



Surveying the Earth to Create the Future

# 評価における衛星データ活用の説明会

開催日: 2023年1月27・30日



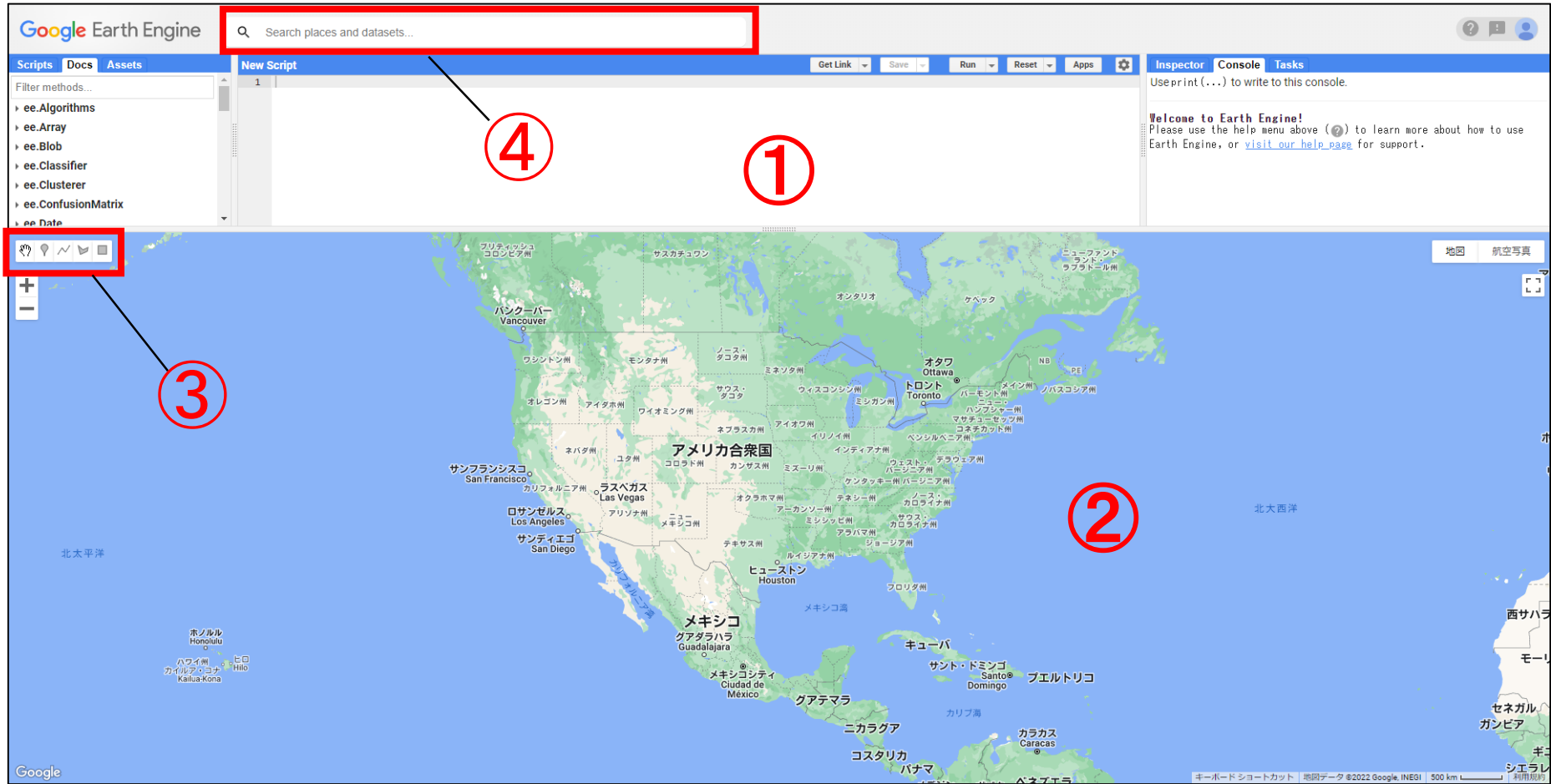
GEEの操作画面

灌漑面積の算出手順

解析・結果に関する留意点

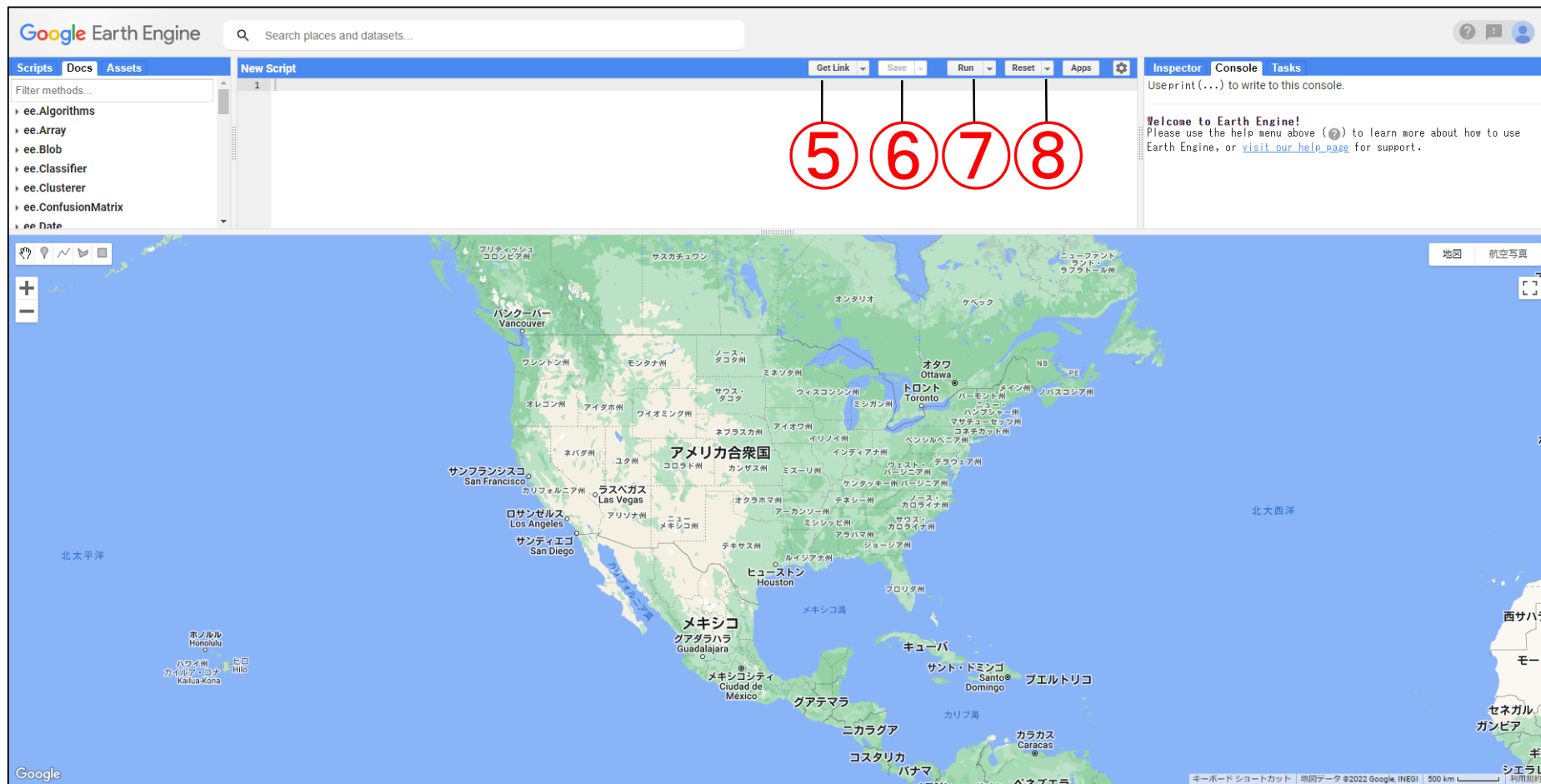
GEEで利用可能な衛星画像

# GEEの操作画面 (1/2)



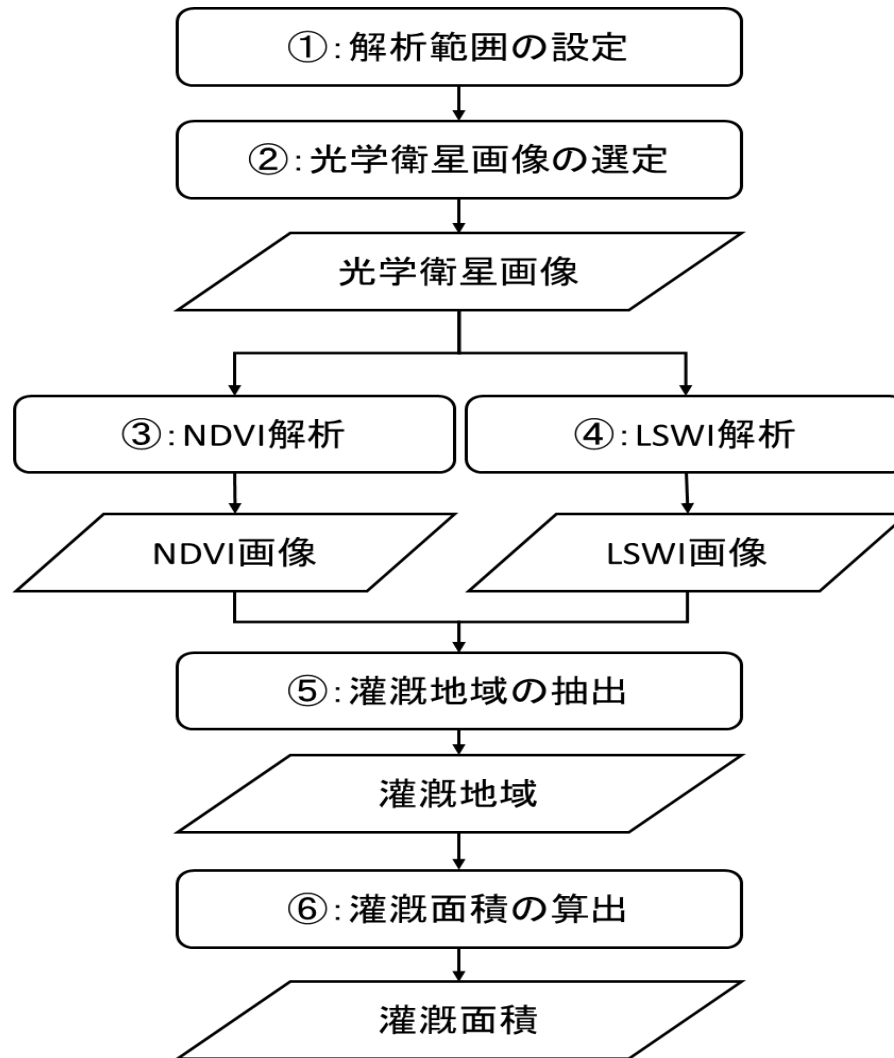
- ① コードエディター:コードを書く場所
- ② 地図:衛星データや解析結果を表示させる場所
- ③ ジオメトリツール:点や線、図形を地図に描画する際に使用するツール
- ④ 検索欄:GEEに格納されている衛星データを検索する場所

# GEEの操作画面 (2/2)



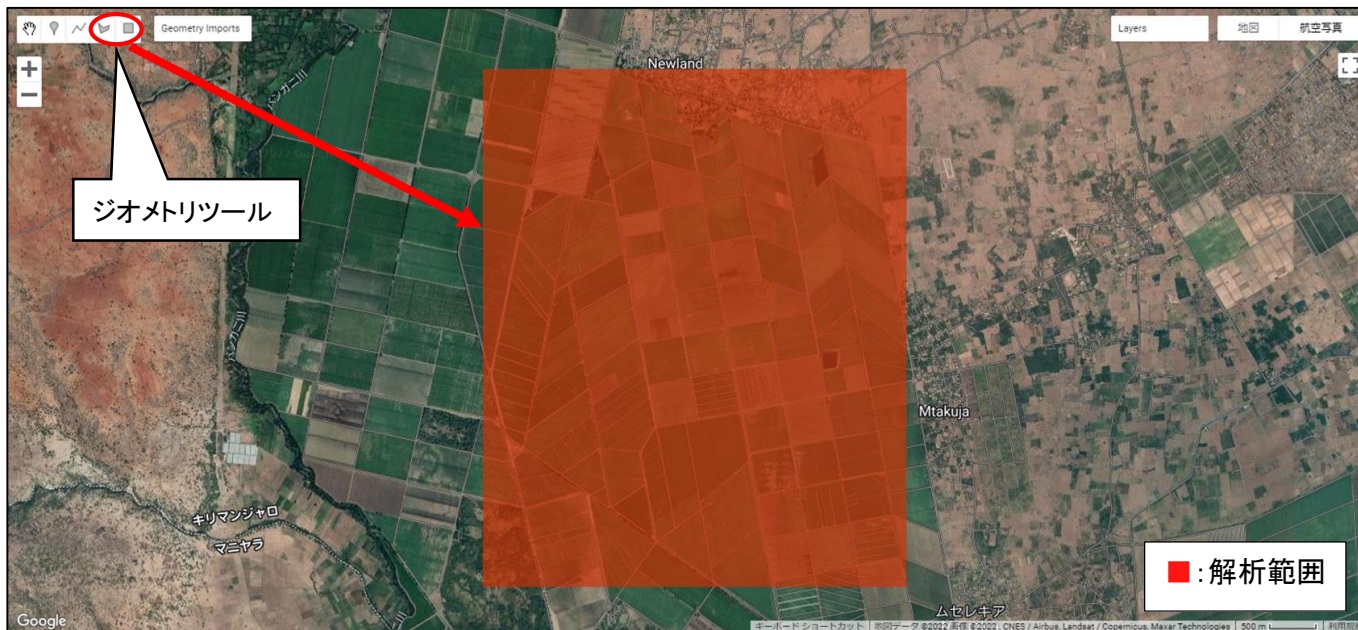
- ⑤ Get Link: 他の人とコードを共有するためのリンクの生成
- ⑥ Save: 書いたプログラム／スクリプトを保存
- ⑦ Run: 書いたプログラム／スクリプトの実行 (Ctrl + Enterでも可)
- ⑧ Reset: 書いたプログラム／スクリプトの削除

# 灌漑面積の算出手順



灌漑面積の算出フロー

# 解析範囲の設定



解析範囲のポリゴン(タンザニアの場合)

```
Irrigation_area_Tanzania
Get Link Save Run Reset Apps
Imports (1 entry)
var geometry: Polygon, 4 vertices
1 // 灌漑面積の算出
2
3 ///////////////////////////////////////////////////////////////////
4 // 作業手順1: 解析範囲の設定 (参照 農業分野マニュアル:P8) //
5 ///////////////////////////////////////////////////////////////////
6
7 /*
8 ジオメトリツールより解析範囲ポリゴンを作成する。
9 ポリゴンの作成手順はマニュアルを参照とする。
10 */
11
```

解析範囲のポリゴン作成



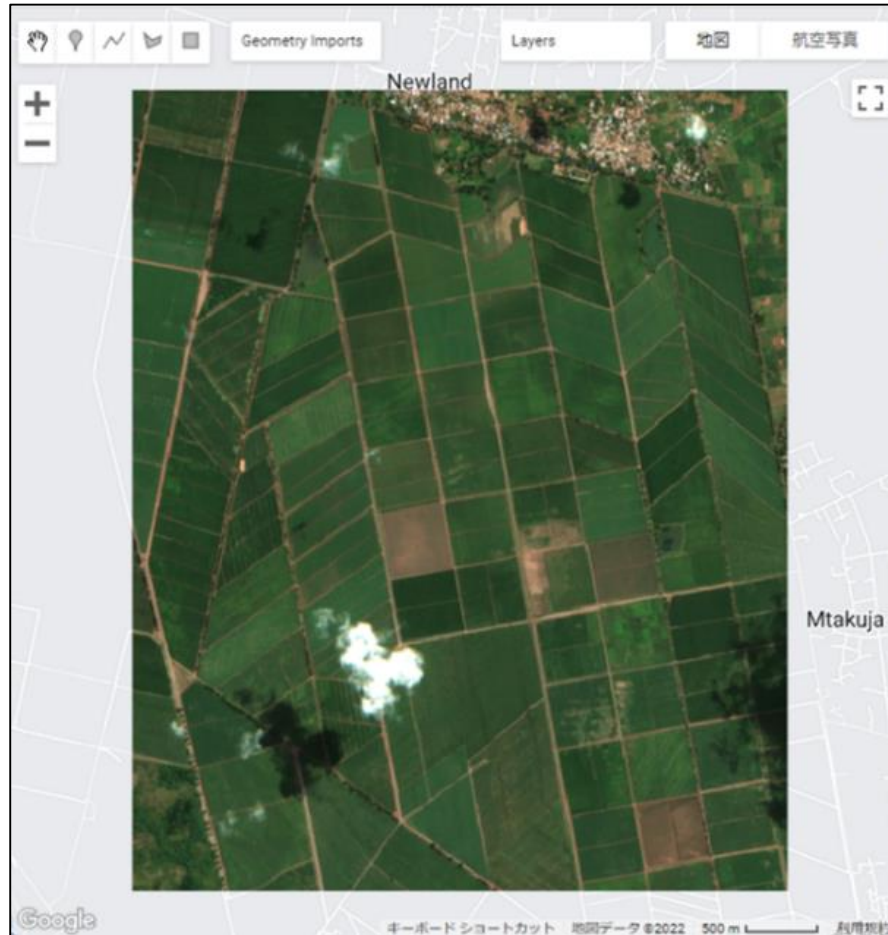
# 光学衛星画像の選定

```
Irrigation_area_Tanzania  Get Link Save Run Reset Apps
14 ///////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
15 // 作業手順2：光学衛星画像の選定 (参照 農業分野マニュアル:P9) //
16 ///////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
17
18 var imgs_s2 = ee.ImageCollection ('COPERNICUS/S2_SR') //Sentinel-2の読み込み。
19   .filterDate('2021-05-01', '2021-07-30') //衛星画像の取得期間を設定する。
20   .filterBounds(geometry) //解析範囲が含まれる衛星画像を設定する。
21   .filterMetadata ('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', 'Less_Than', 10); //衛星画像内の被雲率を設定する。
22
23 // 期間内の最新画像を選定する。
24 var img = ee.Image(imgs_s2.sort('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE').first());
25
26 // 衛星画像を解析範囲で切り出す。
27 var s2_clip = img.clip(geometry);
28
29 // 解析範囲を地図画面の中央に配置する。
30 Map.centerObject(geometry);
31
32 // 選定した衛星画像を地図画面に追加する。
33 Map.addLayer (s2_clip, {
34   max: 2000,
35   min: 0.0,
36   gamma: 1.0,
37   bands: ['B4', 'B3', 'B2']}, //B4：赤バンド、B3：緑バンド、B2：青バンド
38   'Image Sentinel 2');
39 //min: max: 地図画面に表示する画素値の最小値・最大値
40 //bands:[] 地図画面に表示される画像のRGBのバンド割り当てを定義する。
41
```

被雲率を小さく設定するほど、雲の少ない画像が得られる。一方、期間内に取得出来る衛星画像の枚数は少なくなる。

衛星データの取得・地図への表示を行うスクリプト

# 衛星データの取得



取得した衛星データ(光学衛星Sentinel-2)

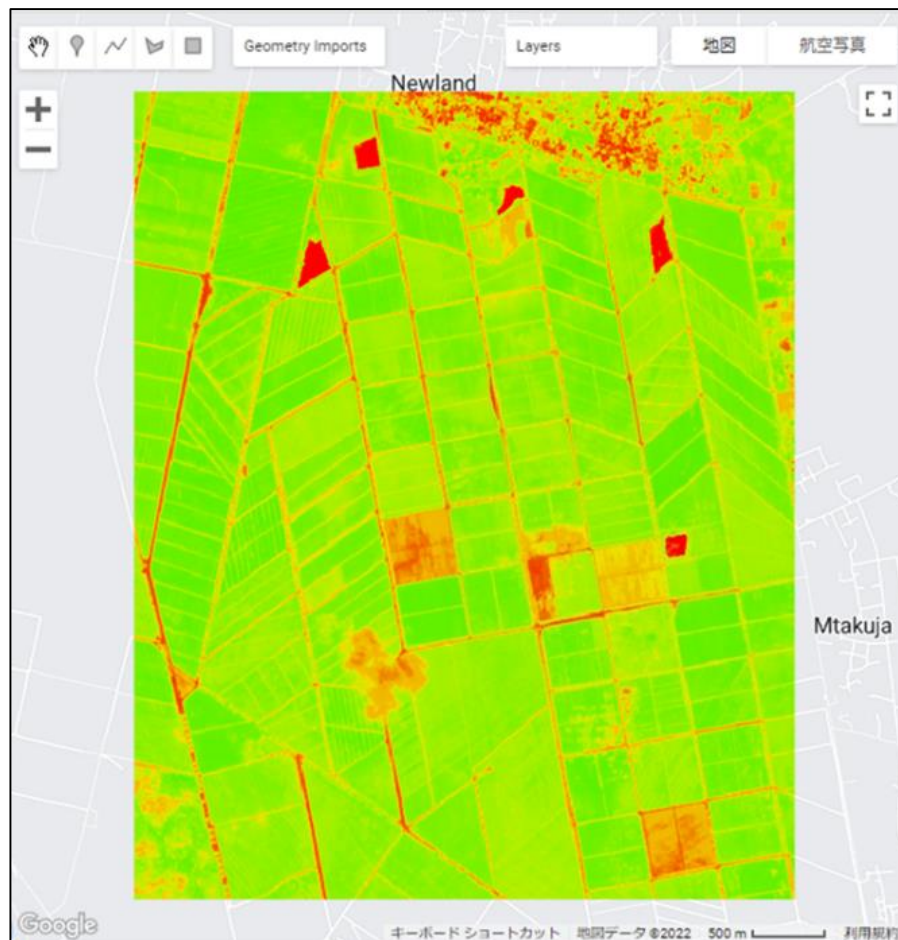


# NDVI解析およびLSWI解析

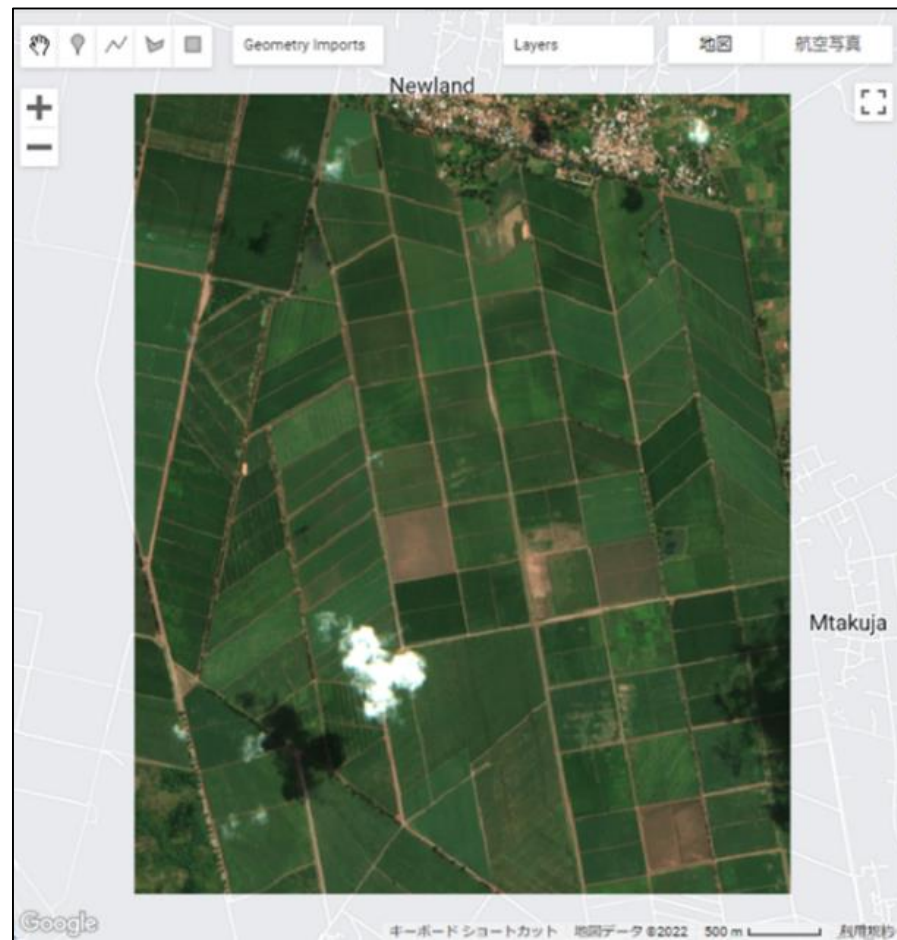
```
Irrigation_area_Tanzania  Get Link Save Run Reset Apps
44 ////////////////////////////////////////////////////////////////////
45 // 作業手順3,4: NDVI解析+LSWI解析 (参照 農業分野マニュアル:P10) //
46 ////////////////////////////////////////////////////////////////////
47
48 /*
49 灌漑面積の抽出には植生活性度を評価するNDVIと地表面水分を評価するLSWIを用いた。
50 評価に用いる指標は地域の特性に合わせて変更する必要がある。他評価指標はNDWI、EVI等がある。
51
52 NDVIの計算式を以下に示す。
53  $NDVI = (NIR-RED) / (NIR+RED)$ 
54
55 LSWIの計算式を以下に示す。
56  $LSWI = (NIR-SWIR)/(NIR+SWIR)$ 
57 NIR:近赤外バンド、RED:赤バンド、SWIR:中間赤外バンド
58 */
59
60 //NDVIの算出
61 var ndvi = s2_clip.expression('(nir-red)/(nir+red)', {
62     nir:s2_clip.select('B8'),
63     red:s2_clip.select('B4')});
64 //B8:近赤外、B4:赤バンド
65
66 //LSWIの算出
67 var lswi = s2_clip.expression('(nir-swir)/(nir+swir)', {
68     nir:s2_clip.select('B8'),
69     swir:s2_clip.select('B11')});
70 //B8:近赤外バンド、B11:中間赤外バンド
71
72 //NDVI画像を地図画面に追加する。
73 Map.addLayer(ndvi,{max:1, min:0, palette:['ff0000','f04000','f07300','f0b700','f0c000',
74     'f0e400','b9f000','a1f000','59f000','19f000']},'NDVI');
75 //min: max: 地図画面に表示する画像の最小値・最大値。NDVIは-1.0~+1.0までの値を持つが
76 //          今回は植生活性度を強調表示するために0.0~ +1.0の範囲で地図表示を行っている。
77 //palette: NDVI画像を表示する際のカラー配列リストを作成。NDVIが最小値に近いほど赤色に表示され、
78 //          最大値に近いほど緑色に表示される。
79
80 //LSWI画像を地図画面に追加する。
81 Map.addLayer(lswi,{max:1, min:-1, palette:['ff0000','f00049','f00080','f000bc','f000e8',
82     'ba00f0','7600f0','3400f0','1500f0','001ff0']},'LSWI');
83 //min: max: 地図画面に表示する画像の最小値・最大値。LSWIは-1.0~+1.0までの値を示す。
84 //palette: LSWI画像を表示する際のカラー配列リストを作成。LSWIが最小値に近いほど紫色に表示され、
85 //          最大値に近いほど青紺色に表示される。
86
```

NDVI+LSWI解析および解析結果を地図表示するスクリプト

# NDVI解析結果の表示



NDVI解析結果



取得した衛星データ(光学衛星Sentinel-2)

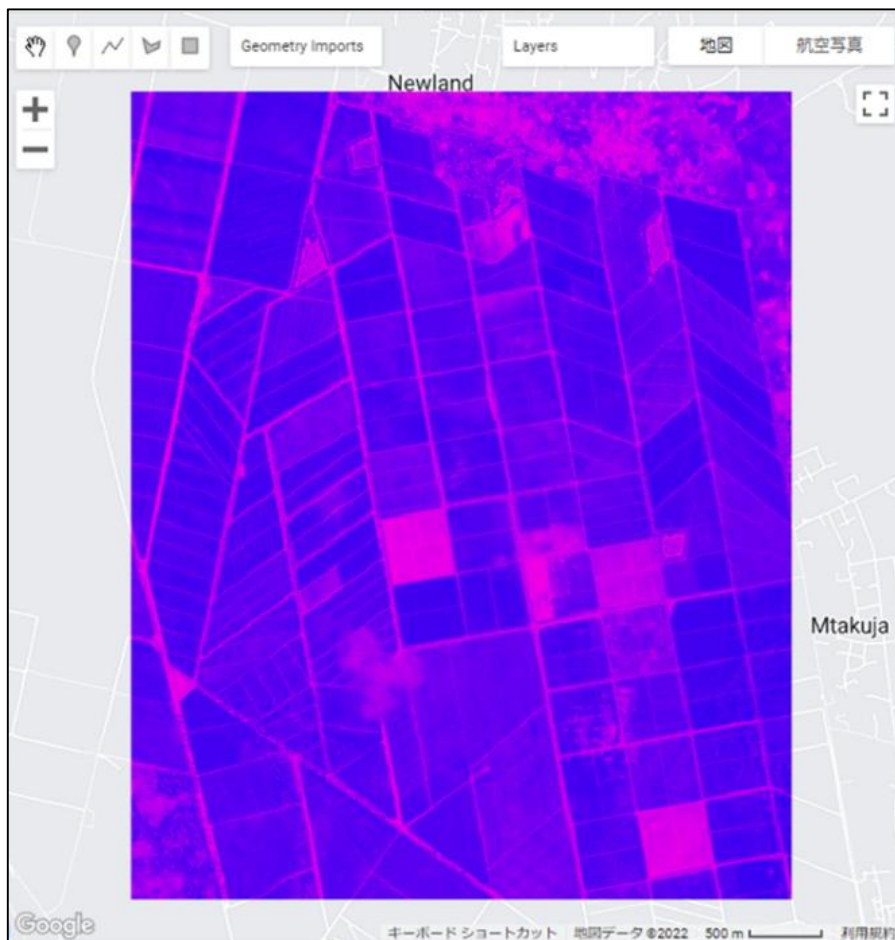
※NDVI値が高い(植生が活発な場所)ほど緑色を表し、NDVI値が低い(裸地や被雲域)ほど赤色を表す。

※例えば、中央付近の赤い場所はNDVI値が低いことを示しており、右図から裸地であることが分かる。

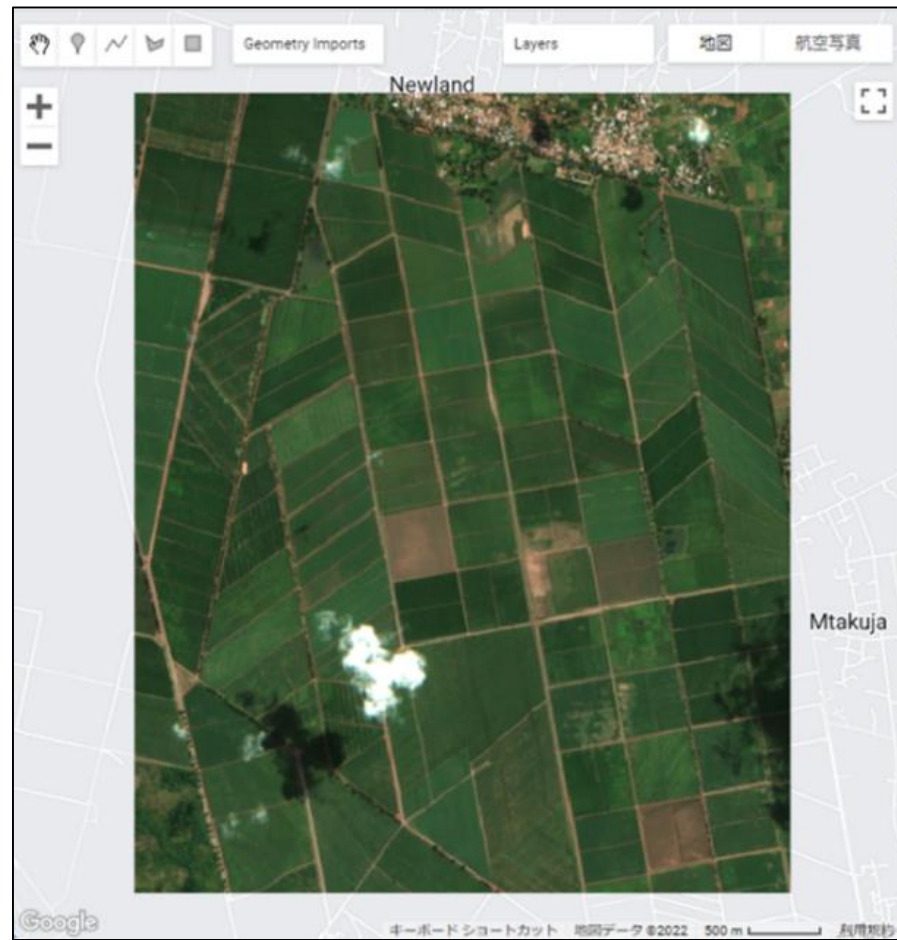
※表示する色については、スクリプトの73~74行目の「palette」にて自由に設定できる。



# LSWI解析結果の表示



LSWI解析結果



取得した衛星データ(光学衛星Sentinel-2)

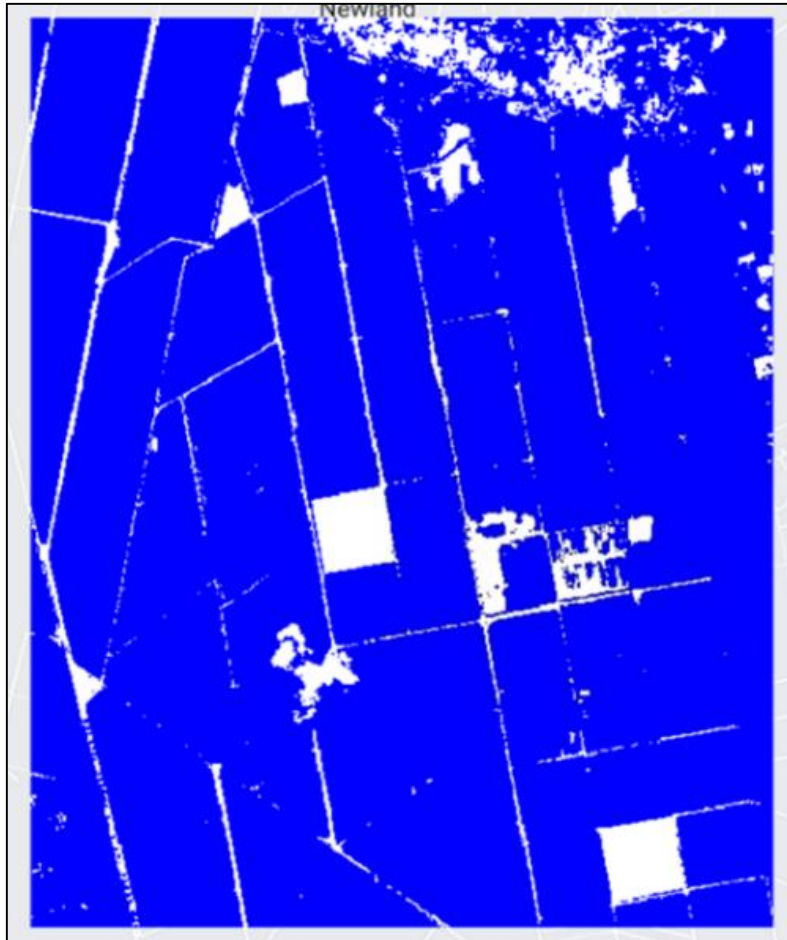
※LSWI値が高い(植生が活発かつ地表面が湿潤な場所)ほど青紺色を表し、LSWI値が低い(乾燥した裸地)ほど紫色に表示される。  
※例えば、中央付近の紫色の場所はLSWI値が低いことを示しており、右図から裸地であることが分かる。  
※表示する色については、スクリプトの81~82行目の「palette」にて自由に設定できる。

# 灌漑地域の抽出

```
Irrigation_area_Tanzania  Get Link Save Run Reset Apps ⚙️
89 //////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
90 // 作業手順5: 灌漑地域の抽出 (参照 農業分野マニュアル:P12) //
91 //////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
92
93 var irrigation_area=ndvi.gte(0.4).and(lswi.gte(0.1));
94 //NDVI値が0.4以上かつLSWI値が0.1以上のpixelを灌漑地域として抽出する。
95 //※閾値は解析範囲により調整が必要である。
96
97 //灌漑地域を地図画面に追加する。
98 Map.addLayer(irrigation_area,{max:1, min:0, palette:['FFFFFF','0000FF'],'irrigation_area'});
99 //灌漑地域として抽出された場合は青色に表示され、灌漑地域以外は白色に表示される。
100
```

灌漑地域の抽出・地図への表示を行うスクリプト

# 灌漑地域の抽出



灌漑地域の抽出結果



取得した衛星データ(光学衛星Sentinel-2)

※NDVI値が0.4以上かつLSWI値が0.1以上の場所は青色で表示されており、それ以外は白色で表示されている。

※NDVI解析結果およびLSWI解析結果で確認した中央付近の裸地については、白色で表示されている。

※表示する色については、スクリプトの98行目の「palette」にて自由に設定できる。

# 灌漑面積の算出

```
Irrigation_area_Tanzania *
Get Link Save Run Reset Apps

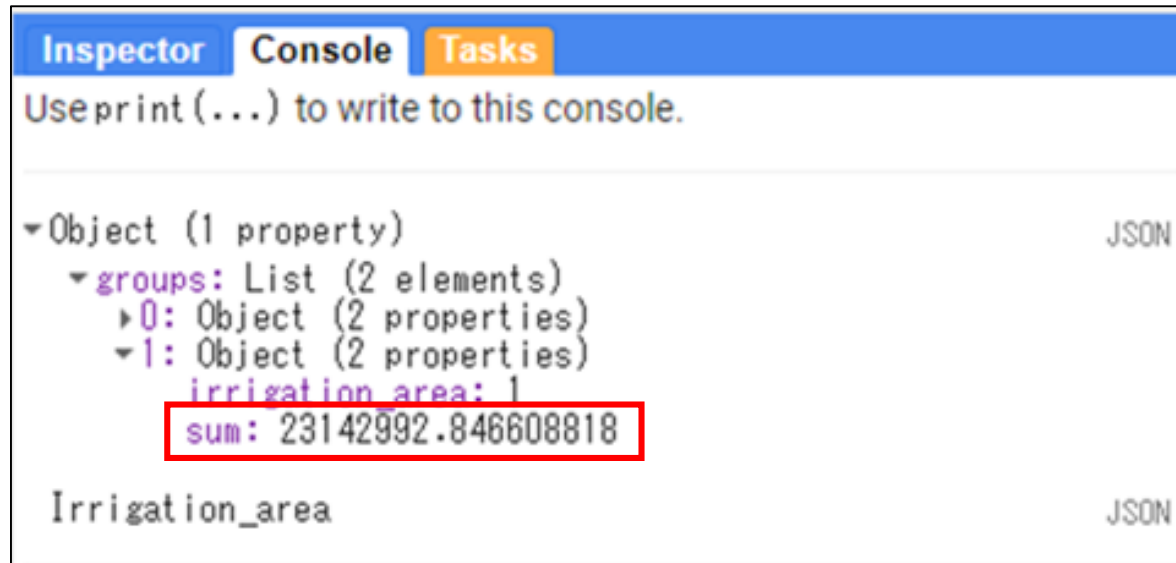
103 ///////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
104 // 作業手順6: 灌漑面積の算出 (単位m2) (参照 農業分野マニュアル:P13) //
105 ///////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
106
107 var areaImage = ee.Image.pixelArea().addBands(irrigation_area);
108 var areas = areaImage.reduceRegion({
109   reducer: ee.Reducer.sum().group({
110     groupField: 1,
111     groupName: 'irrigation_area',
112   }),
113   geometry: irrigation_area.geometry(),
114   scale: 10, //Sentinel-2の分解能を設定する。(単位m)
115   maxPixels: 1e13,
116   tileScale: 1
117 });
118
119 // 灌漑面積の表示
120 print(areas, 'Irrigation_area');
121
122 // 灌漑地域の出力
123 Export.image.toDrive({
124   image: irrigation_area,
125   description: 'Irrigation_Sentinel2_10m',
126   scale: 10, //Sentinel-2の分解能を設定する。(単位m)
127   region: geometry});
128
```

灌漑面積を算出するスクリプト



# 灌漑面積の算出

灌漑面積(m<sup>2</sup>)の算出結果を表示するコンソールアウトプット画面を下図に示す。  
赤枠に示すのが灌漑面積の集計値である。



```
Inspector Console Tasks
Use print (...) to write to this console.

▼Object (1 property) JSON
  ▼groups: List (2 elements)
    ▶0: Object (2 properties)
    ▼1: Object (2 properties)
      irrigation_area: 1
      sum: 23142992.846608818

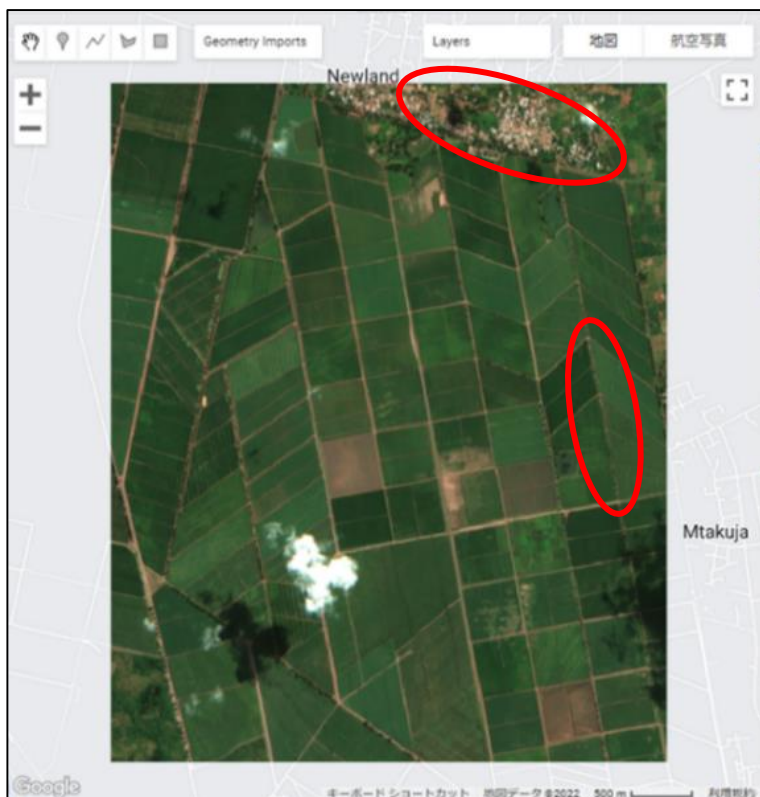
Irrigation_area JSON
```

# 解析・結果に関する留意点

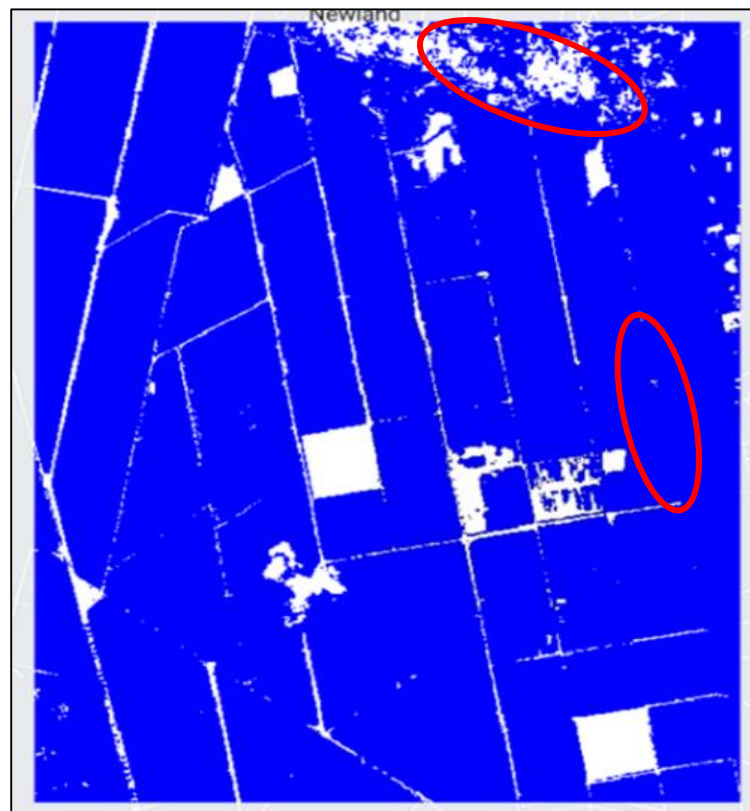
## ① 解析範囲の設定

今回の事例では、解析範囲をポリゴンデータという形で手動作成した。そのため、以下2つの画像を比較すると、右上部の田畑でない地域や田畑の間にあるあぜ道も灌漑地域として一部抽出されていることが分かる(赤枠部)。

このことは、算出する灌漑面積を過大に見積もってしまうことに繋がる。より正確な灌漑面積を算出したい場合には、解析したい田畑の位置情報(GPSデータ)を取得し、解析に取り入れる必要がある。



取得した衛星データ(光学衛星Sentinel-2)

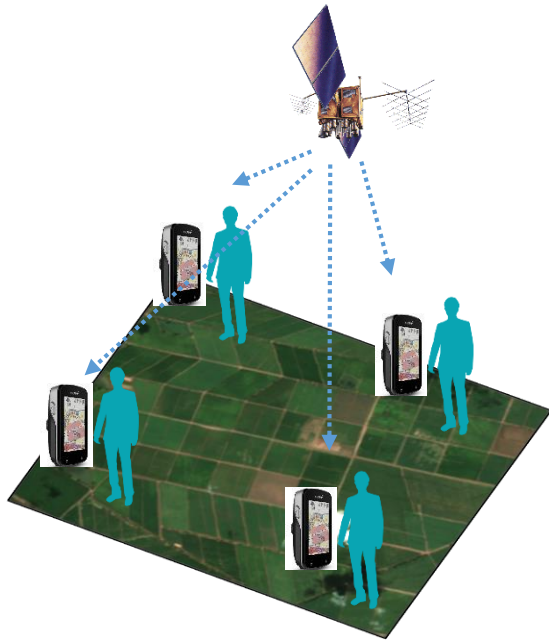


灌漑地域の抽出結果

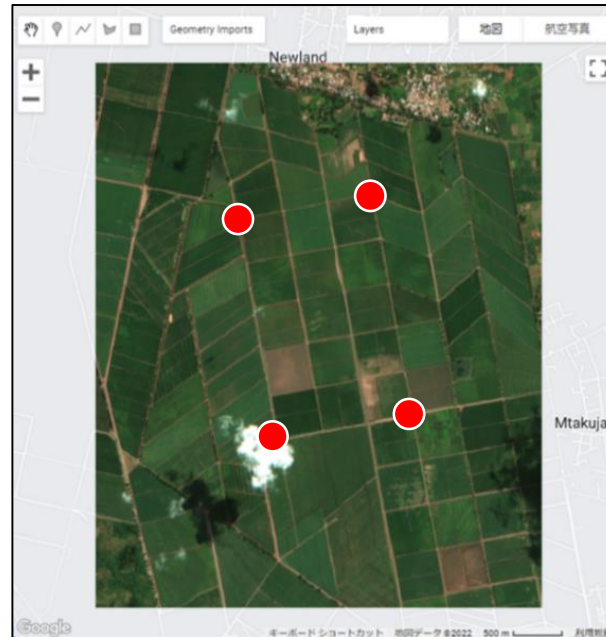
# 位置情報（GPSデータ）の取得イメージ

## 解析したい田畑の位置情報（GPSデータ）取得方法

位置情報は、現地調査でGPSロガー（GPS機材、携帯電話）を用いて取得し、圃場のポリゴンを作成する。



① GPSロガーを用いて複数の地点でGPS情報を取得



② GPSロガーで得られたGPS情報をポイントに変換



③ GPSのポイントから圃場のポリゴンを作成

# 解析・結果に関する留意点

## ② 衛星データの取得時期

今回の事例では光学衛星Sentinel-2が撮影した2021年5月～7月のデータを利用したものの、解析対象とする国や地域によって気候や栽培歴は異なるため、衛星データの取得時期は個々の事例で注意して検討する必要がある。

## ③ 灌漑地域を抽出する際のNDVI及びLSWIの閾値の調整・設定

今回の事例ではNDVI値が0.4以上かつLSWI値が0.1以上となる場所を灌漑地域として抽出したものの、それぞれの閾値は衛星データの取得時期と同様、気候や栽培歴などに影響されるため、解析対象ごとで適切に調整する必要がある。

# GEE上で利用可能な光学衛星画像 (1/2)

## GEEで利用可能な光学衛星画像(1/2)

光学衛星名	Landsat-1,2,3	Landsat-4,5	Landsat-7	Landsat-8	Landsat-9
打ち上げ日	1972年7月23日	1892年7月16日	1999年4月15日	2013年2月11日	2021年9月27日
運用状態	運用終了 (1983年3月21日)	運用終了 (2013年1月15日)	運用中 (2022年12月時点)	運用中 (2022年12月時点)	運用中 (2022年12月時点)
観測周期	18日	16日	16日	16日	16日
分解能	マルチ画像:80m	マルチ画像:30m 熱赤外画像:120m	パンクロ画像:15m マルチ画像:30m 熱赤外画像:60m	パンクロ:15m マルチ:30m 熱赤外:100m	パンクロ:15m マルチ:30m 熱赤外:100m
バンド情報	<u>マルチ画像</u> Band4: 緑 Band5: 赤 Band6: 近赤外 Band7: 近赤外	<u>マルチ画像</u> Band1: 青 Band2: 緑 Band3: 赤 Band4: 近赤外 Band5: 中間赤外1 Band7: 中間赤外2 <u>熱赤外</u> Band6: 熱赤外	<u>パンクロ画像</u> Band8: PAN <u>マルチ画像</u> Band1: 青 Band2: 緑 Band3: 赤 Band4: 近赤外 Band5: 中間赤外1 Band7: 中間赤外2 <u>熱赤外</u> Band6: 熱赤外	<u>パンクロ画像</u> Band8: パンクロ <u>マルチ画像</u> Band1: コースタル / エアロゾル Band2: 青 Band3: 緑 Band4: 赤 Band5: 近赤外 Band6: 中間赤外1 Band7: 中間赤外2 Band9: 中間赤外3 <u>熱赤外画像</u> Band10: 熱赤外1 Band11 熱赤外2	<u>パンクロ画像</u> Band8: パンクロ <u>マルチ画像</u> Band1: コースタル / エアロゾル Band2: 青 Band3: 緑 Band4: 赤 Band5: 近赤外 Band6: 中間赤外1 Band7: 中間赤外2 Band9: 中間赤外3 <u>熱赤外画像</u> Band10: 熱赤外1 Band11 熱赤外2

# GEE上で利用可能な光学衛星画像 (2/2)

## GEEで利用可能な光学衛星画像 (2/2)

光学衛星名	Sentinel-2A / 2B
運用開始	2015年6月3日(2A), 2017年3月7日(2B)
運用状態	運用中 (2022年12月時点)
観測周期	10日
分解能	マルチ画像1:10m マルチ画像2:20m マルチ画像3:60m
バンド情報	<u>マルチ画像1</u> Band2: 青 Band3: 緑 Band4: 赤 Band8: 近赤外1 <u>マルチ画像2</u> Band5: 可視域近赤外1 Band6: 可視域近赤外1 Band7: 可視域近赤外2 Band8a: 近赤外2 Band11: 中間赤外2 Band12: 中間赤外3 <u>マルチ画像3</u> Band1: 濃紺 Band9: 近赤外3 Band10: 中間赤外1