

Seagrass Mapper ユーザーズマニュアル
(ver1.0)

改訂記録

符号	掲載日	改訂箇所	改訂内容、理由等
Ver1.0	2021/5/20	-	-

目次

はじめに	1
1. ツール概要.....	1
1.1 主要機能.....	1
1.2 操作の流れ	1
2. ツール操作画面について.....	2
2.1 概要	2
3. 解析データの準備.....	3
3.1 概要	3
3.2 解析に必要なデータの準備.....	3
3.2.1 解析対象範囲データの準備.....	5
3.2.2 衛星画像の準備	5
3.2.3 TOA 反射率変換情報の準備.....	6
3.2.4 大気補正用教師データの準備	6
3.2.5 水柱補正用教師データの準備	7
3.2.6 分類用教師データの準備.....	8
3.2.7 水深/水深測量データの準備	9
3.2.8 潮位データの準備.....	10
3.2.9 面積計算用範囲データ	10
3.3 Asset の登録方法.....	10
3.3.1 Seagrass Trainer を用いた Asset の登録方法.....	11
3.3.2 Google Earth Engine の Code Editor による Asset の登録方法.....	13
(1) Code Editor の起動	13
(2) Asset フォルダの作成	14
(3) データのアップロード	15
(4) Asset フォルダ及びフォルダ内のファイルの公開範囲の設定	16
(5) 衛星画像撮影日の設定	18
(6) クラス属性の設定	19
4. 解析パラメーター設定と画像解析の手順	20
4.1 七尾湾におけるアマモ場の抽出.....	20
4.1.1 Seagrass Mapper の起動.....	20
4.1.2 Asset フォルダの読み込み	20
4.1.3 衛星データの検索と指定.....	21
4.1.4 大気補正の設定	22
4.1.5 水深補正の設定	23
4.1.6 水柱補正の設定	24

4.1.7	画像分類の設定と処理実行	24
4.2	富山湾におけるアマモ場の抽出 (WorldView-2 を使用)	27
4.2.1	Seagrass Mapper の起動	27
4.2.2	Asset フォルダの読み込み	27
	(1) 衛星画像の準備	29
	(2) TOA 反射率変換パラメータの準備	30
4.2.3	解析パラメータの設定	31
5.	解析結果の確認	32
	(1) 地図パネルの表示	32
	(2) 精度検証結果 (交差行列)	33
	(3) クラス属性	35
	(4) 面積計算グラフ	35
	(5) 分類結果画像ダウンロードボタン	35

はじめに

Seagrass Mapper は Google 社が提供するクラウド型地球観測画像の解析プラットフォームである Google Earth Engine(GEE)を用いて開発された、海草藻場をはじめとする浅海域の生態系をマッピングすることが可能な Web ツールです。Seagrass Mapper は、我が国の環境省の環日本海海洋環境ウォッチシステムの一部として機能し、(公財)環日本海環境協力センター (NPEC) がその運用を担っています。

本マニュアルでは、Seagrass Mapper の機能及び操作方法について、実際の解析事例を示しながら解説してゆきます。

利用環境

- ・ Google Chrome がインストールされているコンピュータ

その他の推奨ソフトウェア等

- ・ Seagrass Trainer (WebGIS)
- ・ QGIS (GIS ソフトウェア)
- ・ Google Earth Pro (GIS ソフトウェア)

1. ツール概要

1.1 主要機能

Seagrass Mapper は、Google Earth Engine を用いて、人工衛星画像からブラウザ上で海草藻場を代表とする浅海域の生態系をマッピングするためのツールです。Seagrass Mapper は、アセット(Asset)と呼ばれるフォルダに登録した衛星画像の解析に必要な情報を基に、衛星画像を分類し、その分類結果について解析、検証が可能な Web ツールです。Asset の登録には、別に用意されている Web ツールである「Seagrass Trainer」を用いる方法と、ユーザー個別の Google Earth Engine のアカウントに登録した Asset を直接読み込む方法の 2 つがあります。

1.2 操作の流れ

Seagrass Mapper を用いた衛星画像解析の流れを図 1-1 に示します。

AOI は Area of Interest(関心領域)を意味し、対象海域を選定する際に作成する地図ポリゴンデータのこと。

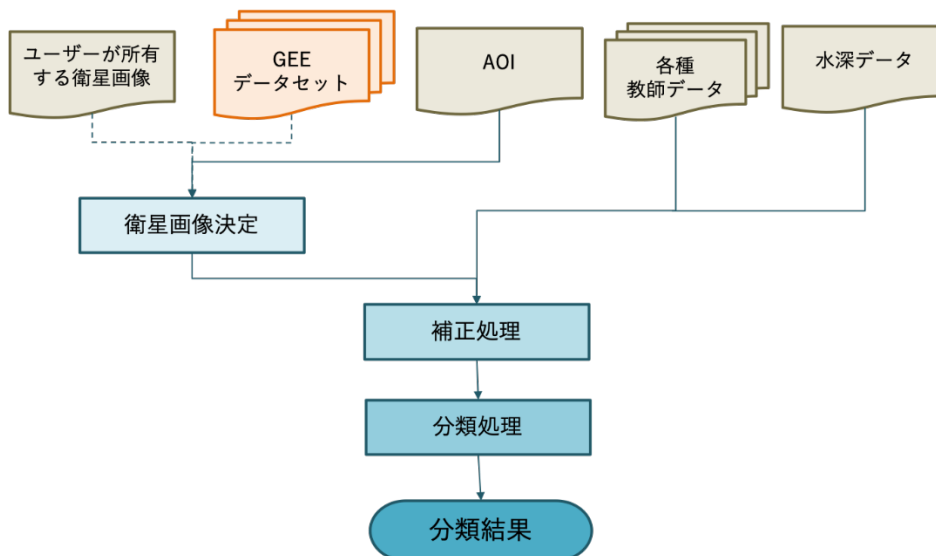


図 1-1 Seagrass Mapper による画像解析処理

2. ツール操作画面について

2.1 概要

本章では、Seagrass Mapper の操作画面について解説します。

Seagrass Mapper の操作画面は、(1)設定パネルと(2)地図パネル及び(3)結果出力パネルから構成されます。結果出力パネルは、Seagrass Mapper による画像解析処理が完了した後に表示されます。

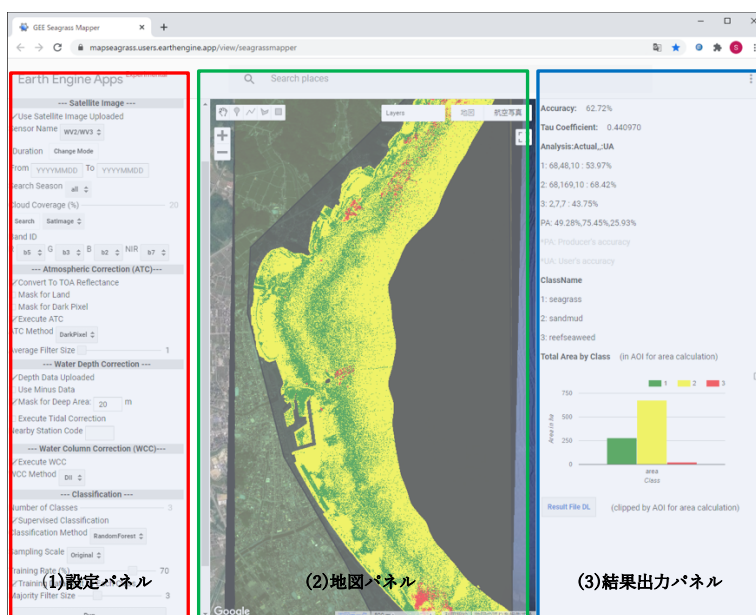


図 2-1 Seagrass Mapper の操作画面

設定パネルでは、衛星画像解析に用いる現場データセットの読み込み、解析する衛星画像及び補正方法や画像分類手法の選択ができます。地図パネル内では、解析に用いる衛星画像、現場データセット、衛星画像の分類結果を、画像として確認することができます。結果出力パネルでは、分類結果の精度検証結果、各分類クラスの面積について求めることができます。

3. 解析データの準備

3.1 概要

Seagrass Mapper は、衛星画像解析に必要な情報を Asset に登録し、沿岸域のマッピングを行います。本章では、沿岸域の藻場マッピングに必要となる情報と Asset への登録方法について解説します。

3.2 解析に必要なデータの準備

Seagrass Mapper を用いて沿岸生態系をマッピングするにあたり、以下の表 3-1 に示すデータを事前に準備する必要があります。データは、それぞれの情報毎に、ベクターデータ、ラスターデータ、テキストデータのいずれかで準備します。ベクターデータの準備は、Seagrass Trainer もしくは、QGIS や Google Earth Pro 等の GIS : Geographic Information System 地理情報システムソフトウェア等を用いて事前に作成します。

表 3-1 Seagrass Mapper で沿岸域のマッピングを行うために必要なデータ

データ種類	データ形式	ファイル形式(拡張子)	ファイル名
解析対象範囲データ	ベクター (ポリゴン)	SHAPE(shp, shx, dbf, prj)もしくは ZIP(zip) *	AOI
衛星画像	ラスター	GeoTIFF (tif)	SatImage
TOA 反射率変換情報 (解析対象の衛星画像をアップロードする場合に必要)	テキスト	CSV(csv) 手動で衛星画像のメタデータを基に 作成する必要がある	TOAparam
大気補正用教師データ	ベクター (ポリゴン)	SHAPE(shp, shx, dbf, prj)もしくは ZIP(zip) *	Train_ATC
水柱補正用教師データ	ベクター (ポリゴン)	SHAPE(shp, shx, dbf, prj)もしくは ZIP(zip) *	Train_WCC
分類用教師データ	ベクター (ポリゴン) または ポイント	-ポリゴンの場合- SHAPE(shp, shx, dbf, prj)もしくは ZIP(zip) * -ポイントの場合- SHAPE または CSV(csv)	Train_CLS○(○ には1から分類ク ラス数までの数字 を入れ、分類クラ スごとにファイル を準備する)
水深/水深測量	ラスター	GeoTIFF (tif)	D
潮位	テキスト	csv	tidaldata_○(○ には潮位観測地 点記号を入れる)
面積計算用範囲データ	ポリゴン	SHAPE(shp, shx, dbf, prj)もしくは ZIP(zip) *	Area

* Shape ファイルを構成する.shp、.shx、.dbf、.prj の4ファイルを zip 圧縮する

3.2.1 解析対象範囲データの準備

QGIS 等の GIS ソフトを使用して、衛星画像解析の対象とする範囲のポリゴンを矩形で描画し、Shape ファイルとして保存します。そして、作成された Shape ファイルを構成する全ファイル（少なくとも*.shp、*.shx、*.dbf、*.prj の 4 ファイルが必要です）を、zip 圧縮し、AOI.zip という名前のファイルを作成します。また、Seagrass Trainer を使用して、解析対象範囲を描画し、データを作成することができます。詳しくは、Seagrass Trainer ユーザーズマニュアルをご覧ください。

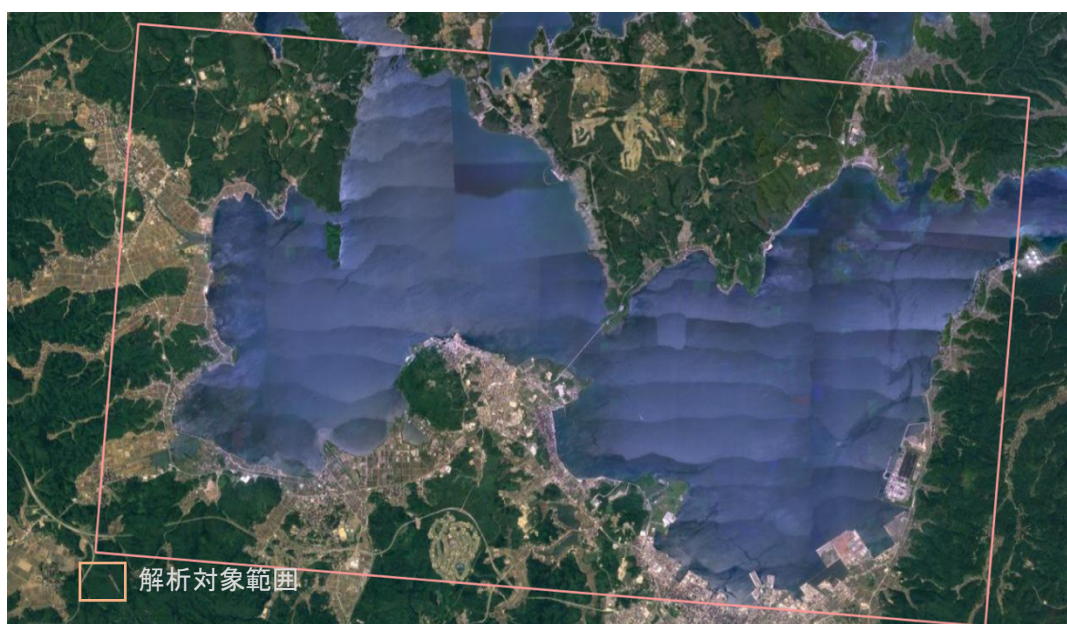


図 3-1 解析対象範囲データの例（七尾湾の解析で設定したポリゴンの範囲）
（背景は Google）

3.2.2 衛星画像の準備

Seagrass Mapper では、GEE のパブリックデータカタログに公開されている以下のデータを用いて、浅海域の生態系をマッピングすることが可能です。これらの画像を使用する場合は、衛星画像を別途準備する必要はありません。

- Landsat 4 Tier1 MSS TOA Reflectance
- Landsat 5 Tier1 MSS TOA Reflectance
- Landsat 7 Tier1 ETM+ TOA Reflectance
- Landsat 8 Tier1 OLI TOA Reflectance
- Sentinel-2 MSI L1-C
- ALOS/AVNIR-2 ORI

一方、解析対象範囲をより高い空間解像度のデータで解析したい場合には、商用衛星等の GeoTiFF 形式の画像を準備します。Seagrass Mapper では、一つのファイルに複数のバンドのデータが格納されている GeoTiFF データを読み込む必要があります。現時点で Seagrass Mapper が対応している商用衛星画像を以下に示します。

- WorldView-2
- WorldView-3
- GeoEye-1
- Any (WorldView-4, SPOT, Planet 等の衛星画像を使用する場合)

3.2.3 TOA 反射率変換情報の準備

衛星画像の各ピクセルの値がデジタルナンバーとして格納されていますが、これらの値は衛星に搭載する光学センサの観測時の太陽光の強さ・当たり方によって一律でないために、画像解析の前に、この影響を取り除くために大気上端(TOA: Top Of Atmosphere)における反射率に変換する方法が取られます。TOA 反射率への変換に必要な情報は、衛星画像に付属するメタデータ(情報)に格納されています。TOA 反射率変換情報は、センサのタイプ(名称)、各センサの波長から得られる情報を補正するための固定あるいは可変の係数と、観測時刻、太陽高度等の情報によって変化する係数があり、これらの情報をメタデータから事前に取得し、コマ区切りのテキスト情報として作成し、TOAparam.csv という名前のファイル形式で保存しておきます。詳しくは、付録の「7. TOA 反射率変換情報の準備」をご参照ください。なお、GEE バブリックデータカタログに公開されているデータを使用する場合はこの手順はスキップして構いません。

3.2.4 大気補正用教師データの準備

大気補正を実施する際の基準となるエリアのポリゴンを、GIS ソフト等を使用して描きます(図 3-2)。対象エリアは、大気補正手法が暗画素法の場合は底質から光の反射がないような深い海域の場所とし、近赤外法の場合は波など明るく見えている場所も含めます。描いたポリゴンは、Shape ファイルとして保存します。そして、Shape ファイルを構成する全ファイル(少なくとも*.shp、*.shx、*.dbf、*.prj の 4 ファイルが必要です)を、zip 圧縮し、Train_ATC.zip として保存しておきます。

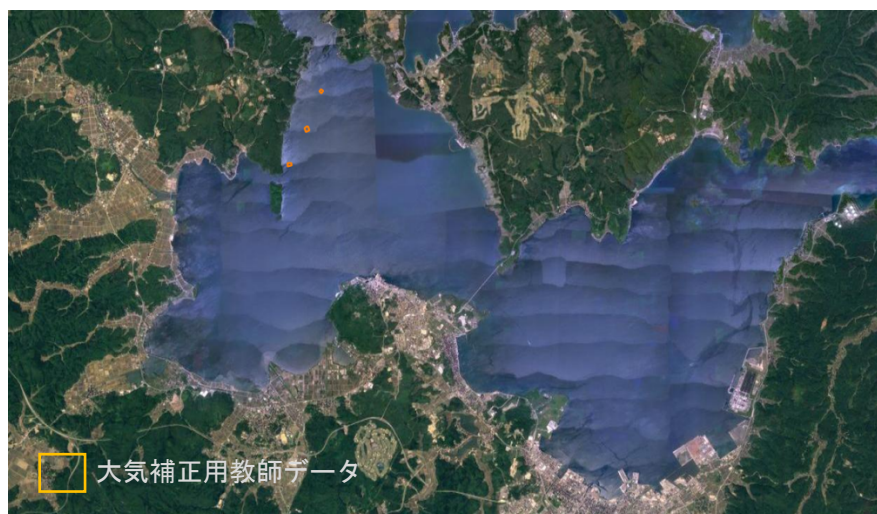


図 3-2 七尾湾における大気補正用教師データポリゴン(Train_ATC.zip)の例
(背景は Google)

現場の水深情報や海底地形図を基に、海底に光が到達しないような深い海域のポリゴンデータを作成している。

3.2.5 水柱補正用教師データの準備

水柱補正を実施する際の基準となるエリアのポリゴンを、GIS ソフト等を使用して描きます(図3-3)。対象エリアは、現場観測情報等から得られる底質分布を参考にしながら、底質が砂地で且つ海草がない可能性が高い場所で、浅い海域から深い海域にかけてカバーするようにします。複数のポリゴンに分かれても構いません。描いたポリゴンは、先の手順と同様に Shape ファイルとして保存後に zip 圧縮し、Train_WCC.zip として保存しておきます。

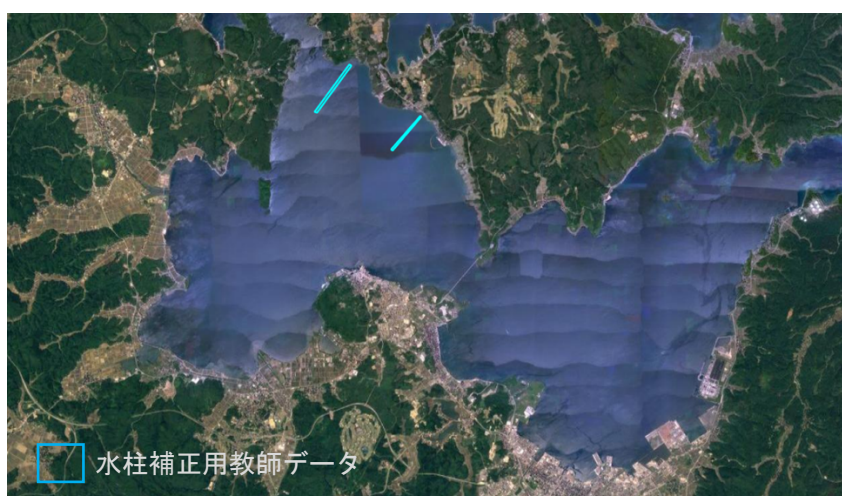


図 3-3 水柱補正用教師データ (Train_WCC.zip) (七尾湾) (背景は Google)

3.2.6 分類用教師データの準備

現場観測データ、既存のデータベース、論文、報告書等の情報を基に、衛星画像解析用の教師データ（底質を分類する際の基準となるエリア）を、ポリゴン、またはポイントとして GIS ソフト等を使用して描き、分類クラスごとに 1 つの Shape ファイルとして保存します(図 3-4)。そして、先の手順と同様に zip 圧縮します。なお、Seagrass Mapper では 10 クラスまでの入力に対応しています。

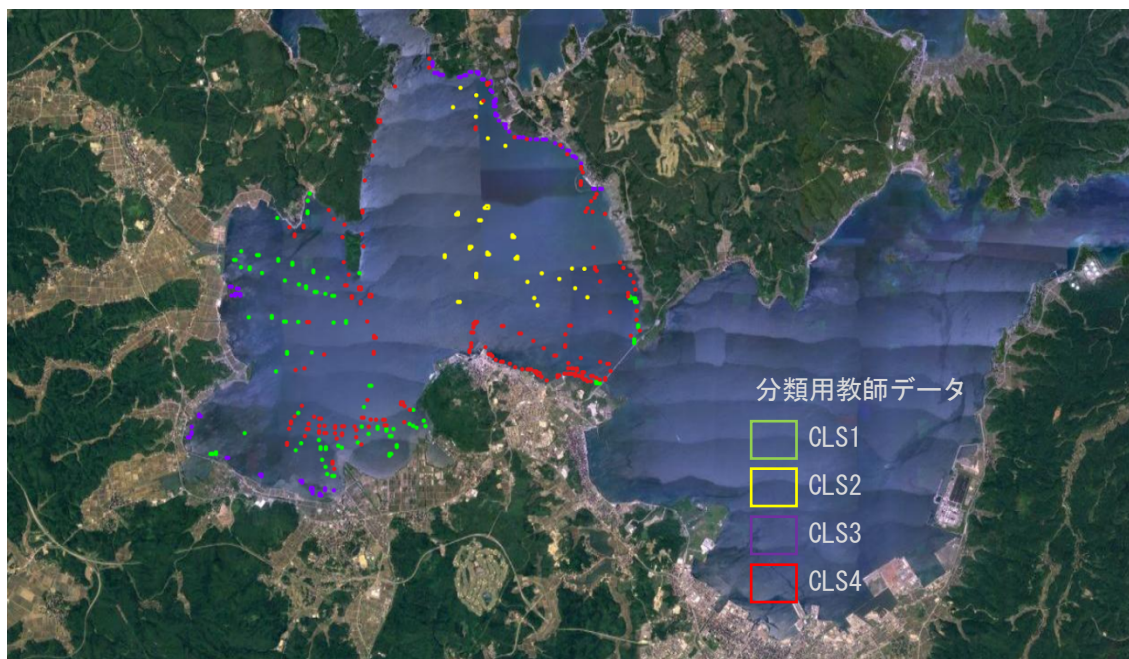


図 3-4 七尾湾における分類用教師データポリゴン(Train_CLS1, 2, 3, 4)の例
(背景は Google)

2015 年 6 月に実施した、水中ビデオカメラによる底質調査と GPS ロガーによる位置情報を参照し、次の 4 クラスの教師データを作成している。

Train_CLS1.zip (底質：アマモ)、Train_CLS2.zip (底質：砂泥)、
Train_CLS3.zip (底質：ガラモ)、Train_CLS4.zip (底質：砂泥・アマモ疎生)

なお、分類結果画像が表示されるとき各クラスの色は、表 3-2 のとおり決まっているため、教師データを作成する際に、各分類クラスを表現するためにふさわしい色にクラス(番号)を対応させておく必要があります。

表 3-2 各分類クラスに割り振られた色の対応表

分類クラス	色
Train_CLS1	darkGreen
Train_CLS2	yellow
Train_CLS3	red
Train_CLS4	purple
Train_CLS5	green
Train_CLS6	magenta
Train_CLS7	orange
Train_CLS8	cyan
Train_CLS9	gray
Train_CLS10	blue

3.2.7 水深/水深測量データの準備

水深（単位：m、深い方が+）を画素値としてもつラスター画像を用意します。このデータは、七尾湾西湾（北緯 37° 03'58.26"～37° 08'12.33"、東経 136° 51'09.73"～136° 56'56.84"）の 2m メッシュグリッドの GeoTiff データです(図 3-5)。なお、水深データは、水深が一定の値以下の部分をマスクする（解析対象から除く）処理や、水深を用いた水柱補正処理、潮位による水深補正に使用します。これらの処理を行わない場合は、水深データは必要ありません。

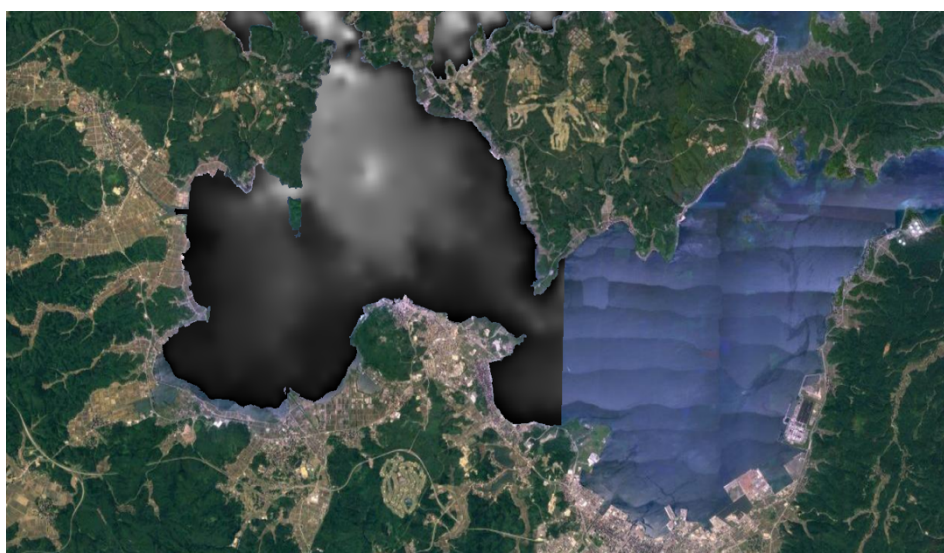


図 3-5 水深データ (D.tif) (七尾湾)
(水深データは白黒で表示、背景は Google)

3.2.8 潮位データの準備

潮間帯補正を行う場合には潮位データが必要となり、Seagrass Mapper には、日本の気象庁から公開されている日本近海の潮位データが準備されています。そのほかエリアの潮位データを使用したい場合には、ユーザーが準備する必要があります（詳しくは、付録の「5. 気象庁の潮位データ以外の潮位データを用いた Tidal Correction」ご参照ください）。

3.2.9 面積計算用範囲データ

分類結果から各分類クラスの面積を求める範囲のポリゴンを、QGIS 等の GIS ソフトを使用して描画し、Shape ファイルとして保存します。そして、作成された Shape ファイルを構成する全ファイル（少なくとも *.shp、*.shx、*.dbf、*.prj の 4 ファイルが必要です）を、zip 圧縮し、Area.zip という名前のファイルを作成します。また、Seagrass Trainer を使用して、面積計算用範囲を描画し、データを作成することができます。詳しくは、Seagrass Trainer ユーザーズマニュアルをご覧ください。



図 3-6 七尾湾西湾における面積計算用範囲データ(Area.zip)の例
(背景は Google)

3.3 Asset の登録方法

本章では、衛星画像の解析に必要な Asset の登録方法について解説します。本章では、(1)Seagrass Trainer と(2)Google Earth Engine のコードエディターを用いる 2 つの Asset の登録方法について解説します。

3.3.1 Seagrass Trainer を用いた Asset の登録方法

Seagrass Trainer は、Seagrass Mapper が解析に必要とするデータを登録するために便利な Web ツールです。Seagrass Mapper と組み合わせて使用することで、Web 上でインタラクティブな浅海域の生態系のマッピングが可能になります。Seagrass Trainer を使った Asset の登録の詳細な手順については別の Seagrass Trainer ユーザーズマニュアル海草藻場マッピング解析事例をご覧ください。Seagrass Trainer は、以下の URL からアクセスが可能です。なお、初めにユーザー登録が必要です。

<アクセス先 URL>

<https://segrasstrainer.mapseagrass.org/>

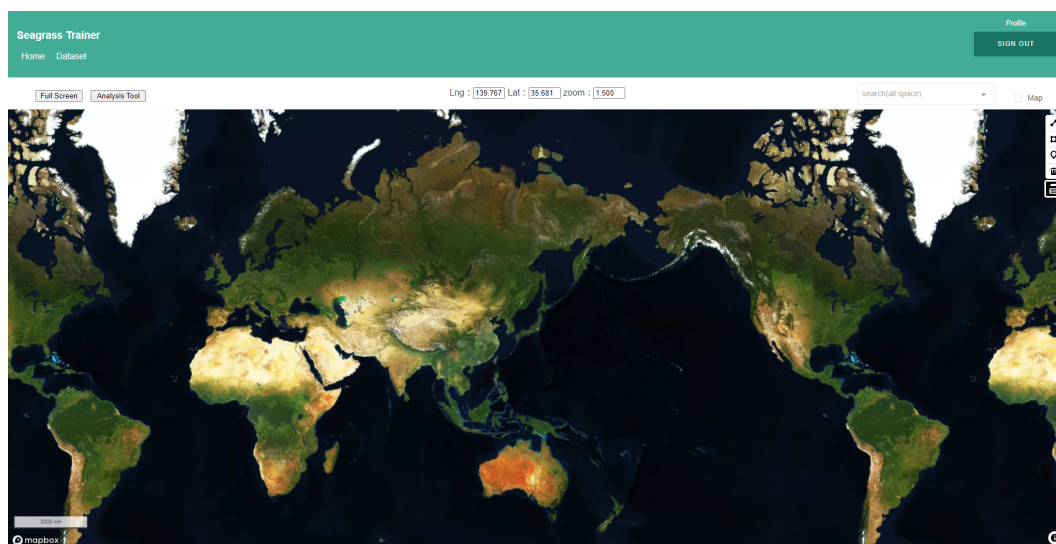


図 3-7 Seagrass Trainer のホーム画面

ここでは、Seagrass Trainer を用いて、解析に必要なデータを登録する際の基本的な操作のみを示します。まず、Seagrass Trainer ホーム画面左上の Dataset をクリックし、次に upload ボタンをクリックすると、Input File Upload と示す画面がポップアップします(図 3-8)。ここで、アップロードするデータの種類に応じて、Select Input Data の中から必要な項目を選択し、次に Click to upload ボタンを押し、事前に準備したデータを選択し、Send Bucket ボタンを押します。ここで表 3-1 に示した解析に必要なすべてのデータを個別にアップロードします。

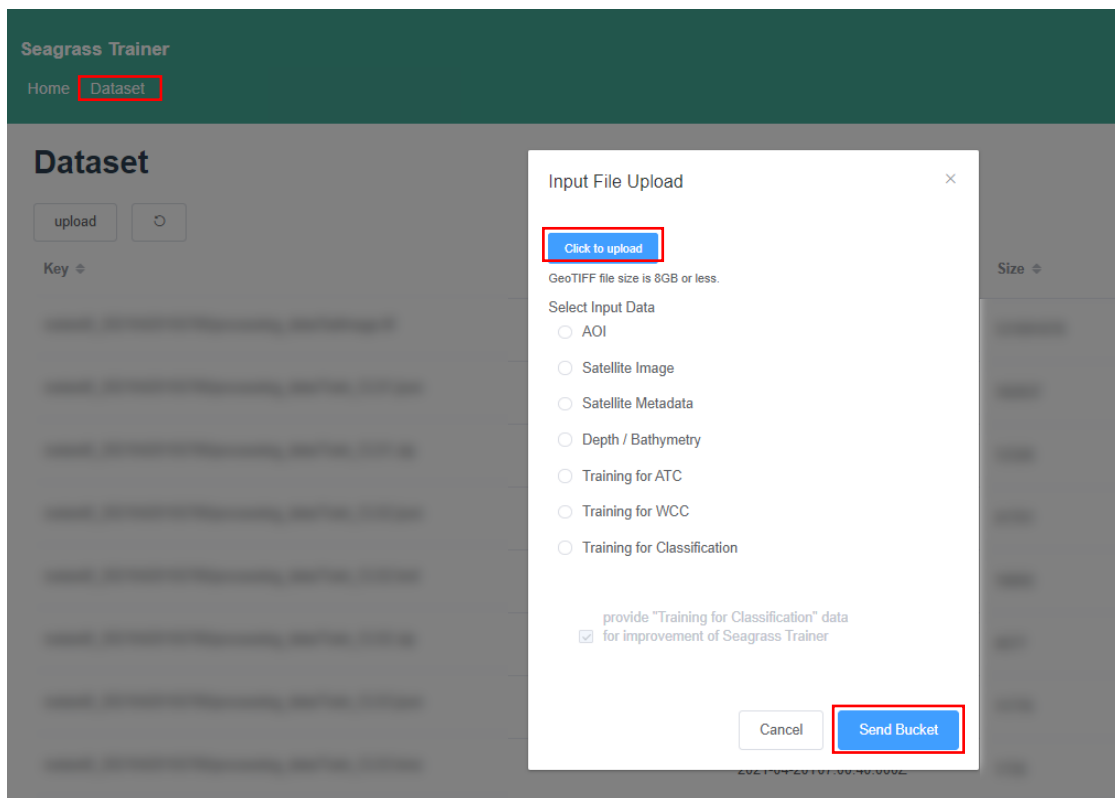


図 3-8 Seagrass Trainer によるデータ登録画面

先の手順で個別にアップロードした情報は、Asset と呼ばれるフォルダに格納され、そのフォルダ名を Seagrass Mapper 上で指定し、衛星画像の解析に使用することができます。Asset フォルダは、Seagrass Trainer ホーム画面から Analysis Tool ボタンをクリックし、立ち上がる Satellite Image Analysis Parameters の画面内の Asset Folder Name 横の Asset フォルダ名にて確認することができます(図 3-9)。

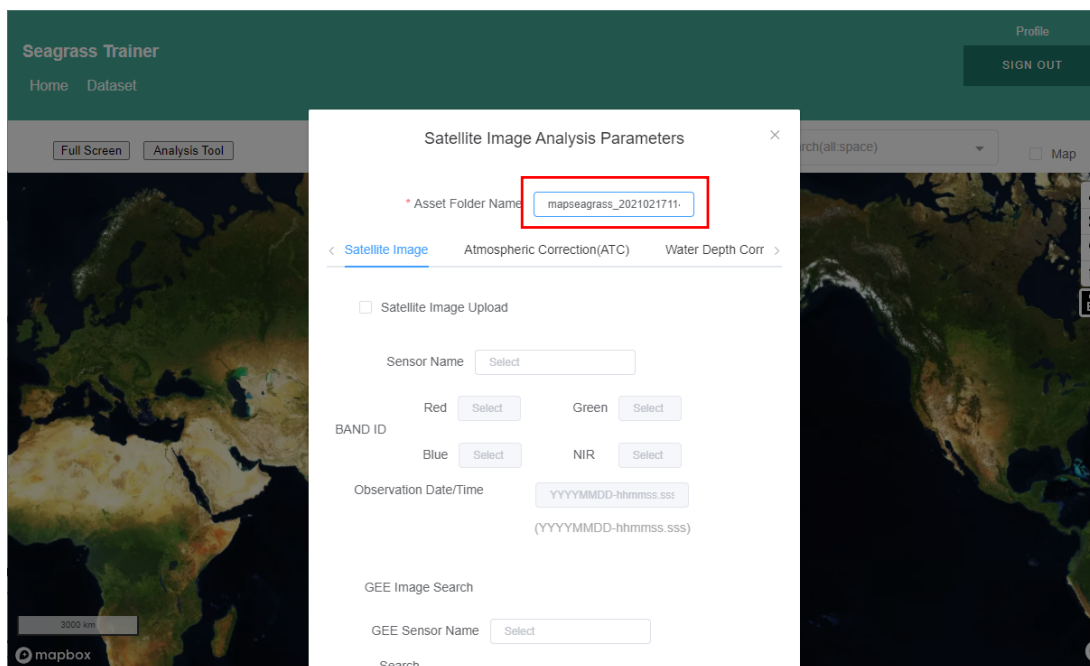


図 3-9 Seagrass Trainer によるデータ登録画面

この Asset フォルダ名は、Seagrass Trainer にサインイン（ログイン）したタイミングでユーザー名と日時から「ユーザーID_YYYYMMDDHHMMSS」という形式で自動的に生成されます。複数の Asset フォルダを作成し、Asset 情報を管理したい場合は、一度サインアウト（ログアウト）して、再度 Seagrass Trainer にサインイン（ログイン）し、新しい Asset フォルダを作成してください。詳しくは、付録の「6. 教師データ等の再利用」をご参照ください。

3.3.2 Google Earth Engine の Code Editor による Asset の登録方法

ここでは、ユーザーが Google Earth Engine に mapseagrass という Google アカウントでサインイン（ログイン）していることを前提に解説を進めます。Google Earth Engine への登録は無料で、次の URL から可能です。

<https://signup.earthengine.google.com/>

(1) Code Editor の起動

Google Chrome(推奨)上で、<https://code.earthengine.google.com/#>のアドレスを開き、Google Earth Engine の Code Editor を起動します

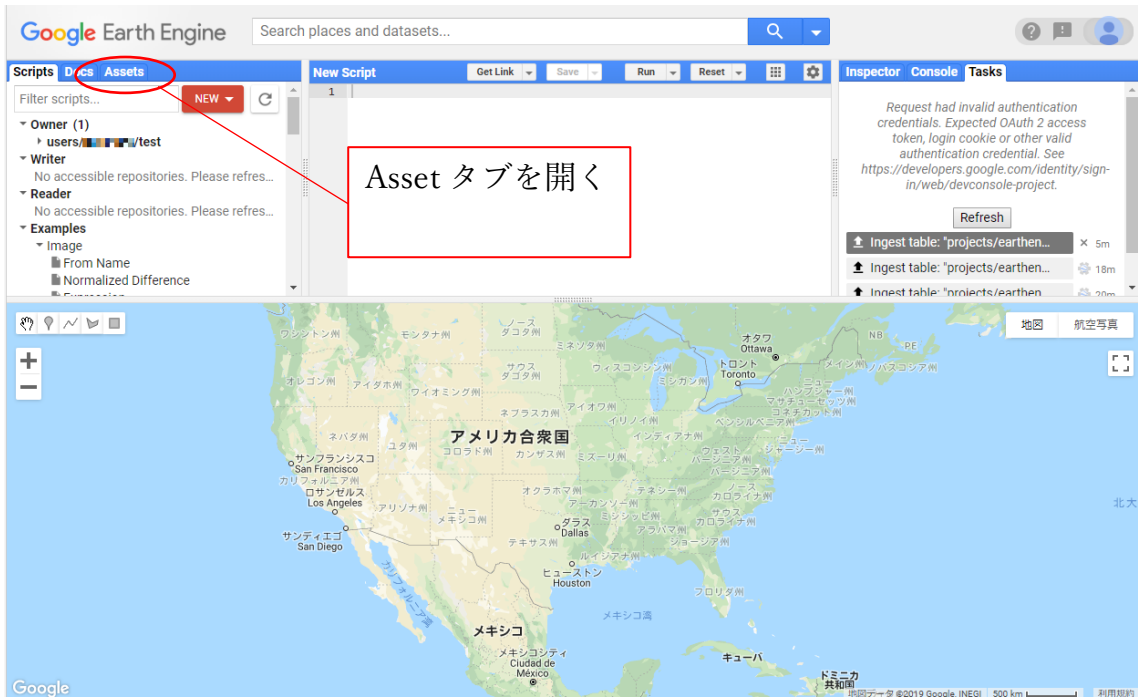


図 3-10 GEE Code Editor の起動画面

(2) Asset フォルダの作成

Asset タブ内の赤いボタン New をクリックし、プルダウンメニュー内のリストから Folder を選択します(図 3-11)。本マニュアルでは、mapseagrass という Google アカウントに testdata というフォルダを作成し、藻場マッピングの解析に必要なデータを登録します。なお、ここで作成した testdata は、GEE 個別ユーザーのアカウントの中にも作成されることとなり、Seagrass Mapper からは、users/mapseagrass(お使いのアカウント名の置き換えてください)/testdata のアドレスで読み出すことが可能です。

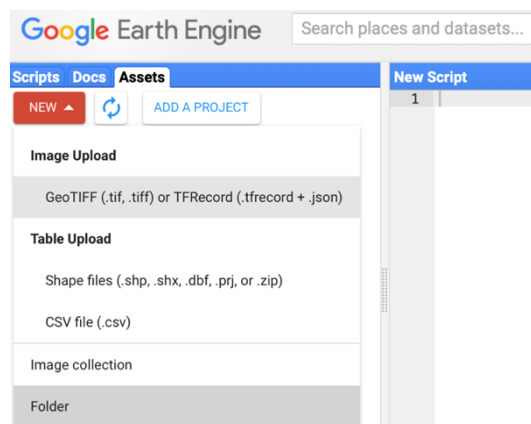


図 3-11 Asset タブ内の New ボタンとプルダウンメニュー内の項目

(3) データのアップロード

先の手順で作成した Asset フォルダに Seagrass Mapper での解析に必要なデータをアップロードします。各データのファイル形式に応じて、Image Upload もしくは Table Upload の中から対応する項目を選択し、Upload ボタンをクリックします。この際、Seagrass Mapper がアップロードするデータの内容を理解できるように、データの内容に応じてファイル名を前述の表 3-1 に示すとおり命名する必要があります。また、アップロード先の Asset フォルダ名をファイル名の前に入力し、アップロード先の Asset フォルダを指定します(図 3-12)(指定しない場合は、Google アカウント名の階層にファイルがアップロードされるため、手動で先の手順で作成した Asset フォルダに移動する必要があります)。

※SHAPE ファイルをアップロードする場合は、shp, shx, dhf, prj の拡張子がついたファイルを 4 つまとめて指定する必要があります。これらの 4 つファイルを事前に zip 形式にまとめておき、zip の拡張子がついたファイルを指定することもできます。

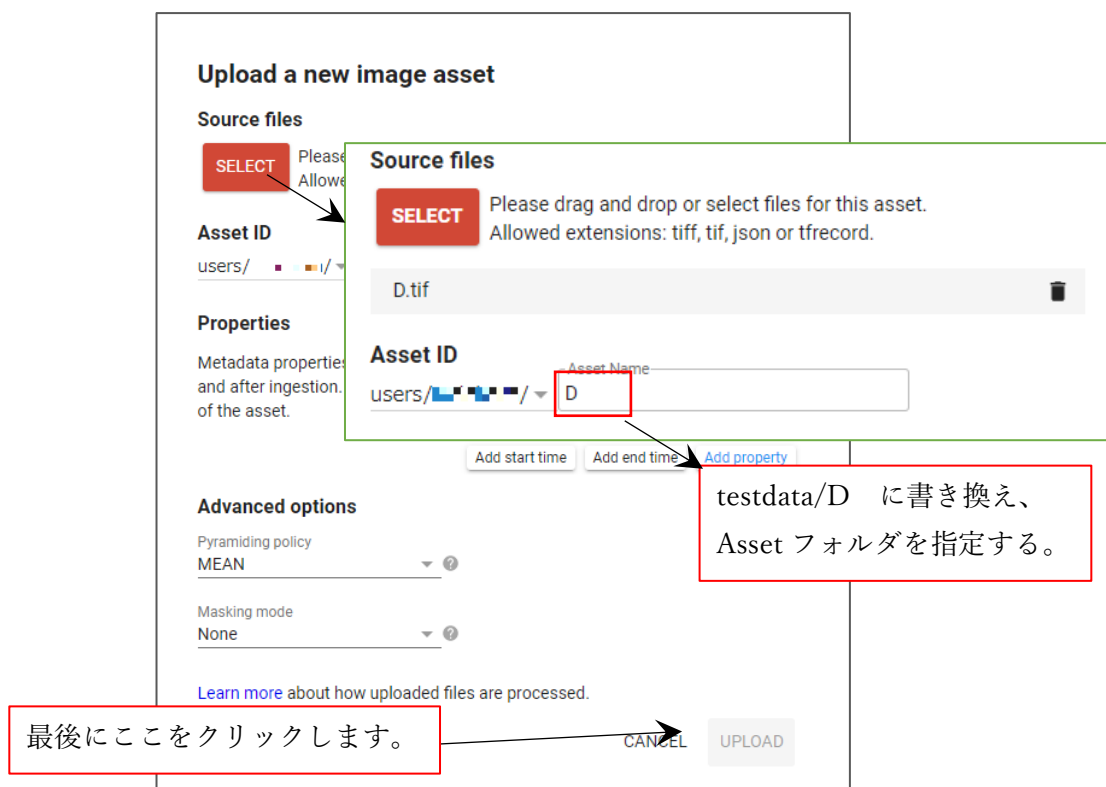


図 3-12 水深情報をアップロードする時の例

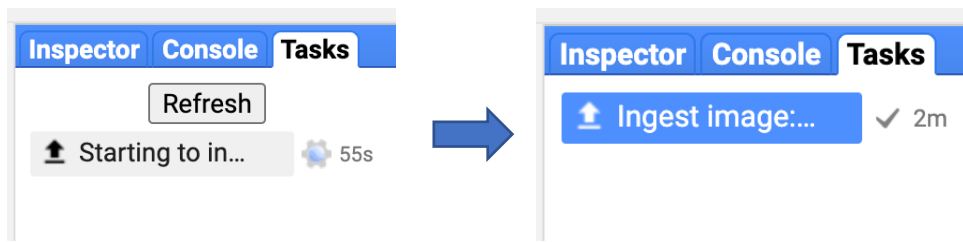


図 3-13 ファイルアップロード中(左)、ファイルアップロード完了時(右)

ファイルのアップロードが完了後に、Asset フォルダ内にファイルが追加されていることを確認します。ファイルが確認できない場合は、Asset タブ内の New ボタンの横にあるリフレッシュボタンをクリックしてください(図 3-14)。

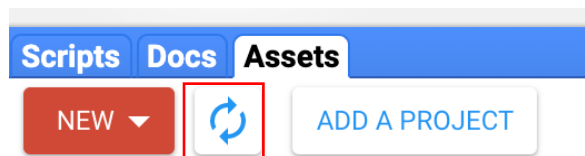


図 3-14 Asset タブ内の New ボタンの横にあるリフレッシュボタン

なお、ファイルのアップロードにかかる時間は、ファイルサイズ、お使いの通信環境によって異なります。アップロードの状況は、Code Editor 画面右上の Tasks タブ内で確認することができます。図 3-13 にアップロード中とアップロード完了後、画面を示します。

(4) Asset フォルダ及びフォルダ内のファイルの公開範囲の設定

Asset フォルダ内にアップロードしたファイルを Seagrass Mapper で読み込むためには、公開範囲の設定（誰でも読めるようにする）が必要になります。そこで、Asset フォルダ内にあるファイルをクリックし、表示されるウインドウの下にある Share ボタンをクリックし(図 3-15)、表示されるウインドウ内のファイルの公開設定を「Anyone can read」に変更するためチェックを入れます(図 3-16)。図 3-16 の画面は、Asset フォルダ内のファイル右横にある Share ボタンをクリックして表示することもできます(図 3-17)。この設定作業を、Asset フォルダ内で解析に用いるすべてのファイルに対して行います。

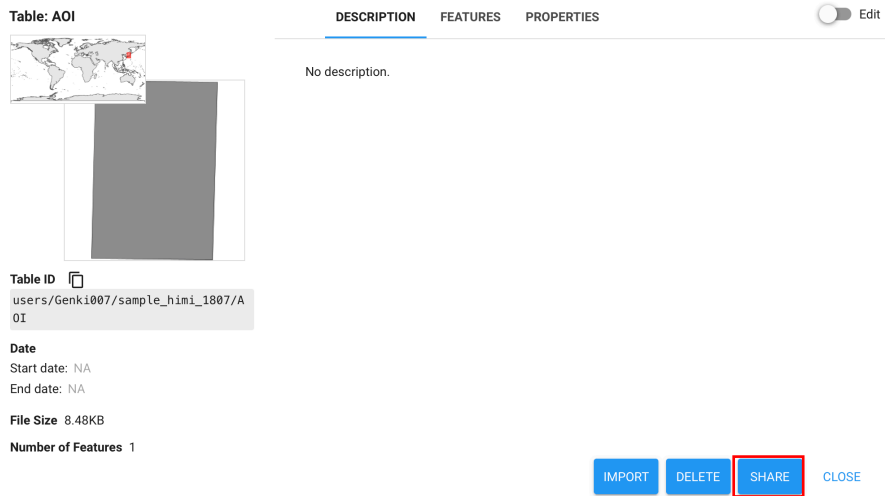


図 3-15 testdata 内の AOI をクリックした時に表示されるウインドウ

右下の Share ボタンをクリックする(図 3-15)。



図 3-16 ファイルの公開範囲の設定画面

ファイルの公開範囲を Anyone can read に変更して Done をクリックする(図 3-16)。

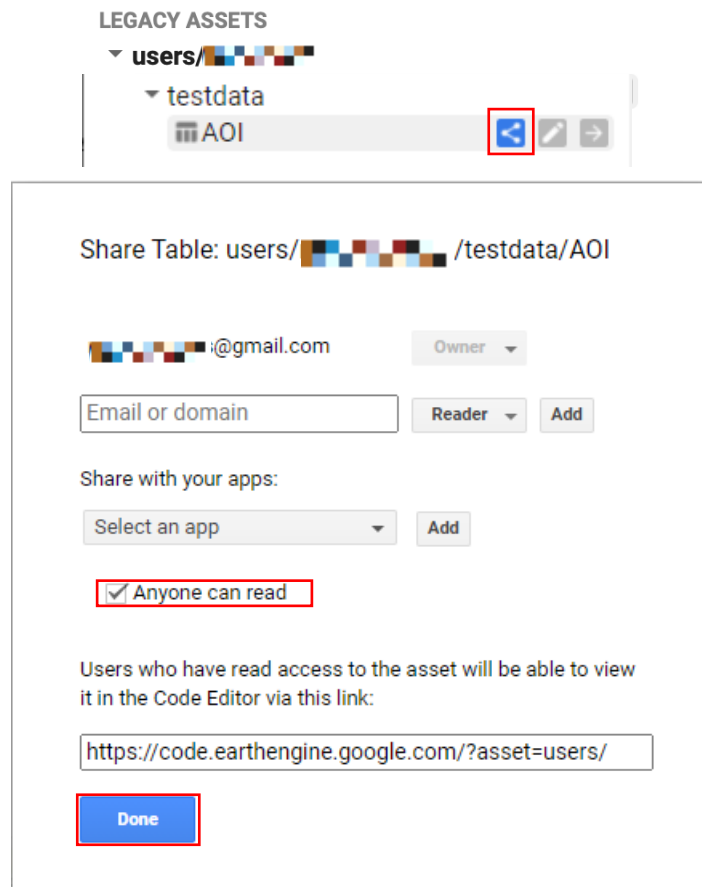


図 3-17 Asset フォルダのファイル横の Share ボタン(上)、公開設定画面(下)

(5) 衛星画像撮影日の設定

自分でアップロードした衛星画像を解析に用いる場合は、アップロードした衛星画像の時刻情報を入力する必要があります。Asset フォルダ内に登録されている衛星画像のファイル SatImage をクリックし、ウィンドウ右上にある Edit バーをオンにし、衛星画像に付属するメタ情報を参照し、Start date を西暦年月日時間秒まで入力します(図 3-18)。

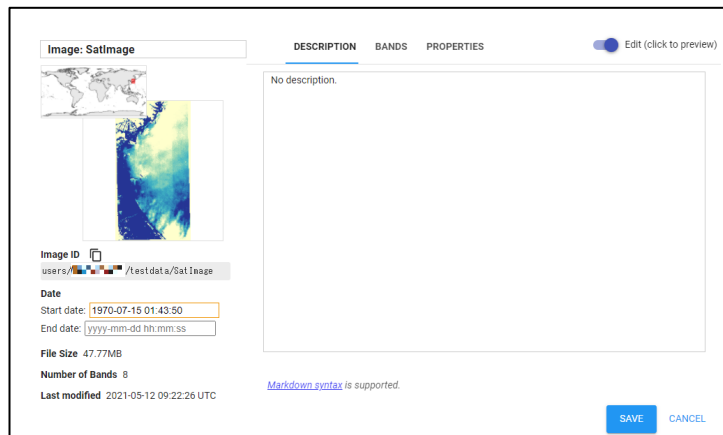


図 3-18 衛星画像撮影日の設定

(6) クラス属性の設定

自分でアップロードした教師データにクラスの属性（分類名など）を設定することができます。Asset フォルダ内に登録されている教師データのファイル Train_CLS〇をクリックし、Properties を選択したウィンドウ右上にある Edit バーをオンにして[Add property]を押します。図 3-19 に示す画面にて Property に「ClassName」（固定）を入力し、Value に「クラスの属性（例えば seagrass）」を任意に入力して[Save]します。ここで設定したクラスの属性は、解析処理が完了した後の結果出力パネルに表示されます。

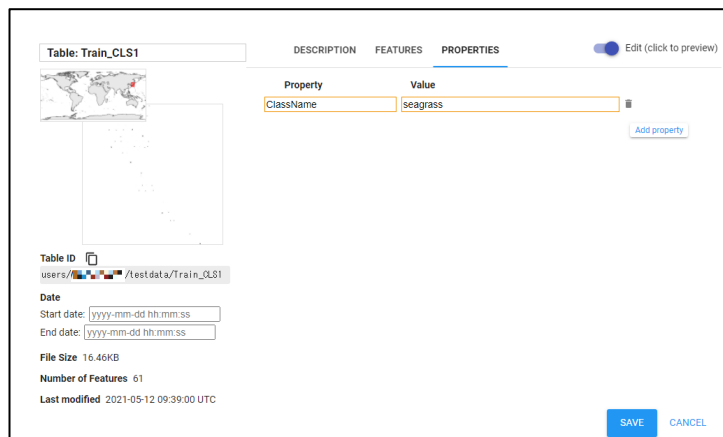


図 3-19 クラスの属性の設定

以上で、解析に必要な情報の準備ができました。次の章では、解析パラメータの設定と画像解析の手順について紹介します。

4. 解析パラメーター設定と画像解析の手順

本章では、七尾湾と富山湾の事例を紹介し、解析パラメーターの設定方法と画像解析の手順について解説します。

4.1 七尾湾におけるアマモ場の抽出

七尾湾は、能登半島の中腹に位置する内湾で、北湾、西湾、南湾の小湾からなり、西湾には大規模なアマモ場があることで知られています。ここでは、NPECが2015年の6月に実施した水中ビデオカメラによる現場観測結果とGEEパブリックデータとして公開されているLandsat 8号のOLI画像を用いたアマモ場のマッピングの手順を示します。

4.1.1 Seagrass Mapper の起動

<https://mapseagrass.users.earthengine.app/view/seagrassmapper> にアクセスし、Seagrass Mapper を起動します。

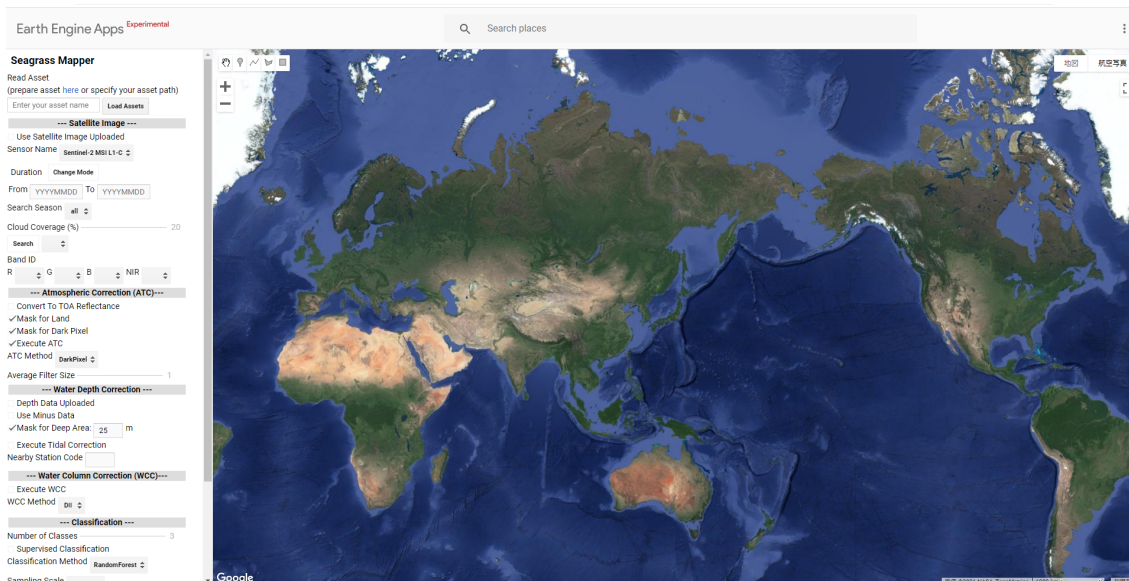


図 4-1 Seagrass Mapper の起動画面

4.1.2 Asset フォルダの読み込み

3.3.1.の手順で登録した Asset フォルダ「mapseagrass_YYYYMMDDHHMMSS」のデータを使用します。(mapseagrass_YYYYMMDDHHMMSS には、3.2.1~3.2.8 で示した七尾湾を地理的範囲に含む解析対象範囲データ、大気補正用教師データ、水柱補正用教師データ、2015年6月に実施した現場観測を元に作成した分類用教師データ、水深データ、面積計算用範囲データが含まれています。)

Seagrass Mapper 画面左上の Read Asset 下に mapseagrass_YYYYMMDDHHMMSS を入力し、右横の Load Assets ボタンをクリックします。地図パネルの上に Checking Asset とテキストが表示され、Asset Loaded というテキストに切り替われば、画像解析に必要な Asset フォルダの読み込みが完了したことになります(図 4-2)。

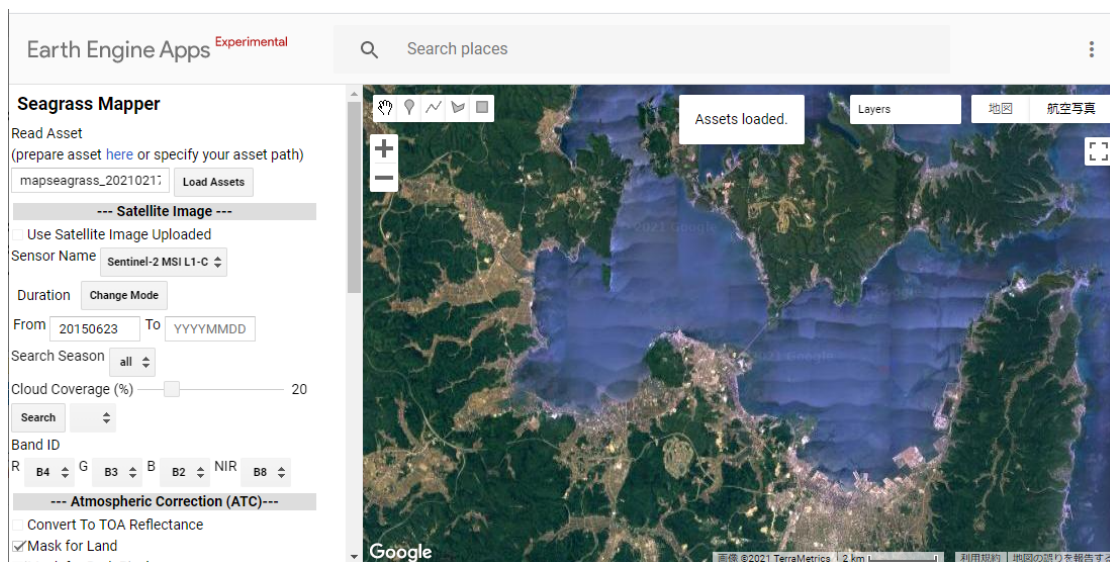


図 4-2 Asset フォルダ(mapseagrass_YYYYMMDDHHMMSS)の読み込み完了画面

4.1.3 衛星データの検索と指定

次に Seagrass Mapper の設定パネル中段上部にある ---Satellite Image---の枠にある Sensor Name から Landsat 8 Tier 1 TOA Reflectance を選択し、その下の From 欄横の空白に 20150601 と入力し、更にその下にある Search ボタンをクリックし、2015年6月1日以降の Landsat 8号 OLI センサのデータを検索します。Search ボタン横のプルダウンメニューに、GEE パブリックデータにある 2015年6月1日以降の Landsat 8号の OLI 画像が表示されますので、この中から 2015年6月の現場観測に最も近い 2015年6月1日の画像(LC08_109034_20150601)を選択します(図 4-3)。なお衛星画像検索時には、雲量の最大値を割合で指定することができます。ここでは初期設定の 20%のままとしています。また、GEE パブリックデータにある衛星画像を読み込む際には、Band ID は自動的に割り当てられますので、変更は不要です。

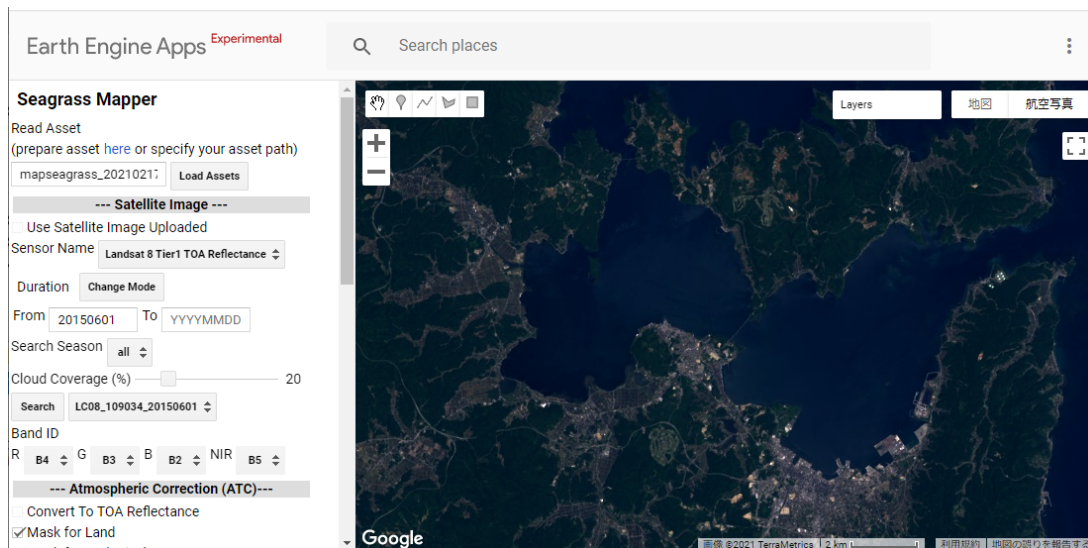


図 4-3 2015 年 6 月 1 日の Landsat8 号 OLI センサの画像の読み込みが完了した画面

4.1.4 大気補正の設定

続いて Seagrass Mapper の設定パネル中段中央部にある ---Atmospheric Correction (ATC)---の枠内の項目を設定します。各設定項目について表 4-1 に示します。

表 4-1 大気補正の設定項目

Convert to TOA Reflectance	TOA 反射率に変換する場合にチェックする
Mask for Land	陸域をマスクしたい場合にチェックする
Mask for Dark Pixel	暗い画像をマスクしたい場合にチェックする
Execute ATC	大気補正を実施する場合にチェックする
ATC Method	画像を見て次の 2 つの大気補正のモデルを選択します。 DarkPixel (暗画素法) 海底からの光の反射がないような海域の情報を使って大気補正をする場合にこちらを選択します。 NIRModel(近赤外法) 波や鏡面反射など画像に局所的に明るい部分がある場合はこちらを選択します。
Average Filter Size	平均化フィルターのサイズを設定します。単位はピクセルで、大きさは衛星画像の解像度に依存します。

ここでは、Execute ATC のみにチェックを入れ、大気補正の手法として Dark Pixel(暗画素法)を指定しています(図 4-4)。Mask for Land および Mask for Dark Pixel では大気補正用教師データ (Train_ATC) を使用して衛星画像から解析対象外となる陸域 (Land) や暗い画素 (Dark Pixel) を推定してマスクしますが、これらを有効にすると、計算により解析したい海域の一部が陸あるいは暗い画素とみなされマスクされる (分類結果が出ない) ことがあります。ここでは、Mask for Land および Mask for Dark Pixel は使用しない指定としています。

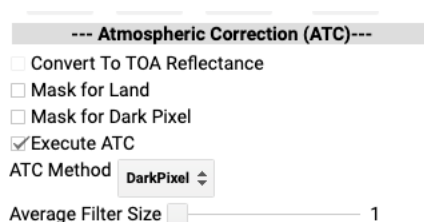


図 4-4 七尾湾で使用した大気補正の設定項目

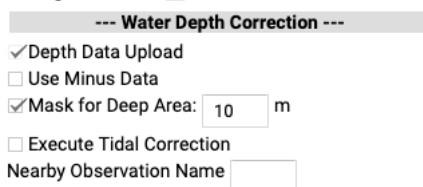
4.1.5 水深補正の設定

続いて Seagrass Mapper の設定パネル中段下部にある ---Water Depth Correction---の枠内の項目を設定します。各設定項目の設定基準を以下の表 4-2 に示します。

表 4-2 水深補正の設定項目

Depth Data Uploaded	水深データがアップロードされている場合にチェックが入る (操作不可)
Use Minus Data	水深データが負の値で記録されている海面上(陸域)の情報も使用する場合にチェックする
Mask for Deep Area Mask Depth(m)	水深データを用いて海域をマスクする場合に、マスクしたい海域の水深の一番浅い値を入力する。例えば、10m よりも深い場所をマスクしたい場合は 10m と入力する。
Execute Tidal Correction Near by Station Code	潮位補正を実施する場合にチェックし、潮位観測地点記号を入れます。日本近海の場合は、気象庁の潮位表掲載地点一覧表を参照ください。日本近海以外の場合は、手動で潮位データを入力する必要があります。詳しくは、付録の「5. 気象庁の潮位データ以外の潮位データを用いた Tidal Correction」を参照ください。

ここでは、Use Depth Data Uploaded と Mask for Deep Area にチェックを入れています。七尾湾では、現場観測から水深が 10m よりも深い海域においてアマモが観測されることが滅多にないことが知られています。そこで、マスクしたい海域の水深の一番浅い値として 10m と入力しています。



--- Water Depth Correction ---

Depth Data Upload

Use Minus Data

Mask for Deep Area: 10 m

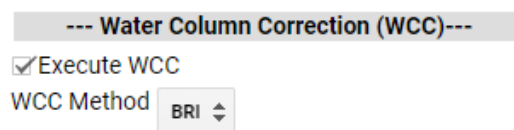
Execute Tidal Correction

Nearby Observation Name

図 4-5 七尾湾で使用した水深補正の設定項目

4.1.6 水柱補正の設定

続いて水柱補正処理について設定します。水柱補正処理を行う場合は Execute WCC にチェックを入れ、WCC Method から DII(Depth Invariant Index) もしくは BRI(Bottom Reflectance Index)を選択します。七尾湾の事例では、Execute WCC にチェックを入れ、BRI を選択しています(図 4-6)。



--- Water Column Correction (WCC)---

Execute WCC

WCC Method

図 4-6 七尾湾で使用した水柱補正の設定項目

4.1.7 画像分類の設定と処理実行

最後に画像分類について設定し、画像処理を実行します。各設定項目について、表 4-3 に説明します。

表 4-3 画像分類処理の設定項目（1 / 2）

<p>Number of Classes</p>	<p>分類に用いるクラス数を指定します。Seagrass Mapper では、3章で準備した分類用教師データの Train_CLS1 から数えて順に使用します。例えば、3 と設定した場合は、Train_CLS1、Train_CLS2、Train_CLS3 が分類処理に使用されます。</p>
<p>Supervised Classification</p>	<p>教師付き分類を実施する際にチェックします。</p>
<p>Classification Method</p>	<p>画像分類アルゴリズムを以下から選択します。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・教師無し分類：wekaKMeans 教師データを使わずに分類する場合に使用する。分類用の教師データがない場合は、この方法を選択します ・教師付き分類： <ul style="list-style-type: none"> Random Forest：決定木に基づいた機械学習の一種。たとえ推定精度が低い分類器であっても多数作成し集めることにより高い推定精度が得られるとされるアンサンブル学習法の一つ。 Decision Tree：決定木。条件を設定し、データを段階的に分類する。 SVM：機械学習の一種。互いに異なる分類グループの間の距離を最大にする境界面からの距離を最大にすることによって、最適な分類境界面を作成する。教師データ数が比較的少なくても分類できる傾向がある。 MaxEnt：「在り」のみに特化した分布推定モデル。藻場がない場所（砂泥など）の教師データを必要としないため、教師データの数が少ない時や分類クラスが限定される場合(例えば藻場の教師データしかない場合など)にはこの方法を選択する。

表 4-3 画像分類処理の設定項目（2 / 2）

<p>Sampling Scale</p>	<p>衛星画像に教師データを重ねて、教師情報を取得する（サンプリングする）際のスケールを指定します。Original、10m、5m、1m から選択できます。</p> <p>基本的には、Original（使用する衛星画像の解像度、Landsat-8 では 30m となります）を指定します。</p> <p>教師データがポリゴンで、衛星画像の解像度に対して小さい場合、教師情報が十分に取得されないことがあります。その際は、衛星画像の解像度よりも細かい値を選択すると、教師情報が取得できる可能性が高くなります。詳しくは、付録の「8. サンプリングスケールについて」を参照ください。</p>
<p>Training Rate (%)</p>	<p>教師データは、画像分類用と精度検証用に分割して使用しますが、この際に画像分類用の学習データとして使用する割合を Training Rate で指定します（残りが精度検証用となります）。一般的に藻場のマッピングでは、画像分類用として 70～80% を使用し、残りの 20～30% を検証用のデータとして使用します。</p>
<p>Training Data Split by Each Class</p>	<p>各分類クラスの教師情報に対して、同じ比率を適用し、教師データをサンプリングする場合は Training Data Split by Each Class を有効（あり）にします。</p>
<p>Majority Filter Size : 3(pixel)</p>	<p>画像分類結果を平準化するためのフィルターです。解析に用いる衛星画像の空間分解能と出力される結果を見ながら調整します。今回の事例では 3 pixel を用います。</p>

七尾湾で設定した画像分類処理の設定について図 4-7 に示します。各項目について設定後、最後に設定パネル一番下の Run ボタンを押すと、画像分類処理が実行されます(図 4-7)。

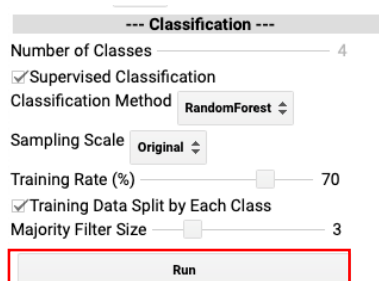


図 4-7 七尾湾で使用した分類処理の設定項目。

4.2 富山湾におけるアマモ場の抽出 (WorldView-2 を使用)

ここでは富山湾を対象に、事前に準備した WorldView-2 画像を用いたアマモ場のマッピング手順を示します。

4.2.1 Seagrass Mapper の起動

4.1.1.の手順をご参照ください。

4.2.2 Asset フォルダの読み込み

WorldView-2 画像を含む必要な教師データを登録した Asset フォルダ「mapseagrass_YYYYMMDDHHMMSS」を事前に準備して使用します。

Asset フォルダへのデータ登録は 3.3. の Asset の登録方法手順をご参照ください。Asset フォルダの読み込みは 4.1.2 Asset フォルダの読み込みの手順をご参照ください。

ここで使用するデータを表 4-4 に示します。(mapseagrass_YYYYMMDDHHMMSS には、富山湾を地理的範囲に含む解析対象範囲データ、大気補正用教師データ、水柱補正用教師データ、2018 年 6 月に実施した現場観測を元に作成した分類用教師データ、水深データ、面積計算用範囲データが含まれています。)

表 4-4 使用データ（富山湾）

種別	内容（本事例の使用データ）	ファイル名
Satellite Image	衛星画像（WorldView-2、GeoTIFF） 2018年7月15日観測	SatImage.tif
Satellite Metadata	衛星画像のメタデータ（WorldView-2 データに付属）を元に作成した TOA 反 射率変換パラメータ	TOAparam.csv
AOI	解析対象範囲データ （ポリゴンの Shape ファイル）	AOI.zip
Training for ATC	大気補正用教師データ （ポリゴンの Shape ファイル）	Train_ATC.zip
Training for WCC	水柱補正用教師データ （ポリゴンの Shape ファイル）	Train_WCC.zip
Training for Classification	分類用教師データ （ポリゴンの Shape ファイル）	Train_CLS1.zip Train_CLS2.zip Train_CLS3.zip
Depth / Bathymetry	水深データ （GeoTIFF）	D.tif

(1) 衛星画像の準備

Asset フォルダへアップロードする衛星画像 (SatImage.tif) は、1 ファイルに複数バンドが格納されたマルチバンドの画像ファイルを対象とします。本ツールの解析では4バンド (Blue, Green, Red, NIR) を使用するため、どのバンド番号を指定するかは事前に把握しておく必要があります。

ここで使用する WorldView-2 画像は1ファイルに8バンドが格納されており、ここではオリジナルデータのまま Asset フォルダへ登録し、解析パラメータにおいてバンド2 (Blue)、バンド3 (Green)、バンド5 (Red)、バンド7 (NIR) を指定します。マルチバンドの画像ファイルのサンプルとして、図4-8に QGIS で WorldView-2 画像を表示した画面を示します。

使用したい衛星画像がバンド毎に1ファイルの形式である場合には、解析に使用する4バンド (Blue, Green, Red, NIR) を事前に統合して1ファイル化したマルチバンドの画像ファイル (SatImage.tif) を準備します。1ファイルにする際のバンド順に指定はなく (波長が短い順に格納するのが一般的ですが)、解析パラメータの B,G,R,NIR に相当するバンド番号の指定と整合が取れていれば問題ありません。

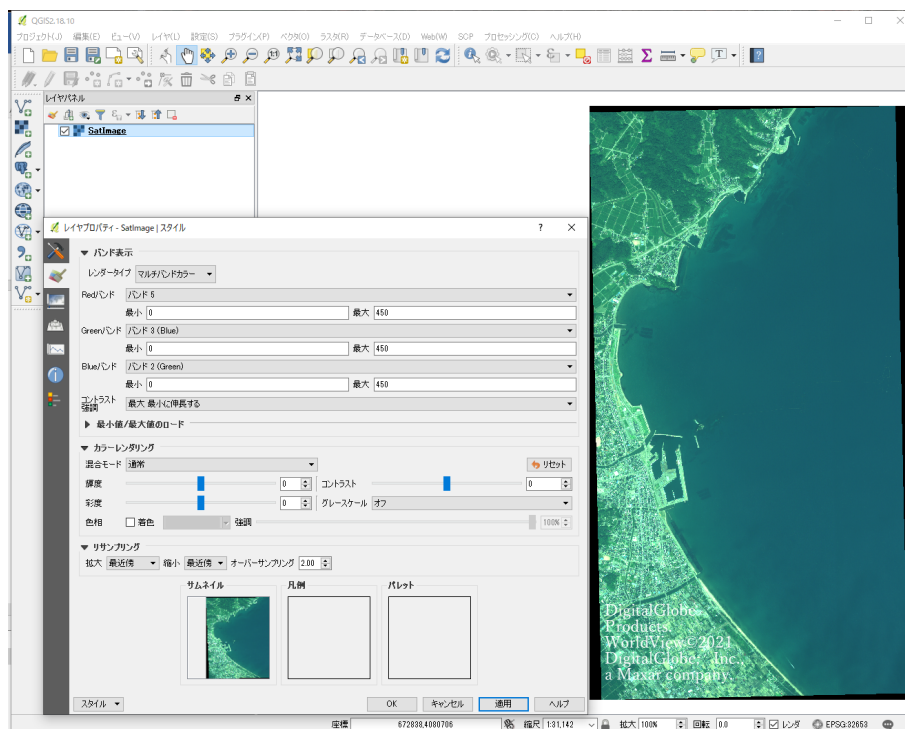


図 4-8 マルチバンドの画像ファイル (WorldView-2 を使用)

(2) TOA 反射率変換パラメータの準備

使用したい衛星画像が放射輝度値の場合、衛星画像に付属するメタデータの情報から TOA 反射率変換パラメータを事前に準備して Asset フォルダへアップロードすることで、TOA 反射率への変換処理を実行することができます。

ここで使用する WorldView-2 画像のメタデータ (.imd) から作成した TOA 反射率変換パラメータ (TOAparam.csv) の設定情報のサンプルを図 4-9 に示します。詳しくは、付録の「7. TOA 反射率変換情報の準備」をご参照ください。

<pre> version = "28.3"; generationTime = 2019-01-22T13:37:22.000000Z; productOrderId = "058973293010_01_P001"; productCatalogId = "A01001040F24B300"; childCatalogId = "203001040F24B400"; imageDescriptor = "Standard2A"; bandId = "Multi"; panSharpenAlgorithm = "None"; numRows = 3543; numColumns = 1902; productLevel = "LV2A"; productType = "Standard"; numberOfLooks = 1; radiometricLevel = "Corrected"; radiometricEnhancement = "Off"; bitsPerPixel = 16; compressionType = "None"; BEGIN_GROUP = BAND_C ULLon = 136.98186079; ULLat = 36.89902478; ULHAE = 93.99; URLon = 137.02450866; URLat = 36.89830548; URHAE = 37.00; LRLon = 137.02282486; LRLat = 36.83448576; LRHAE = 40.02; LLLon = 136.98021240; LLLat = 36.83520340; LLHAE = 40.18; absCalFactor = 9.295654e-03; effectiveBandwidth = 4.730000e-02; TDIlevel = 24; END_GROUP = BAND_C BEGIN_GROUP = BAND_B ULLon = 136.98186079; ULLat = 36.89902478; ULHAE = 93.99; URLon = 137.02450866; URLat = 36.89830548; URHAE = 37.00; LRLon = 137.02282486; LRLat = 36.83448576; LRHAE = 40.02; LLLon = 136.98021240; LLLat = 36.83520340; LLHAE = 40.18; absCalFactor = 1.783568e-02; effectiveBandwidth = 5.430000e-02; TDIlevel = 10; END_GROUP = BAND_B BEGIN_GROUP = BAND_G ULLon = 136.98186079; ULLat = 36.89902478; ULHAE = 93.99; </pre>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>key</th> <th>value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>sensor_Type</td> <td>WorldView-2</td> </tr> <tr> <td>gain_B</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>gain_G</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>gain_R</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>gain_N</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>offset_B</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>offset_G</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>offset_R</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>offset_N</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>coef_radn_B</td> <td>0.01783568</td> </tr> <tr> <td>coef_radn_G</td> <td>0.01364197</td> </tr> <tr> <td>coef_radn_R</td> <td>0.01851735</td> </tr> <tr> <td>coef_radn_N</td> <td>0.02050828</td> </tr> <tr> <td>coef_radd_B</td> <td>0.0543</td> </tr> <tr> <td>coef_radd_G</td> <td>0.063</td> </tr> <tr> <td>coef_radd_R</td> <td>0.0574</td> </tr> <tr> <td>coef_radd_N</td> <td>0.0989</td> </tr> <tr> <td>time</td> <td>2.01807E+19</td> </tr> <tr> <td>sunelv</td> <td>67.9</td> </tr> <tr> <td>esun_B</td> <td>1974.2416</td> </tr> <tr> <td>esun_G</td> <td>1856.4104</td> </tr> <tr> <td>esun_R</td> <td>1559.4555</td> </tr> <tr> <td>esun_N</td> <td>1069.7302</td> </tr> <tr> <td>coef_ref_B</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>coef_ref_G</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>coef_ref_R</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>coef_ref_N</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	key	value	sensor_Type	WorldView-2	gain_B	1	gain_G	1	gain_R	1	gain_N	1	offset_B	0	offset_G	0	offset_R	0	offset_N	0	coef_radn_B	0.01783568	coef_radn_G	0.01364197	coef_radn_R	0.01851735	coef_radn_N	0.02050828	coef_radd_B	0.0543	coef_radd_G	0.063	coef_radd_R	0.0574	coef_radd_N	0.0989	time	2.01807E+19	sunelv	67.9	esun_B	1974.2416	esun_G	1856.4104	esun_R	1559.4555	esun_N	1069.7302	coef_ref_B	1	coef_ref_G	1	coef_ref_R	1	coef_ref_N	1
key	value																																																								
sensor_Type	WorldView-2																																																								
gain_B	1																																																								
gain_G	1																																																								
gain_R	1																																																								
gain_N	1																																																								
offset_B	0																																																								
offset_G	0																																																								
offset_R	0																																																								
offset_N	0																																																								
coef_radn_B	0.01783568																																																								
coef_radn_G	0.01364197																																																								
coef_radn_R	0.01851735																																																								
coef_radn_N	0.02050828																																																								
coef_radd_B	0.0543																																																								
coef_radd_G	0.063																																																								
coef_radd_R	0.0574																																																								
coef_radd_N	0.0989																																																								
time	2.01807E+19																																																								
sunelv	67.9																																																								
esun_B	1974.2416																																																								
esun_G	1856.4104																																																								
esun_R	1559.4555																																																								
esun_N	1069.7302																																																								
coef_ref_B	1																																																								
coef_ref_G	1																																																								
coef_ref_R	1																																																								
coef_ref_N	1																																																								

図 4-9 TOA 反射率変換パラメータの設定情報 (WorldView-2 を使用)
(左: .imd ファイルの内容、右: .csv ファイルの内容)

4.2.3 解析パラメータの設定

ここで設定するパラメータは表 4-5 の通りです。解析パラメータの設定は以下の手順をご参照ください。

- 4.1.4 大気補正の設定
- 4.1.5 水深補正の設定
- 4.1.6 水柱補正の設定
- 4.1.7 画像分類の設定と処理実行

表 4-5 解析パラメータ (富山湾)

項目	設定
-- Satellite Image ---	
Use Satellite Image Uploaded	<input checked="" type="checkbox"/> (衛星画像を Asset フォルダに登録すると自動的にチェックが入ります)
Sensor Name	WV2/WV3
Band ID	R : b5、G : b3、B : b2、NIR : b7
--- Atmospheric Correction (ATC) ---	
Convert to TOA Reflectance	<input checked="" type="checkbox"/> (チェックあり)
Mask for Land	<input type="checkbox"/> (チェックなし)
Mask for Dark Pixel	<input type="checkbox"/> (チェックなし)
Execute ATC	<input checked="" type="checkbox"/> (チェックあり)
ATC Method	DarkPixel
Average Filter Size	1 (pixel)
--- Water Depth Correction ---	
Depth Data Uploaded	<input checked="" type="checkbox"/> (水深データを Asset フォルダに登録すると自動的にチェックが入ります)
Use Minus Data	<input type="checkbox"/> (チェックなし)
Mask for Deep Area	<input checked="" type="checkbox"/> (チェックあり)
Mask Depth(m)	20 (m)
Execute Tidal Correction	<input type="checkbox"/> (チェックなし)
Nearby Station Code	
--- Water Column Correction (WCC) ---	
Execute WCC	<input checked="" type="checkbox"/> (チェックあり)
WCC Method	DII
--- Classification ---	
Number of Classes	3
Supervised Classification	<input checked="" type="checkbox"/> (チェックあり)
Classification Method	RandomForest
Sampling Scale	Original
Training Rate (%)	70 (%)
Training Data Split by Each Class	<input checked="" type="checkbox"/> (チェックあり)
Majority Filter Size	3 (pixel)

5. 解析結果の確認

本章では、富山湾の解析結果を紹介し、画面の表示と解析結果の見方について解説します。

解析処理が完了すると図 5-1 のような結果画面が表示されます。中央の地図パネルには、(1)分類結果画像や Area 範囲などが表示され、右側の結果出力パネルには、(2)精度検証結果 (交差行列)、(3)クラス属性、(4)面積計算グラフ、(5)分類結果画像ダウンロードボタンが配置されます。なお、Asset フォルダに教師データ、面積計算用範囲データの両方とも登録されていない場合には結果出力パネルは表示されません。

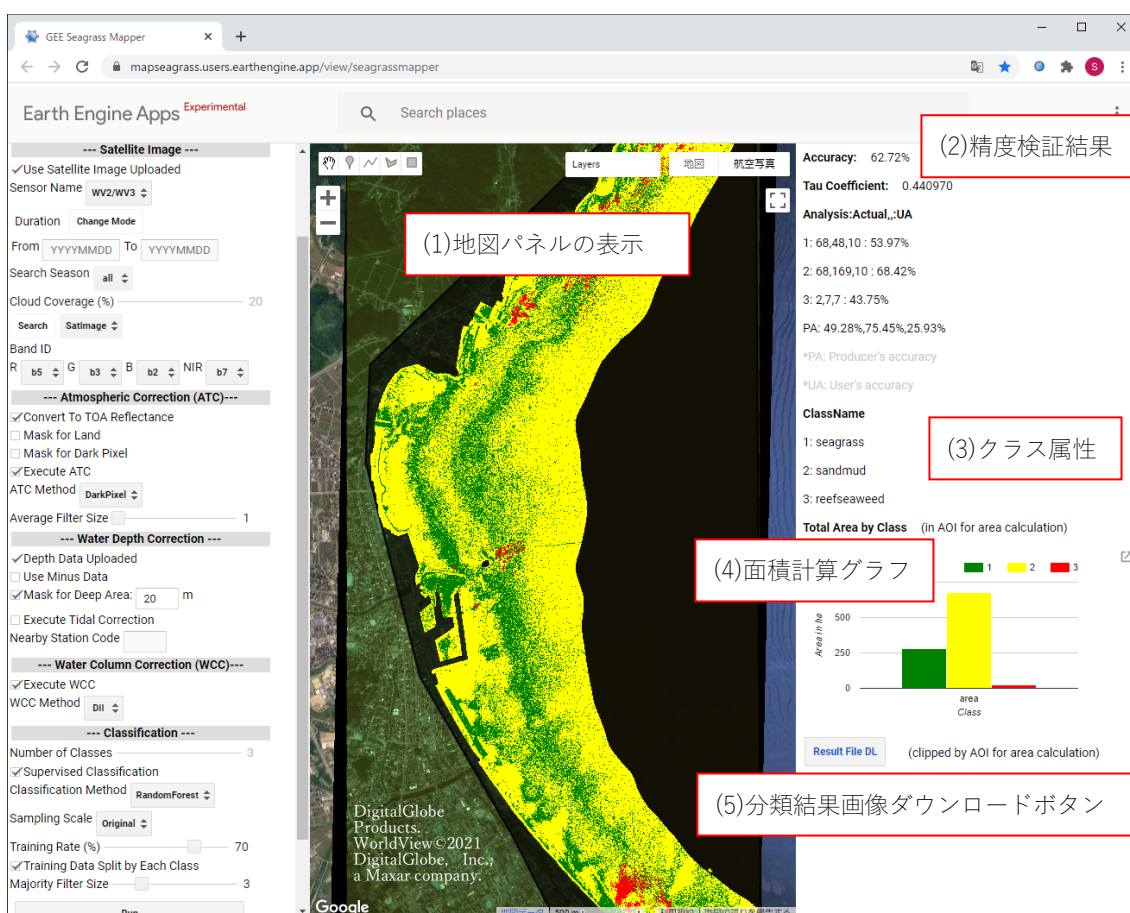


図 5-1 富山湾の解析結果画面

クラス 1 (アマモ場) : 緑、クラス 2 (砂泥) : 黄、クラス 3 (岩礁性藻場) : 赤

(1) 地図パネルの表示

地図上には分類結果画像や Area 範囲、教師データなどが表示されます。各情報はレイヤー画面(「Layers」)より表示/非表示を選択することができます。レイヤーには Asset フォルダに登録されたデータが表示されるため、登録されていない情報は表示されま

せん。

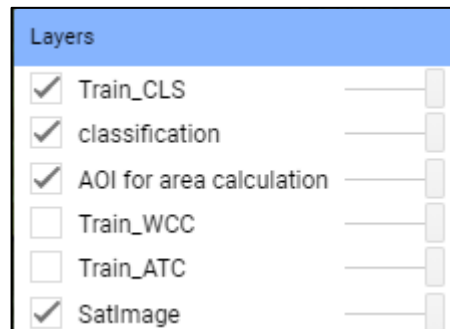


図 5-2 解析処理結果のレイヤー画面

(2) 精度検証結果（交差行列）

分類結果の精度評価結果が交差行列でパネル上に表示されます。テキスト形式で表示されるため、該当情報の文字を選択してコピーし Excel ファイル等に貼り付けることでファイルに保存することが可能です。また、Excel に貼り付ける場合には「データ>区切り位置」の設定で「カンマやタブなどの区切り文字によってフィールドごとに区切られたデータ」を選び、図 5-3 のように指定すると表形式で見ることができます。この操作により表示した画面を図 5-4 に示します。

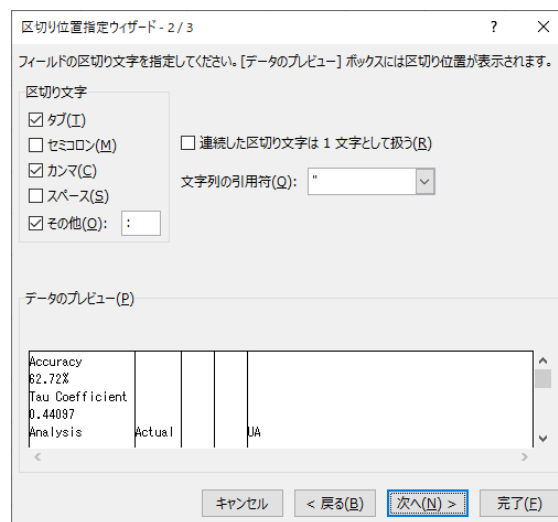


図 5-3 精度検証結果の Excel 表示設定

なお、精度検証結果は、Asset フォルダに教師データが登録され、教師付き分類を指定した場合のみ表示されます。解析に使用した衛星画像全体に対して精度検証結果が算出されるため、(4)(5)項の面積計算用範囲データ（ポリゴン）で集計された面積、切り出された分類画像データとは結果が異なる場合があります。

Accuracy				
	62.72%			
Tau Coefficient				
	0.44097			
Analysis	Actual			U A
1	68	48	10	53.97%
2	68	169	10	68.42%
3	2	7	7	43.75%
PA	49.28%	75.45%	25.93%	
*PA	Producer's accuracy			
*UA	User's accuracy			

図 5-4 精度検証結果（富山湾）

富山湾の解析結果では、検証用の教師データとその位置の画像分類結果から、以下の評価結果が得られていることが分かります。

- ・属性：クラス 1=アマモ場、クラス 2=砂泥、クラス 3=岩礫性藻場
表中のクラス 1,2,3 については、図 5-1 の解析結果画面(3)のクラス属性に表示されます。
- ・検証用の教師データ（Actual）の点数：クラス 1,2,3 それぞれ、138,224,27
そのうち、正しく分類された点数：68,169,7
- ・Producer's accuracy (PA)：
検証用の教師データが分類結果と一致した点数の割合として、次のとおり求められた値です。

$$68 / 138 \times 100 = 49.28 \%$$

$$169 / 224 \times 100 = 75.45 \%$$

$$7 / 27 \times 100 = 25.93 \%$$
- ・分類結果（Analysis）が示す各クラスの点数：クラス 1,2,3 それぞれ、126,247,16
そのうち、検証用教師データと一致した点数：68,169,7
- ・User's accuracy (UA)：
分類結果が検証用教師データと一致した点数の割合として、次のとおり求められた値です。

$$68 / 126 \times 100 = 53.97 \%$$

$$169 / 247 \times 100 = 68.42 \%$$

$$7 / 16 \times 100 = 43.75 \%$$
- ・全評価点数に対する正しく分類された点数の割合（Accuracy）：62.72%
- ・全体の精度の信頼性を表す指標（Tau Coefficient）：0.44097

(3) クラス属性

教師データに設定された属性名が表示されます。クラス属性の設定は 3.3.2(6)の手順をご参照ください。属性情報が無い場合には、Asset フォルダに登録されたファイル名 (Train_CLS1 など) が表示されます。

クラス属性は、Asset フォルダに教師データが登録され、教師付き分類を指定した場合のみ表示されます。

(4) 面積計算グラフ

分類結果画像に対して面積計算用範囲データ (ポリゴン) 内で各クラスの面積を [ha] 単位で算出した結果をグラフに表示します。グラフ右上のアイコンをクリックして別のブラウザ画面にグラフを表示することで、面積計算結果を csv 情報や png 画像としてダウンロードすることが可能となります。

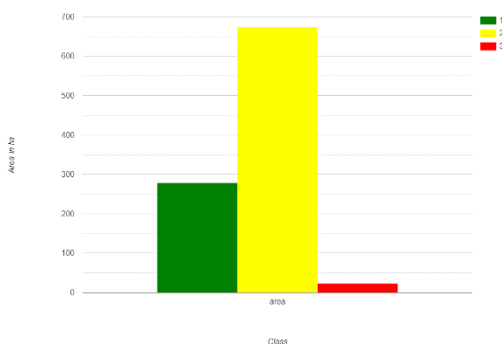


図 5-5 面積計算グラフ画面

この結果は、Asset フォルダに面積計算用範囲データである Area が存在する場合のみ表示され、Area が登録されていない場合には表示されません。

(5) 分類結果画像ダウンロードボタン

分類結果画像をダウンロードするためのボタンが表示されます。[Result Image DL] を押すと、分類結果画像を GeoTIFF 形式のデータとして保存することができます。この分類結果画像データは、面積計算用範囲データ (ポリゴン) で切り出された画像となるため、地図パネルに表示された分類画像 (classification) とは異なる場合があります。

分類結果画像ダウンロードボタンは、Asset フォルダに面積計算用範囲データである Area が存在する場合のみ表示され、Area が登録されていない場合には表示されません。

以上