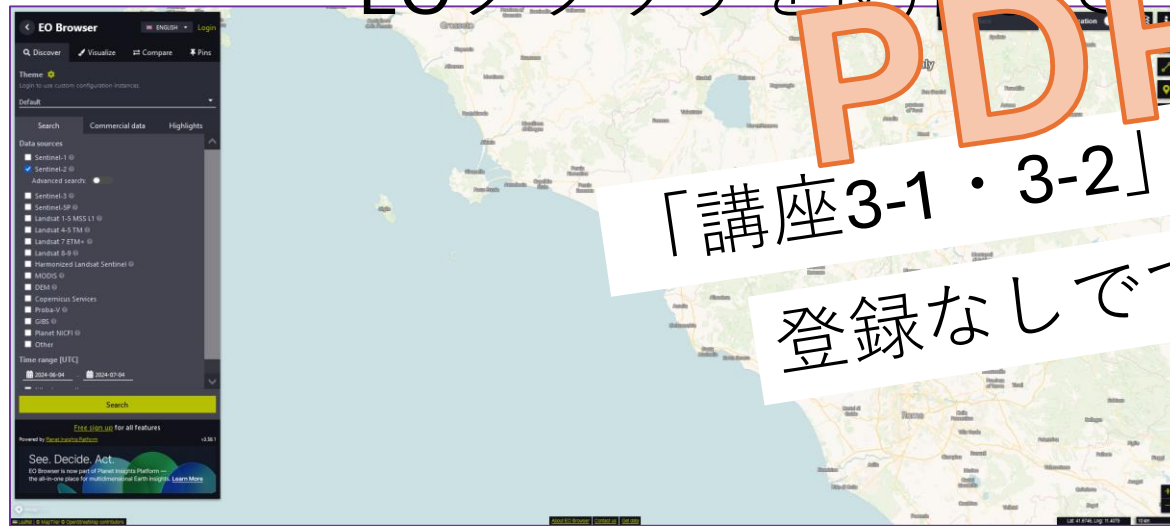


講座3-3 実習

はじめての衛星データ教育利用

EOブラウザを使用して



「講座3-1・3-2」振り返り
登録なしでできること

EOブラウザのURL→

<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>

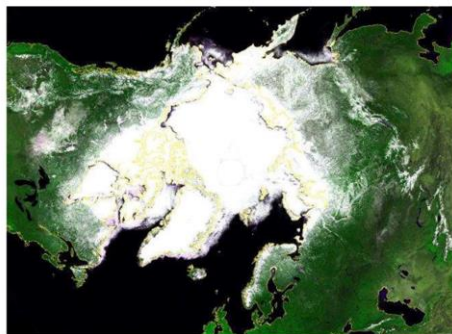
EOブラウザは衛星画像を閲覧できるオンラインツール
欧州宇宙機関（ESA）が提供

衛星データ分析ソフトEISE + EOブラウザ

印刷配布物原稿とあわせて
PDF版をご利用ください

地球観測の特長(1)

- 全世界どこでも観測できる
 - 人が容易に行けない山間部、砂漠、海域、極域など
 - グローバルな観測、ローカルな観測、どちらにも対応できる



北極圏の海氷や積雪の様子(2023年4月)「しきさい」

全世界どこでも観測できるー

人が容易に行けない山間部、砂漠、海域、極域など
グローバルな観測、ローカルな観測、どちらにも対応でき

昭和基地

ライブカメラ



<https://www.nipr.ac.jp/webcam/>



Sentinel-2 L2A
2024-01-12
06:18:52 UTC
27.1%
37DED
Visualize

衛星により観測季節
は限定の場合アリ

☒ Sentinel-2
Advanced search: ☐ L1C ☒ L2A (atmospherically corrected)
Max. cloud coverage: 30%

Time range [UTC]
2024-01-01 - 2024-01-20

昭和基地
南極大陸 ショワ・ステーション 昭和基地

300 m

期間

衛星

場所

縮尺

- 定期的、長期的に観測できる → 季節変化、経年変化等の観測

2000年



アラル海の後退(2000~2009年)MODIS画像©NASA

※アニメーションのため、配布資料では動きません。

定期的、長期的に観測できる→ 季節変化、経年変化等の観測

2000-07-03



2024-07-04



Time range [UTC]

2000-07-01 - 2000-07-04

Time range [UTC]

2024-07-01 - 2024-07-04



アラル海

アラル海

☒ GIBS ?

☒ MODIS Terra

☐ MODIS Aqua

☐ VIIRS SNPP Corrected



30 km

有名事例を実感

期間

衛星

場所

縮尺

2つの画像を比較

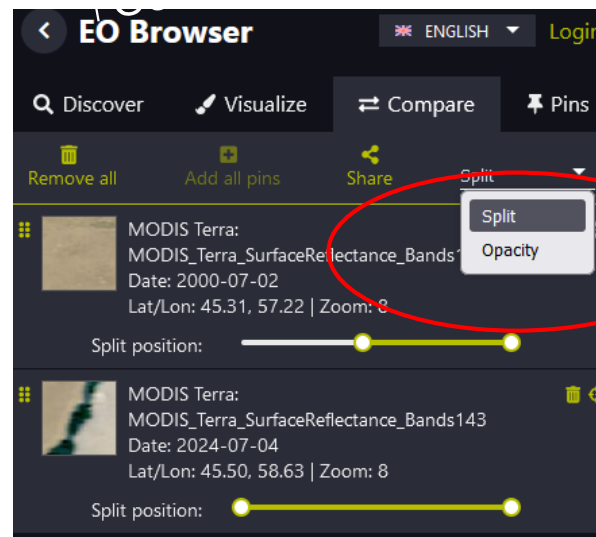
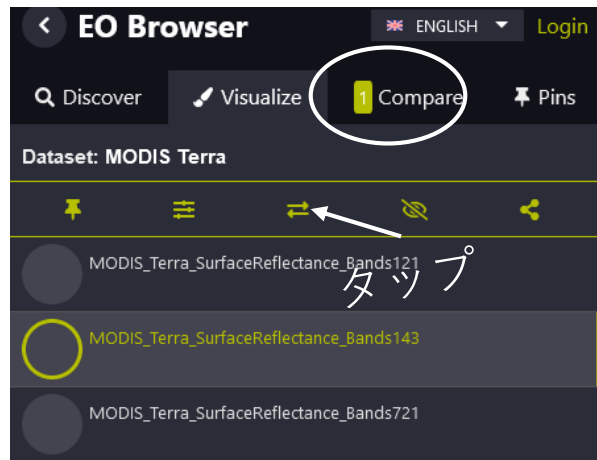
2000-07-03

公開映像アリ

https://youtu.be/YBz_7qTNCQE

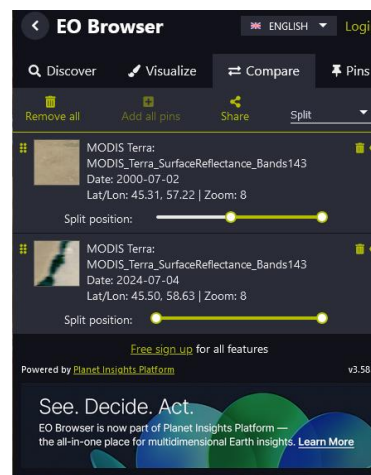
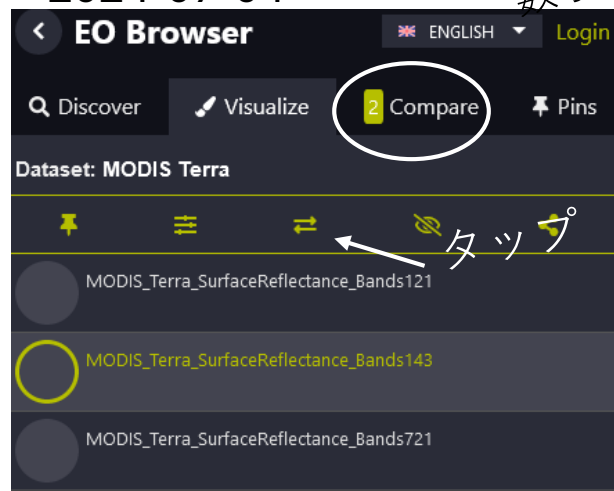
<https://youtu.be/EzMmKfRNmXQ>

<https://x.com/i/status/857245410490023936>



2024-07-04

数字が増える



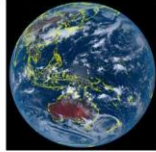
Compare (比較)

スライド

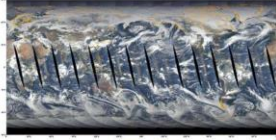
地球観測の特長(3)

- 一度に広範囲を観測できる
- 静止軌道の衛星なら一度にほぼ半球全体
- 極軌道の衛星なら数日～数十日で全球

衛星の観測範囲(2023年3月21日)



静止衛星
(気象衛星「ひまわり8号」、正午)

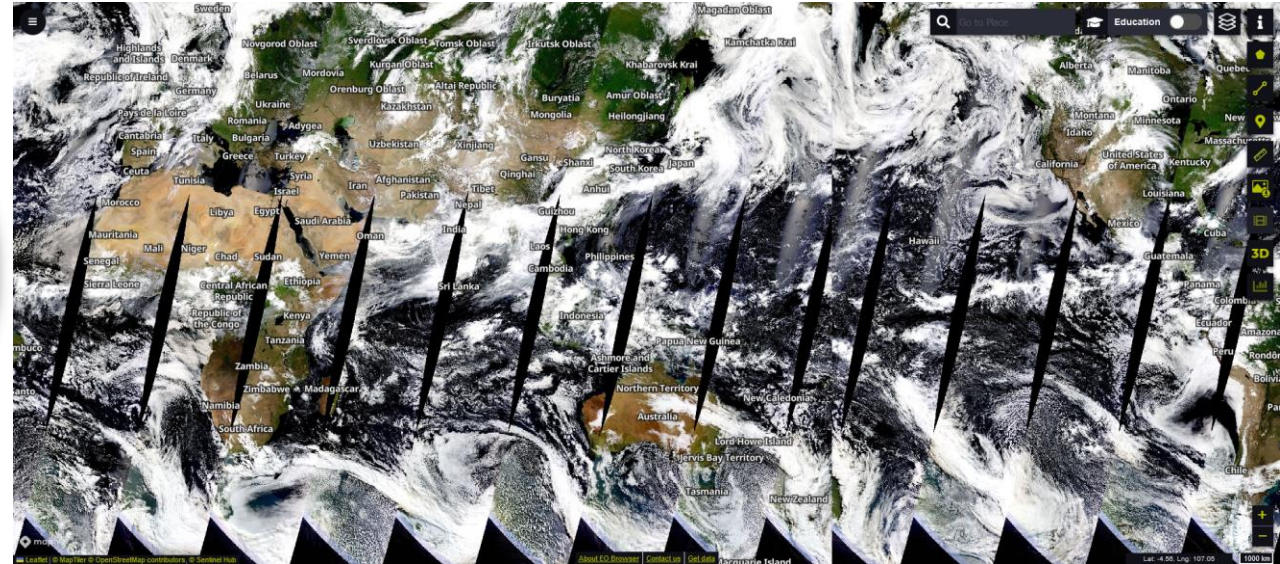


極軌道衛星
(地球観測衛星Aqua、1日分の観測)

一度に広範囲を観測できる—
静止軌道の衛星なら一度にほぼ半球全体
極軌道の衛星なら数日～数十日で全球



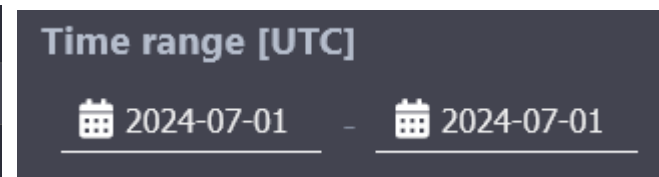
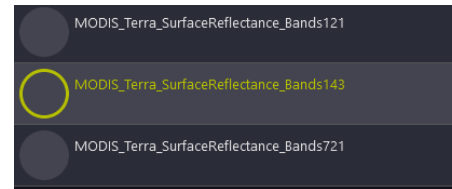
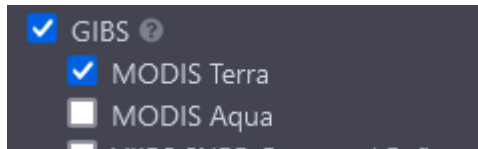
©nict



MODIS Terra 1日分
2024年7月1日

静止衛星 ひまわり9号
2024年7月1日正午

<https://himawari8.nict.go.jp/ja/himawari8-image.htm>



観測範囲を実感

期間

衛星

縮尺

地球観測の特長(4)

・ 即座には、衛星に観測できる → 災害観測、気象観測

新製品「25i5」100倍

火山

20日後

1日後

1日後

2011/1/29 (LST)

2011/1/30 (LST)

2011/1/30 (LST)

2011/2/4 (LST)

2011/2/6 (LST)

2011/2/7 (LST)

6/26/11

2021-12-22 ヤンチネル 1

2022-01-02 センチネル2

噴火

ランドサット8の観測も
あったが雲や噴煙で...

2022-01-15 センチネル1

2022-01-17 センチネル 2

2022-01-27 センチネル 2

大噴火

位置情報（緯度,経度）
-20.5532,-175.3841

☒ Sentinel-1 
 Advanced search: ☐

☒ Sentinel-2 
 Advanced search: ☐

☒ Landsat 8-9 
☒ Landsat 8-9 L1 
☐ Landsat 8-9 L2 

Max. cloud coverage:   100%

トンガ
フンガ・トンガ・フンガ・ハアパイ
カルデラ

最後に確認された噴火:2022年
位置：南緯 20.5532度
西経 175.3841度



<https://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=243040>

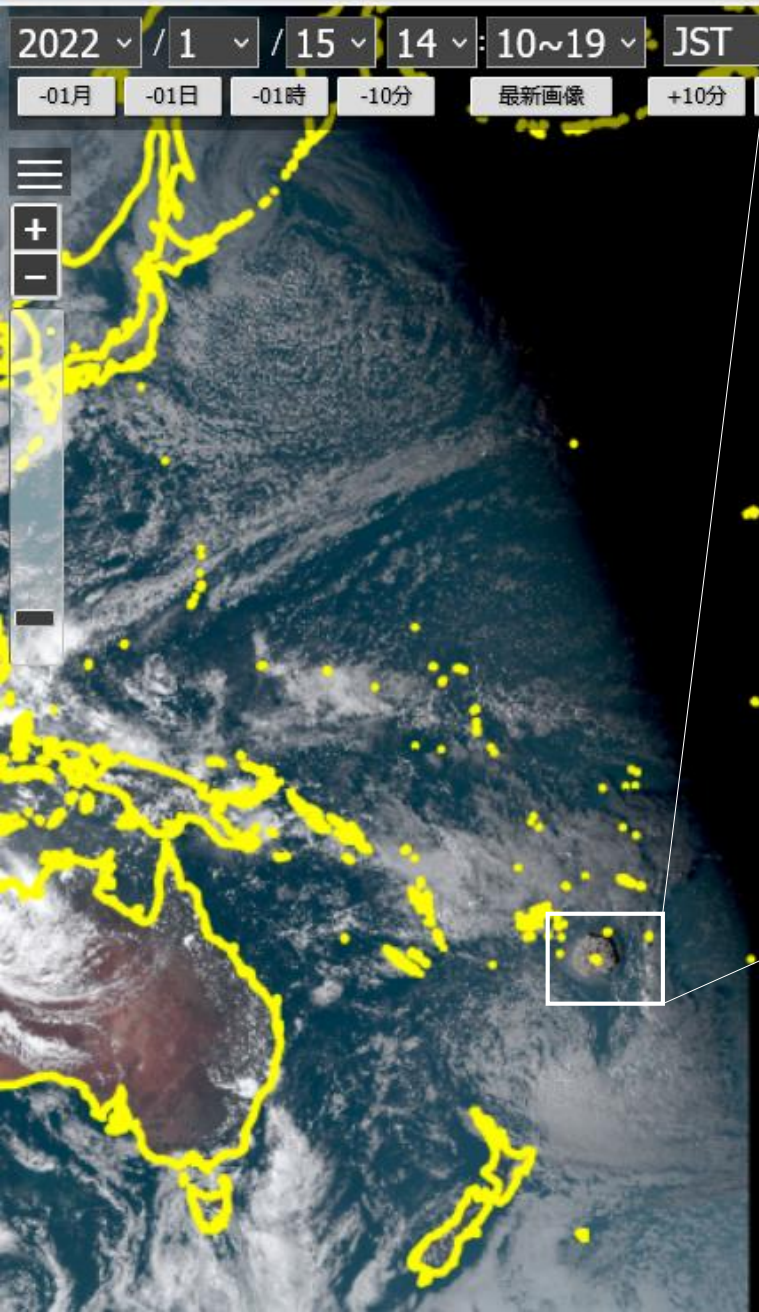
縮尺

JAXA ひまわりモニタ

分野横断型プロダクト提供システム (P-Tree)

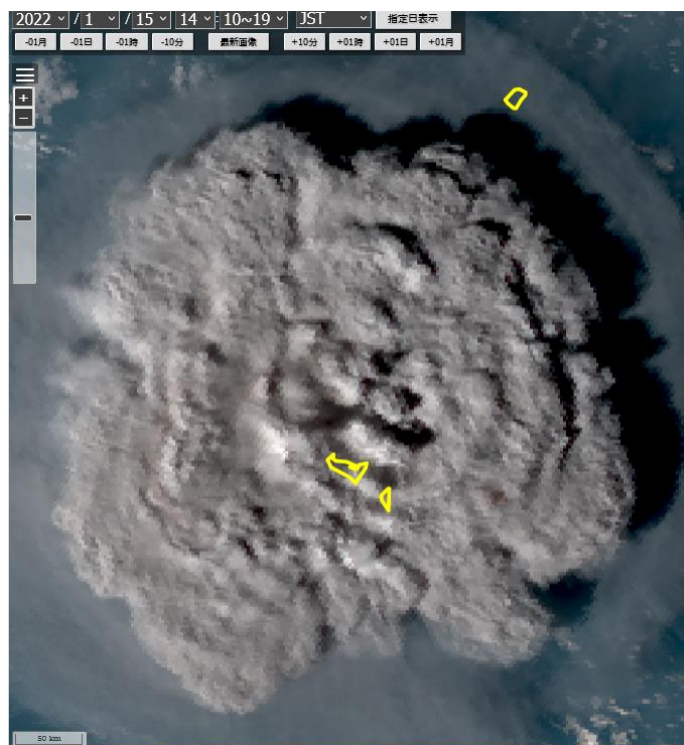
▶ ENGLISH

最終更新: 2024年07月06日 14時35分56秒(JST) (2)



https://www.eorc.jaxa.jp/ptr/ee/index_j.html

< 参考 >

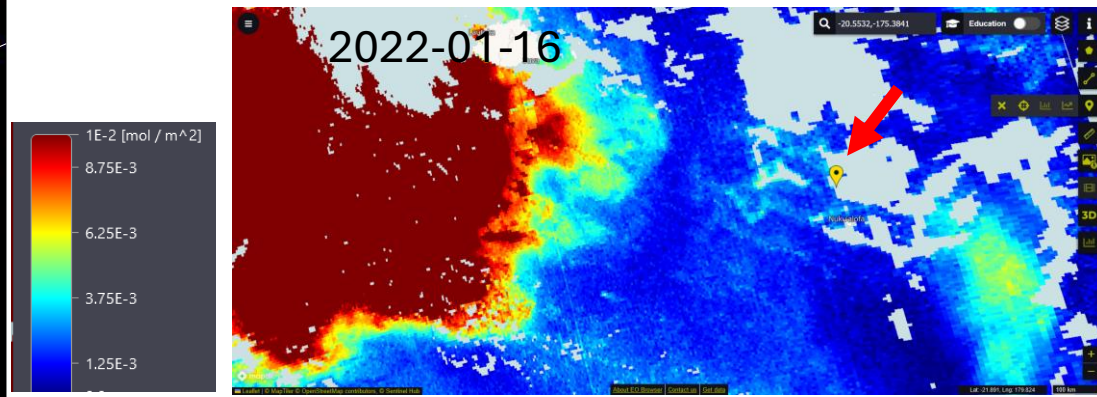


「ひまわり」データは、衛星データと相性がいい

気象庁

<https://youtu.be/HWcFjD5KaDg>

Sentinel-5P SO2



気象衛星 ひまわり 9

7:00

17:00

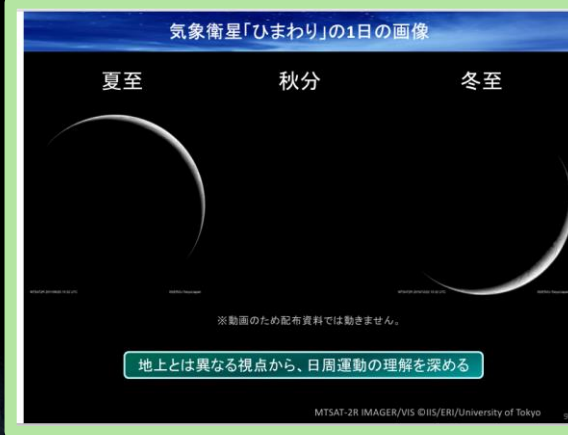
2023年12月22日 冬至



2024年3月20日 春分



2024年6月21日 夏至

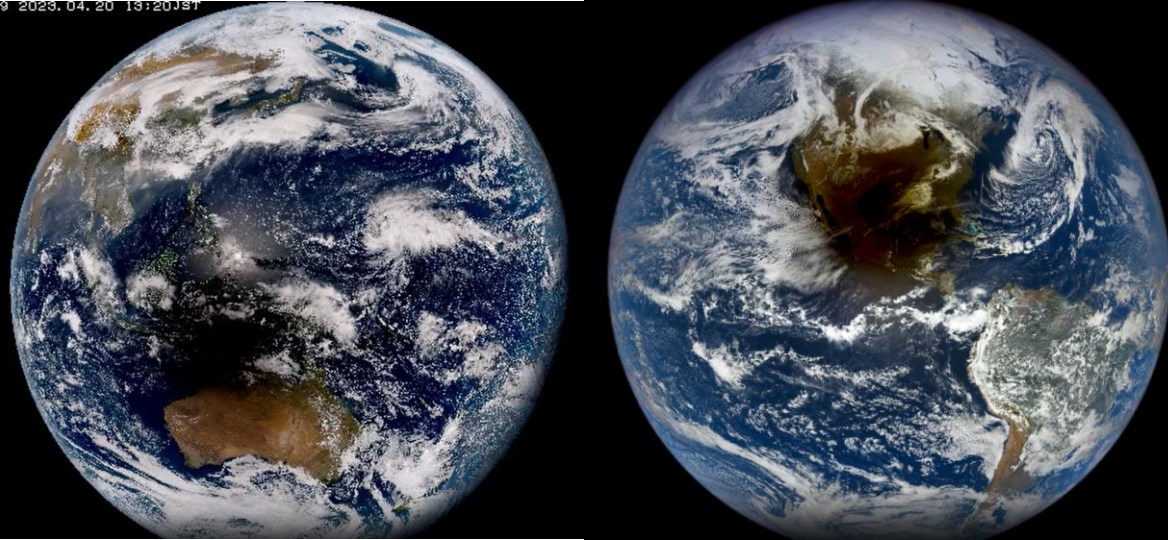
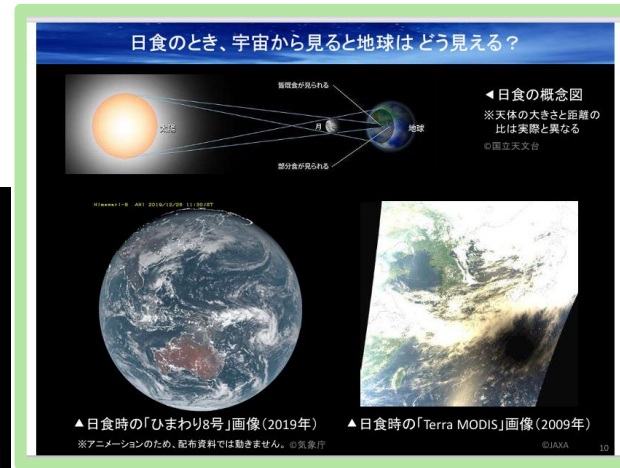


自作の日付
の入った
資料

最近の日食

気象庁

NASA



<https://www.data.jma.go.jp/video/data/kansoku/himawari/2023/j20230420.mp4>

https://eoimages.gsfc.nasa.gov/images/imagerecords/152000/152663/totalsolareclipse_epc_20240408_1080p.mp4

2023年4月20日 **HAKUTO**が月の高度約100kmから



ISSから見た皆既日食 2024年4月8日

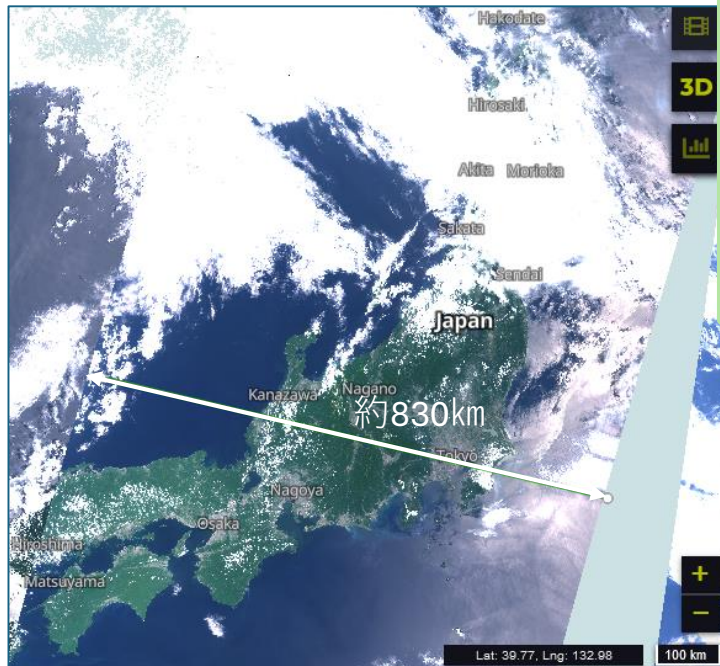


https://x.com/ispace_HAKUTO_R/status/1650506535347388424/photo/1

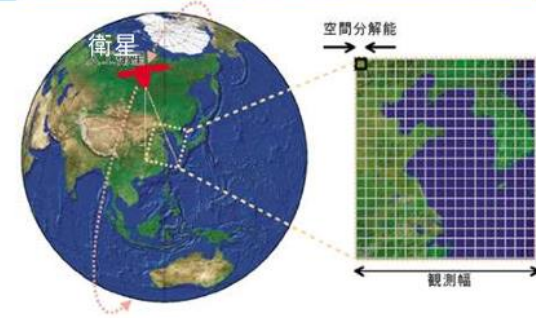
観測幅や空間分解能を実感

センチネル 3

2日毎

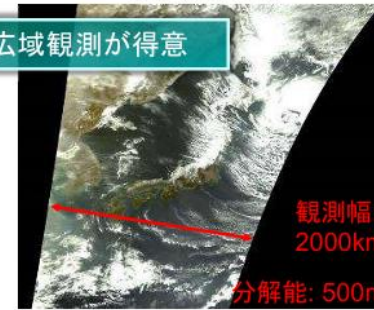


2024-07-05



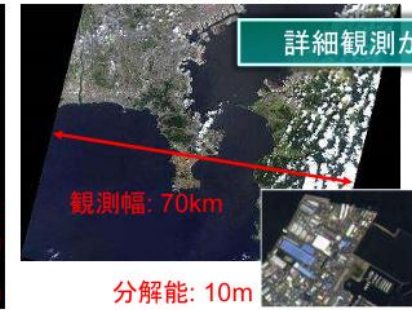
Terra/MODIS

広域観測が得意



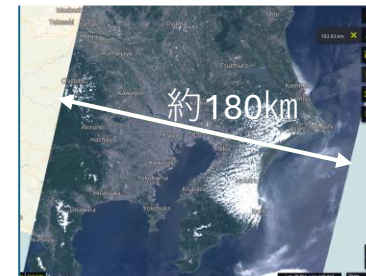
だいち/AVNIR-2

詳細観測が得意

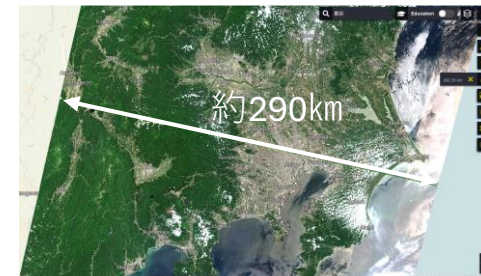


©JAXA 11

2基で8日毎



2基で5日毎



地球観測センサの観測波長

可視光線

近赤外線: 活発な植物がよく反射



表にないが
EOブラウザで
利用可能

表にある
EOブラウザで
利用可能

- ☒ GIBS ?
- ☐ MODIS Terra
- ☒ MODIS Aqua

	ALOS (だいち)	PALSAR	1.27GHz
	ADEOS-II (みどりII)	GLI, AVHRR	52.8~6.9GHz
	AQUA	AMSRE, MODIS	52.8~6.9GHz
	TRMM	PR, WRS, TMI	13.8GHz, 85.5~10.7GHz
	ADEOS (みどり)	GLI, AVHRR	52.8~6.9GHz
	JERS-1 (ふよう)	OPS, SAR	1.275GHz
	MOS (もも)	SIR, AVHRR	1.275GHz, 31.4GHz
	SPOT	HRV, VIR, VIS, VEGETATION	1.275GHz
	ERS	AMR	5.3GHz
	IRS-C/1D	LISS-3, PAN	5.3GHz
	RADARSAT	SAR	5.3GHz
	LANDSAT	TM, ETM+	5.3GHz

各衛星の持ち味

- ☐ Landsat 1-5 MSS L1 ?
- ☐ Landsat 4-5 TM ?
- ☐ Landsat 7 ETM+ ?
- ☐ Landsat 8-9 ?

☒ Sentinel-1 ?

☒ Sentinel-2 ?

Advanced search: ☐

☒ Sentinel-3 ?

☐ SLSTR ?

☐ OLCI ?

☒ GIBS ?

☒ MODIS Terra

☐ MODIS Aqua

☒ Sentinel-5P ?

☐ AER AI (Aerosol Index) ?

☐ CH4 (Methane) ?

☐ Cloud ?

☐ CO (Carbon monoxide) ?

☐ HCHO (Formaldehyde) ?

☐ NO2 (Nitrogen dioxide) ?

☐ O3 (Ozone) ?

☐ SO2 (Sulfur dioxide) ?

☒ Other

☐ CNES Land Cover Map ?

☐ ESA WorldCover ?

☐ Global Surface Water ?

☒ Global Human Settlement ?

☐ IO Land Use Land Cover Map ?

EOブラウザでカバーしているデータは多様です

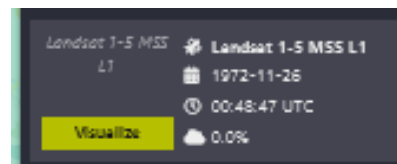
東京湾周辺の昔と今 (1972年11月26日 Landsat-1)



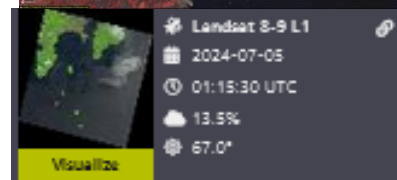
東京湾周辺の昔と今 (2020年12月8日 Sentinel-2)



過去データ



地形が作られる過程や、
災害の人間社会への
影響について関心を持つ



自分たちの地域では...
気になる場所では...



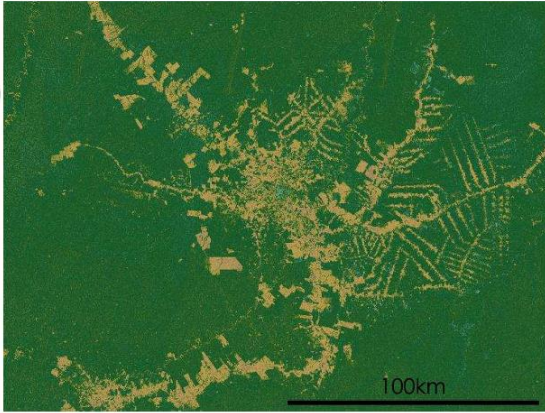
同じデータを自分のパソコン上で確かめることができる。東京湾の変化を追うことができる

1984-08-04

位置情報 -11.3911,-62.5671

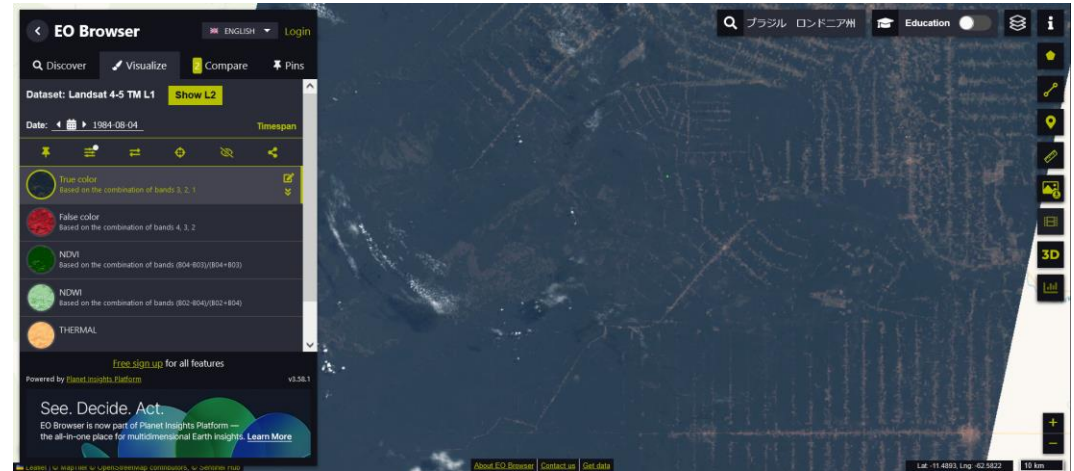
アマゾンの森林伐採

1996年



ふよう1号 ©JAXA

100km

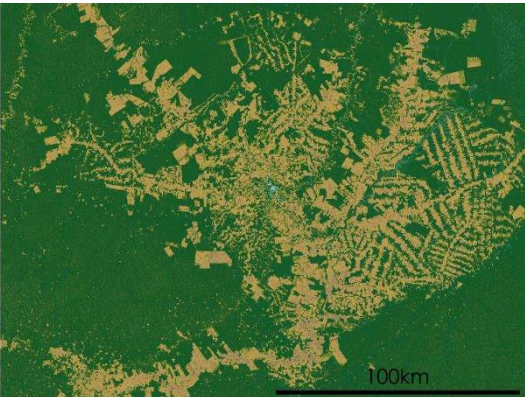


2011-08-15



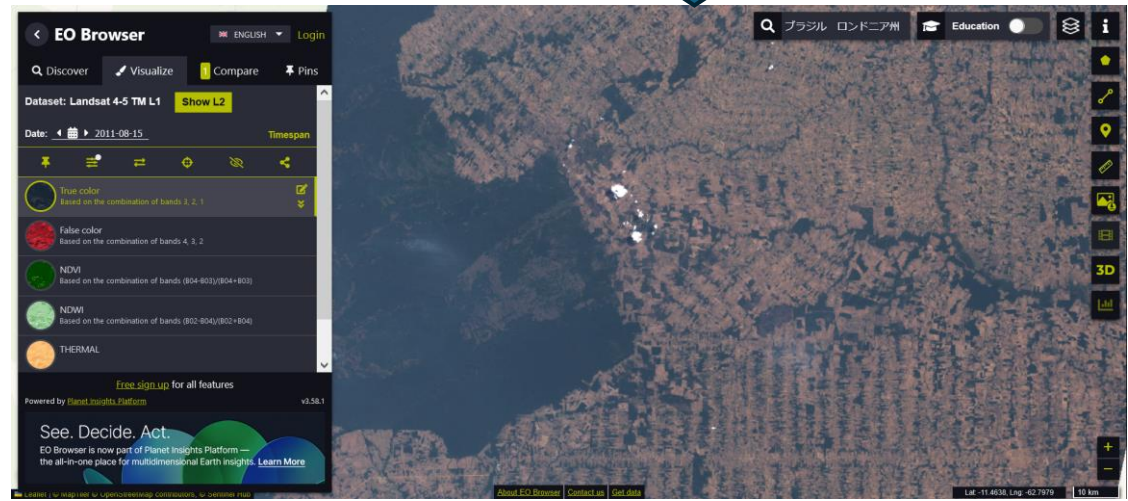
アマゾンの森林伐採

2007年



だいち ©JAXA, METI

100km



世界の特徴的な地域の変化に興味を持つ
→人間活動の環境への影響、社会の持続可能性を考える

現在は？

ランドサット4-5

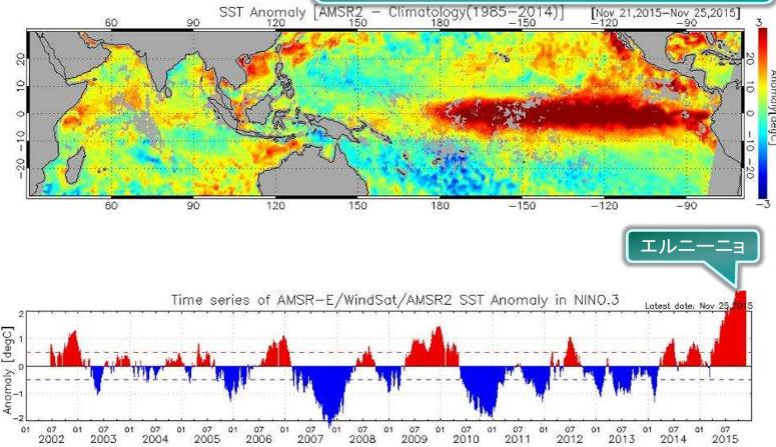
縮尺10km



しずく(GCOM-W)マイクロ波放射計による観測

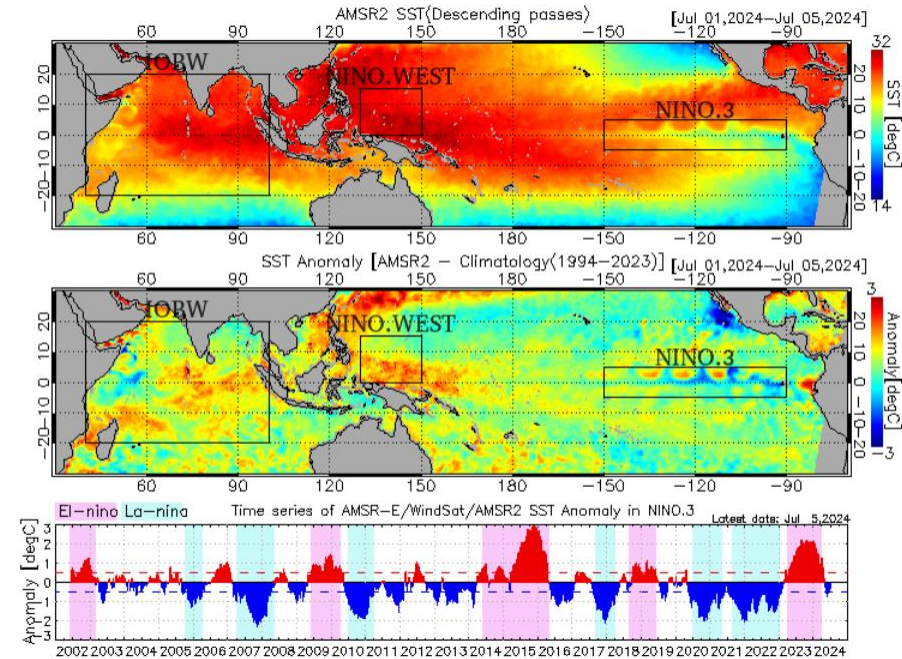
・海面水温データ(2015年)

- ・水に関する物理量の観測
- ・様々な応用: 漁業の支援から気候変動の把握まで

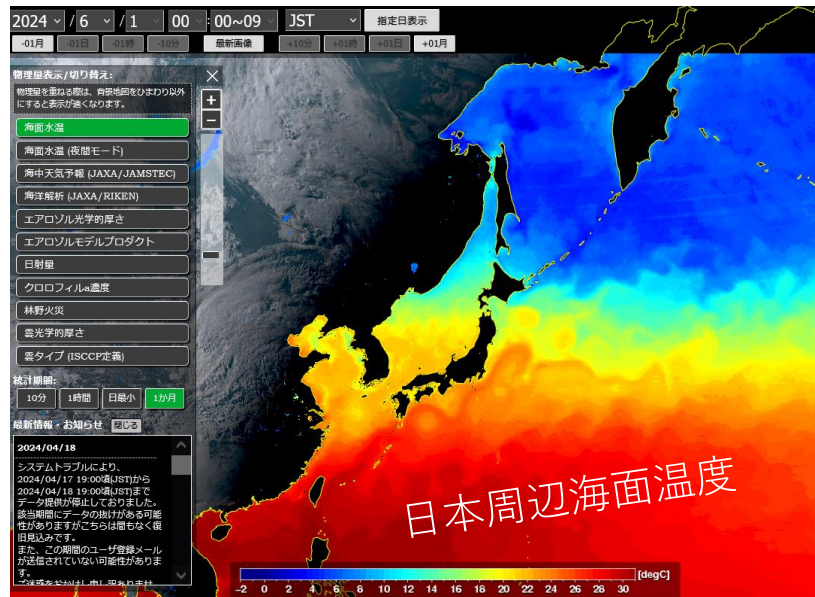


<<2024/07/04

2024/07/05



<https://sharaku.eorc.jaxa.jp/cgi-bin/amr/elni2/elni2.cgi?lang=j>

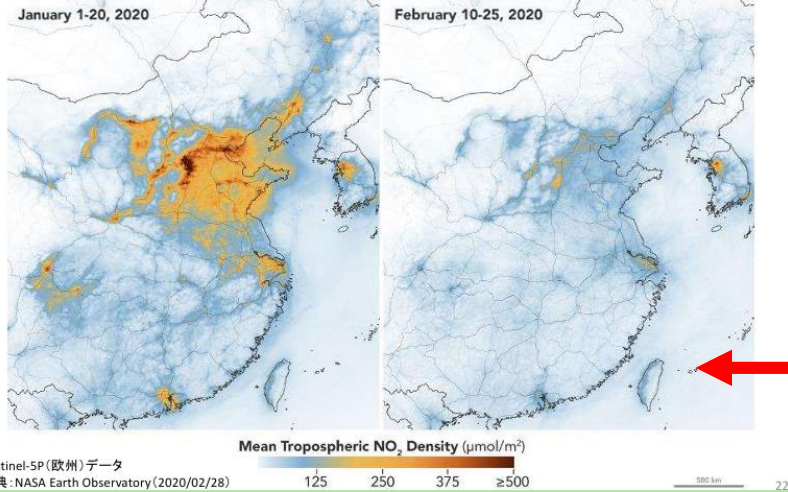


https://www.eorc.jaxa.jp/ptree/index_j.html

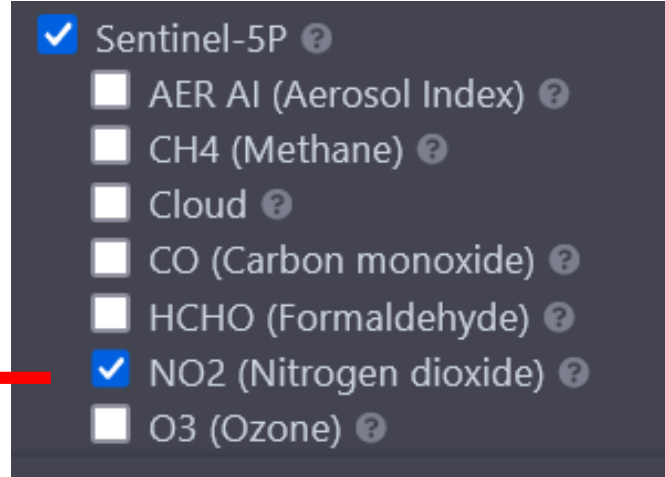
日本周辺海面温度／エルニーニョ／ラニーニャを具体的にデータでみよう

コロナウイルス感染症拡大の影響

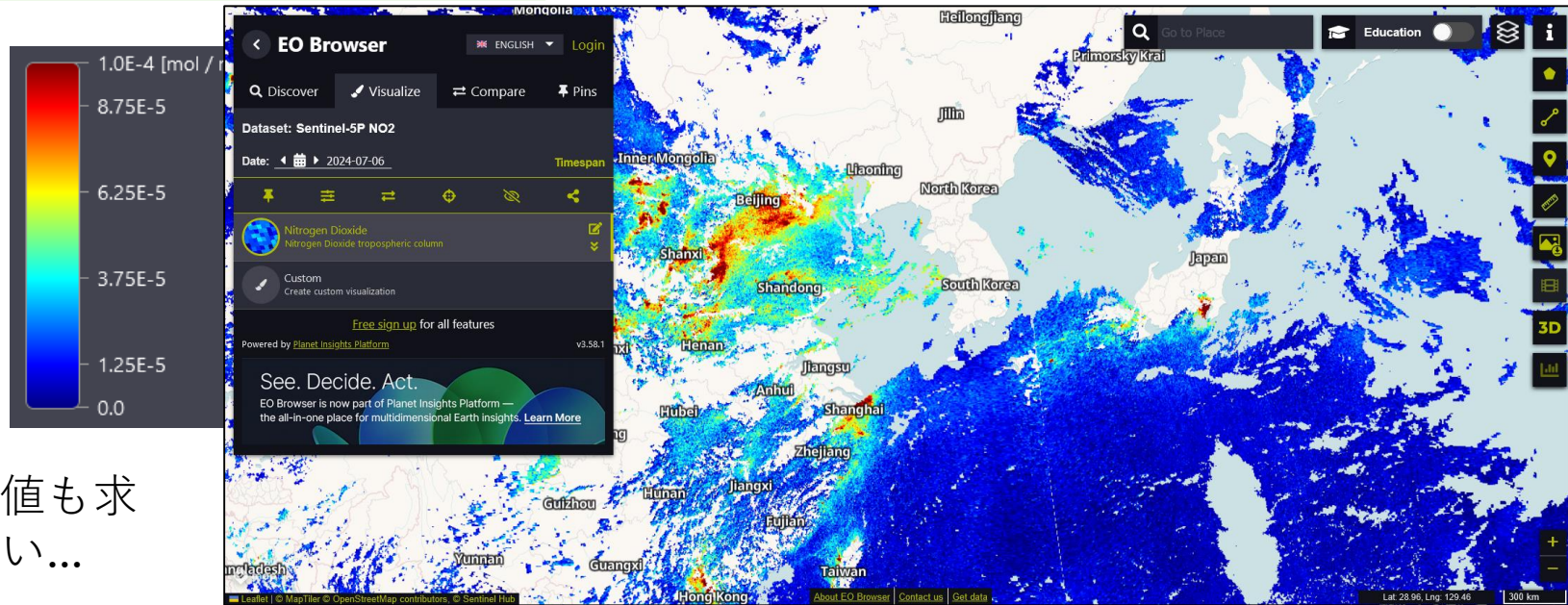
- コロナウイルス感染症拡大による経済活動の低下*に伴い、大気中の窒素酸化物が大幅減少
*その他の要因に伴う変化も含まれる可能性がある



センチネル 5 P観測データは中高生の 関心の的



実際に探ってみよう



平均値も求めたい...

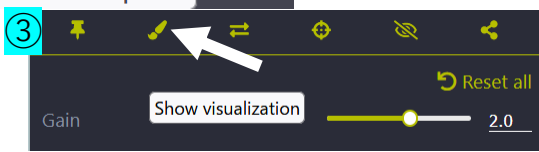
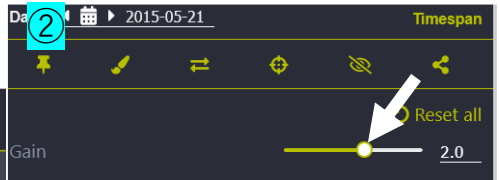
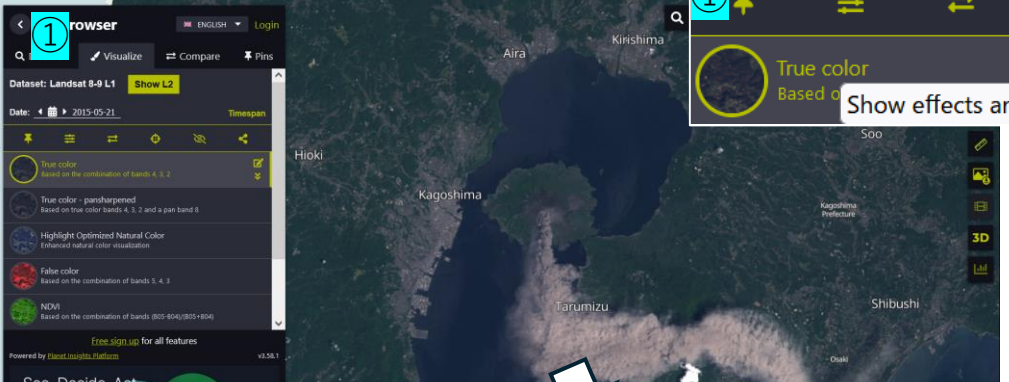
センチネル 5 Pは多様な測度がある

黄砂 二酸化硫黄

メタンなども

EISEIとEOブラウザ

ランドサット 8 2015年5月21日



EISEI実習用データ

簡易版

LC09_L1TP_107035_20220105_20220122_02_T1

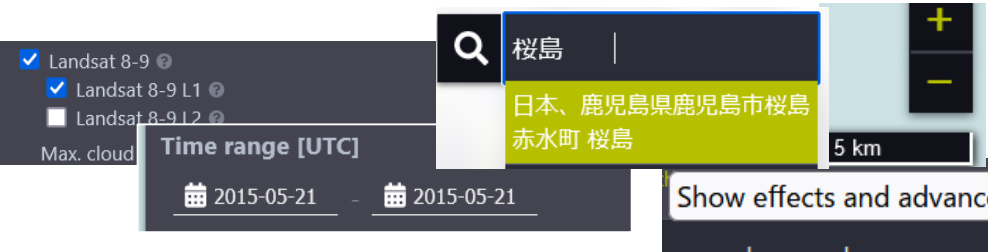
LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_ANG	115 KB	テキストドキュメント
LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_B2	79,762 KB	TIF ファイル
LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_B3	82,615 KB	TIF ファイル
LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_B4	82,849 KB	TIF ファイル
LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_B5	90,072 KB	TIF ファイル
LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_B6	87,693 KB	TIF ファイル
LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_B10	71,216 KB	TIF ファイル
LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL	12 KB	JSON ファイル
LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL	13 KB	テキストドキュメント
LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL	18 KB	Microsoft Edge HTM...
LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_stac	49 KB	JSON ファイル

482 MB (506,274,457 バイト)

簡略化 実習に必要なファイルのみ

LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_ANG	LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_B2	LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_B3
LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_B4	LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_B5	LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_B6
LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_B10	LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL	LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL
LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL	LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL	LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL
LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL	LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL	LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL
LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL	LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL	LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL
LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL	LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL	LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL
LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL	LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL	LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL
LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL	LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL	LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL
LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL	LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL	LC08_L1TP_112038_20150521_20200909_02_T1_MTL

1.07 GB (1,152,316,241 バイト)



期間 衛星 場所 縮尺

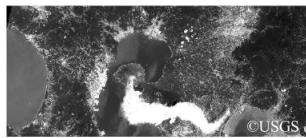
Show effect and advanced optios (効果と詳細オプション=明るさ等の調整他)



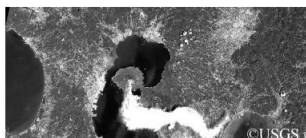
復習 色合成 ツールカラー

LANDSAT8 データの例

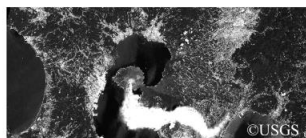
band 2
(blue)



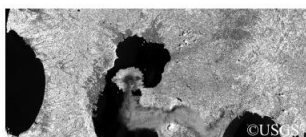
band 3
(green)



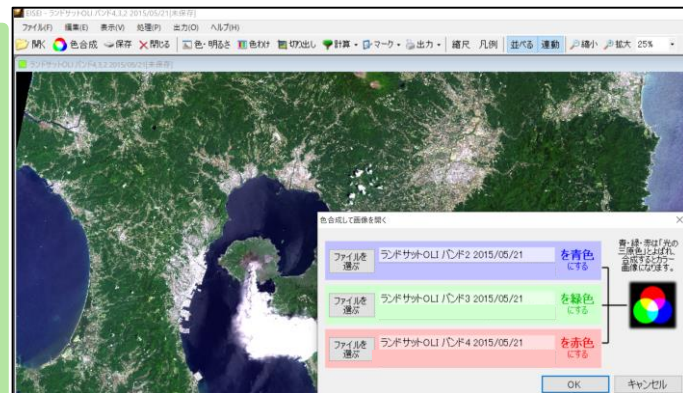
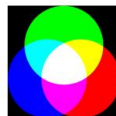
band 4
(red)



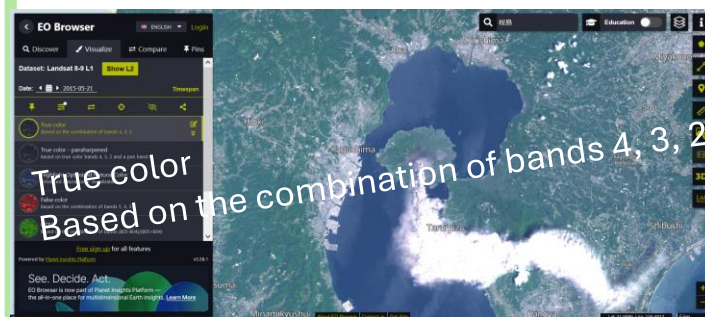
band 5
(near
infrared)



人間が見る画像に近い

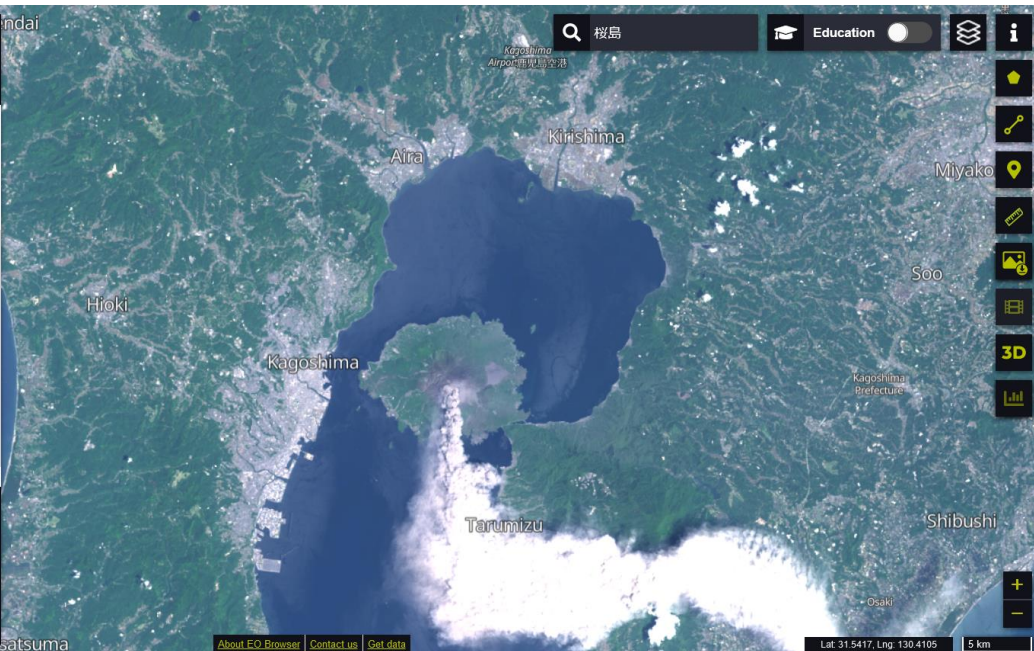
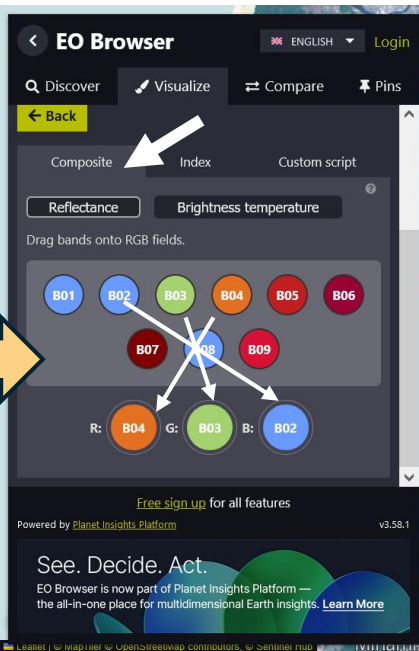
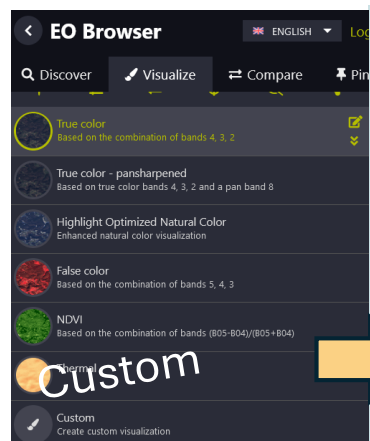


EISEI



EOブラウザ

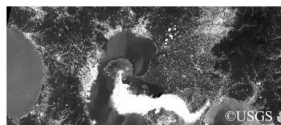
用意されて
いる色合成



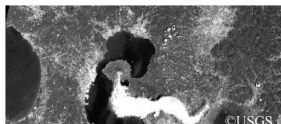
復習 色合成 フォルスカラー

LANDSAT8 データの例

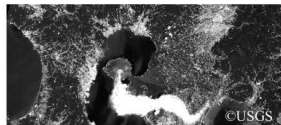
band 2
(blue)



band 3
(green)



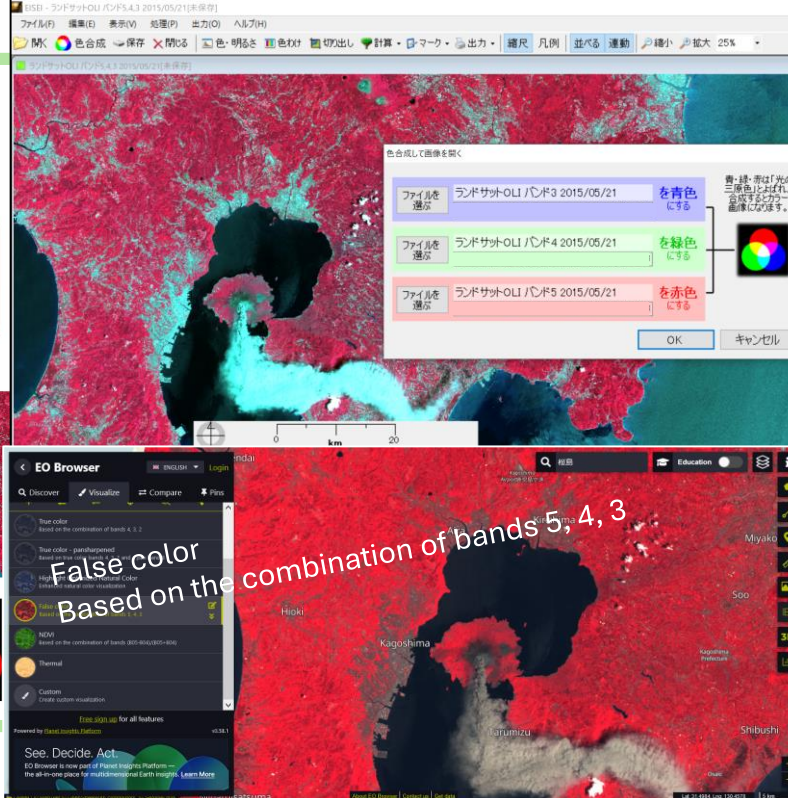
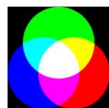
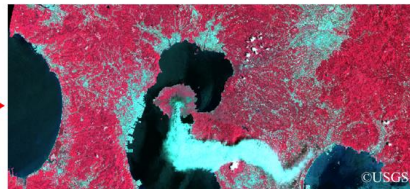
band 4
(red)



band 5
(near infrared)



植物の活性地は赤くなる

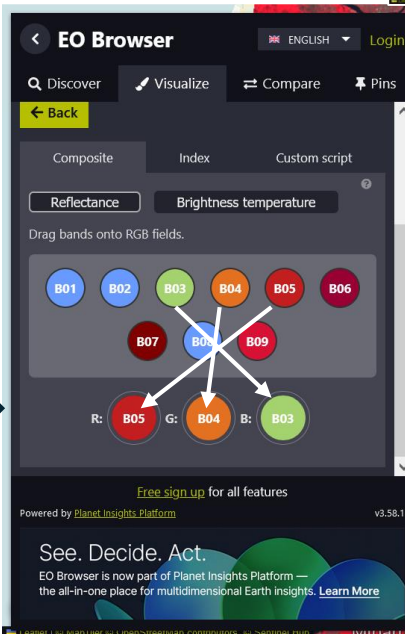
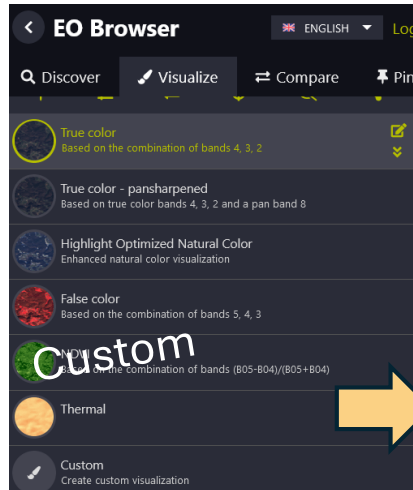


False color
Based on the combination of bands 5, 4, 3

EISEI

EOブラウザ

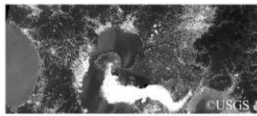
用意されている色合成



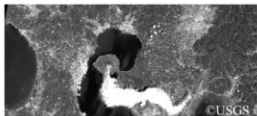
復習 バンドデータから計測 (植生指標)

LANDSAT8 データの例

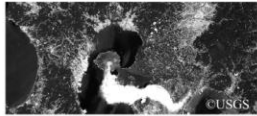
band 2
(blue)



band 3
(green)



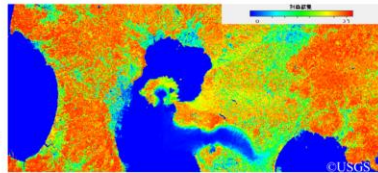
band 4
(red)



band 5
(near infrared)



植生指標 NDVI
(植物(葉)の活性度を表す)

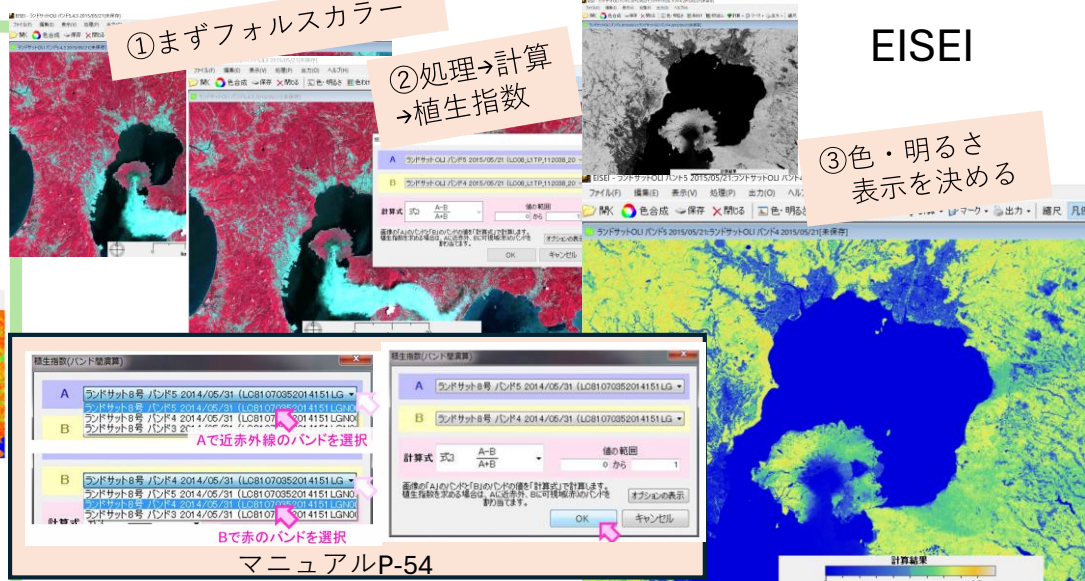


$$NDVI = \frac{\text{近赤外band5} - \text{赤band4}}{\text{近赤外band5} + \text{赤band4}}$$

4

①まずフォルスカラー

②処理→計算
→植生指数



EISEI

③色・明るさ
表示を決める

マニュアルP-54

NDVI
Based on the combination of
bands (B05-B04)/(B05+B04)

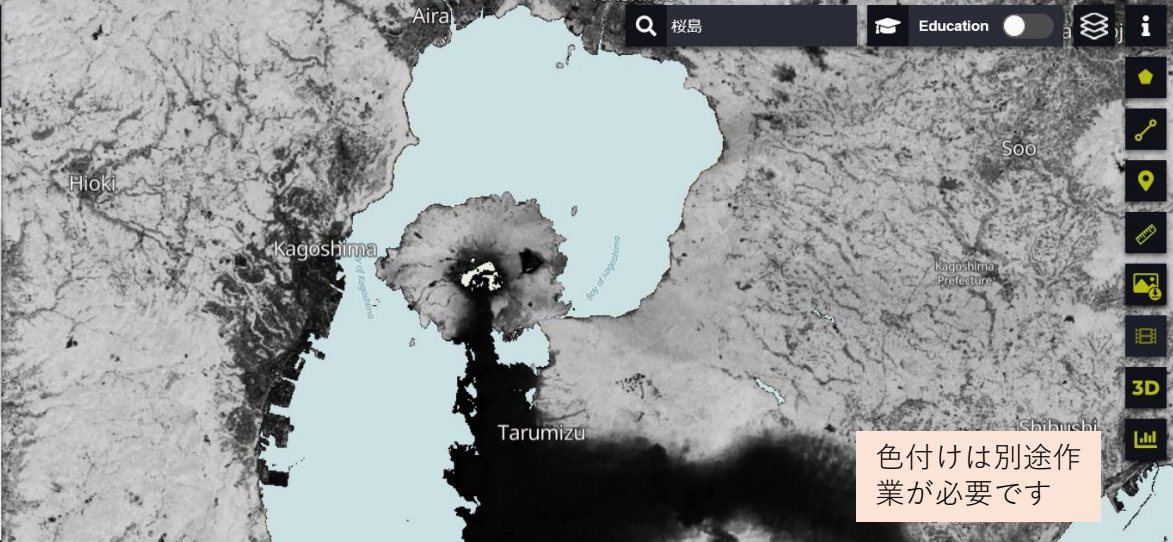
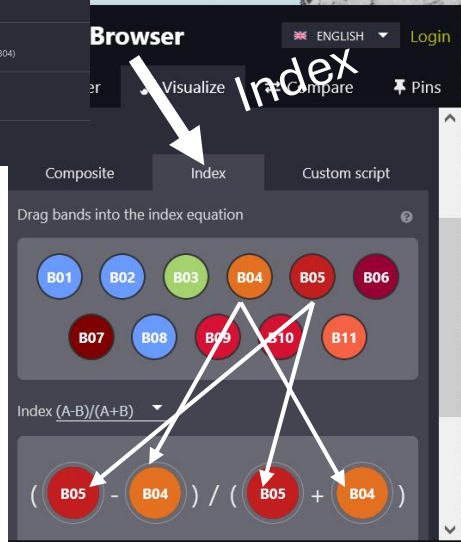
EOブラウザ

用意されている
コンポジット

Custom

Browser

Index



色付けは別途作
業が必要です

植生指数の計算 (参考)

上級者向け

【(参考)なぜバンド間演算が有効か

- 植物の葉緑体は光合成に用いるため赤の波長を吸収し、逆に使用しない近赤外線を外へ反射します。すなわち、活発な植物ほど近赤外線のバンド(例:ランドサット8号のバンド5)で見たとき明るく、赤(同バンド4)のバンドでは暗くなるため、これを利用して以下のような式

近赤外 ← 活発な植物で明るい(値が大きい) 活発な植物では非常に大きな値になる(大きい数÷小さい数のため)
赤 ← 活発な植物で暗い(値が小さい) → 植物の活性を表す指標として使える

の計算をすることにより、植物の活性を表す指標ができます。

- 衛星画像は、波長によりその影響度はさまざまですが、一般に地形(斜面の向きにより明るさが違う)や季節(太陽の角度が違う)や大気(気象条件によって違う)の影響を強く受けています。これらの影響は、衛星の軌道や、観測したときの時の気象、時季によって変わるものであるため、一般に、異なる衛星や異なる日時の衛星画像はそのままでは定量的な比較することはできません。
- 一方、上記の式では、2つのバンド(波長帯)の画像の比(割り算)を行ったことで、地形、季節、大気の影響が約分によって打ち消される効果である程度軽減され、地表の物体(ここでは植物)の波長による反射・吸収特性の違いの情報だけを強調して取り出すことができます。これによって、経年変化、季節変化などを定量的に行えるようになります。これが、バンド間演算のメリットです。
- ただし上記の式は、値の範囲が大きく(0から無限大)、扱いにくいいため、-1~1の値になるように規格化した次のような式がよく使われ、規格化植生指数(NDVI)と呼ばれます。

$$\text{規格化植生指数} = \frac{\text{近赤外} - \text{赤}}{\text{近赤外} + \text{赤}}$$

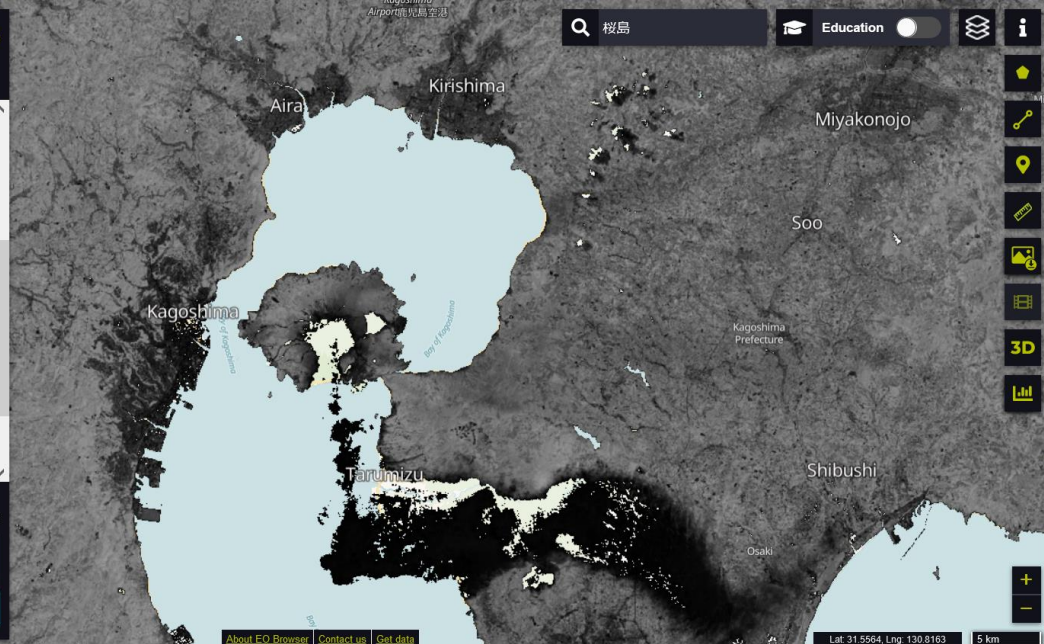
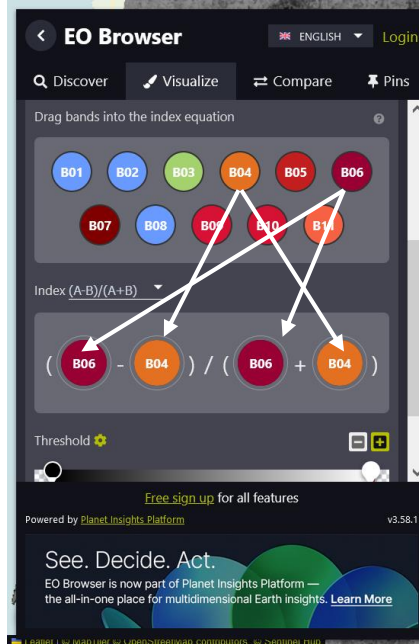
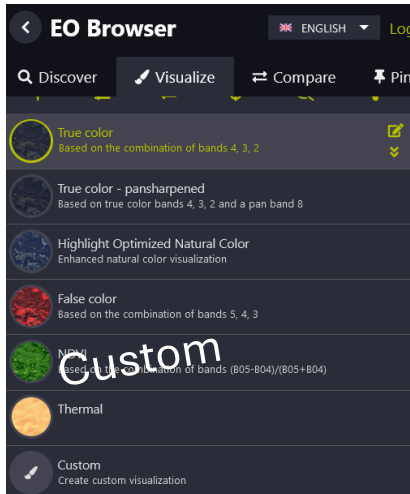
- 植生指数のほかにも、水が反射しやすい可視光(例:ランドサット8号のバンド3ないし4)と、水が吸収する短波長赤外(同バンド6)を用いて水の有無を表す水指数を計算することもできます。

$$\text{規格化水指数} = \frac{\text{可視} - \text{短波長赤外}}{\text{可視} + \text{短波長赤外}}$$

水指数の算出

$$\text{規格化水指数} = \frac{\text{可視} - \text{短波長赤外}}{\text{可視} + \text{短波長赤外}}$$

マニュアルP-55

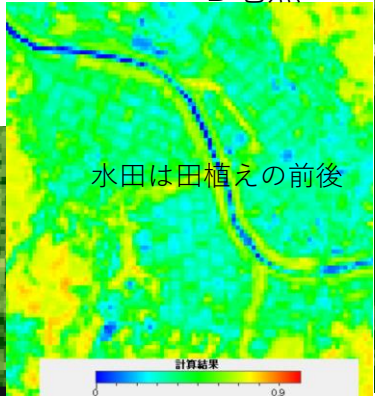
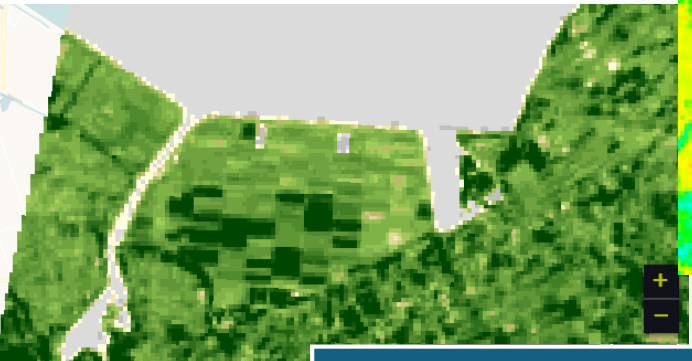
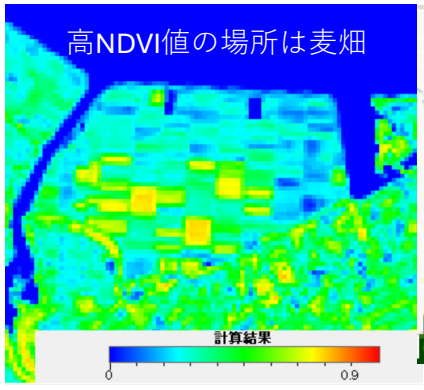


植生指数の研究 ランドサット 8 2015-05-21

PDF版での追加

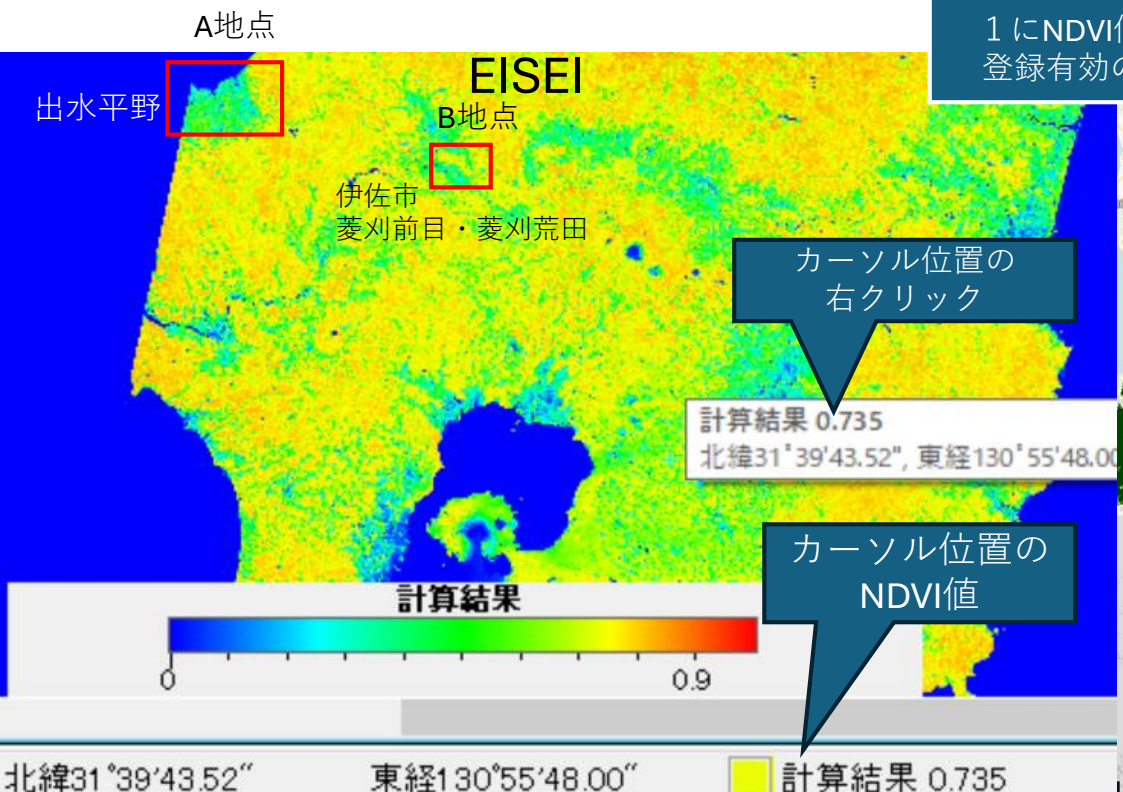
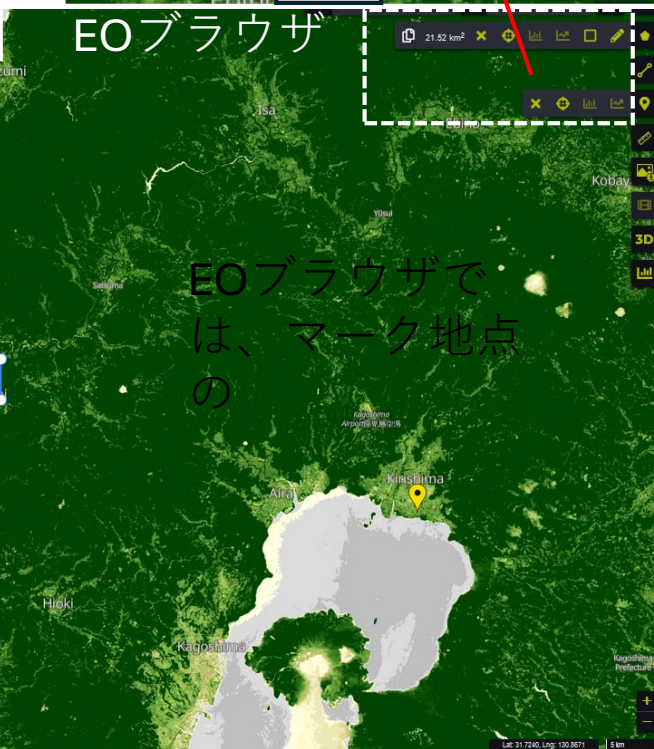
B地点

A地点



2をタップするとグラフ表示
登録有効の場合

1にNDVI値表示
登録有効の場合

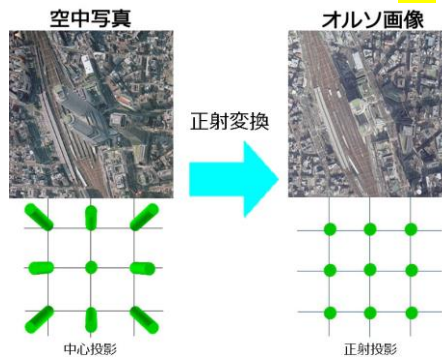


オルソ画像とは

航空カメラで撮影された空中写真は、レンズの中心に光束が集まる中心投影なので、レンズの中心から対象物までの距離の違いにより、写真上の像に位置ズレが生じます。写真に写る対象物が地面から高いほど、また写真の中心から周縁部に向かうほど、この位置ズレは大きくなります。上空から撮影した空中写真では、土地の起伏（高低差）による位置ズレが生じるとともに、高層ビルなどの高い建物や周縁部のとがった山の像は、写真の中心から外側へ傾いているように写ります。

<https://www.gsi.go.jp/gazochosa/gazochosa40002.html>

SAR衛星は、斜め下を観測していることによる地形の歪み（ずれ）を画像変形で補正し、地図と重なるようにしています。オルソ補正といいます。苦小牧校正「CR」のA「CR」の位置の違いで確かめてください。標高の高い場所の観測では不可欠です



センチネル1の測度について

- VH - decibel gamma0
- VH - decibel gamma0 - orthorectified
- VH - decibel gamma0 - radiometric terrain corrected
- VH - linear gamma0
- VH - linear gamma0 - orthorectified
- VH - linear gamma0 - radiometric terrain corrected
- VV - decibel gamma0
- VV - decibel gamma0 - orthorectified
- VV - decibel gamma0 - radiometric terrain corrected
- VV - linear gamma0
- VV - linear gamma0 - orthorectified
- VV - linear gamma0 - radiometric terrain corrected

赤→VHがある値（0.5）を超えていれば赤、
こえていなければゼロ緑→VV青→VH

赤→VV緑→VH青→VH/VV

SAR urban
RGB ratio

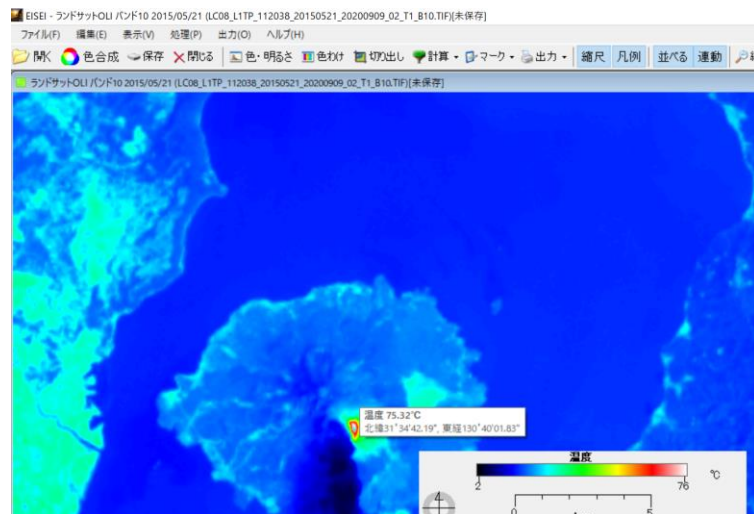
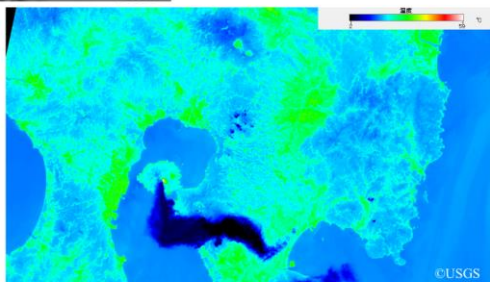
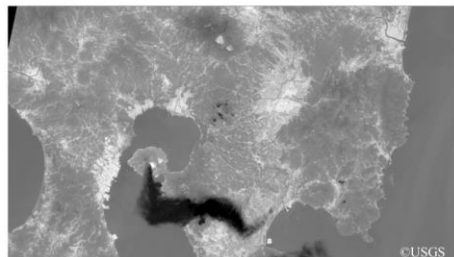
Enhanced visualization

VV/VH という比が25を超えていれば水域、こえていなければ水域ではないと判断し、水域かそうでないかで色合成のしかたを変える

- ア linear gamma0→地面から反射してきた反射波の強さをそのまま表している。
- イ decibel gamma0→アをデシベルに変換
アとイは両者は本質的に同じ画像
暗いところの明るさの強調度が異なる
ア 明るい物の形をしっかりと識別
イ 暗いところがみえやすい
- ウ orthorectified エ radiometric terrain corrected
エはウの発展版
SARが斜めから観測していることによる影響のうち位置の歪みだけ補正したのがortho...
位置の歪みと明るさの歪みを両方補正したのがradio...

センチネル1 データは極めて魅力的です。
ですが、この分野についてもYACかわら版筆者の筆力は貧弱です。
調べたいことを、最もよく表現している測度を選んでいきます。
皆様の考える翼に期待します。

復習 Band 10 of LANDSAT 8 (輝度) 温度分布



EISEI

任意地点の
輝度温度

EO Browser ENGLISH [Login](#)

[Discover](#) [Visualize](#) [Compare](#) [Pins](#)

Thermal band 10

Thermal band 10

This thermal visualization is based on band 10 (a band is a region of the electromagnetic spectrum; a satellite sensor can image Earth in different bands). At the central wavelength of 10895 nm it measures in the thermal infrared, or TIR. Instead of measuring the temperature of the air, like weather stations do, band 10 reports on the ground itself, which is often much hotter. Thermal band 10 is useful in providing surface temperatures and is collected with a 100-meter resolution.

More info [here](#) and [here](#).

[Free sign up](#) for all features

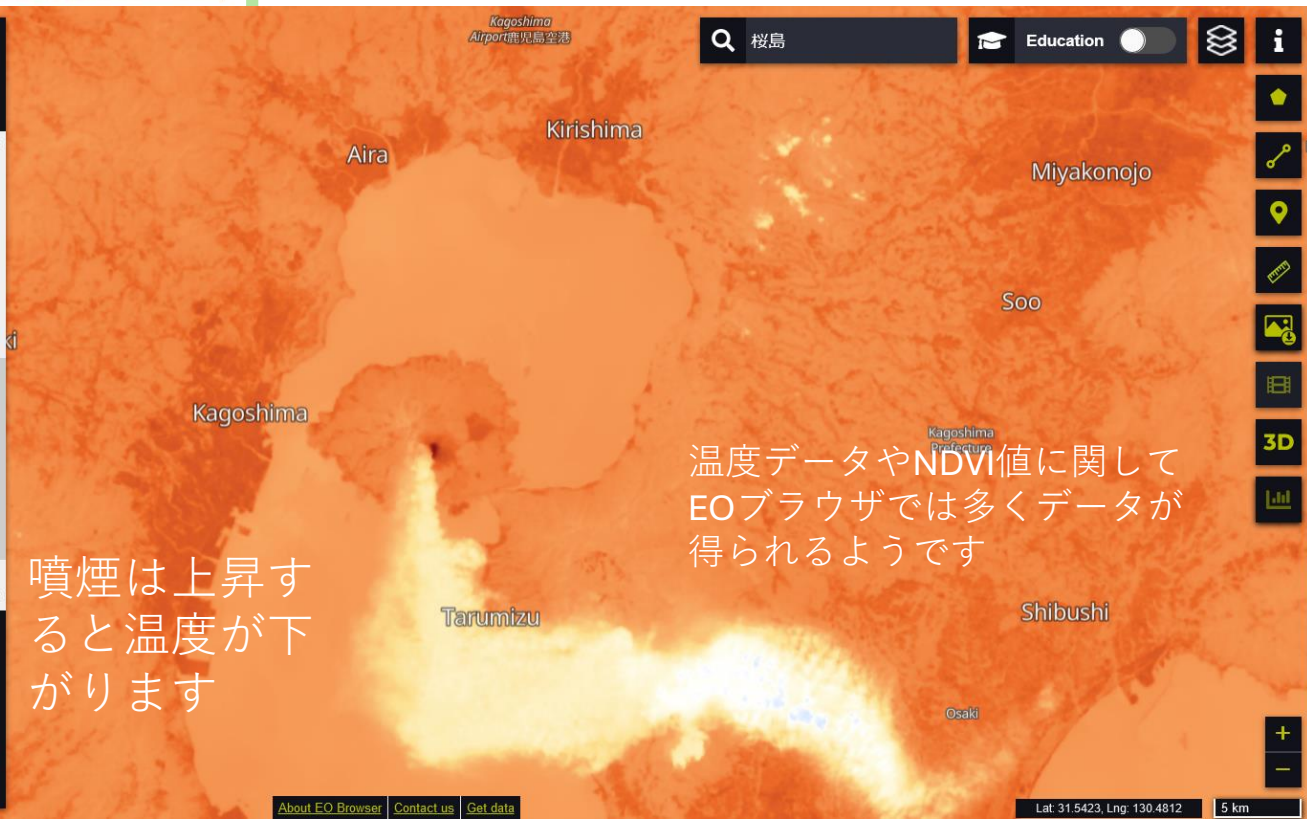
Powered by [Planet Insights Platform](#) v3.58.1

See. Decide. Act.

EO Browser is now part of Planet Insights Platform — the all-in-one place for multidimensional Earth insights. [Learn More](#)

噴煙は上昇すると温度が下がります

温度データやNDVI値に関してEOブラウザでは多くデータが得られるようです



センチネル 2 データで「桜島」

PDF版での追加

期間

衛星

場所

縮尺

Time range [UTC]
2024-06-08 - 2024-07-08

Data sources

☐ Sentinel-1

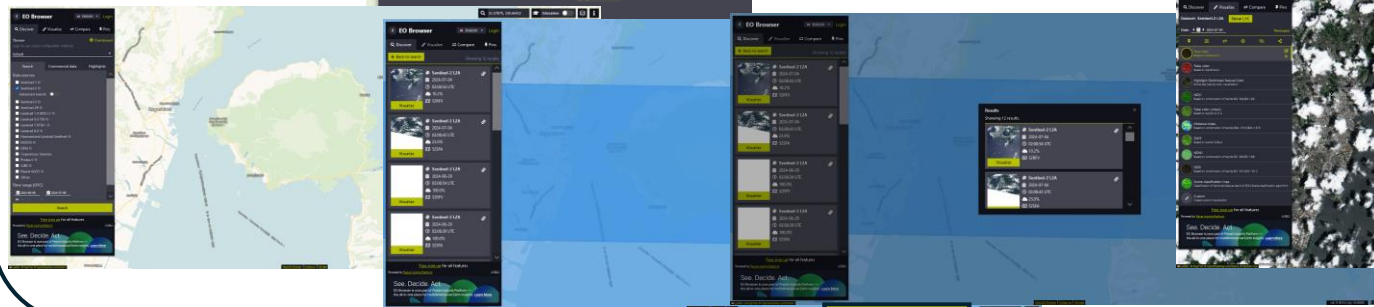
☒ Sentinel-2

Advanced search:

1.57879, 130.66412

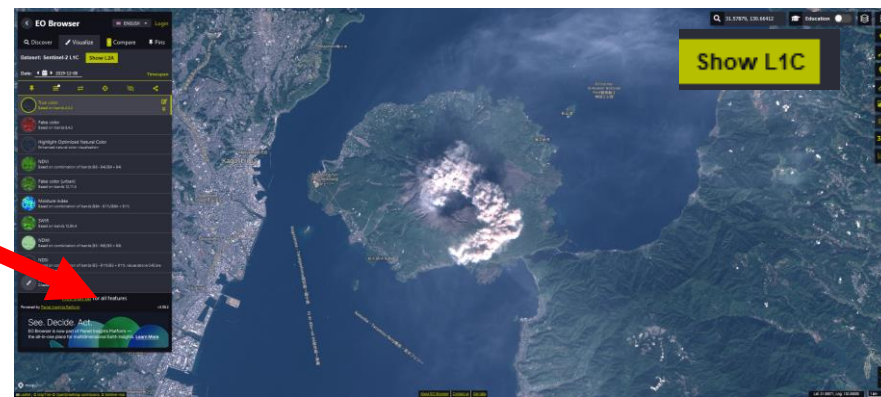


検索の基本的な流れ



直近の観測

「2019-12-08」のデータをみたい



用意されている
コンジット 色合成

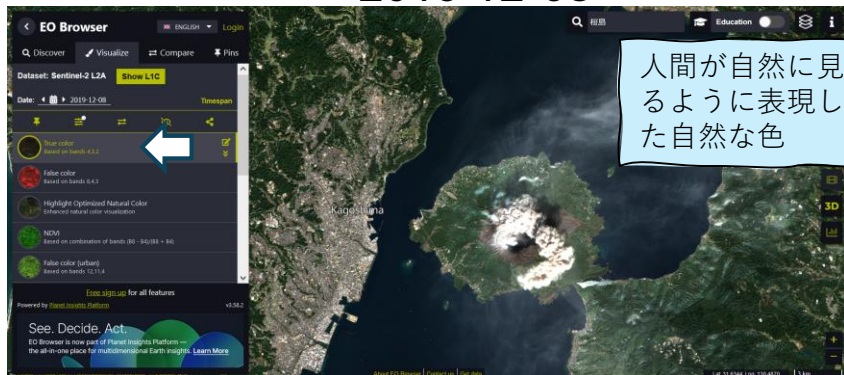
センチネル 2 は、12バンド
に分光してデータを収集

RGBに割り当
てて色合成

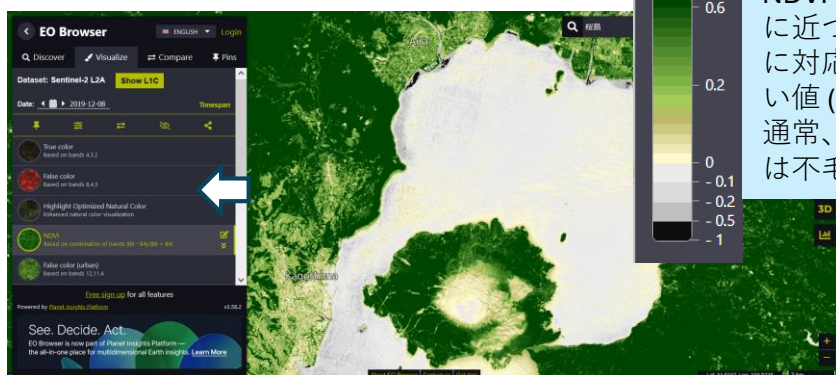
EOブラウザは
10種類用意
(コンジット)

True color

2019-12-08

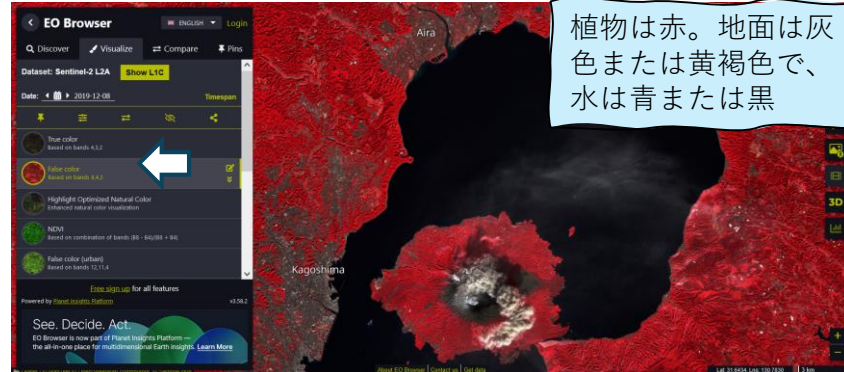


NDVI 植生指数



False color

偽色



True color

False color (urban) 偽色 (都市)

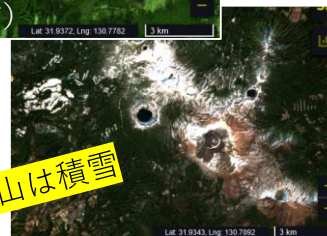


2022-12-27

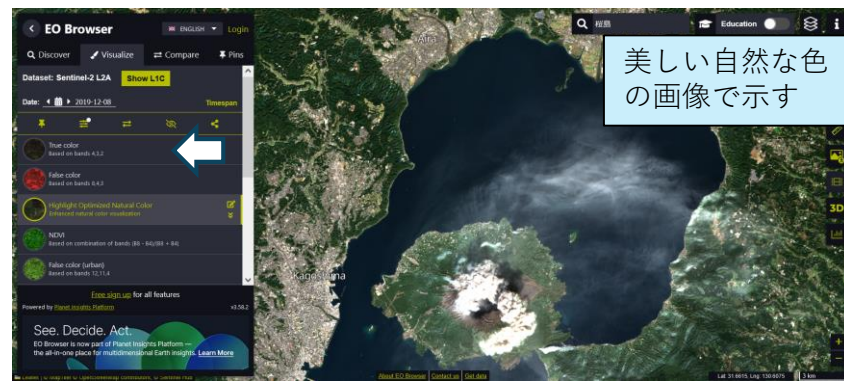
雪氷→ 高温→



False color (urban)
偽色 (都市)



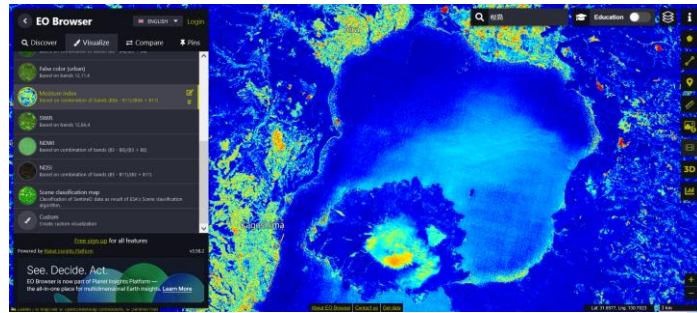
Highlight Optimized Natural Color ナチュラルカラーの強調表示



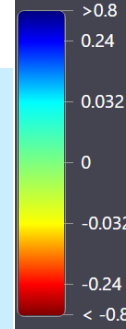
2019-12-08

Moisture index 水分指数

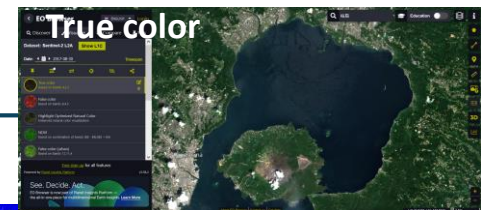
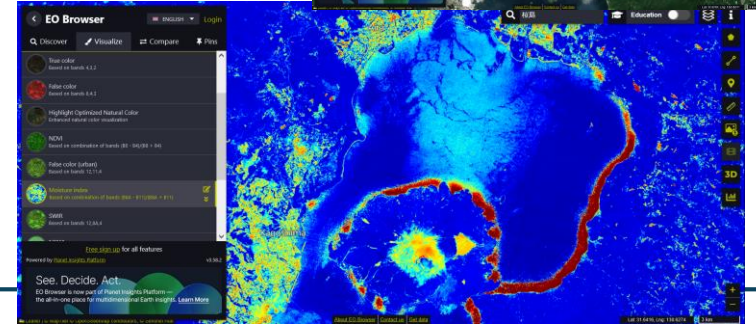
季節の差異の比較



(-1に近づく値)は不毛の土壌。ゼロ付近の値(-0.2~0.4)は、通常、水分に対応。高い正の値は、水ストレスのない状態。



2017-08-30



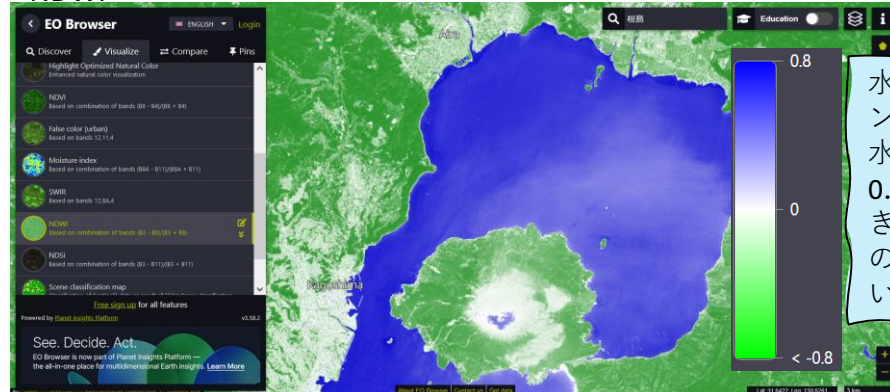
SWIR



水が存在するかを推定。植生は緑色の色合いで表示され、土壌茶色のさまざまな色合。水は黒く表示。



NDWI

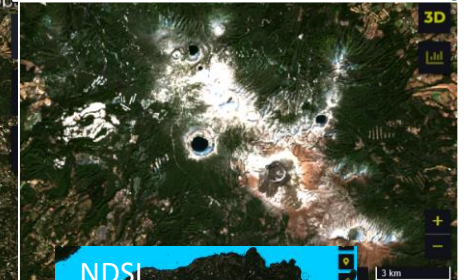
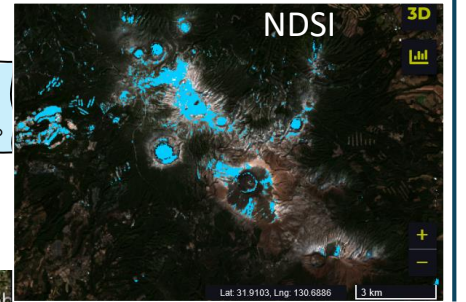
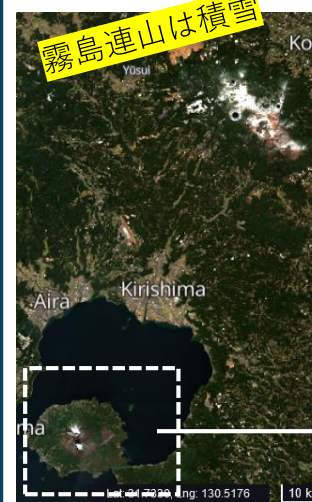


水域マッピングに最適。水域の値は0.5より大きい。植生の値は小さい。

2022-12-27

雲と積雪を区別するために使用する。

True color



NDSI



Scene classification map シーン分類マップ 2019-12-08



シーン分類は、センチネル2 データをもとにESAのシーン分類アルゴリズムでデータ分析の手がかりとして用意されています。厳密な意味での土地被覆分類図ではありませんとの付記があります。

EOブラウザのどの色合成を利用するかを選択肢は多くあります。調べたい場所を最適に表現する色合成を選びます。

番号	原文	YAC流訳	B	G	R
①	True ...	トゥルー	2	3	4
②	False ...	フォルス	3	4	8
③	NDVI	NDVI	$(B8-B4) / (B8 + B4)$		
④	False (urban)...	フォルス 2	4	11	12
⑤	Moisture ...	水分指数	$(B8A-B11) / (B8A + B11)$		
⑥	SWIR	SWIR	4	8 A	12
⑦	NDWI	NDVI	$(B3-B8) / (B3 + B8)$		
⑧	NDSI	NDSI	$(B3-B11) / (B3 + B11)$		
⑨	Scene ...	シーン分類マップ	データの分類		
⑩	Custom...	自作	自分で工夫		

表示	原文	説明
●	No Data (Missing data)	データなし
●	Saturated or defective pixel	対象外
●	Dark features / Shadows	影など
●	Cloud shadows	雲の影
●	Vegetation	植生
●	Not-vegetated	植生なし
●	Water	水
●	Unclassified	未分類
●	Cloud medium probability	たぶん雲
●	Cloud high probability	きっと雲
●	Thin cirrus	薄い巻雲
●	Snow or ice	雪か氷

色合成

Drag bands onto RGB fields.

B01 B02 B03 B04 B05 B06

B07 B08 B8A B09 B11 B12

R: B01 G: B02 B: B03

指数

Index $(A-B)/(A+B)$

(A - B) / (A + B)

EOブラウザが用意しているテーマ

各テーマに応じた「色合成」が用意されている。
 テーマ「Ocean and...」では、「ユリシス水質検査」色合成を用意した。

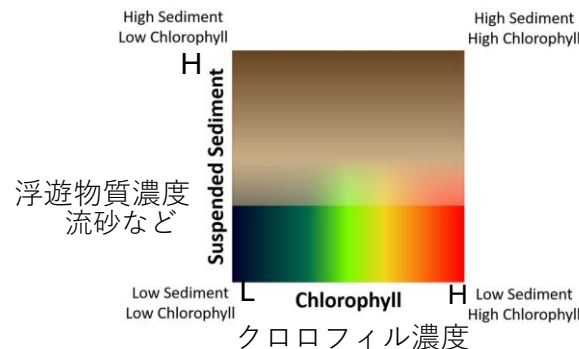
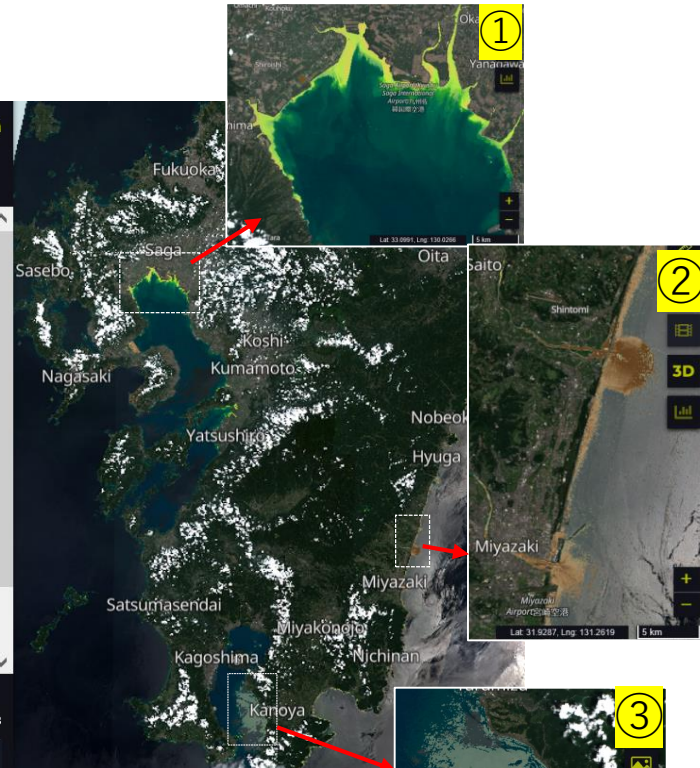
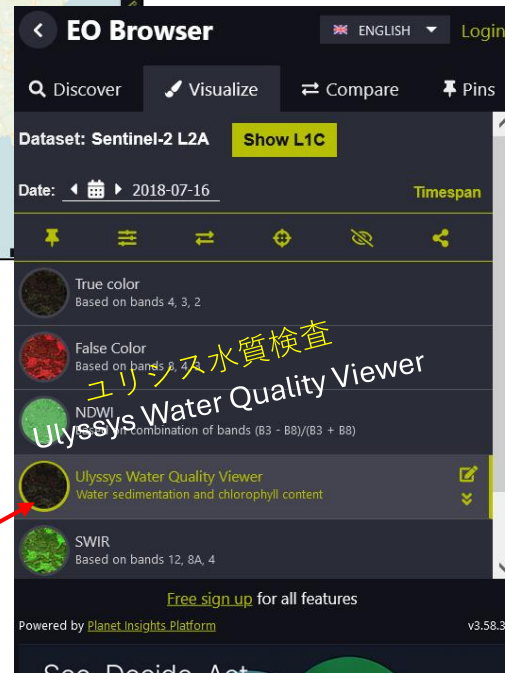
①と②とでは、河口の様子がkとなっている。

③の場所は、近くに大きな河川がない。海流によって海面の変化が生じている。

2018-07-16



EOブラウザの用意	
Theme	テーマ
Default	初期設定
Hilights of the Month	今月のハイライト
Monitoring...	地球モニタリング
Agriculture	農業
Atmosphere and...	大気・大気汚染
Change Detection...	時間経過に伴う変化
FloodS and...	洪水と干ばつ
Geology	地質学
Ocean and...	海洋と水域
Snow and...	雪と氷河
Urban	都市
Vegetation and...	植生と林業
Volcanoses	火山
Wildfires	山火事



PDF版での追加

まとめ 地球観測と教育活用への期待

- 地球観測とは
 - 人工衛星などに搭載した**センサ**で、地球を**リモートセンシング**(離れた所から観測)する

地球観測の特徴

- 全世界どこでも観測
 - 一度に**広範囲**を観測
- 定期的、長期的に観測
 - 即座に、頻繁**に観測
- 衛星によって**様々な波長や原理**で観測
例: 近赤外線は植物、熱赤外線は温度が見える
- 衛星によって解像度、観測範囲、観測頻度が異なる



- 地球科学研究や防災・環境問題などの社会課題解決が本来の目的だが、教育にも有効
- 自然環境・社会環境(地域の/世界の)、防災、**その他子供たちの興味のあること何でも**
- 受動的な利用(教科書などに載っている画像を使用)

能動的な利用(→この講座のメイン)

- 導入教材で様々な概念を構築(波長、分光、衛星軌道など)
- 必要なデータ(衛星、地域、日時)を自ら取得
- 欲しい情報を自分で可視化し、考察し、**画像の見え方(特に色覚)には個人差があります**

お願い 画像の見え方(特に色覚)には個人差があります。印刷において配慮をお願いします。

講座3-1
大木講師

講座3-2
高橋講師

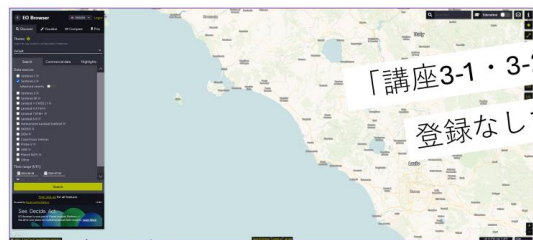


能動的な学習

講座3-3 実習

EOブラウザの魅力

はじめての衛星データ教育利用



EOブラウザのURL→

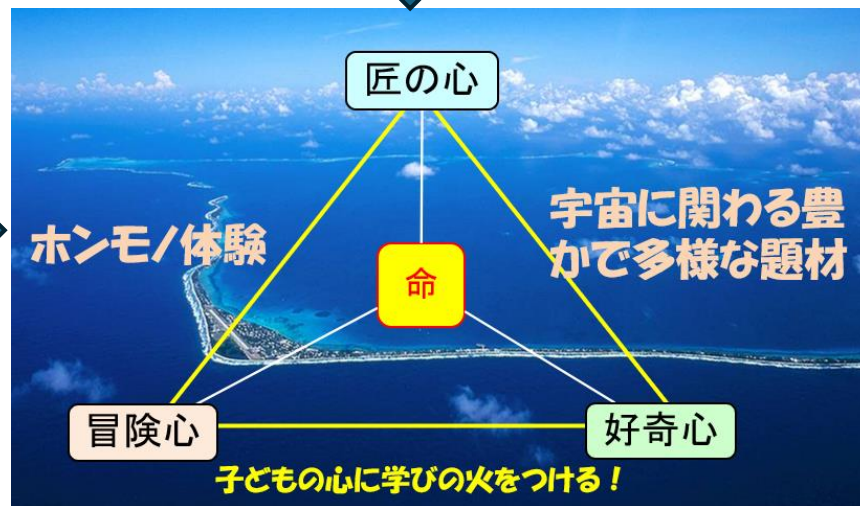
<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>

「講座3-1・3-2」振り返り
登録なしでできること

EOブラウザは衛星画像を閲覧できるオンラインツール
欧州宇宙機関 (ESA) が提供

衛星データ分析ソフトEISE + EOブラウザ

印刷配布物原稿は、小さな
字がありますが、最終リマ
インドメールでPDF版をお届
けします



初期画面説明

①→現地名OK

英語、日本語

緯度・経度

「,」区切り

半角、十進法

表中「▲」→登録者のみ使用可能機能

The screenshot shows the EO Browser interface. On the left is a sidebar with search and data source options. In the center is a map of Rome. On the right is a vertical toolbar with various map controls. Numbered callouts (1-26) identify specific features: 1. Search bar, 2. Layer selection, 3. Interest area, 4. Line drawing, 5. Mark, 6. Measurement, 7. Download, 8. Video creation, 9. 3D view, 10. Histogram, 11. Zoom in, 12. Zoom out, 13. Coordinates, 14. Search button, 15. Visualize button, 16. Compare button, 17. Login button, 18. Theme button, 19. Highlight button, 20. Satellite button, 21. Period setting, 22. Search start button, 23. Search field, 24. Language dropdown, 25. Login link, 26. Search button at the bottom.

⑭	探す	○
⑮	視覚化	○
⑯	比較	○
⑰	登録	▲
⑱	テーマ	○
⑲	ハイライト	○
⑳	衛星	○
㉑	期間設定	○
㉒	検索開始	○

①	検索場所	○
②	レイヤー	○
③	関心範囲	○△
④	線描	○
⑤	マーク	○△
⑥	測定	○
⑦	ダウンロード	△
⑧	動画作成	▲
⑨	3D化	○
⑩	ヒストグラム	○
⑪	拡大縮小	○
⑫	縮尺	○
⑬	緯度-経度	○

特徴的な事例
初期画面

* 「Other」に Global Human

Settlement

人口密度 20180101～20181231設定

無料登録後使用できるEOブラウザの機能。
無料登録後使用できるEOブラウザ機能でもデータ量に制約があります。

■ EISEIとEOブラウザ

<参考>

これまで衛星データ分析ソフト「EISEI」を使用したことがある方は、この表で「EOブラウザ」の特徴をイメージしてください。

	EISEI	EOブラウザ
環境	▲Windows PCやWindowsタブレットが必要 (Mac、iOS/Androidタブレット不可) ✓使用中はインターネット接続不要* (データは事前にインターネット上から入手) *Google Earth、EOブラウザと連携する場合は必要	✓Webブラウザ上で動作 (Windows、Mac、タブレット可) ▲使用中インターネット接続が全台必須 (セミナー、教育活動で同時使用時は注意)
言語	✓日本語、教育に配慮した表現(ふりがな、語順等)	▲英語、一般向け、直感的に理解できるような配慮はあり
利用できるデータ	✓基本的な光学衛星データ (Landsat、Sentinel-2等) ✓日本の衛星を中心に多くの画像データに対応 (だいち1,2号、ひまわり、しきさい、その他一般的な画像形式) ▲上記以外の欧州衛星のデータ非対応 (Sentinel-1,3,5等)	✓基本的な光学衛星データ (Landsat、Sentinel-2等) ▲日本の衛星など幅広い形式のデータは非搭載 (欧州衛星等の画像を閲覧するサービスであり、自分で入手した他のデータは閲覧不可) ✓欧州衛星データに幅広く対応 (Sentinel-1,3,5等)
衛星データの入手方法	▲インターネット上の各機関のサイトからダウンロード (容量が大きいことがあるため注意)	✓データのダウンロードは不要 (データを入手せずWeb上で「閲覧」するサービスである)
行える処理や解析	✓基本的な画像作成 (バンド色合成、植生指標) ✓数値の表示、座標変換、任意の式による詳細な計算	✓基本的な画像作成 (バンド色合成、植生指標) ✓3D表示、アニメーションの作成、時系列グラフ作成
マニュアル、教材、情報源	✓日本語公式マニュアル有り、教材・教育実践例豊富	(✓)日本語の情報源は少ないですが、YACで教材・実践例を整備しつつあります。
連携	✓Google Earth、QGISに画像を出力可	✓画像としてダウンロード (ダウンロード後EISEIで利用可)

まとめ

- ・ ひまわり等多様な衛星データを使いたい場合、英語が不可の場合、インターネット接続がない場合→EISEIを使用します
- ・ Macやタブレットで使いたい場合、欧州の特定の衛星 (Sentinel-1,5等) を使いたい場合→EOブラウザを使用します
- ・ 上記以外の場合どちらも使えますが、初心者 (小学生など) の衛星画像に対する概念形成を助ける意味では教育用ソフトであるEISEIを、衛星や英語の知識が多少ありデータをダウンロードせず気軽に衛星データに触れることを重視する場面ではEOブラウザがおすすめできます。

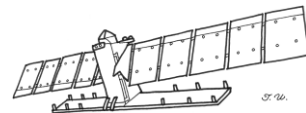
YAC大木活動員作成

分析ソフトEISEI最新版 → ソフト、マニュアルなど
http://www.yac-j.com/hq/info/eisei_kiyaku221031.pdf

EOブラウザで利用できる衛星データ（一部）概要

ー観測地域により若干の差異アリー

センチネル 1



2021年12月23日、センチネル-1Bは電力系が故障し運用を中止。復旧の試みが続けられたがそのまま観測終了。**現在センチネル-1Aのみ運用** 高度693 km 回帰日数**12日**

* 過去2機運用時観測データは利用可能

複数の観測モードがあるので、調べたいことに合致したモードを選定するとよい。代用的な観測モードは、IW空間分解能**10m × 10m**（公称）

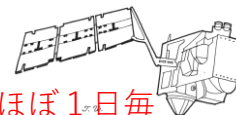
* 国内の島でも観測に含まれていない場所もある。

* 北極方面からの軌道と南極方面からの観測があるのでデータを分析時に留意

* 積極的な活用をおススメ。

* **2023年前半にセンチネル-1C打上予定だったが...**

センチネル 3



2機運用 高度814.5 km 回帰日数27日 2機で**ほぼ 1日毎**

OLCI（海色と陸色の観測）

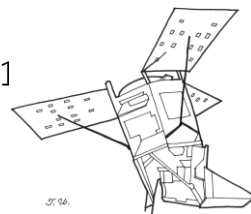
観測幅 1300 km（最大）空間分解能

陸域：300m 海洋：1.2km

SLSTR（海と陸地表面温度観測）

空間分解能 可視光 500m 近赤外・熱赤外 1

観測幅 700～1500km



センチネル 5 P

1機運用 高度824 km 観測幅2600 km空間分解能 7 x 3.5km

回帰日数17日 同一地域の観測は最大1日毎

大気観測目的

AER AI（エアロゾル指数）**CH4**（メタン）雲（雲高高度など）

CO（一酸化炭素）**HCHO**（ホルムアルデヒド）**NO2**（二酸化窒素）

O3（オゾン）**SO2**（二酸化硫黄）

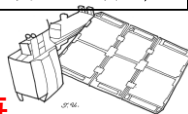
* EOブラウザ使用でこの衛星の持ち味が改めて活かされる

* 黄砂・山火事・台風・火山噴火時など参考になる

* 「宇宙（そら）のとびら手帳2023」原稿より構成・加筆

衛星名	関係機関	データ利用	目的	備考
センチネル 1	ESA	2014年10月～	陸上及び海上	電波による全天候
センチネル 2		20156月～ 一部	陸上及び海上	光学による観測
センチネル 3		2017年3月～全域		
センチネル 5 P		2016年5月～	海面と地面温度、沿岸地形等	光学による観測 広域
ランドサット 8	USGS	2018年4月～	大気測定対応	大気測定機器 広域
ランドサット 9		2013年2月～	陸地観測対応	光学による観測 （温度データ含む）
		2021年2月～		

センチネル 2



2機運用 高度786 km 回帰日数**10日** 2機で**5日毎**

観測幅**290 km** 空間分解能**10m**

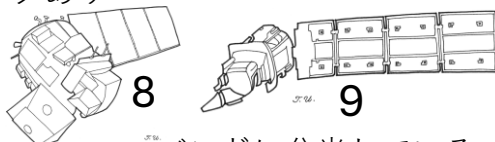
* 12バンド（B08はB08aと別にするると13バンド）で観測
（ランドサット8のような熱赤外の観測はない）

* 観測分析のため、12の観測テーマと色合成のための多くのメニューが用意されている

* センチネル1と同じように日本国内で観測範囲に含まれていない場所がある。**西之島等は昨夏より観測範囲に含まれる。**

* 処理レベルの差異で2種類データあり

ランドサット 8・9



高度705 km 回帰**16日** 観測幅**185 km** 11バンドに分光しているデータを、単バンドで利用したり、目的に応じてバンド間演算したりして色合成できる。温度データ観測含む。**空間分解能30m**、バンド8は15m、バンド10と11は100m

1972年7月～1号 1975年1月～2号 1978年3月～3号

1982年7月～4号 1984年～1992年10月、2012年6月～2013年

1月 5号 1999年4月～7号

2022年からランドサット9が加わった。

* 過去50のランドサット衛星群の観測データあり。ルーチンワークの継続の重要性を実感できる。

* 処理レベルの差異で2種類データあり。

ランドサット 3			ランドサット 5			ランドサット 7			ランドサット 8			ランドサット 9			センチネル 2		
バンド	帯域幅 (μm)	解像度 (m)	バンド	帯域幅 (μm)	解像度 (m)	バンド	帯域幅 (μm)	解像度 (m)	バンド	帯域幅 (μm)	解像度 (m)	バンド	帯域幅 (μm)	解像度 (m)	バンド	帯域幅 (μm)	解像度 (m)
									1	0.43-0.45	30	1	0.43-0.45	30	1	0.43-0.45	60
1	0.48 - 0.58	80	1	0.45-0.52	30	1	0.45 - 0.52	30	2	0.45-0.52	30	2	0.45-0.51	30	2	0.46-0.52	10
2	0.58 - 0.68	80	2	0.52-0.60	30	2	0.53 - 0.61	30	3	0.52-0.60	30	3	0.52-0.62	30	3	0.54-0.58	10
3	0.70 - 0.83	80	3	0.63-0.69	30	3	0.63 - 0.69	30	4	0.63-0.68	30	4	0.63-0.68	30	4	0.65-0.68	10
															5	0.70-0.71	30
															6	0.73-0.75	30
															7	0.77-0.79	30
4	0.5 - 0.6	80	4	0.76-0.90	30	4	0.78 - 0.90	30							8	0.78-0.90	10
5	0.6 - 0.7	80							5	0.84-0.88	30	5	0.84-0.88	30	8A	0.86-0.88	30
															9	0.93-0.95	60
6	0.7 - 0.8	80							9	1.36-1.39	30	9	1.36-1.39	30	10	1.37-1.39	60
7	0.8 - 1.1	80															
			5	1.55-1.75	30	5	1.55 - 1.75	30	6	1.56-1.66	30	6	1.56-1.66	30	11	1.57-1.66	30
			7	2.08-2.35	30	7	2.09 - 2.35	30	7	2.10-2.30	30	7	2.10-2.30	30	12	2.10-2.28	30
			6	10.4-12.5	120	6	10.4 - 12.5	60	10	10.3-11.3	100	10	10.3-11.3	100			
									11	11.5-12.5	100	11	11.5-12.5	100			
						8	0.52 - 0.90	15	8	0.50-0.68	15	8	0.50-0.68	15			

パンタロ

色合成一覧

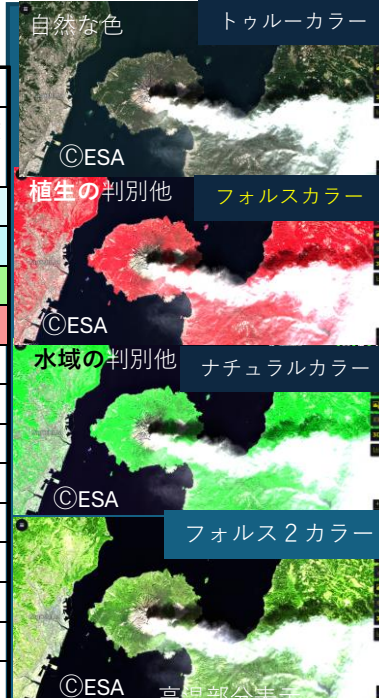
衛星名		ランドサット衛星群															センチネル 2		
画像名	(色合成)	3			5			7			8			9					
		B	G	R	B	G	R	B	G	R	B	G	R	B	G	R	B	G	R
トゥルー		①	②	③	①	②	③	①	②	③	②	③	④	②	③	④	②	③	④
フォルス		②	③	④	②	③	④	②	③	④	③	④	⑤	③	④	⑤	③	④	⑧
ナチュラル		②	④	③	②	④	③	②	④	③	③	⑤	④	③	⑤	④	③	⑧	④
フォルス 2 (…アーバン)					③	⑤	⑦	③	⑤	⑦	④	⑥	⑦	④	⑥	⑦	④	⑪	⑫
温度								⑥			⑩			⑩					L2Aの場合 分解能20m

* 色合成のRGBの組み合わせはYAC衛星データ研究チーム実践の経験から設定しているものを含む

センチネル 3 波長

OLCI (海洋陸上可視光)

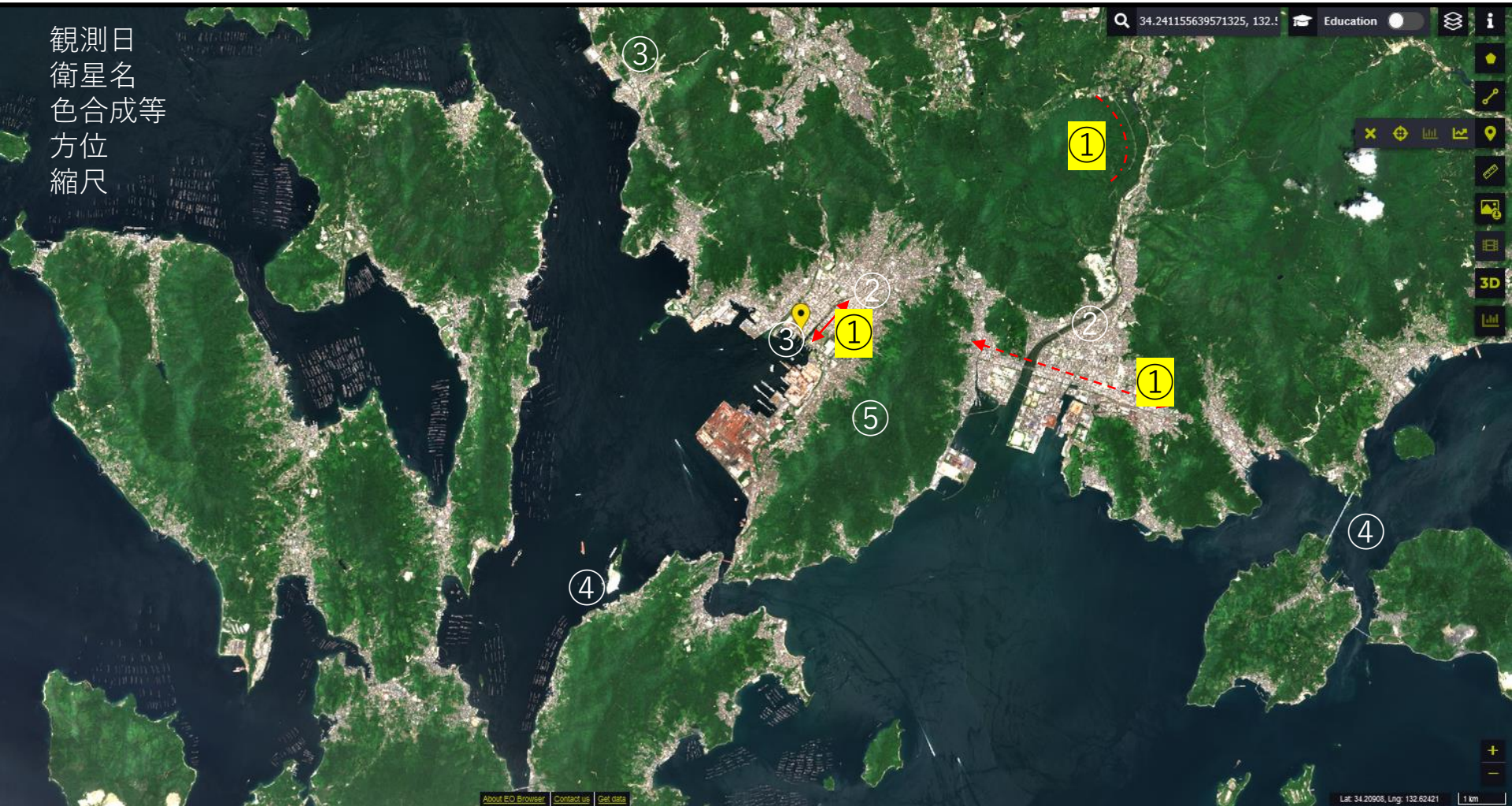
バンド名	波長(nm)	
Oa1	400	Oa11 708.3
Oa2	412.5	Oa12 753.8
Oa3	442.5	Oa13 761.3
Oa4	490	Oa14 764.4
Oa5	510	Oa15 767.5
Oa6	560	Oa16 778.8
Oa7	620	Oa17 865
Oa8	665	Oa18 885
Oa9	673.8	Oa19 900
Oa10	681.3	Oa20 940
		Oa21 1020



SLSTR (可視赤外)

バンド	波長 (μm)
S1	0.555
S2	0.659
S3	0.865
S4	1.375
S5	1.61
S6	2.25
S7	3.74
S8	10.85
S9	12
F1 (Fire)	3.74
F2 (Fire)	10.85

観測日
衛星名
色合成等
方位
縮尺



- ・道路や通等の線 ①
- ・川や高速道路や線路などによって区切られているふち・境目②
- ・いくつかの道路や線路等が集まる結び目・中心点 ③
- ・目印になるような特徴的な目標物。ランドマーク ④
- ・面の広がり・地域。公園・広場⑤

earthobservatory.nasaの「衛星星画像の解釈方法」から学ぶ



- ・スケール的な見方（超望遠でなく**広角から**）① <https://earthobservatory.nasa.gov/features/ColorImage>
- ・**パターン、形状、テクスチャ**：手触り／感触（表面の様子）②
- ・**色(影を含む)**を手掛かりにする ③
（水、草木、裸地、市街地、大気...）
- ・**北**を検索（方位を手掛かりに画像の特徴を探る）④
- ・**事前の知識**を活かす（現地の多様な情報）⑤

* 過去セミナー資料再録