

Surveying the Earth to Create the Future



GEEマニュアル説明会 (エネルギー・防災分野)

開催日:2023年12月07日



資料構成

- GEEの基本操作
- 評価指標の説明
 - 環境モニタリング数値(エネルギー分野)
 - 解析範囲内の降水量推定(防災分野)

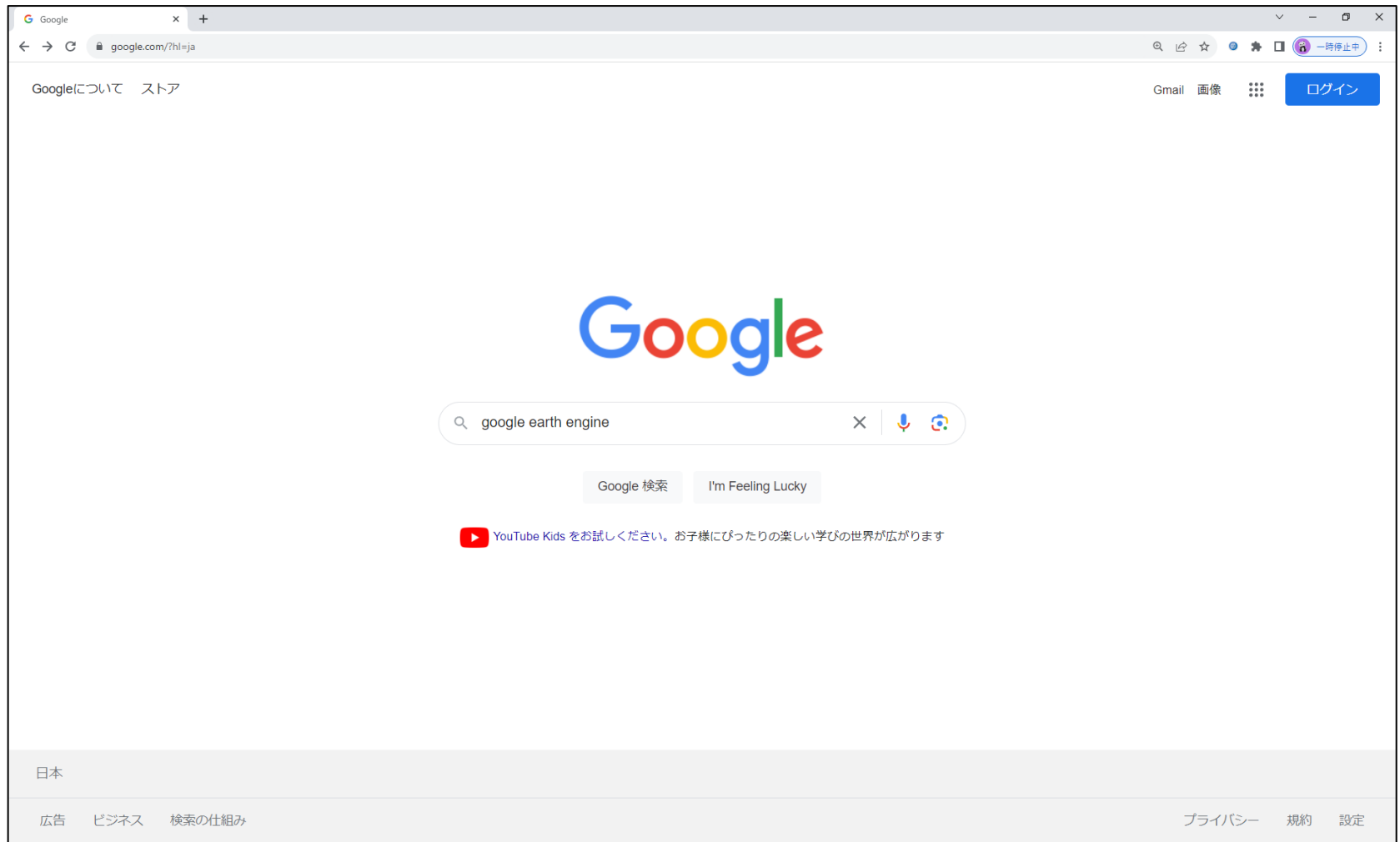


Surveying the Earth to Create the Future

GEEの基本操作

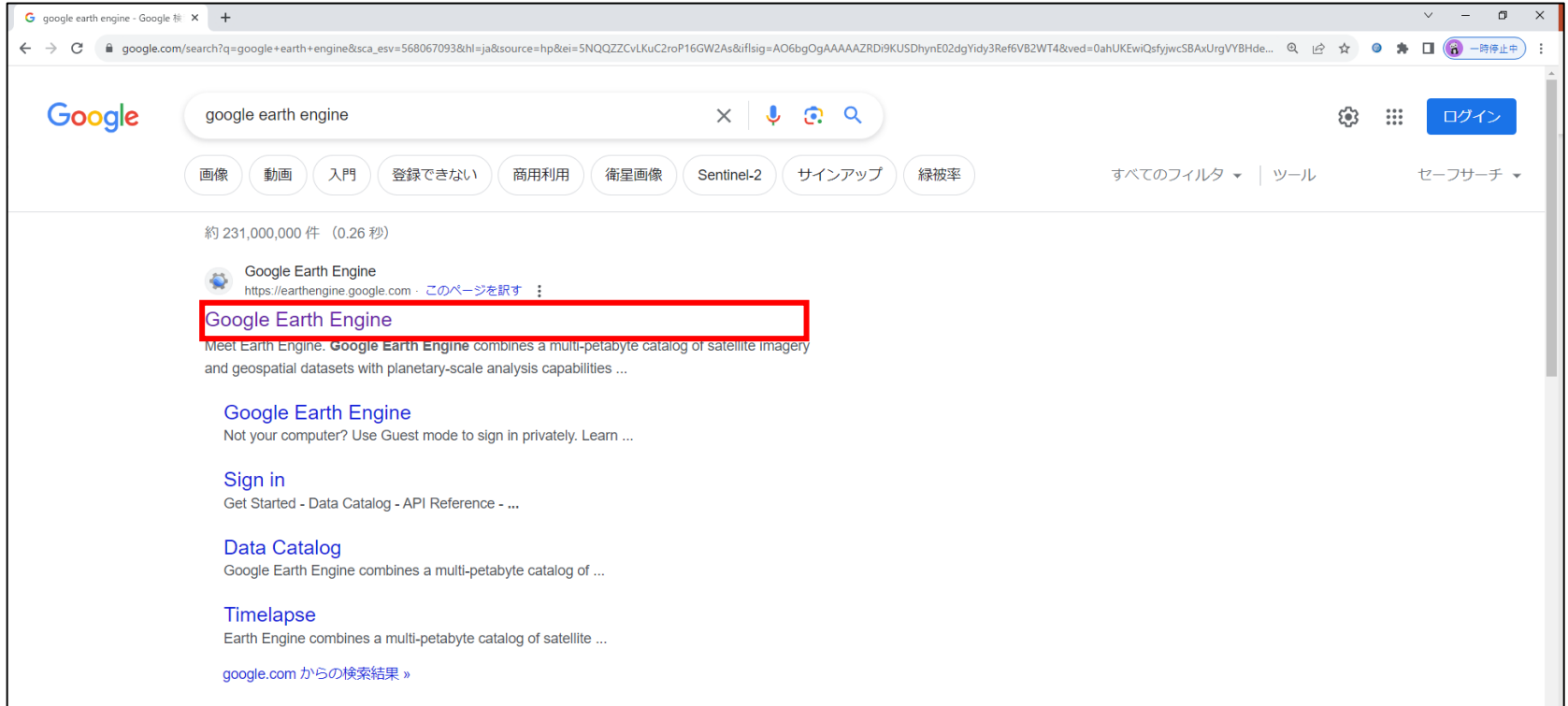
【GEEの基本操作】 GEEの検索

Google Chromeの検索欄より「google earth engine」で検索を実施する。
※Chromeの他にedgeや他ブラウザでの操作も可能である。



【GEEの基本操作】 GEEの検索

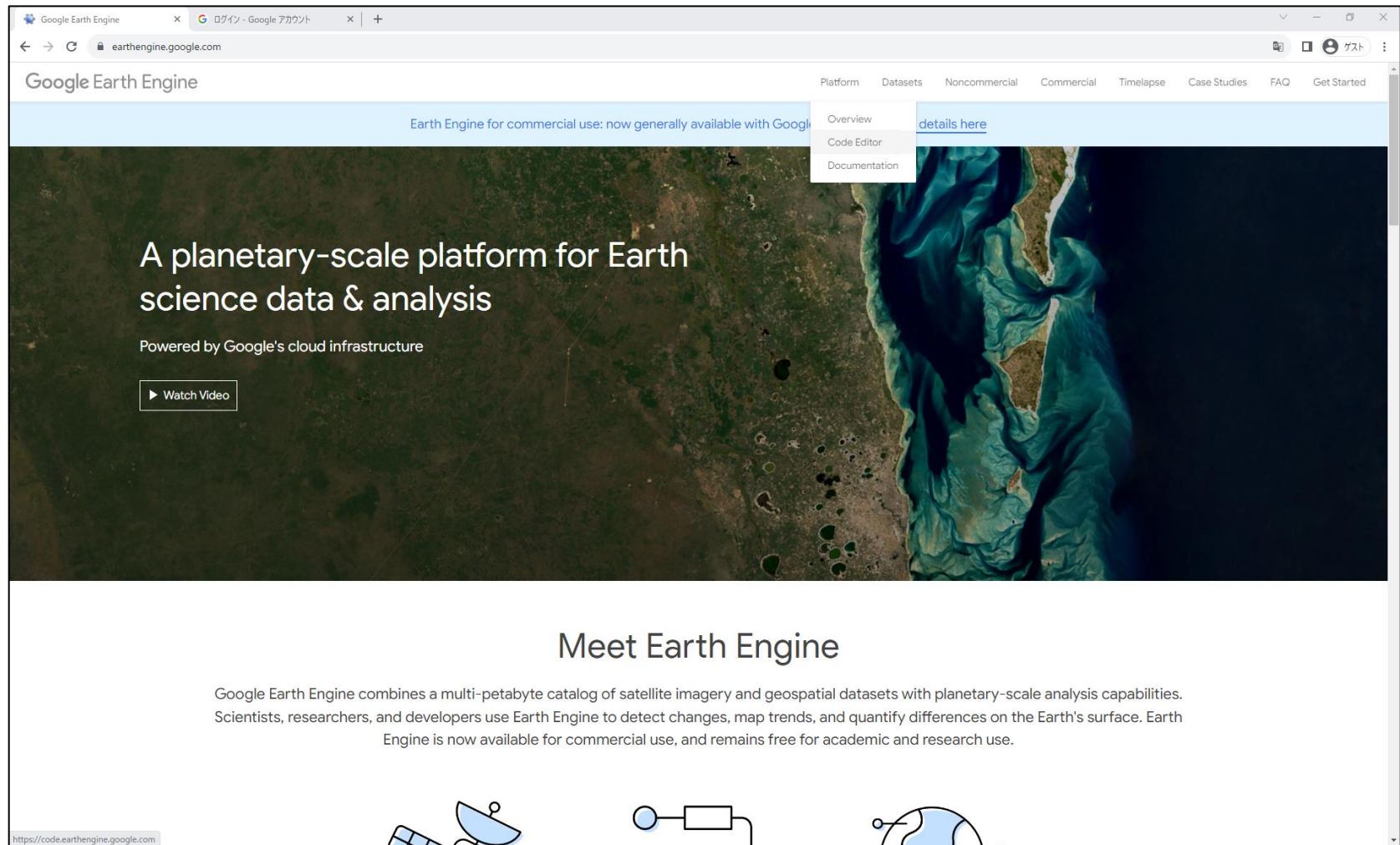
検索結果より、最上部サイトにアクセスする。(赤枠内)



The screenshot shows a Google search page for 'google earth engine'. The search bar contains 'google earth engine'. Below the search bar, there are several filters: '画像', '動画', '入門', '登録できない', '商用利用', '衛星画像', 'Sentinel-2', 'サインアップ', and '緑被率'. The search results show approximately 231,000,000 items found in 0.26 seconds. The top result is 'Google Earth Engine' with the URL 'https://earthengine.google.com'. The title 'Google Earth Engine' is highlighted with a red box. Below the title, there is a brief description: 'Meet Earth Engine. Google Earth Engine combines a multi-petabyte catalog of satellite imagery and geospatial datasets with planetary-scale analysis capabilities ...'. There are also links for 'Google Earth Engine', 'Sign in', 'Data Catalog', and 'Timelapse'.

【GEEの基本操作】 GEEのホーム画面

GEEのホーム画面より、「Platform」→「Code Editor」をクリックし、エディター画面へ移動する。
※Google Chrome上でGoogleアカウントにログインしていない場合はログイン画面が表示される。



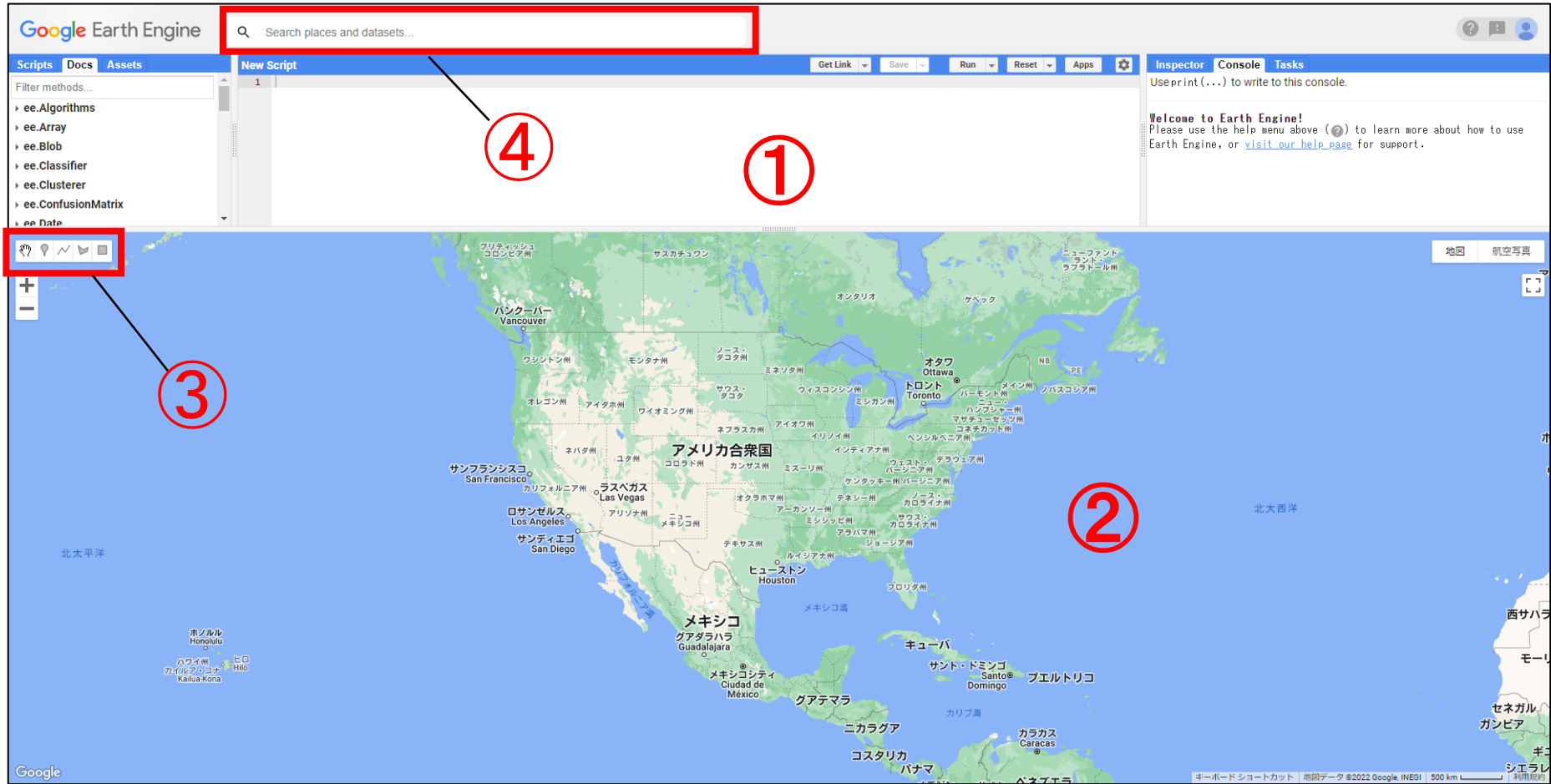
Googleアカウントへのログイン

Google Chrome上でGoogleアカウントにログインしていない場合はアカウントログインを行う。



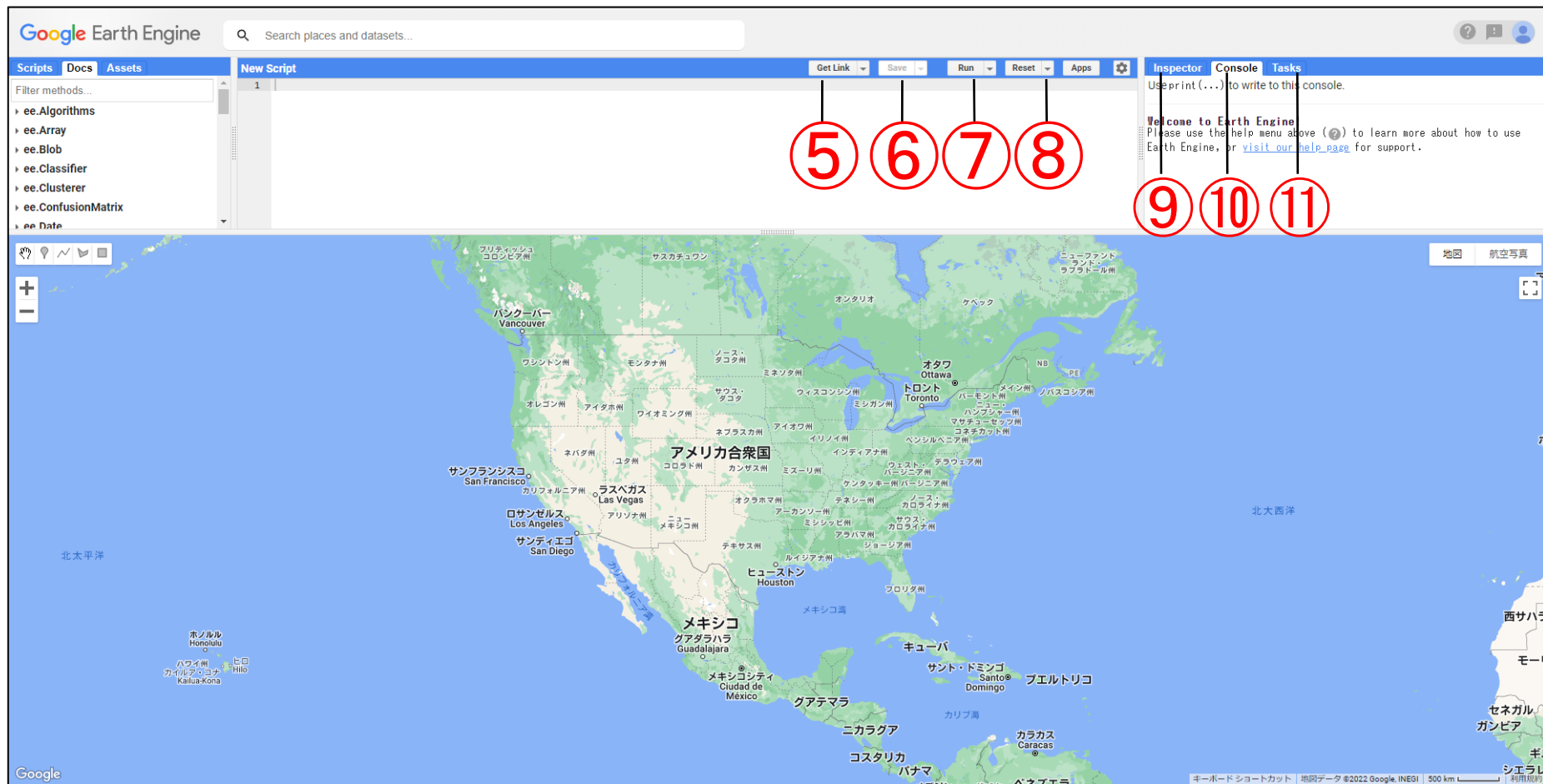
The image shows the Google login interface in Japanese. At the top is the Google logo, followed by the word 'ログイン' (Login). Below that, it says 'お客様の Google アカウントを使用' (Use your Google account). There is a text input field with the placeholder 'メールアドレスまたは電話番号' (Email address or phone number). Below the input field is a link for 'メールアドレスを忘れた場合' (If you forgot your email address). Further down, it says 'ご自分のパソコンでない場合は、ゲストモードを使用して非公開でログインしてください。詳細' (If you are not on your own computer, use Guest mode to log in privately. See details). At the bottom left is a link for 'アカウントを作成' (Create account), and at the bottom right is a blue button labeled '次へ' (Next). At the very bottom, there are links for '日本語', 'ヘルプ', 'プライバシー', and '規約'.

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

⑨ Inspector: マップの位置情報や画素値、オブジェクト情報を表示

⑩ Console: スクリプトの処理結果を表示

⑪ task: 解析結果の出力する際に利用する



Surveying the Earth to Create the Future

評価指標の説明 環境モニタリング数値

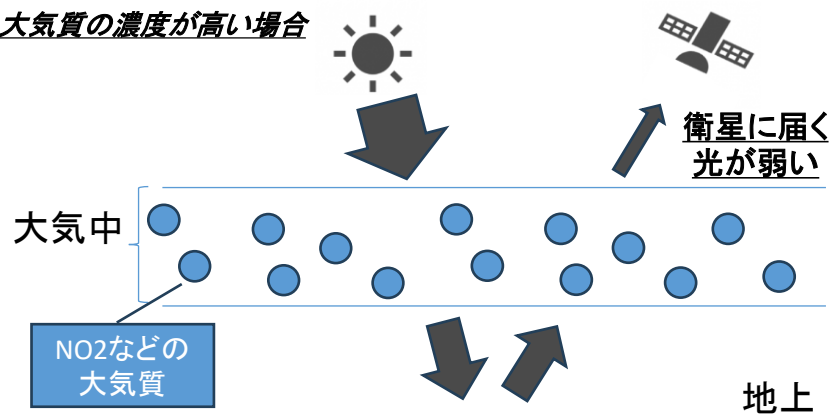
気象・地球観測衛星とは

気象・地球観測衛星は、地表面で反射した太陽光の強度を観測することで大気質（NO₂やSO₂など）の大気中の濃度を推定しています。気象・地球観測衛星のSentinel-5Pは、欧州宇宙局（ESA）とオランダ宇宙局（NSO）が共同で運営する地球観測衛星であり、高い時空間分解能で大気測定を実行し、大気質、オゾンと紫外線、気候の監視と予測に使用することを目的としている。

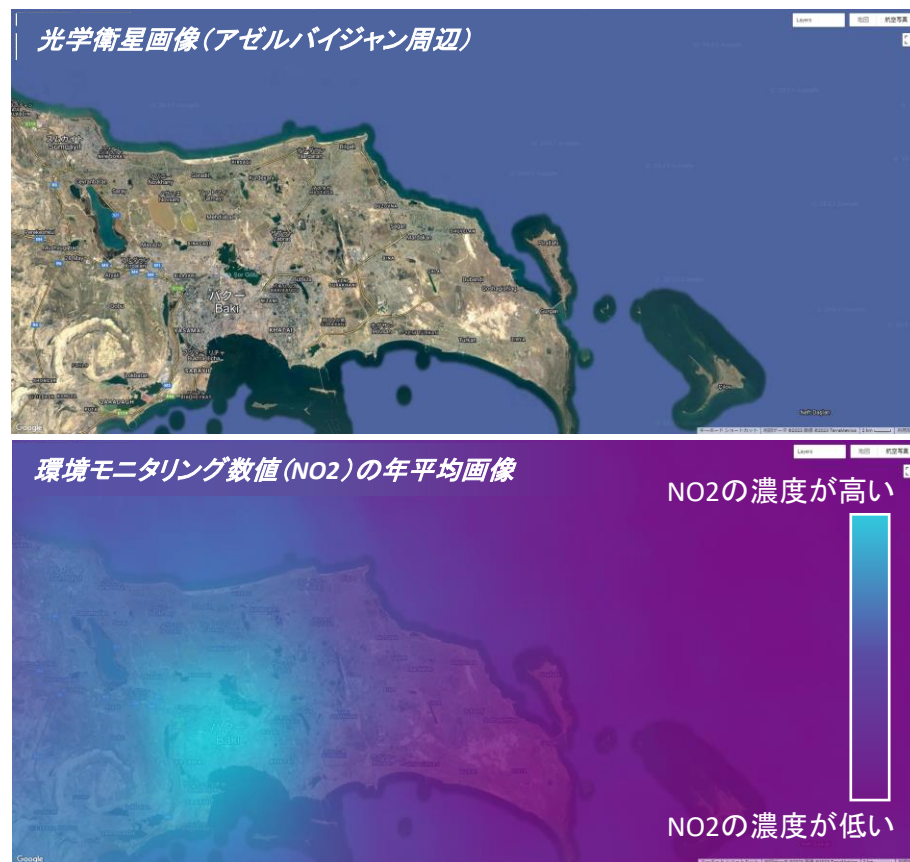
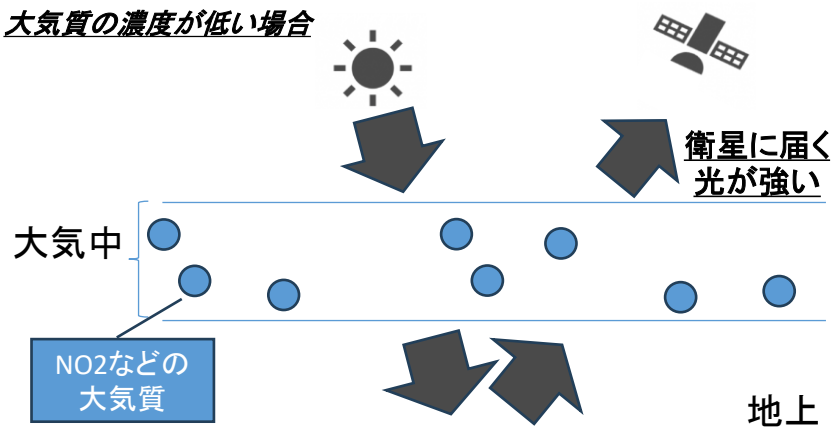
環境モニタリング数値解析：二時期間の観測データの差を取ることで、火山活動や都市部での大規模な大気状況の変化を推定することが可能。

気象・地球観測衛星の観測のイメージ¹

大気質の濃度が高い場合

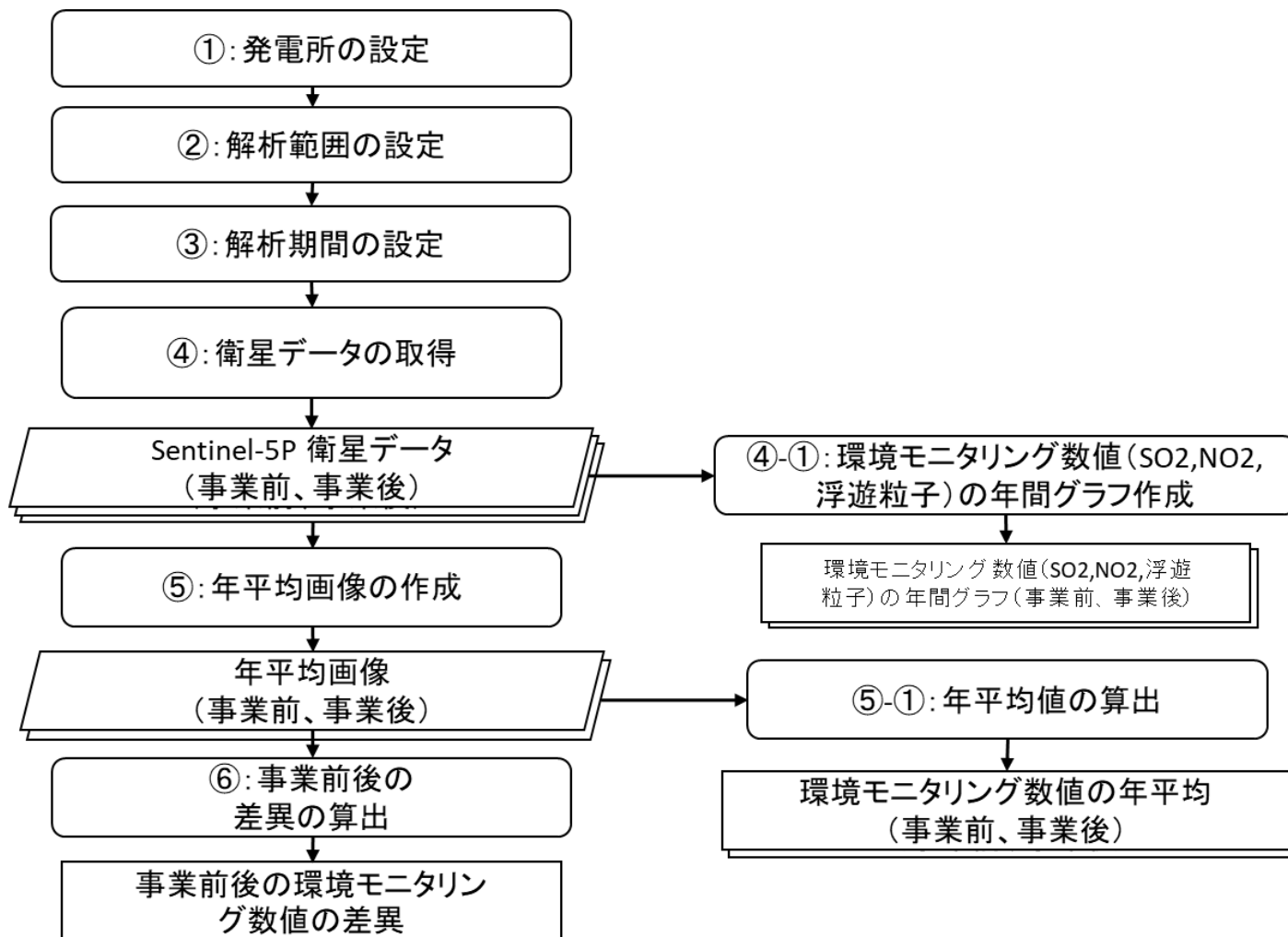


大気質の濃度が低い場合



参照1: <https://www.env.go.jp/content/000130086.pdf>

環境モニタリング数値の解析手順



環境モニタリング数値の解析手順

① 発電所の設定

ジオメトリツールを用いて、解析対象とする火力発電所を設定する。火力発電所の設定が完了すると、コードエディタ上に「geometry」という変数が生成される



```
Environmental_monitoring_index
└ Imports (1 entry)
  var geometry: Polygon, 4 vertices
1 // 環境モニタリング数値
2
3 //////////////////////////////////////
4 // 作業1: 発電所の設定
5 //////////////////////////////////////
6
7 /*
8   ジオメトリツールより発電所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
```

コードエディタ上に生成された「geometry」変数

②解析範囲の設定

火力発電所に対して解析範囲を設定する。今回は火力発電所周辺1,000mを解析範囲とする。解析範囲の設定方法はスクリプト18行目の通り。

```
Environmental_monitoring_index *
14  //////////////////////////////////////
15  // 作業2：解析範囲の設定
16  //////////////////////////////////////
17
18  var bufferOut = geometry.buffer(1000); //発電所周辺に解析範囲を設定する。
19
```

解析範囲の設定を行うスクリプト

③ 解析期間の設定

事業前後の衛星データ取得期間を設定する。

対象とするシマル火力発電所は2019年9月に建設が完工していることから、事業前後の解析期間は下記の期間とした。

- ・事業前の解析期間は2018年8月1日～2019年7月31日
- ・事業後の解析期間は2021年8月1日～2022年7月31日

```
Environmental_monitoring_index
22  ////////////////////////////////////////////////////////////////////
23  // 作業3：解析期間の設定                                           //
24  ////////////////////////////////////////////////////////////////////
25
26  //事業前の解析期間を設定
27  var Date1 = ee.Date('2018-08-01'); //事業前の開始日を入力する。
28  var Date2 = ee.Date('2019-07-31'); //事業前の終了日を入力する。
29
30  //事業後の解析期間を設定
31  var Date3 = ee.Date('2021-08-01'); //事業後の開始日を入力する。
32  var Date4 = ee.Date('2022-07-31'); //事業後の終了日を入力する。
33
```

解析期間の設定を行うスクリプト

④環境モニタリング数値の取得

事業前後の環境モニタリング数値の取得を行う。

今回はNO2濃度の高解像度画像(解像度:1,113.2m)を解析対象とする。

環境モニタリング数値を変更する場合は、**赤枠部**を下記表の衛星画像、**青枠部**をバンド情報に変更することで解析対象を変更する。

```
Environmental_monitoring_index2 Get Link Save  
36 ///////////////////////////////////////////////////////////////////  
37 // 作業4: 環境モニタリング数値 (SO2,NO2,浮遊粒子) の取得 //  
38 // (参照 エネルギー分野マニュアル: P65) //  
39 ///////////////////////////////////////////////////////////////////  
40  
41 //環境モニタリング数値 (事業前の1年間)  
42 var SP5_BEFORE = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S5P/NRTI/L3_NO2') //Sentinel-5の読み込み。  
43   .select('NO2_column_number_density') //環境モニタリング数値 (本事例はNO2) を選択する。  
44   .filterDate(Date1,Date2); //事業前の衛星データの取得期間を設定する。  
45  
46 //環境モニタリング数値 (事業後の1年間)  
47 var SP5_AFTER = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S5P/NRTI/L3_NO2') //Sentinel-5の読み込み。  
48   .select('NO2_column_number_density') //環境モニタリング数値 (今回はNO2) を選択する。  
49   .filterDate(Date3,Date4); //事業後の衛星データの取得期間を設定する。  
50
```

環境モニタリング数値(SO2,NO2,浮遊粒子)の取得を行うスクリプト

環境モニタリング数値の解析に必要な衛星画像及びバンド情報

環境モニタリング数値	衛星画像	バンド情報	単位
NO2濃度	COPERNICUS/S5P/NRTI/L3_NO2	NO2_column_number_density	mol/m ²
SO2濃度	COPERNICUS/S5P/NRTI/L3_SO2	SO2_column_number_density	mol/m ²
浮遊粒子指数	COPERNICUS/S5P/NRTI/L3_AER_AI	absorbing_aerosol_index	

④-①環境モニタリング数値の年間グラフの作成

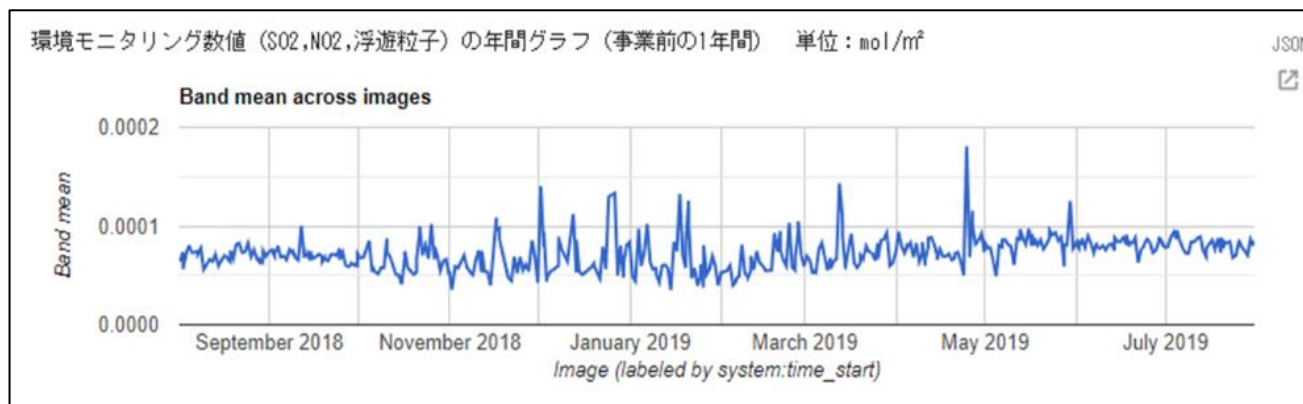
下記スクリプトより事業前、事業後の環境モニタリング数値の年間グラフを作成する。

```
Environmental_monitoring_index * [Get Link] [Save] [Run] [Reset] [Apps] [Settings]
53 ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
54 // 作業4-1：環境モニタリング数値（SO2,NO2,浮遊粒子）の年間グラフの作成 //
55 ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
56 ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
57
58 //環境モニタリング数値（SO2,NO2,浮遊粒子）の年間グラフ（事業前の1年間）を作成する。
59 var ENVI_BEFORE = ui.Chart.image.series({
60   imageCollection:SP5_BEFORE, //グラフに含めるデータを設定する。今回は事業前の環境モニタリング数値を用いた。
61   region:bufferOut, //グラフを算出する際の算出範囲を設定する。今回は解析範囲を用いた。
62   reducer:ee.Reducer.mean(), //データの算出方法を設定する。今回は平均値を算出する。
63   scale:1113.2 //reducerに使用するスケール（単位m）今回はSentinel-5の解像度を参考にした。
64 });
65
66 //事業前1年間の環境モニタリング数値の年間グラフをconsole画面に表示する。
67 print('環境モニタリング数値（SO2,NO2,浮遊粒子）の年間グラフ（事業前の1年間） 単位：mol/m2',ENVI_BEFORE);
68
69
70 //環境モニタリング数値（SO2,NO2,浮遊粒子）の年間グラフ（事業後の1年間）
71 var ENVI_AFTER = ui.Chart.image.series({
72   imageCollection:SP5_AFTER, //グラフに含めるデータを設定する。今回は事業後の環境モニタリング数値を用いた。
73   region:bufferOut, //グラフを算出する際の算出範囲を設定する。今回は解析範囲を用いた。
74   reducer:ee.Reducer.mean(), //データの算出方法を設定する。今回は平均値を算出する。
75   scale:1113.2 //reducerに使用するスケール（単位m）今回はSentinel-5の解像度を参考にした。
76 });
77
78 //事業後1年間の環境モニタリング数値の年間グラフをconsole画面に表示する。
79 print('環境モニタリング数値（SO2,NO2,浮遊粒子）の年間グラフ（事業後の1年間） 単位：mol/m2',ENVI_AFTER);
80
```

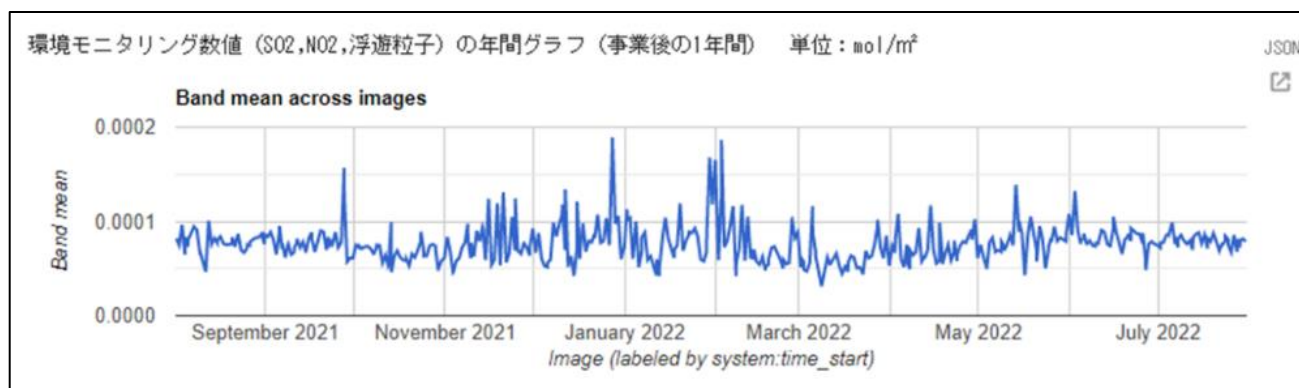
環境モニタリング数値の年間グラフの作成を行うスクリプト

④-①環境モニタリング数値の年間グラフの作成

事業前後の環境モニタリング数値の年間グラフはコンソール画面に表示される。



事業前の環境モニタリング数値の年間グラフ



事業後の環境モニタリング数値の年間グラフ

⑤年平均画像の作成

下記スクリプトより事業前後の環境モニタリング数値の年平均画像を作成する。

```
Environmental_monitoring_index Get Link Save Run
83 //////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
84 // 作業5：年平均画像の作成 //
85 //////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
86
87 //事業前の年平均画像の作成
88 var SP5_BEFORE_img = SP5_BEFORE.mean();
89 //事業後の年平均画像の作成
90 var SP5_AFTER_img = SP5_AFTER.mean();
91
92
93 //カラーパレットの設定（地図画面に表示する画像の数値の範囲と配色を設定する。）
94 var band_viz = {min: 0, max: 0.0002, palette:['black', 'blue', 'purple', 'cyan', 'green', 'yellow', 'red']};
95 /*min,max: 地図画面に表示する画素値の最小値・最大値を設定する。
96 palette : 画像を表示する際のカラー配列リストを作成する。
97 | | | | | 画素値が最小値に近いほど黒色に表示され、最大値に近いほど赤色に表示される。*/
98
99 //事業前の年平均画像を地図画面に表示する。
100 Map.addLayer(SP5_BEFORE_img, band_viz, '事業前の環境モニタリング数値の年平均画像');
101
102 //事業後の年平均画像を地図画面に表示する。
103 Map.addLayer(SP5_AFTER_img, band_viz, '事業後の環境モニタリング数値の年平均画像');
104
105 //指定する座標に地図画面を移動
106 Map.setCenter(50.2120249, 40.498697, 11); //対象とするシマル火力発電所周辺へ地図画面を移動する。
107
```

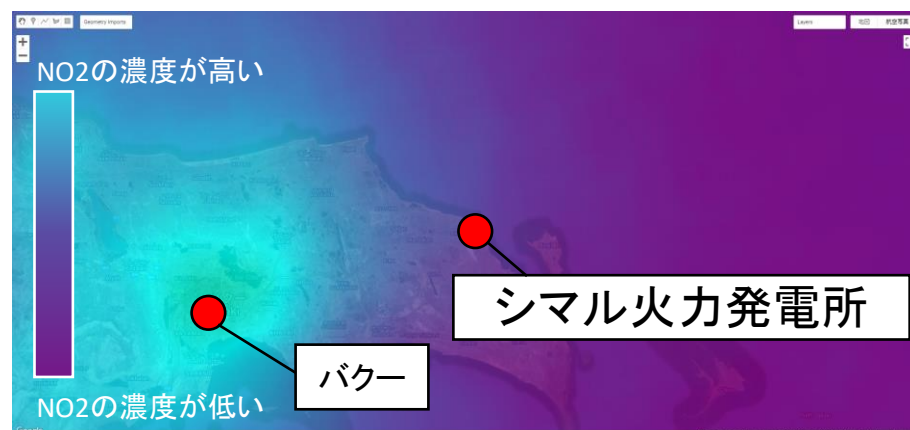
年平均画像の作成を行うスクリプト

⑤年平均画像の作成

事業前後の環境モニタリング数値の年平均画像は地図上に表示される。



事業前の環境モニタリング数値(NO2)の年平均画像



事業後の環境モニタリング数値(NO2)の年平均画像

※モニタリング数値(年平均画像)の配色は画素値が最低値に近い順に
黒色>青色>紫色>シアン色(水色)>緑色>黄色>赤色に設定している。

※表示する色については、前スライドのスク립トに記載している「palette」にて自由に設定できる。

⑤-①年平均値の算出

作成した環境モニタリング数値の年平均画像より、解析範囲内の年平均値の算出を行う。

```
Environmental_monitoring_index Get Link Save Run
110 ///////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
111 // 作業5-1:年平均値の算出 //
112 ///////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
113
114 //事業前の年平均値の算出
115 var SP5_BEFORE_measure = SP5_BEFORE_img.reduceRegion({
116   reducer: ee.Reducer.mean(), //データの処理方法を設定する。今回は平均値を算出する。
117   geometry: bufferOut, //データの処理を行う際の範囲を設定する。今回は解析範囲を用いた。
118   scale: 1113.2, //reducerに使用するスケール(単位m)今回はSentinel-5の解像度を参考にした。
119   maxPixels: 1e13, //解析するpixelの最大数。
120 });
121
122 //環境モニタリング数値の年平均値(事業前)をConsole画面に表示。
123 print('事業前の環境モニタリング数値の年平均(単位: mol/m2)', SP5_BEFORE_measure);
124
125
126 //事業後の年平均値の算出
127 var SP5_AFTER_measure = SP5_AFTER_img.reduceRegion({
128   reducer: ee.Reducer.mean(), //データの処理方法を設定する。今回は平均値を算出する。
129   geometry: bufferOut, //データの処理を行う際の範囲を設定する。今回は解析範囲を用いた。
130   scale: 1113.2, //reducerに使用するスケール(単位m)今回はSentinel-5の解像度を参考にした。
131   maxPixels: 1e13, //解析するpixelの最大数。
132 });
133
134 //環境モニタリング数値の年平均値(事業後)をConsole画面に表示。
135 print('事業後の環境モニタリング数値の年平均(単位: mol/m2)', SP5_AFTER_measure);
136
```

年平均値の算出を行うスクリプト

⑤-①年平均値の算出

事業前後の環境モニタリング数値の年平均値はコンソール画面に表示される。

```
事業前の環境モニタリング数値の年平均(mol/m2)  
└ Object (1 property)  
  NO2_column_number_density: 0.00007268773232637314
```

事業前の環境モニタリング数値の年平均(mol/m²)

```
事業後の環境モニタリング数値の年平均(mol/m2)  
└ Object (1 property)  
  NO2_column_number_density: 0.00007658971510444505
```

事業後の環境モニタリング数値の年平均(mol/m²)

⑥事業前後の差異の算出

事業前後での環境モニタリング数値の差異の算出を下記スクリプトより実施する。

```
Environmental_monitoring_index *
139 ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
140 // 作業6：事業前後の環境モニタリング数値の差異の算出 //
141 // //
142 ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
143
144 //事業前後の環境モニタリング数値の差分値の算出
145 var subtract = SP5_AFTER_img.subtract(SP5_BEFORE_img);
146
147 //事業前後の環境モニタリング数値の差異の算出
148 var sub_measure = subtract.reduceRegion({
149   reducer: ee.Reducer.mean(), //データの処理方法を設定する。今回は平均値を算出する。
150   geometry: bufferOut, //データの処理を行う際の範囲を設定する。今回は解析範囲を用いた。
151   scale: 1113.2, //reducerに使用するスケール（単位m）今回はSentinel-5の解像度を参考にした。
152   maxPixels: 1e13, //解析するpixelの最大数。
153 });
154
155 //事業前後の環境モニタリング数値の差異をConsole画面に表示する。
156 print('事業前後の環境モニタリング数値の差異(単位：mol/m2)', sub_measure);
157
```

事業前後の環境モニタリング数値の差異を算出するスクリプト

⑥事業前後の差異の算出

事業前後の環境モニタリング数値の差異はコンソール画面に表示される。

```
事業前後の環境モニタリング数値の差異(mol/m2)  
▼ Object (1 property)  
  NO2_column_number_density: 0.000003901982778071947
```

事業前後の環境モニタリング数値の差異(mol/m²)

本指標は、火力発電所を新設した場合、環境モニタリング数値は増加することを想定している。事業前後の環境モニタリング数値の差異(mol/m²)がプラスの場合は、環境モニタリング数値が事業前と比較して事業後に増加傾向であることを意味する。一方、差異がマイナスの場合には、環境モニタリング数値が減少傾向であることを意味する。

解析・結果に関する留意点

①解析期間の確認

環境モニタリング数値は撮影時の風や雲などの影響を受けるため、観測期間を1年間程度設けることが望ましい。

②衛星データの確認

Sentine-5P衛星は2018年7月4日からデータ公開されている。火力発電所の事業評価を行う場合は2018年7月以降の観測データがあるか確認する必要がある。

③解析結果の考え方について

環境モニタリング数値は発電所の他に市街地を走る自動車などからも排出される。そのため、解析結果より得られる環境モニタリング数値は周辺状況によって変化する。特に2019年から2022年は新型コロナウイルスによる経済活動の停滞による環境モニタリング数値の改善例もある。



Surveying the Earth to Create the Future

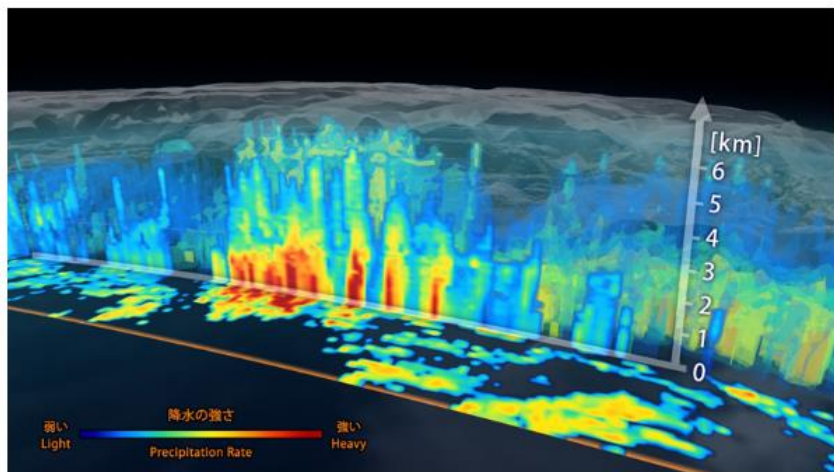
評価指標の説明 解析範囲内の降水量推定

衛星全球降水マップ (GSMaP) とは

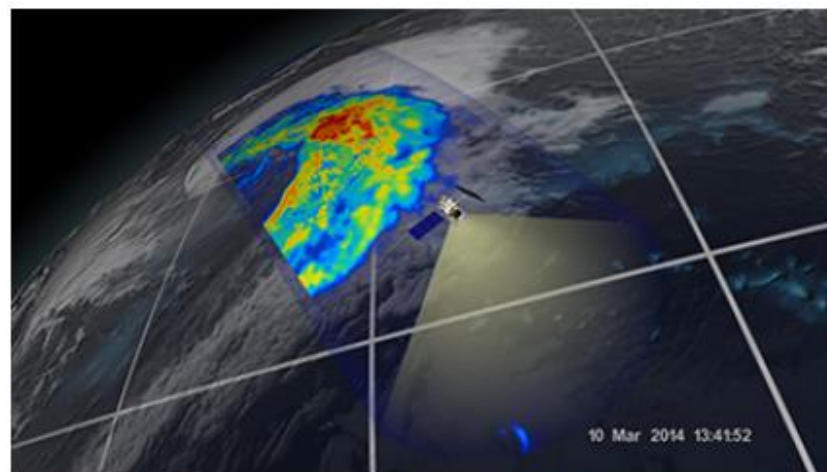
衛星全球降水マップ(GSMaP)はJAXAのHP²でも公開しており世界中の降水をリアルタイム(1時間毎)に確認することが可能である。

GSMaPの作成に用いられるGPM主衛星³には、二周波降水レーダ(DRR)とマイクロ波放射計(GMI)が搭載されており、降水の分布や強度を測ることが可能である。

- ・二周波降水レーダ(DPR):電波を雨や雪に照射して、降水の分布を立体的に観測する
- ・マイクロ波放射計(GMI):雨粒から放射されているマイクロ波を感知して、雨の強さを観測する



二周波降水レーダ(DPR)の観測イメージ³

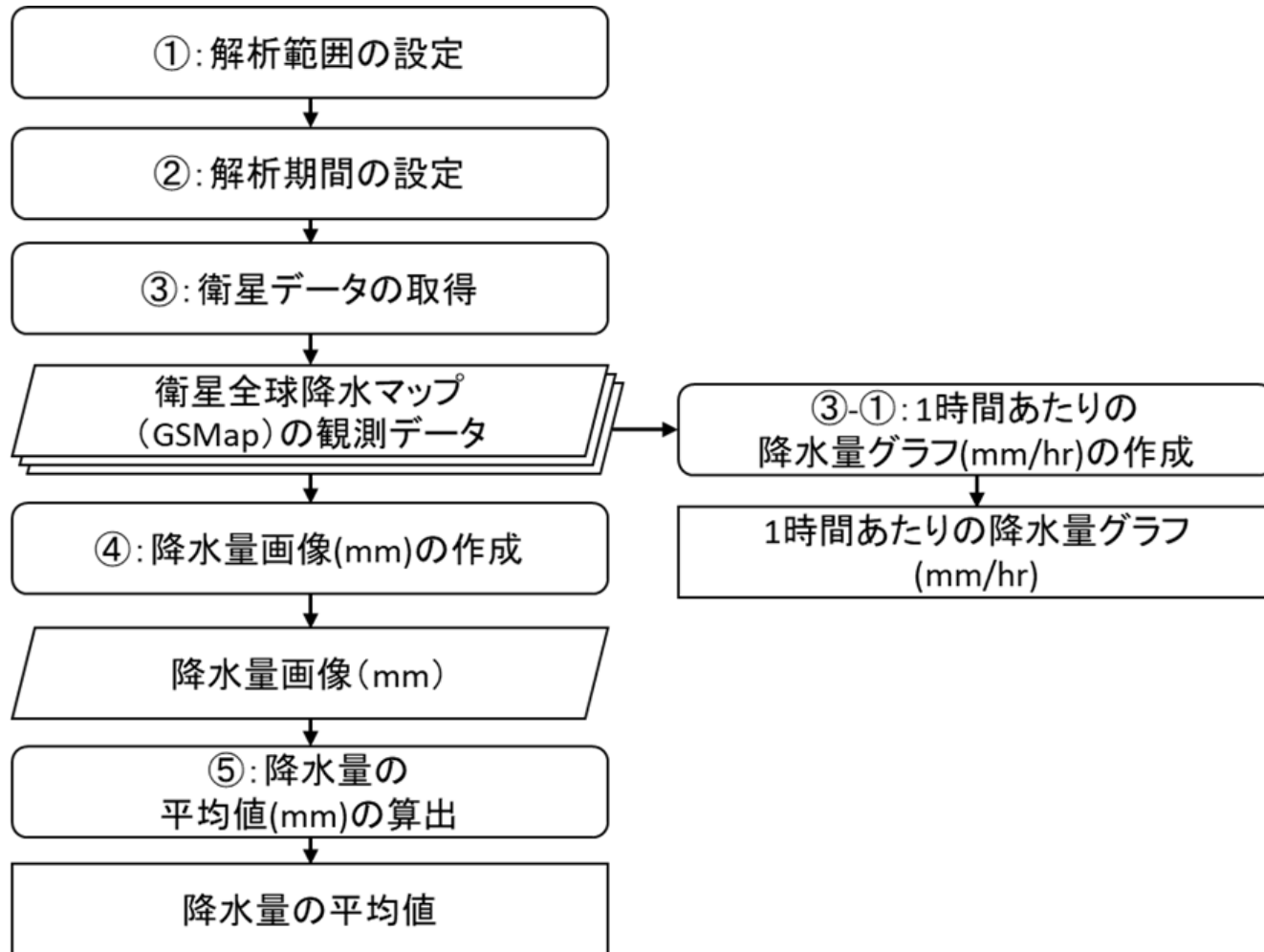


マイクロ波放射計(GMI)の観測イメージ³

参照2: https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/index_j.htm

参照3: <https://www.satnavi.jaxa.jp/ja/project/gpm/>

解析範囲内の降水量推定の手順



解析範囲内の降水量推定の手順

①解析範囲の設定

ジオメトリツールを用いて、解析範囲を設定する。本解析ではブラジルのリオデジャネイロ州周辺を解析範囲とする。解析範囲の設定が完了すると、コードエディタ上に「geometry」という変数が生成される。



```
Raindistribution_evaluation_index
Imports (1 entry)
var geometry: MultiPolygon, 8 vertices
1 //降水量の算出
2
3 ////////////////////////////////////////////////////
4 // 作業1: 解析範囲の設定
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
```

コードエディタ上に生成された「geometry」変数

②解析期間の設定

降水量データを算出するにあたり、降水量データの取得期間を設定する。
今回の事例ではブラジルのリオデジャネイロ州を対象に降水量の多い雨季の2022年の2月1日～2月28日を解析期間として設定する。

```
Raindistribution_evaluation_index Get Link
14 ////////////////////////////////////////////////////////////////////
15 // 作業2：解析期間の設定 //
16 ////////////////////////////////////////////////////////////////////
17
18 var Date1 = ee.Date('2022-02-01');//1時間あたりの降水量(mm/hr)の取得開始日を入力する。
19 var Date2 = ee.Date('2022-02-28');//1時間あたりの降水量(mm/hr)の取得終了日を入力する。
20
```

解析期間の設定を行うスクリプト

③降水量データ（1時間あたりの降水量）の取得

今回の事例では、2022年の2月1日～28日までの衛星全球降水マップ(GSMaP)の観測データを取得する。

取得方法は下記スクリプト28～30行目の通り。解析に用いる降水量データ(GSMaP)の設定を28行目、1時間あたりの降水量(mm/hr)のバンド情報の設定を29行目にて行う。

```
Raindistribution_evaluation_index Get Link Sa
23  ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
24  // 作業3：降水量データの取得(1時間あたりの降水量(mm/hr)) //
25  // //
26  ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
27
28  var dataset = ee.ImageCollection('JAXA/GPM_L3/GSMaP/v6/operational') //GSMaPの読み込み。
29  .select('hourlyPrecipRate') //1時間あたりの降水量(mm/hr)を選択する。
30  .filterDate(Date1, Date2); //降水量データの取得期間を設定する。
31
```

降水量データ(1時間あたりの降水量(mm/hr))の取得を行うスクリプト

③-① 1時間あたりの降水量グラフの作成

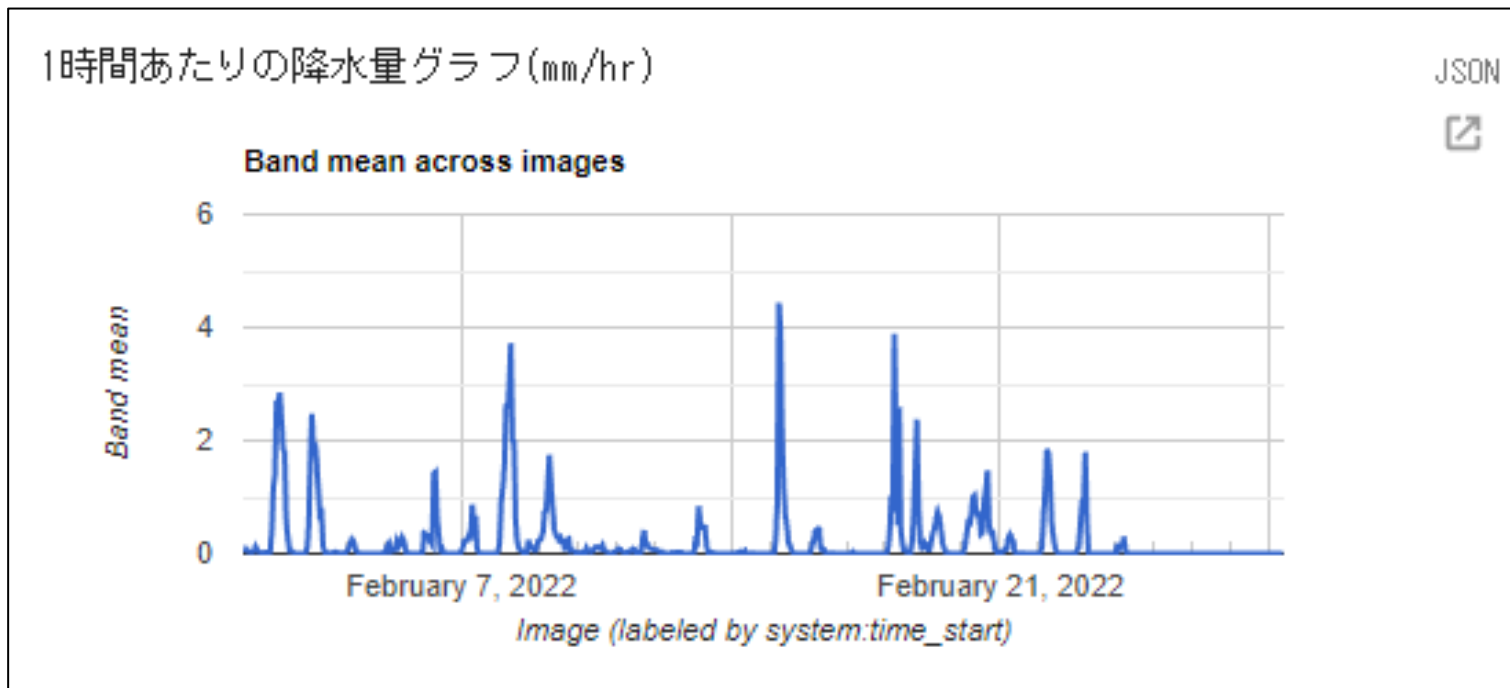
下記スクリプトに沿って取得した1時間あたりの降水量データについて、時系列グラフを作成する。

```
Raindistribution_evaluation_index *
34 ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
35 // 作業3-1：1時間あたりの降水量グラフ(mm/hr)の作成 //
36 // //
37 ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
38
39 //1時間あたりの降水量グラフ(mm/hr)を作成する。
40 var precipitation_mean = ui.Chart.image.series({
41   imageCollection:dataset, //グラフに含める降水量データを設定する。
42   region:geometry, //グラフを作成する際の解析範囲を設定する。
43   reducer:ee.Reducer.mean(), //データの解析方法を設定する。今回は平均値を算出する。
44   scale:11132 //reducerに使用するスケール(単位m)今回はGSMaPの解像度を参考にした。
45 });
46
47 //1時間あたりの降水量グラフ(mm/hr)をconsole画面に表示する。
48 print('1時間あたりの降水量グラフ(mm/hr)',precipitation_mean);
49
```

1時間あたりの降水量グラフ(mm/hr)の作成を行うスクリプト

③-① 1時間あたりの降水量グラフの作成

作成した1時間あたりの降水量の1ヶ月間の変化グラフをコンソール画面に表示する。
スクリプトの実施結果を下図に示す。



1時間あたりの降水量グラフ(mm/hr)

④ 降水量画像 (mm) の作成

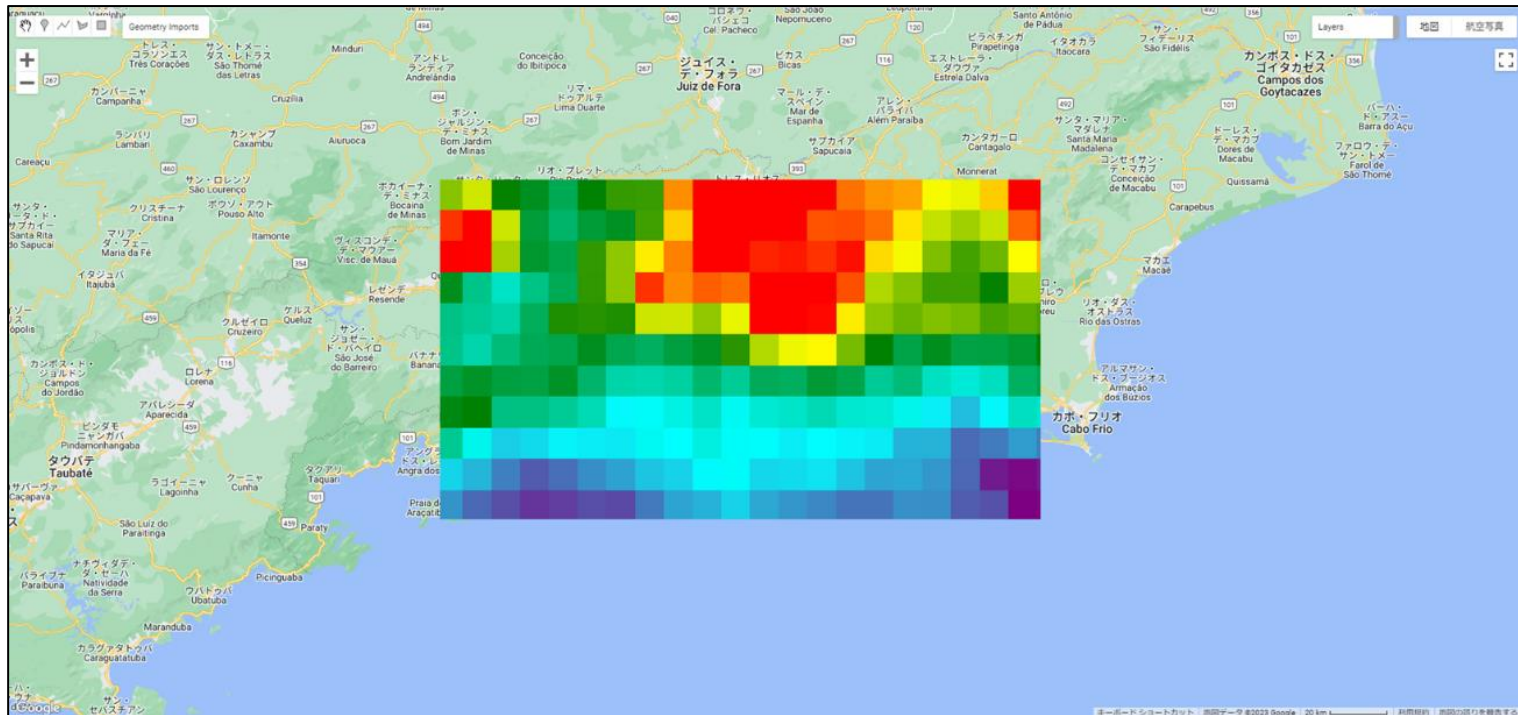
取得した1時間あたりの降水量データ(mm/hr)より、1か月間の平均降水量を示す降水量画像(mm)を作成する。降水量画像の作成方法は下図のスク립ト57～60行目の通り。また、降水量画像の配色設定(カラーパレットの設定)方法を64行目、降水量画像を地図画面上に表示する方法を71行目に示す。

```
Raindistribution_evaluation_index *
52 //////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
53 // 作業4：降水量画像(mm)の作成 //
54 // // //
55 //////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
56
57 var analysis_period = Date2.difference(Date1,'day'); //解析日数の算出する。
58 var precipitation_mean = dataset.mean();//1時間あたりの降水量データ(mm/hr)の平均値を算出する。
59 var precipitation_clip = precipitation_mean.clip(geometry);//解析範囲でクリップする。
60 var precipitation_analysis = precipitation_clip.multiply(24).multiply(analysis_period);
61 //クリップした1時間あたりの降水量データ (mm/hr) に対して、24時間×解析日数を乗算することで降水量(mm)画像を作成する。
62
63 //カラーパレットの作成
64 var band_viz = {min: 0, max: 500, palette: ['black', 'blue', 'purple', 'cyan', 'green', 'yellow', 'red']};
65 /*min,max: 地図画面上に表示する画素値の最小値・最大値を設定する。
66 palette : 画像を表示する際のカラー配列リストを作成する。
67 | | | | 画素値が最小値に近いほど黒色に表示され、最大値に近いほど赤色に表示される。*/
68
69
70 //降水量画像 (mm) を地図画面へ表示する。
71 Map.addLayer(precipitation_analysis, precipitationVis, '解析範囲内の降水量画像');
72 //指定する座標に地図画面を移動
73 Map.setCenter(-43.1212, -22.5903, 9); //解析対象とするブラジル リオデジャネイロ州周辺へ地図画面を移動する。
74
```

降水量画像(mm)の作成を行うスク립ト

④ 降水量画像 (mm) の作成

スクリプトの実施結果を下図に表す。



降水量画像(mm)の作成を行うスクリプト

※降水量の配色は画素値が最低値に近い順に
黒色>青色>紫色>シアン色(水色)>緑色>黄色>赤色に設定している。

※表示する色については、前スライドのスクリプトに記載している「palette」にて自由に設定できる。

⑤ 降水量の平均値(mm)の算出

作成した降水量画像(mm)より、解析範囲内の降水量の平均値を算出する。
降水量の平均値(mm)の算出方法はスクリプト83~88行目の通り。算出結果はスクリプトの90行目によってコンソール画面に表示される。

```
Raindistribution_evaluation_index *
77 ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
78 // 作業5: 降水量の平均値(mm)の算出 //
79 // //
80 ////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
81
82 //解析範囲内における平均降水量(mm)の算出
83 var precipitation_reduceRegion = precipitation_analysis.reduceRegion({
84   reducer: ee.Reducer.mean(), //データの処理方法を設定する。今回は平均値を算出する。
85   geometry: geometry, //データの処理を行う際の範囲を設定する。今回は解析範囲を用いた。
86   scale: 11132, //reducerに使用するスケール(単位m)今回はGSMaPの解像度を参考にした。
87   maxPixels: 1e13, //解析するpixelの最大数。
88 });
89
90 print("降水量の平均値 (mm) ", precipitation_reduceRegion);
91
```

降水量の平均値(mm)の算出を行うスクリプト

```
降水量の平均値 (mm) JSON
= Object (1 property) JSON
  hourlyPrecipRate: 149.76780668994712
```

降水量の平均値(mm)

解析・結果に関する留意点

解析・結果に関する留意点

今回の事例から、環境モニタリング数値の算出にあたり、以下3点について留意する必要があることが分かる。

①解析期間の確認

解析期間を半年以上設けてしまうと、Google Earth Engineで処理可能なデータ数(5,000)を上回るため解析エラーが発生する(右上図)。

②衛星データの確認

GSMaPの観測領域は北緯60度、南緯60度であり、それ以外の地域(寒冷地)の降水量は公開されていない(右下図)。

③解析結果の考え方について

GSMaPの精度は地表の状態や気温・積雪などの影響を受けるため、対象地域の気候や季節を考慮する必要がある。



GEEでデータ処理可能なデータ数を超えた場合の解析エラー画面



GSMaPの観測領域(引用:世界の雨分布速報より(一部変更))