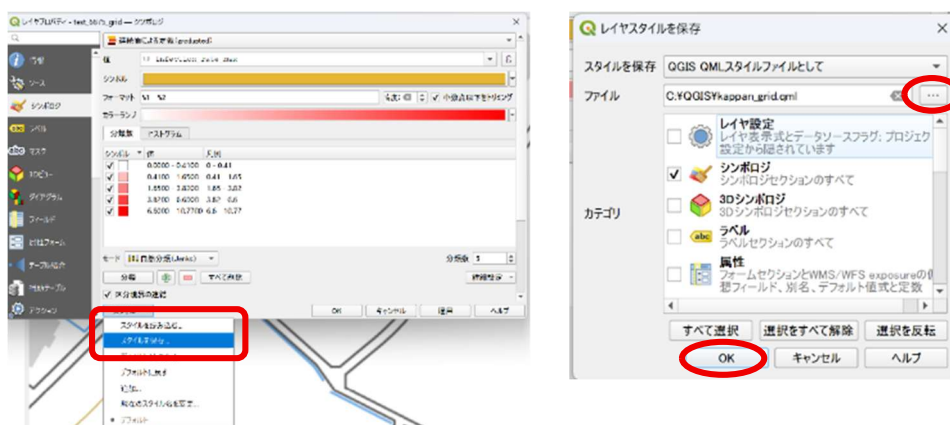


図 5-55

### ・設定の読み込み

新たにグリッドレイヤを追加した際（或いは新たにプロジェクトを作成した際）、「スタイル」>「スタイルを読み込む」>⑧で保存したスタイルデータ（.qml）を読み込むことで、レイヤの設定を簡単にコピーできます。

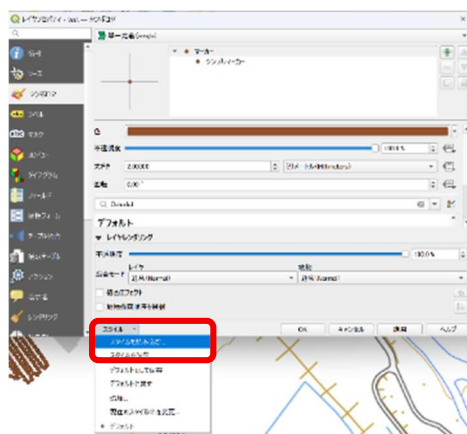


図 5-56

## (8) オルソモザイク画像の表示

オルソモザイク画像を重ね合わせることで現地確認が容易になります。なお、オルソモザイク画像が無い場合は、背景地図にインターネット地図（国土地理院の「全国最新写真（シームレス）」の利用をご検討ください（第5章3.（4）参照）。

オルソ画像をレイヤパネルに入力する方法は以下のとおりです。

### (i) オルソモザイクデータの準備

プロジェクトフォルダにオルソモザイク画像を保存します。

### (ii) レイヤに追加

#### ・方法1

レイヤパネルにドラックアンドドロップでオルソモザイク画像を入力する。

#### ・方法2

メニューバーの「レイヤ」>「レイヤを追加」>「ラスタレイヤを追加」>データソースマネージャーの「ラスタ」>「データセット」の三点リーダーを押す>オルソモザイク画像（.tif）データを選択する。

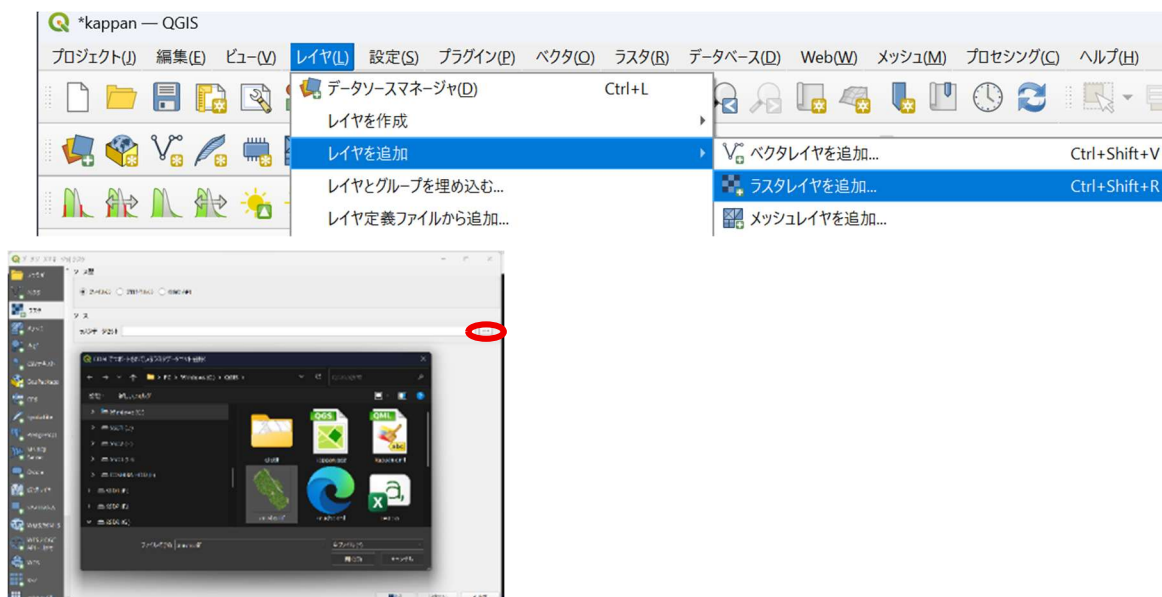


図 5-57

## (9) レイヤの透明度設定

必要に応じて、レイヤの透明度を変えます。

「レイヤパネル」>レイヤを選択し右クリック>「プロパティ」を押す>「シンボロジ」の「レンダリング」の「透明度」を100%から任意の値（60%など）に変更する>OKを押します。



図 5-58



図 5-59

## (10) 地図の整飾

### (i) スケールバーを表示

メニューバーの「ビュー」>「地図整飾」>「スケールバー」を選択

>設定入力

- ・「スケールバーを有効にする」にチェック
- ・「スケールバーのスタイル」で「ティックアップ」を選択
- ・「配置」は「左下」に設定

>「OK」を押す

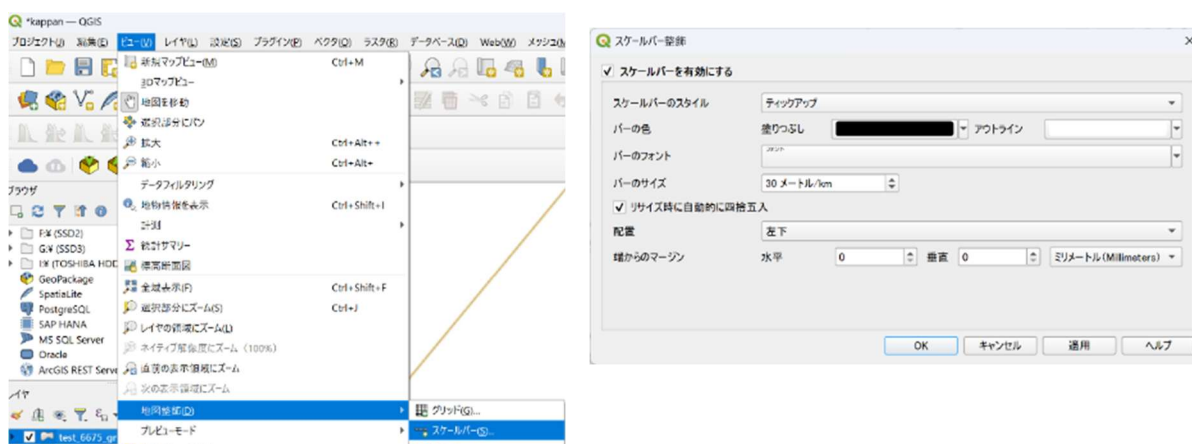


図 5-60

(ii) 方位記号を表示

メニューバーの「ビュー」>「地図整飾」>「方位記号」を選択

>設定入力

- ・「方位記号を使用」にチェック
- ・「配置」は「右上」に設定

>「OK」を押す



図 5-61

(iii) タイトルを表示

メニューバーの「ビュー」>「地図整飾」>「タイトルラベル」を選択

>設定入力

- ・「タイトルラベルの有効化」にチェック
- ・「タイトルラベルテキスト」に任意のテキストを入力

>「適用」を押す

テキストが見つからない場合は「フォント」「背景のバーの色」などで調整します。

>設定が終わったら「OK」を押す

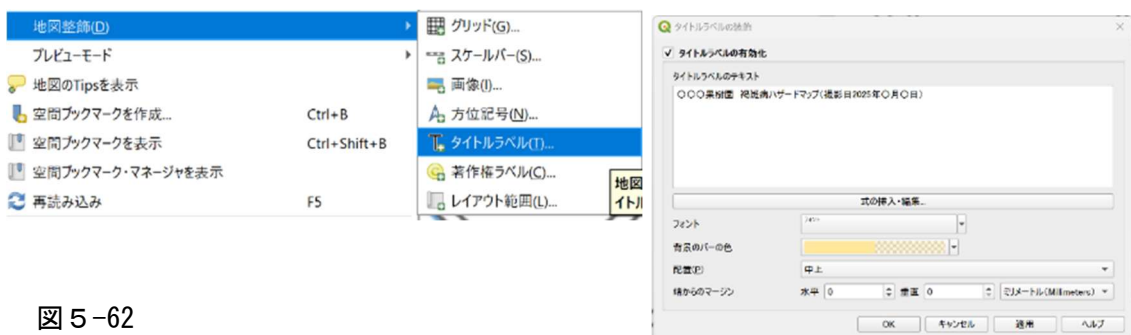


図 5-62

(iv) 著作権を表示

メニューバーの「ビュー」>「地図整飾」>「スケールバー」を選択

>設定入力

- ・「著作権ラベルを有効にする」にチェック
- ・「著作権ラベルのテキスト」に任意のテキストを入力

記入例：【出典】

背景地図：地理院タイル「淡色地図」（国土地理院）

> 「OK」を押す

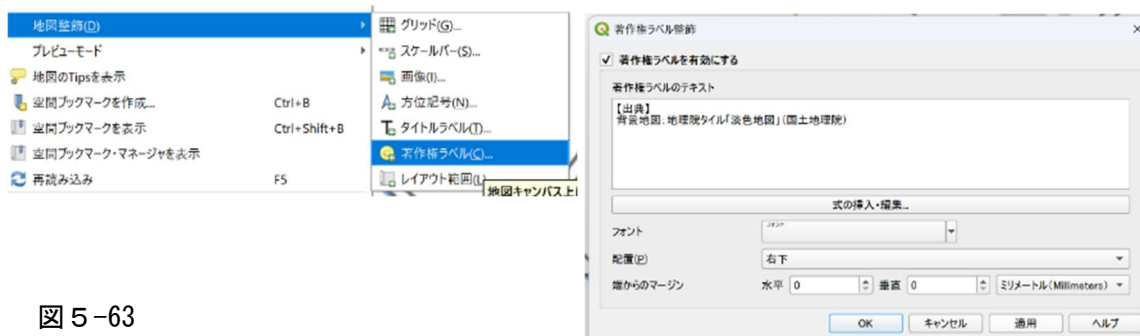


図 5-63

## (10) 地図を画像データとして出力

### (i) 画面表示

出力したい範囲を地図キャンバスに表示した状態にします。

### (ii) メニューバー操作

メニューバーの「プロジェクト」>「インポートとエクスポート」>「地図を画像にエクスポート」を選択します。

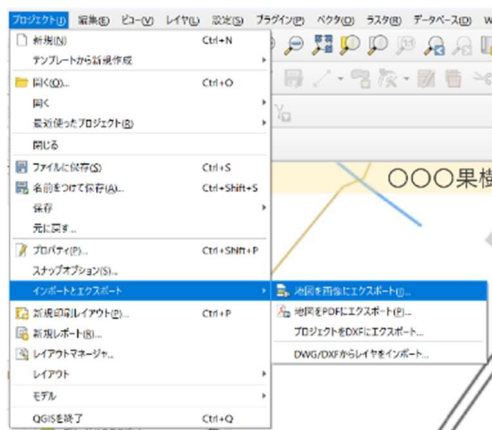


図 5-64

### (iii) データ保存

「保存」をクリック>ファイルの保存場所とファイル名を指定し「保存」を押します。

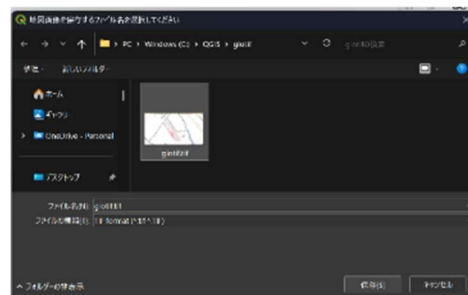
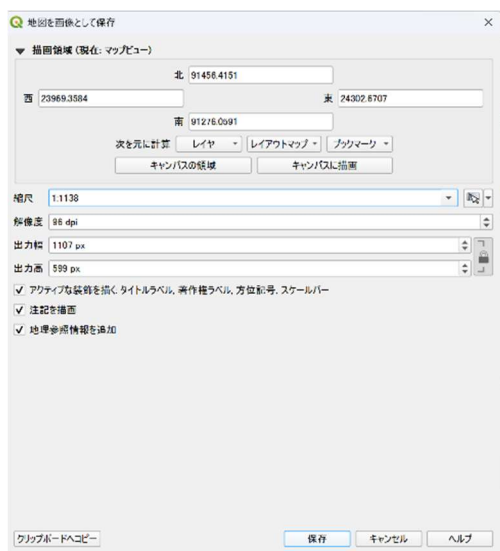


図 5-65

以上の操作で、地図の作成が終わりました。

次は「QField」用のデータに変換する方法について説明します。

## (11) QField用のデータに変換

### ①ベースマップの準備

- ・携帯端末がオンライン（電波が通じている）の状態で「QField」を使用する場合には、インターネット地図を使用することができますので、②に進んでください。
- ・オフラインの状態ではプロセッシングツールの「XYZ タイルを生成 (MBTiles 形式)」でオフラインでも使える地図を作成します。以下の i ~ iii を実施してください。

#### ( i ) XYZ タイルを生成 (MBTiles 形式) の作成

- ・メニューバーの「プロセッシング」>「ツールボックス」>ラスタツールの「XYZ タイルを生成 (MBTiles 形式)」をダブルクリックします。

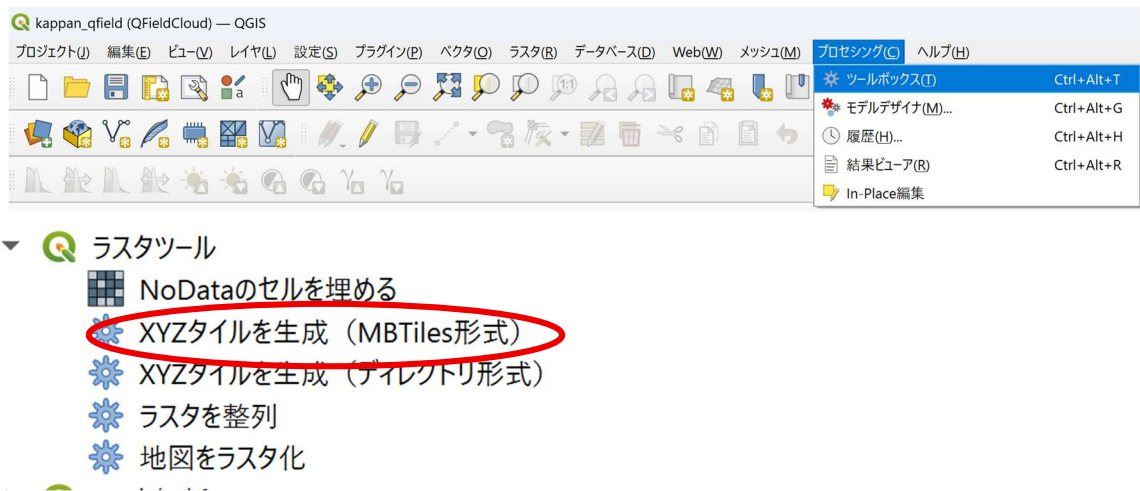


図 5-66

(ii) XYZ タイルを生成 (MBTiles 形式) ツールの設定

- ・パラメータータブ>領域横の▼を押す>「キャンパス領域を使用」を選択
- ・最小ズーム 2
- ・最大ズーム 18
- ・タイルフォーマット 「PNG」 or 「JPG」
- ・出力>三点リーダー>ファイルに保存>  
(QFieldのプロジェクトと同じ場所、半角英数)

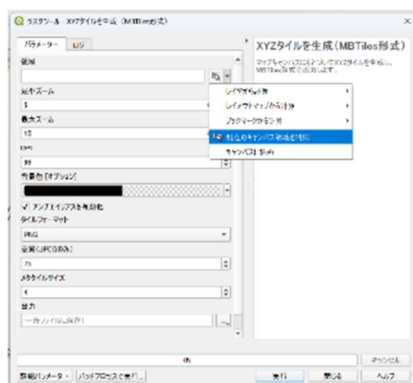


図 5-67

(iii) レイヤパネルに追加

保存したタイルをプロジェクトのレイヤパネルに入れます

## ②QField Sync プラグインの準備

QField Sync プラグインをまだインストールしていない場合は、プラグインマネージャからインストールします。メニューバーの「プラグイン」>「プラグインの管理とインストール」>「QField Sync」を検索してインストール を選択します。



図 5-68

## ③QField プロジェクトの保存先を設定

・「メニューバー」>「プラグイン」>「QFieldSync」>「設定」

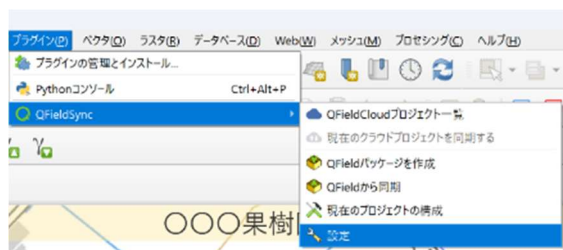


図 5-69

・「3点リーダー」を押して、「デフォルトのクラウドフォルダ」、「インポートフォルダ」、「エクスポートフォルダ」を指定します。



図 5-70

#### ④ QFieldパッケージの作成（エクスポート）

QGISで開いているプロジェクト全体を、QFieldアプリで読み込める単一のパッケージとしてエクスポートします。メニューバーの「プラグイン」>「QFieldSync」>「QFieldパッケージを作成」>「QFieldプロジェクトのパッケージを作成」ウインドウで「作成」を押します。



図 5-71

#### ⑤モバイル端末へのデータ転送

④で作成されたデータを、フォルダごとスマートフォンやタブレットに転送します。データの転送手段は、大きく分けて以下の2とおり（クラウド・直接）があります。

##### ・クラウド経由の場合

専用のクラウドサービス「QFieldCloud」を利用し、インターネット経由でデータを端末に同期・保存する方法

##### ・直接転送の場合

USB ケーブルでパソコンと接続、または USB メモリや一般的なクストレージ（Google Drive 等）を使用し、データを端末内のストレージにコピーします。Android 端末の場合、保存場所は下記のとおりです。

内部共有ストレージ>Android>data>ch.opengis.qfield>files>QField>proj

（※これらのフォルダはアプリをインストールすると作られます）

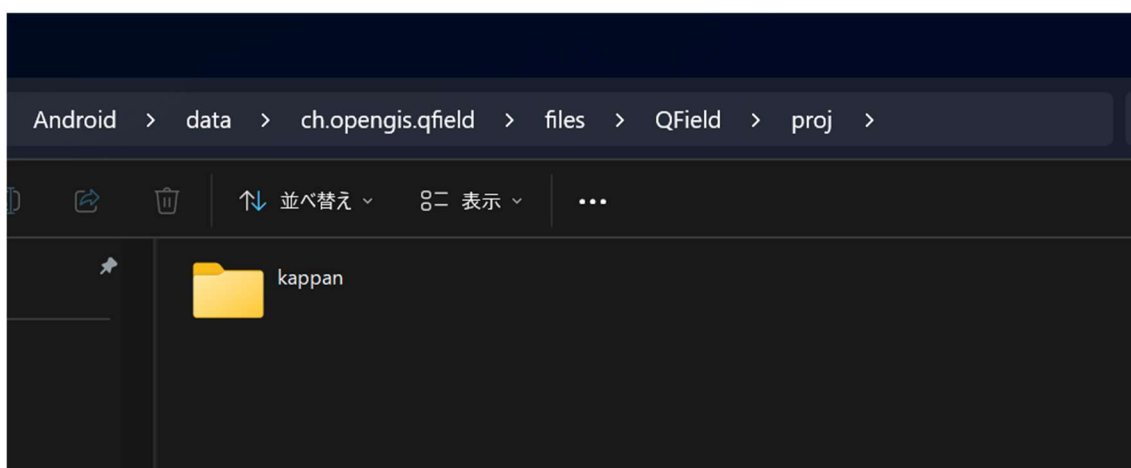


図5-72 USB ケーブルでパソコンとスマートフォンをつなげて転送した例

## (12) QField の操作

ここでは Android 端末においてデータを直接転送したことを前提として、使い方を紹介します。

(i) 端末上で「QField」アプリを起動

(ii) 「ローカルファイルを開く」をタップ

(iii) 「QField ファイルディレクトリ」をタップ

(iv) 「QField」をタップ

(v) 「proj」をタップ

(vi) (iii) で「保存したフォルダ」をタップ

(vii) 「プロジェクトファイル」をタップ

(viii) プロジェクト起動

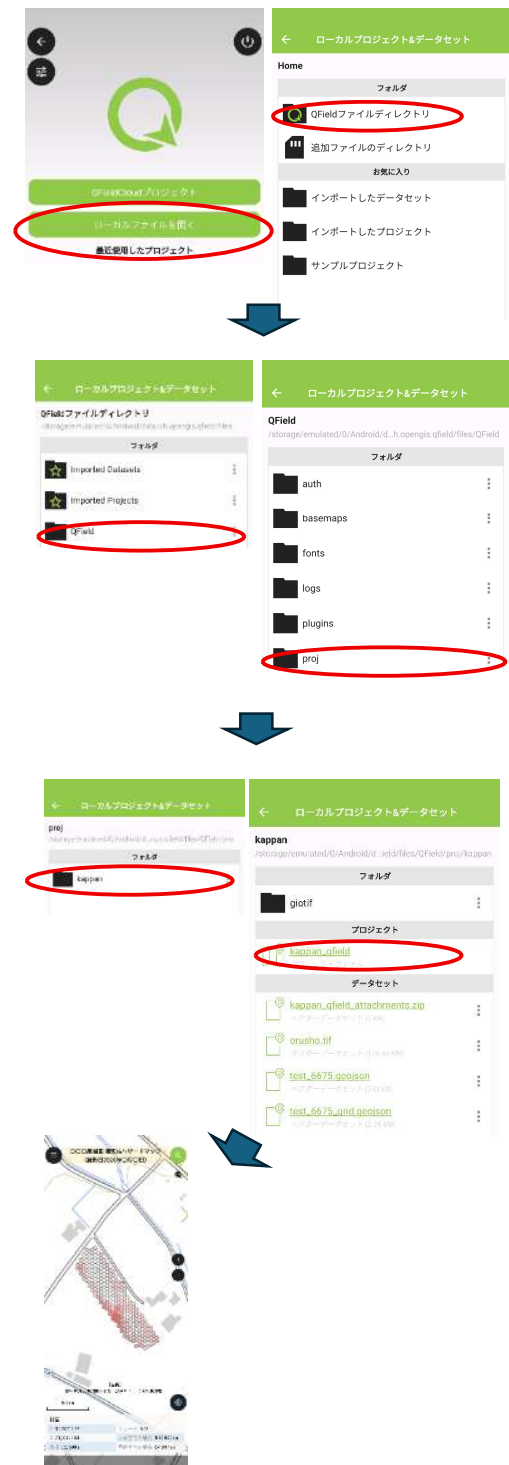


図 5-73

## 役立ち情報

### 1. 携帯端末の位置情報改善方法

「QField」では地図上に端末の位置が表示されますが、一般的なスマートフォンは測位誤差が数 m あり、目印が少ないほ場では現地確認が困難になる場合があります。対応策として、携帯端末用の RTK や GNSS の外部モジュールを使用することで測位誤差を小さくすることができます。筆者らは、GNSS レシーバー（RTK-GNSS G パッケージ（RWG. DC）, ビズステーション(株)）を使用したところ、樹冠下での誤差が 1m 程度まで改善されました。



図 6-1 GNSS レシーバーの使用例



図 6-2 GNSS レシーバーによる位置情報の改善例

RWG.DC (Drogger 社) を Xperia 5 II (SONY 社) に接続した例

左: レシーバーとの接続無、右: レシーバーとの接続有

赤い矢印の先は実際の測定点を示す

## その他の情報

本資料は生研支援センターの「令和4年度補正予算及び令和5年度当初予算 戦略的スマート農業技術の開発・改良」により実施した研究成果に基づき編集しています。

### 〈研究課題名〉

ドローン画像を利用した果樹の開花着果状況、病害発生状況の解析に基づく効率的栽培管理技術開発

### 〈研究期間〉

令和5年度～令和7年度

### 〈研究担当機関〉

新潟食料農業大学

新潟県農業総合研究所園芸研究センター

富山県農林水産総合技術センター園芸研究所果樹研究センター

株式会社プログレス

聖籠フルーツビレッジ

## 担当窓口・連絡先

### コンソーシアムに関するお問い合わせ

新潟食料農業大学 総務部 経理・研究支援課

新潟県胎内市平根台 2416

TEL 0254-28-9828

Mail keiri@nafu.ac.jp

### 技術内容に関するお問い合わせ

富山県農林水産総合技術センター園芸研究所果樹研究センター

富山県魚津市六郎丸 1227-1

TEL 0765-22-0185

Mail anorincenter@pref.toyama.lg.jp

## 編集・発行

〈発行〉令和8年3月10日

〈編集・発行〉富山県農林水産総合技術センター園芸研究所果樹研究センター