



スエズ運河庁ウェブサイトは「スエズ運河は24時間フル稼働しています...」と3月31日には掲示していました。

<https://www.suezcanal.gov.eg/English/Pages/default.aspx>

3月下旬スエズ運河は世界の注目の的でした。多くのニュース記事は、様々な衛星写真が運河でのコンテナ船の浮上作業を紹介していました。空撮のような鮮明な写真の数々や運河の北側の地中海ポート・サイド周辺と南側の紅海スエズ湾に400隻以上の船舶が並ぶ白黒のセンチネル1衛星写真(SAR衛星写真)に驚きました。白黒の写真にゴマ粒のように船舶が見えます。これらは衛星データの次の特徴を語っています。

### ・全世界どこでも観測できる

人が容易に行けない砂漠の運河の出来事をグローバルな視点でそして、ローカルな視点で知りました。

### ・定期的、長期的に観測できる

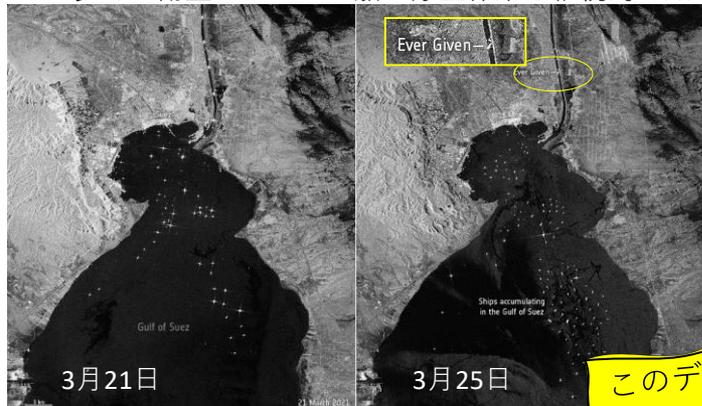
座礁から離礁まで、容易に連続的に画像を比較できました。

### ・一度に広範囲を観測できる

運河の出入り口で運河開通を待つ船舶群を知りました。

### ・すぐに、しばしば観測できる

多くの衛星でコンテナ船の浮上作業を継続的に知りました。



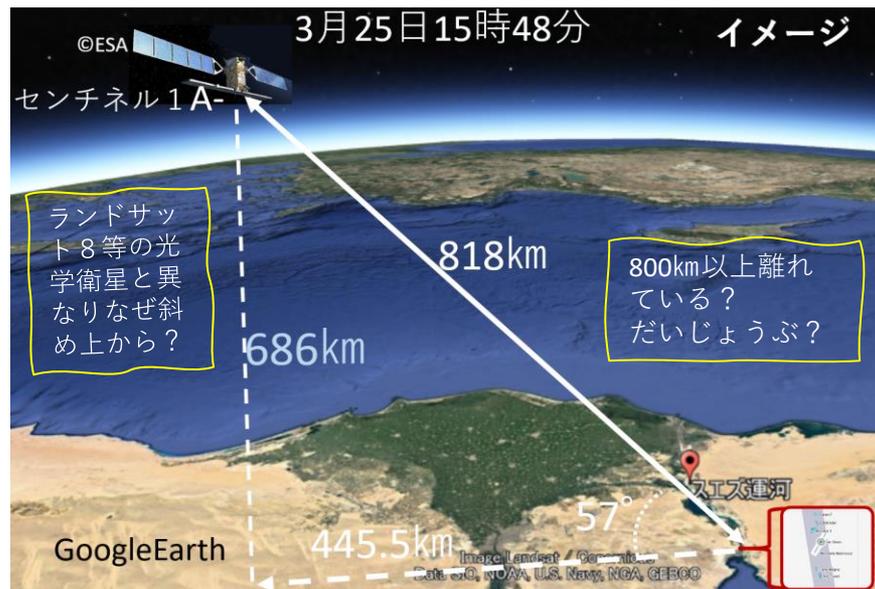
YACかわら版で度々紹介しているセンチネル2以外に欧州宇宙機関(ESA)は、SAR衛星のセンチネル1も運用しています。光学衛星でなくレーダー衛星です。

このデータを調べる!

[https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Images/2021/03/Suez\\_Canal\\_traffic\\_jam\\_seen\\_from\\_space?fbclid=IwAROX](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2021/03/Suez_Canal_traffic_jam_seen_from_space?fbclid=IwAROX)

SAR (Synthetic Aperture Radar) は合成開口レーダーというレーダーの一種です。レーダーはセンサから電波を発射し、目標から反射する電波をとらえます。受信した反射波を測定することにより、反射強度とともに目標までの距離や方向もわかります。合成開口とは高速で移動するSAR衛星のセンサから電波を連続的に発射し続けます。受信した反射を重ね合わせることでその性能を向上させる技術です。センチネル1はSAR衛星です。

レーダーは海上の船舶を天候や昼夜に関係なく観測できます。海面はレーダー電波を衛星から遠ざけて後方に反射します。大きな船舶は衛星の方にレーダー電波を強く反射し明るい点として表示されます。3月25日に撮影された右側の画像は、運河をふさいでいる400mの船をとらえています。これまで「YACかわら版」で、西之島の「だいち2」の白黒画像を紹介していますが本号ではセンチネル1に焦点をあてます。衛星データは追体験することができます。下の図は3月25日のセンチネル1Aの観測のイメージです。



センチネル1は無料で画像を入手し分析できます。データは大きいですが簡単に画像ソフトで扱えます。Windowsのペイントでもみることができます。

センチネル1に注目!

# EOブラウザの2種類の観測画像

**Earth Observation** (地球観測) ブラウザは衛星データ分析ソフト EISEI等を使用しないで、グーグルクロームなどウェブを表示するソフトでそのまま衛星データをみるサイトです。無料のセンチネル衛星群等の最新画像も確認できます。

## センチネル 2

トゥルーカラー  
08:41:47 UTC



エバーギブ

## センチネル 1

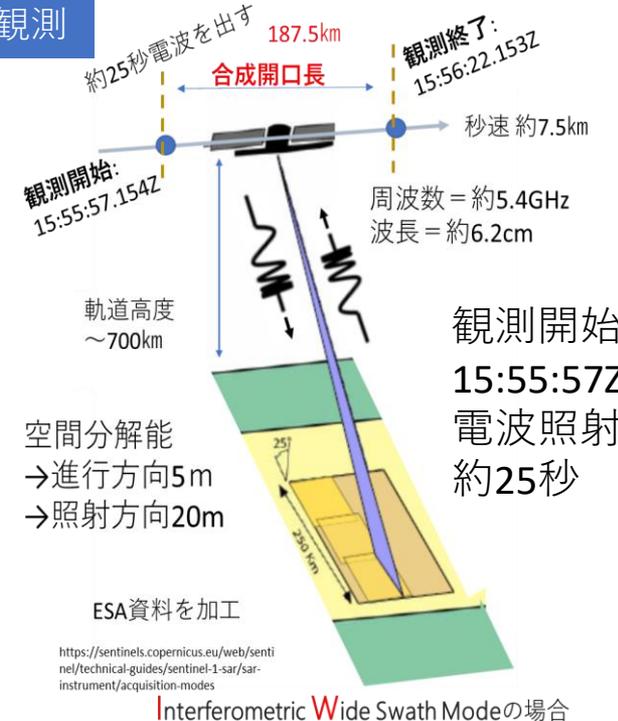
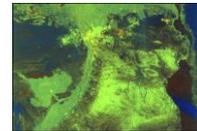
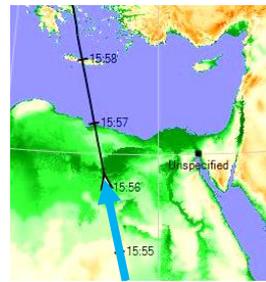
linear gamma0 - radiometric terrain corrected-IW-VVVH  
15:55:57 UTC



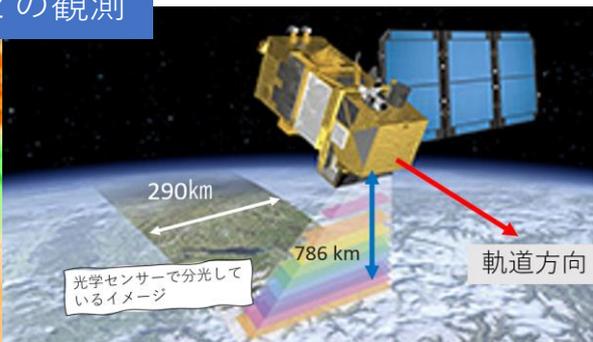
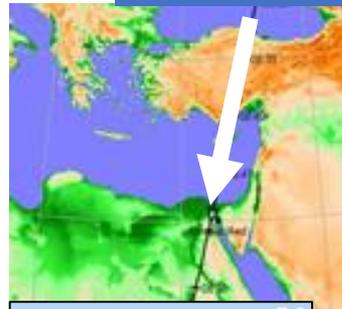
砂嵐が残っているのか  
鮮明にはみえません

拡大には限界がありますが、  
船舶の存在は鮮明です。  
画像データがダウンロード  
できます。画像ソフトで自由  
に作業ができます。

# センチネル 1 の観測



# センチネル 2 の観測



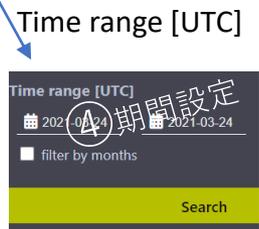
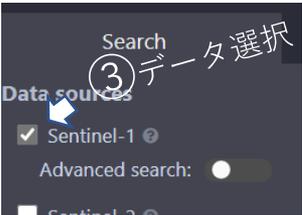
観測時刻  
08:26:11.024Z

# EOブラウザにチャレンジ

① EOサイトにアクセス

<https://apps.sentinel-hub.com/> (登録する場合)

<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?zoom=10&lat=41.9&lng=12.5&themeld=DEFAULT-THEME> (お試しの場合)



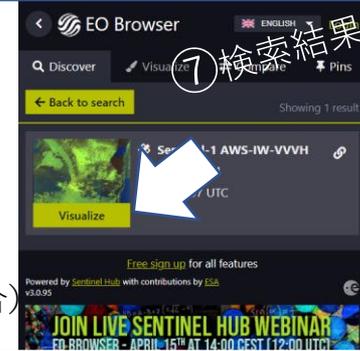
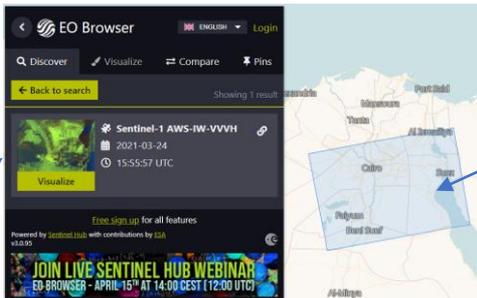
「Advanced search」 (詳細設定) は慣れてから

「filter by months」 (月選択) は慣れてから

⑤ 地域設定  
マウスを操作してデータ範囲

⑥ 「search」  
検索開始

⑦ 検索結果  
データ早見



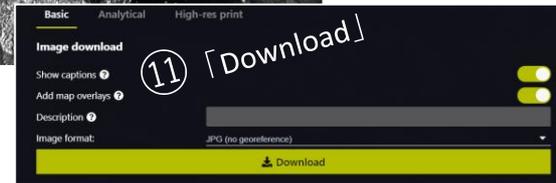
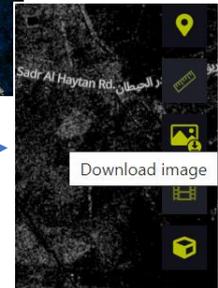
Sentinel-1 AWS-IW-VVVH  
2021-03-24  
15:5

⑧ 「Visualize」  
地図上にデータを表示  
「SAR urban」がま  
ず表示される

観測モードは  
「VH」「VV」の2  
群に大別



分析するねらい  
にあわせて選択



⑫ JPGデータ 加工可能な画面に  
表示されたデータを手入

\* 超簡易版です  
\* ランドサット8のデータも扱えます

# センチネル 1 の情報補足

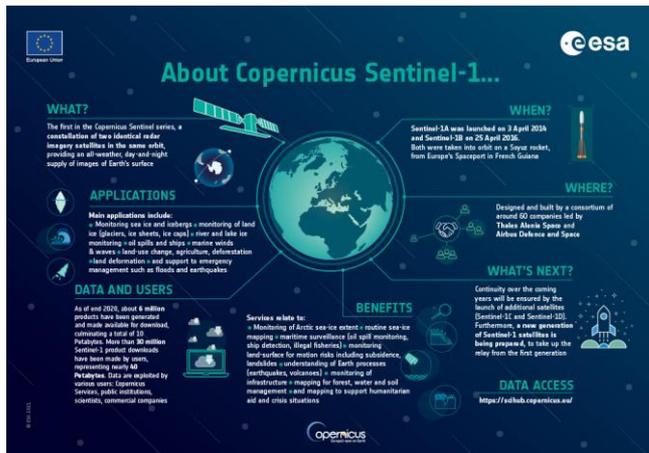
## ③2基の衛星の現在地

[http://www.lizard-tail.com/isana/tracking/?catalog\\_number=40697&target=](http://www.lizard-tail.com/isana/tracking/?catalog_number=40697&target=)

[http://www.lizard-tail.com/isana/tracking/?catalog\\_number=42063&target=](http://www.lizard-tail.com/isana/tracking/?catalog_number=42063&target=)

YACかわら版の本号の参考情報を紹介します

### ① ESA資料から



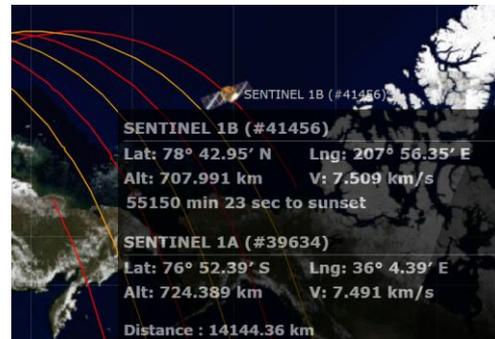
<https://sentinel.esa.int/documents/247904/4603794/Sentinel-1-infographic.pdf>

モード	観測幅	解像度	偏波
Stripmap	80 km	5 m × 5 m	HH-HV VV-VH
IWS (Interferometric Wide Swath)	250 km	5 m × 20 m	
EWS (Extra Wide Swath)	400 km	25 m × 100 m	HH or VV
Wave	20 km × 20 km	5 m × 20 m	

### ② 斜め下を観測する理由

「だいち1、2」や「センチネル1A、1B」等は 衛星に積んでいるレーダーが電波を斜め下の観測する範囲に向けて発射し、その反射波を測定することにより、目標までのまでの距離や方向を測ります。対象物までの距離の差異を用いて観測しています。もし波を真下に送信すると、衛星真下を対称として左右の反射電波が等距離になってしまい、左右の区別ができなくなってしまいます。それで、SAR衛星は斜め下を観測します。

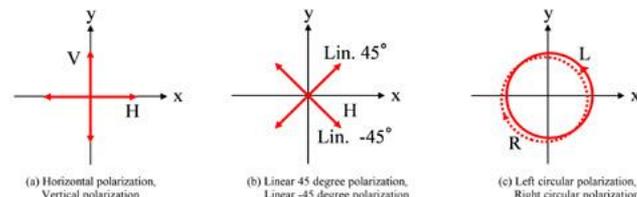
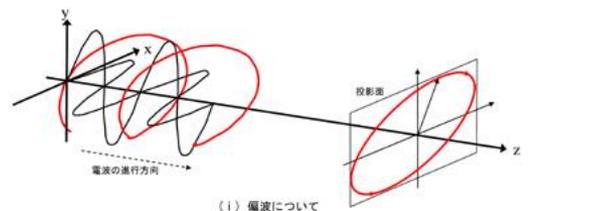
センチネル1は現在2基運用中  
 1A：2014年4月3日～  
 1B：2016年4月25日～  
 高度6:93 km  
 周期:98.74分  
 回帰(同一場所観測:) 12日  
 2基で6日毎  
 センサ：Cバンド合成開口レーダ  
 2つの同一のレーダーのコンステレーション 同一軌道にある画像衛星、全天候型、昼夜を問わず提供 地球の表面の画像の提供



上記1A  
 下記1B  
 2衛星の距離を確かめてみてください

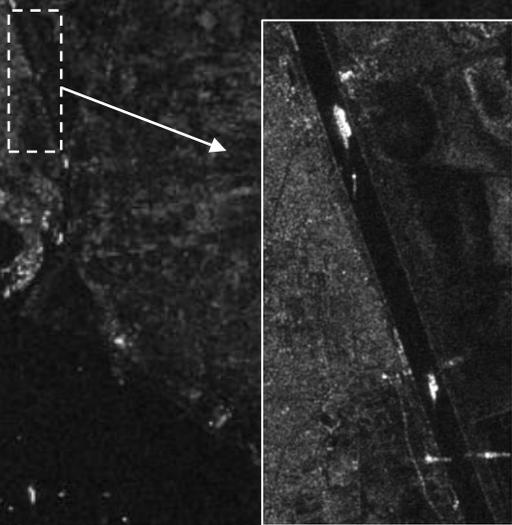
### ④ 偏波について

JAXAのだいちの「PALSAR」は、世界初のフルポラリメトリック観測機能を有した衛星搭載L-band合成開口レーダ(SAR)です。偏波とは、電波の性質を表す一つの指標です。その説明図が偏波の参考になります

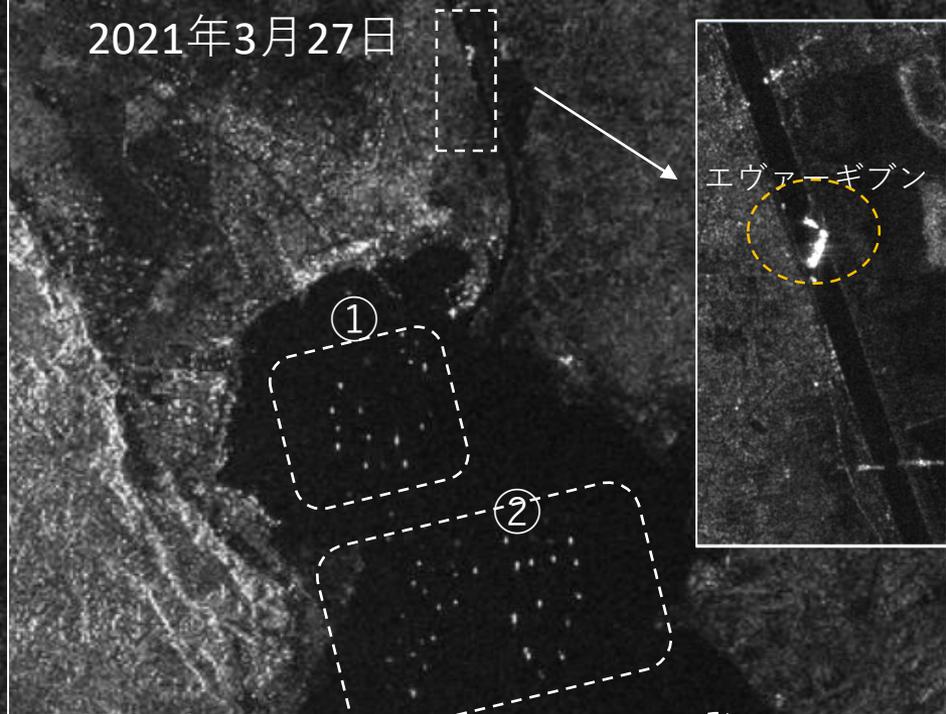


[https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/img\\_up/jpal\\_polarization.htm](https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/img_up/jpal_polarization.htm)

2020年3月20日



2021年3月27日



昨年との比較  
一目で変化がわかります



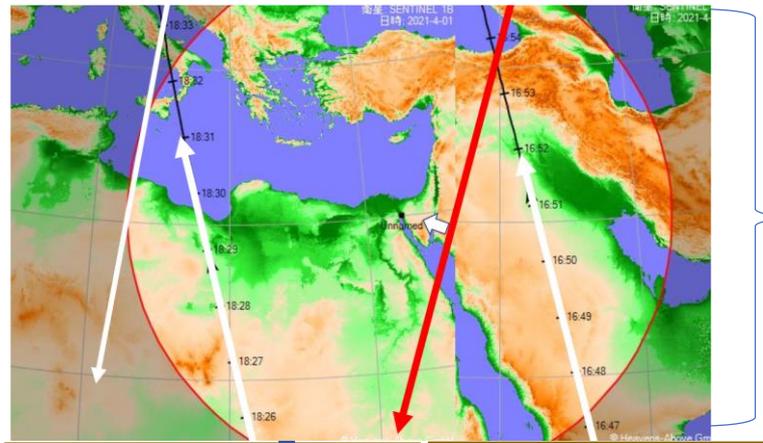
3月29日の紅海の船舶  
<https://www.vesselfinder.com/>

最高通過点 07:29:26  
 高度11° 方位264° (西北西)  
 距離 2,089km

最高通過点 05:52:24  
 高度57° 方位101° (東)  
 距離 815km

# 観測例4月1日

エバーギブン座礁現場に関わる4月1日センチネル2Bは4回の通過がありました。そのうち1回目の通過時に観測しました。



日時	見え始め			最高通過点			終り			通過状態
	時刻	高度	方位	時刻	高度	方位	時刻	高度	方位	
4月1日	5:47:45	10°	北北東	5:52:24	57°	東	5:57:01	10°	南	昼光
	7:28:12	10°	北西	7:29:26	11°	西北西	7:30:41	10°	西	昼光
	16:47:10	10°	南東	16:51:17	31°	東北東	16:55:25	10°	北	昼光
	18:25:30	10°	南西	18:28:51	19°	西	18:32:13	10°	北西	可視

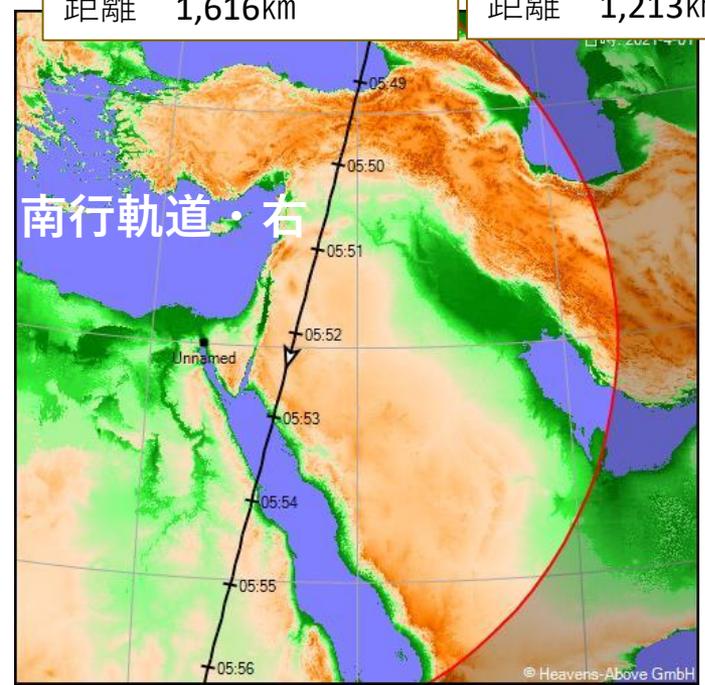
エバーギブンからセンチネル1Bを観測したら

最高通過点 18:28:51  
 高度19° 方位264° (西)  
 距離 1,616km

最高通過点 16:51:17  
 高度31° 方位72° (東北東)  
 距離 1,213km

見え方

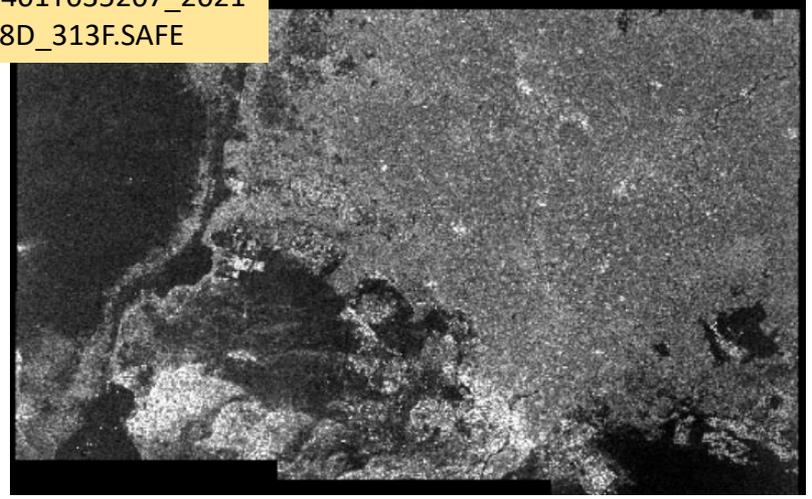
事象	時刻	高度	方位角	距離 (km)
昇り始め	05:45:28	0°	17° (北北東)	3,075
到達高度 10°	05:47:45	10°	22° (北北東)	2,154
最高通過点	05:52:24	57°	101° (東)	815
下降高度 10°	05:57:01	10°	180° (南)	2,144
地平線に沈む	05:59:17	0°	184° (南)	3,057



S1B\_IW\_GRDH\_1SDV\_20210401T035207\_20210401T035231\_026268\_03228D\_313F.SAFE

観測したデータ

センチネル1Bは4回の接近軌道



# 3月25日～4月2日のセンチネル 1 の観測一覧

EOブラウザ利用でなく Copernicus Open Access Hub利用  
<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>

	3月25日 15:48	27日 3:44	30日 15:56	31日 3:33	4月1日 3:52	2日 3:44
quick-look 早見						
	南北逆 東西逆	東西逆	南北逆 東西逆	南北逆 東西逆	東西逆	東西逆
	北行軌道・右	南行軌道・右	北行軌道・右	北行軌道・右	南行軌道・右	南行軌道・右
全体						
スエズ湾						
		待機船舶数増加	湾全体に広がる	南方にも広がる	運河は再開したが待機船舶数は変化が見られない	
地上軌跡						

# スエズ運河を撮影した衛星群「spaceflightnow」サイトから

<https://spaceflightnow.com/2021/03/29/remote-sensing-companies-share-satellite-views-of-ship-stuck-in-suez-canal/>



世界が注目したスエズ運河を多数の陸地観測衛星が観測しました。その様子を3月30日に掲載しました。その記事で紹介された空間分解能等を一覧にしました。記事にない部分は補足しました。7と8は掲載されていませんでしたが無料データです。他は有料です。7と9は電波による観測でSARデータです。他は光学衛星です。有料のデータは空撮写真ほどの鮮明さに驚きます。船体の用船会社名まで判別できます。

YACかわら版で使用している無料の「センチネル2」の限界を改めて感じさせられますが、逆に「センチネル2」データの持ち味に気づかされます。

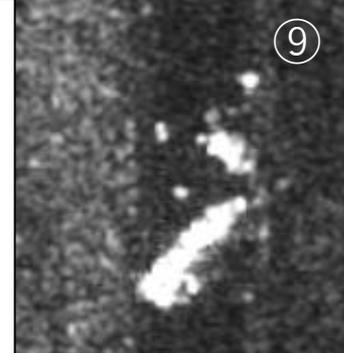
	衛星の名前等	所属	空間分解能	高度 (km)
1	GeoEye	Maxar Technologies	41cm	680
2	WorldView 2	Maxar Technologies	46cm	765
3	Pléiades Earth observation	Airbus	50cm	700
4	SkySat	Airbus	50cm	400
5	Dove *	Planet	3.7m	400
6	BlackSkyGlobal-7	lackSky	1 m	450
7	Sequoia	Capella Space	50cm	500
8	センチネル2	ESA	10m	786
9	センチネル1	ESA	5m	693

7と9の衛星データは、天候や昼夜に関わらず観測できます。7の発展型はもっと空間分解能が向上するようです。すごいですね。

電波による観測

⑧⑨は無料データ  
⑧分析ソフトEISEI対応  
⑨画像ソフト対応

⑨は、画像ファイルs1a-  
iw-grd-vv-...tiffをEISEIで処理した画像です



JAXA地球が見える「スエズ運河座礁船と船舶渋滞を観測（続報：3月31日観測を追加）地球が見える2021年」の紹介



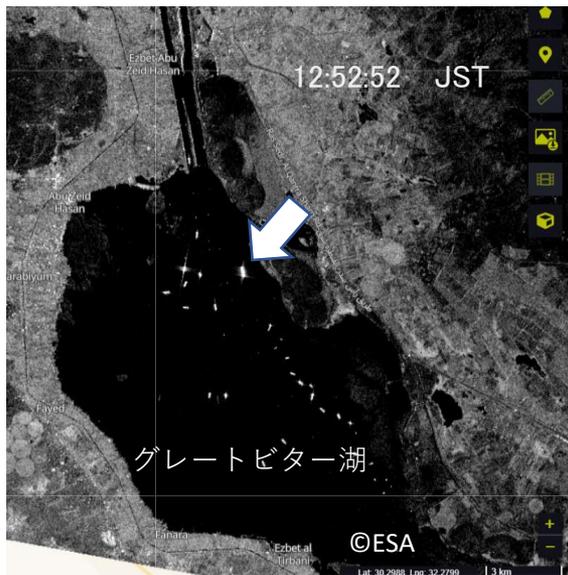
JAXAの「だいち2」の観測結果が次のURLに掲載されています。  
<https://www.eorc.jaxa.jp/earthview/2021/tp210331.html>

左の画像の説明を転載します。

3月26日 10時23分（標準時）の「だいち2号」搭載の合成開口レーダ（PALSAR-2）画像。a) スエズ運河付近、b) a)座礁船付近を拡大したもの。

「だいち2」の空間分解能は3mです。本号で紹介しているセンチネル1のそれよりはるかに鮮明です。また、ウェブサイトでは「しきさい」（GCOM-C）観測によるエアロゾル（砂塵 さじん）情報が掲載されています。

「エヴァーギブン」は、4月7日16:00時点ではまだグレートビター湖です



<https://www.vesselfinder.com/?imo=9811000>

「Earth」サイトのエヴァーギブンが座礁した時刻頃3月23日午前7時40分頃の風の様子です



座礁場所  $30.01^{\circ}$  N,  $32.57^{\circ}$  E  
 風向  $145^{\circ}$  風速 24km/h

<https://earth.nullschool.net/jp/#2021/03/22/2300Z/wind/surface/level/grid=on/orthographic=-327.95,29.63,16144/loc=32.566,30.013>