

「ひまわりが地球に贈るもの」

～ 気象衛星ひまわりの観測 ～

気象ビジネス推進コンソーシアム
平成30年12月4日



- 気象衛星ひまわりの観測
 - 概要・特徴・機能強化
 - データの内容とフォーマット
 - 何が見えるのか？ ～利用方法の紹介～
 - 参考資料

気象衛星ひまわり 8号・9号について

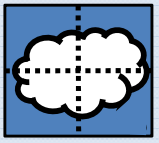
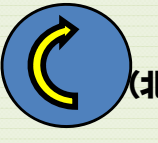
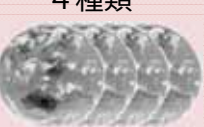
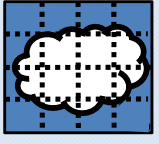
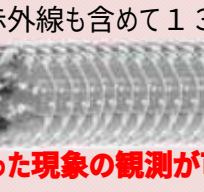
- 「ひまわり 8号」は平成 27 年 7 月 7 日に観測運用開始。
- 「ひまわり 9号」は平成 29 年 3 月 10 日に待機運用開始。

8号・9号の2機体制で、平成41年度まで運用する計画



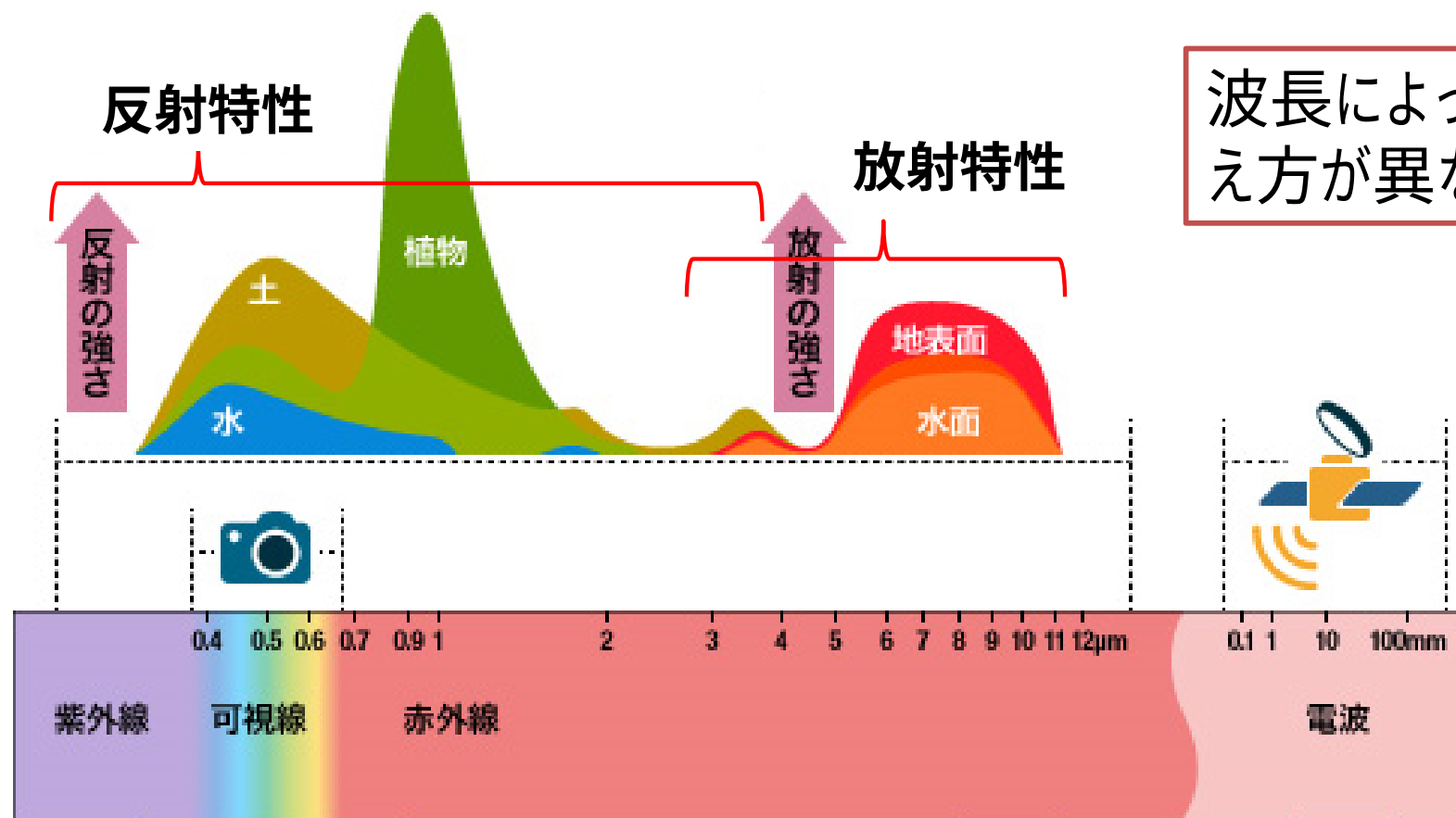
観測寿命はそれぞれ8年以上（運用7年＋並行観測1年）

■「ひまわり 8号・9号」の観測機能向上

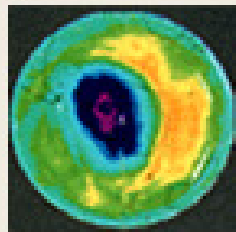
	水平分解能の向上 より小さな気象現象を捉えることが可能に！	観測回数の増加 より詳細に天気の変化を捉えることが可能に！	観測画像の種類の増加 これまで見えなかった対象が見えるように！
ひまわり7号	 可視 1km 赤外 4km	 1時間に1回 (北半球は30分毎)	可視光観測 1種類のため白黒画像  赤外線観測 4種類 
ひまわり8号・9号	2倍  可視 0.5km、1km 赤外 2km	大幅増  1時間に6回 (10分毎) 日本付近及び台風は2・5分毎！	大幅増 可視光観測 3種類になりカラー画像の作成が可能に！  赤外線観測 新たに近赤外線も含めて13種類に  判別が難しかった現象の観測が可能に！

大幅な機能向上。

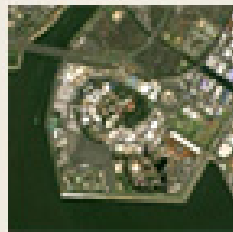
気象衛星が観測するのは電磁波。電磁波の観測で分かること。



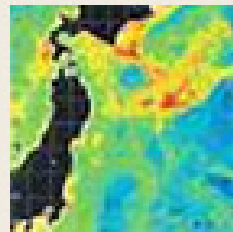
波長によって物の見え方が異なる。



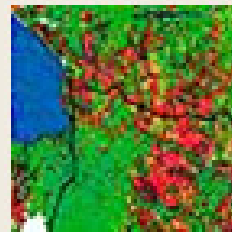
オゾンホール



地表面



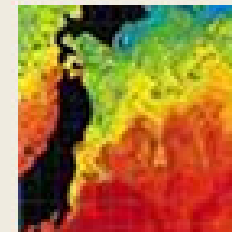
植物プランクトン



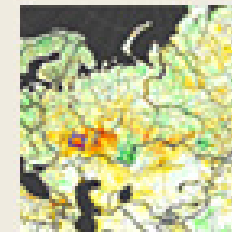
森林風倒被害



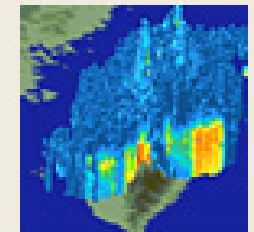
海面水温



海面水温(雲透過)



土壌水分



降雨立体構造

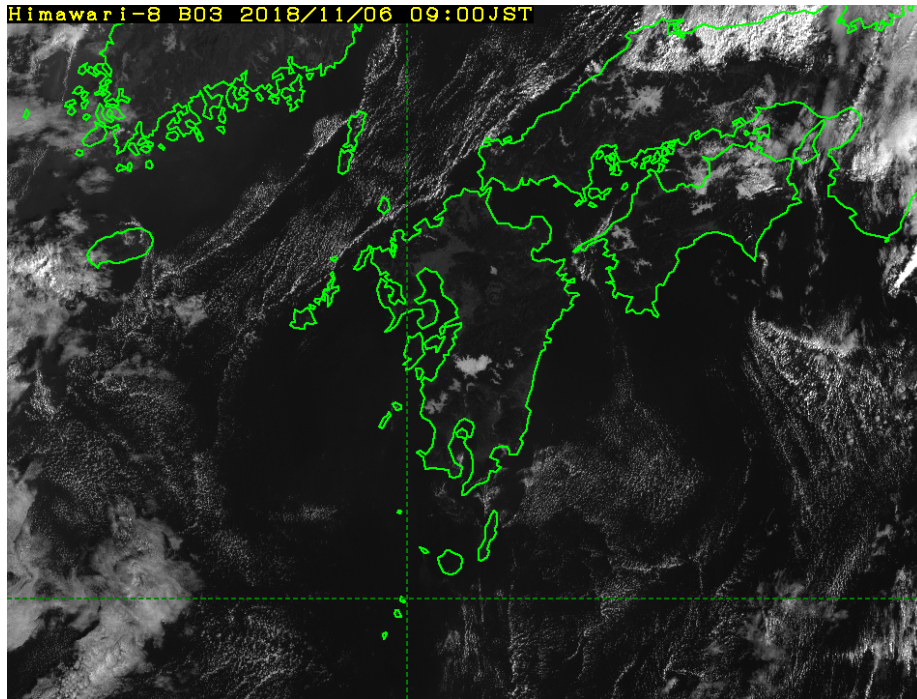
ひまわり 8 号・9 号による観測

可視・近赤外・赤外の16種類の波長帯（バンド）で、観測を行います。
波長帯ごとの特徴に応じて、観測結果が異なります。

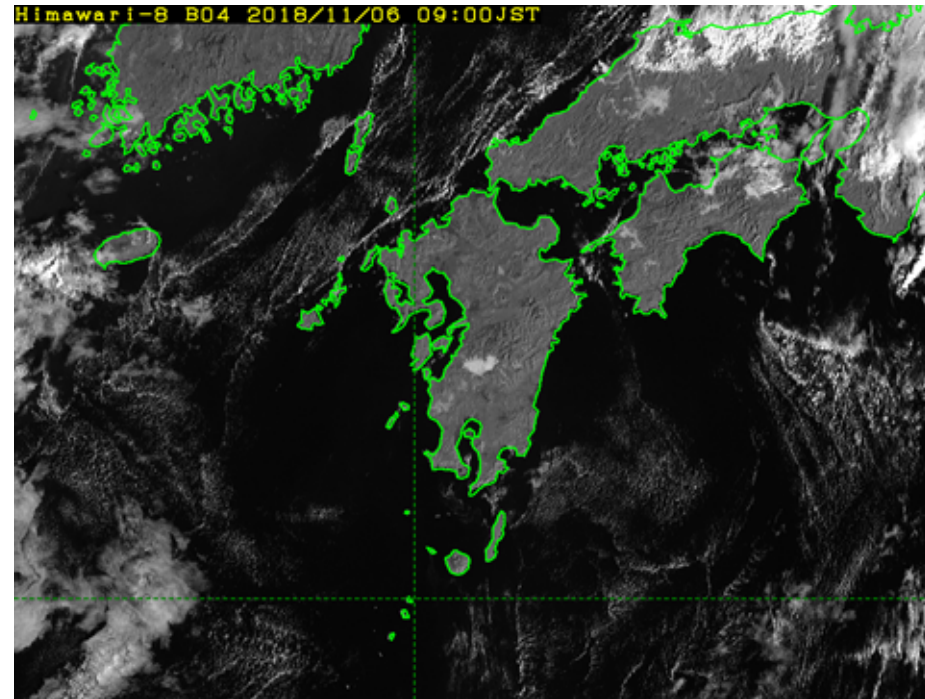
	バンド番号	波長 [μm]	想定される用途の一例
可視	B01	0.47	植生、エアロゾル、カラー合成画像
	B02	0.51	植生、エアロゾル、カラー合成画像
	B03	0.64	植生、下層雲・霧、カラー合成画像
近赤外	B04	0.86	植生、エアロゾル
	B05	1.6	雲相判別
	B06	2.3	雲粒有効半径
赤外	B07	3.9	下層雲・霧、自然火災
	B08	6.2	上層水蒸気
	B09	6.9	上中層水蒸気
	B10	7.3	中層水蒸気
	B11	8.6	雲相判別、 SO_2
	B12	9.6	オゾン
	B13	10.4	雲画像、雲頂情報
	B14	11.2	雲画像、海面水温
	B15	12.4	雲画像、海面水温
	B16	13.3	雲頂高度

だからこそ、
16種類の波長で
観測を行う。

B03 (0.64 μ m) 可視画像



B04 (0.86 μ m) 近赤外画像



植生による反射特性の違い

B03 (0.64 μ m) 付近の波長では、植物・水の反射特性に違いが少ない。
(海面との差は分かりにくい。)

B04 (0.86 μ m) 付近の波長では、植物のある場所からの反射が強い。
(海面との差がはっきり判別できる。)

バンド3と
バンド4で、
見え方が異なる。

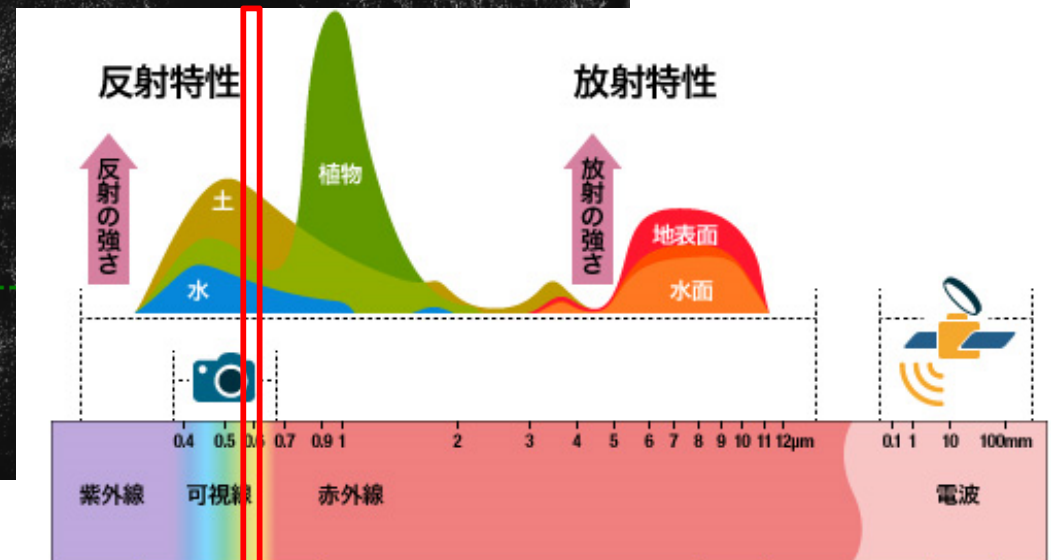
B03 (0.64 μ m) 可視画像

Himawari-8 B03 2018/11/06 09:00JST

2018.11.03 09:00JST

バンド3は、
水と植物の反射の
違いが小さい。

海と陸の境が
不明瞭



B04 (0.86 μ m) 近赤外画像

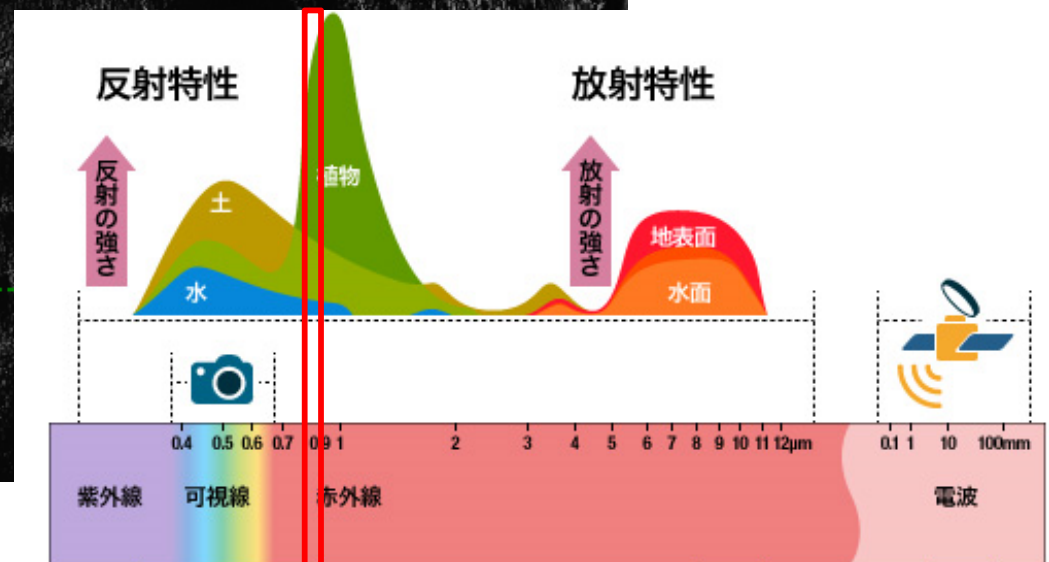
Himawari-8 B04 2018/11/06 09:00JST

2018.11.03 09:00JST

B04 (0.86 μ m) は
B03に比べて植生から
の反射が強い。

バンド4は、
水と植物の反射の
違いが**大きい**。

海と陸の境が
はっきり！



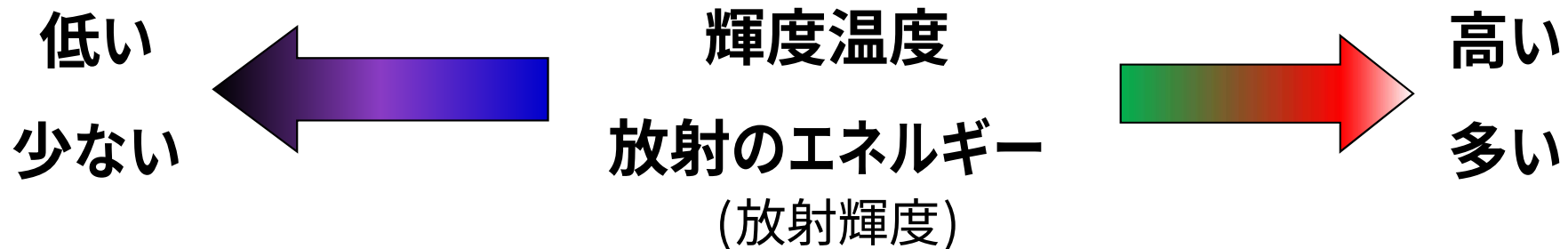
赤外線センサーが捉えるもの

よく見る
赤外線画像



あらゆる物質は電磁波を出す
・地表、雲粒、大気中の気体

赤外線エネルギー（放射輝度）
は、物質の温度に応じて決まる。
（プランクの公式）

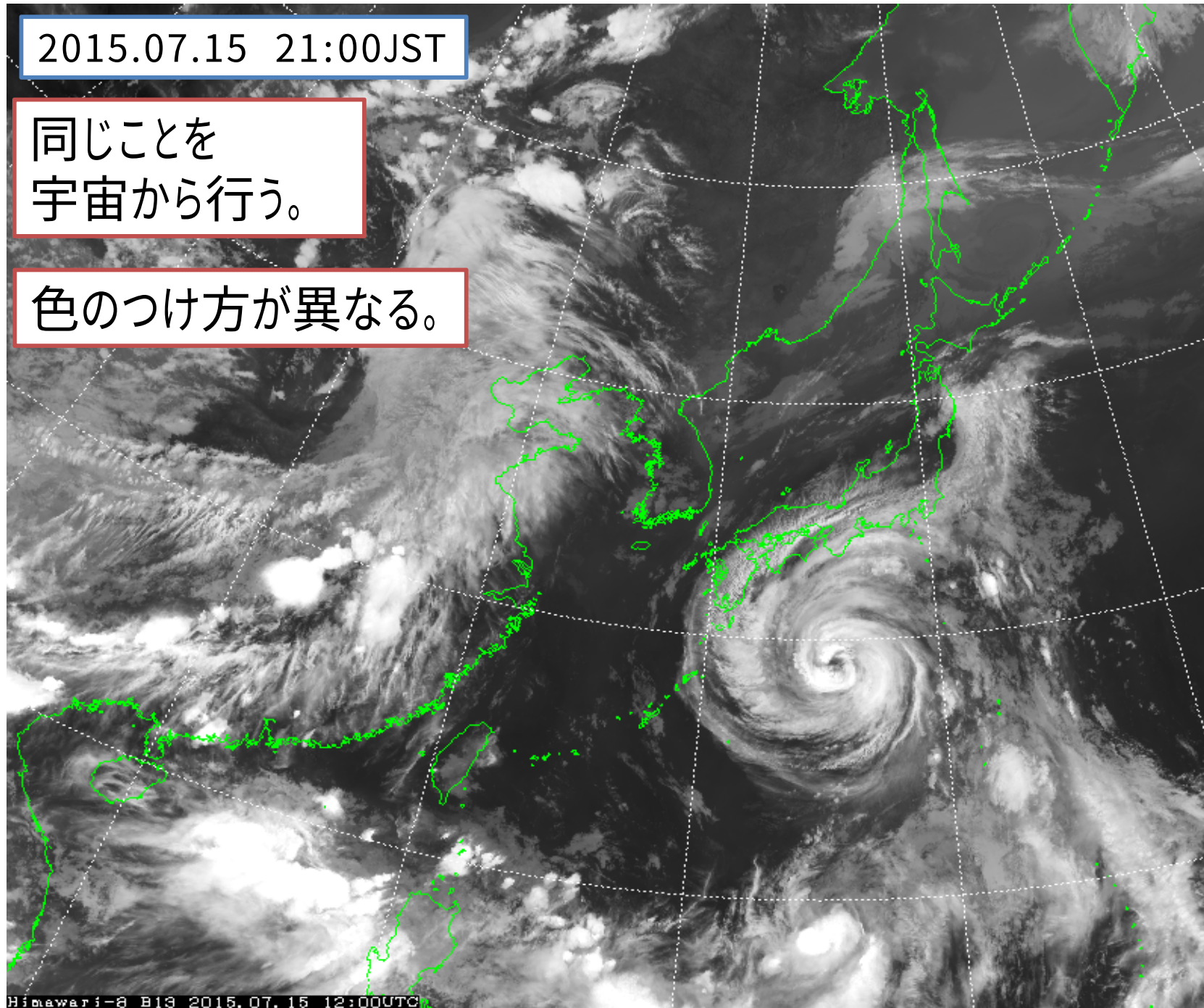


B13 (10.4 μ m) 赤外画像

2015.07.15 21:00JST

同じことを
宇宙から行う。

色のつけ方が異なる。



輝度温度低

上空の雲

低い雲

海面・地上

輝度温度高



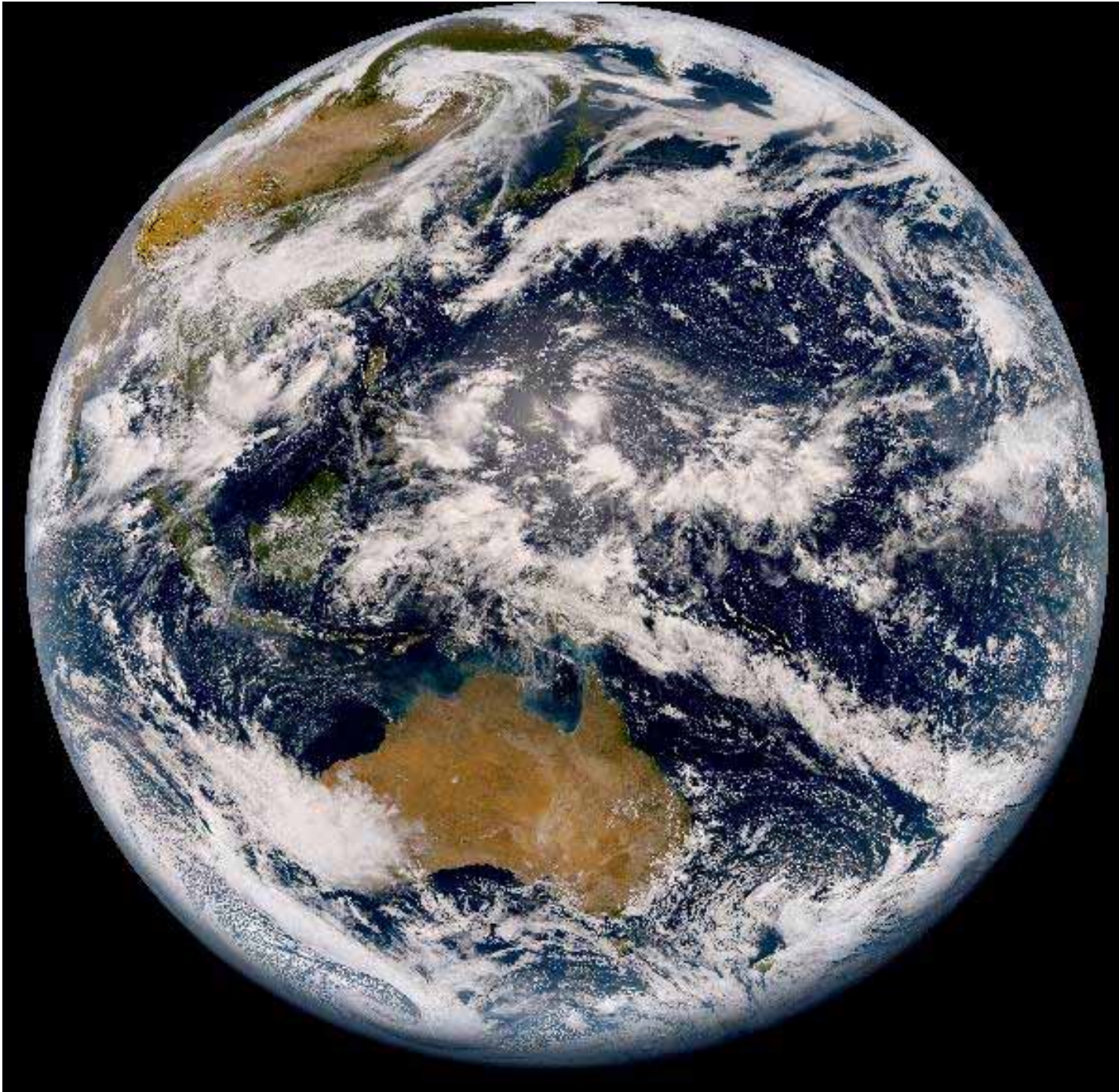
ひまわり 8 号・9 号による観測

観測域[km]		バンド	解像度 [km]	観測時間 [分毎]
フルディスク (全球)	撮影できる範囲全て	3	0.5	10
		1,2,4	1	
		5~16	2	
日本域	約2,000×2,000	3	0.5	2.5
	北東日本と南西日本 を合成	1,2,4	1	
		5~16	2	
機動観測域 (台風発生時)	約1,000×1,000	3	0.5	2.5
	領域は可変。 台風等を観測	1,2,4	1	
		5~16	2	

3種類の観測を行う。

日本付近は、2.5分毎と高頻度。

観測の種類 フルディスク観測（10分毎）



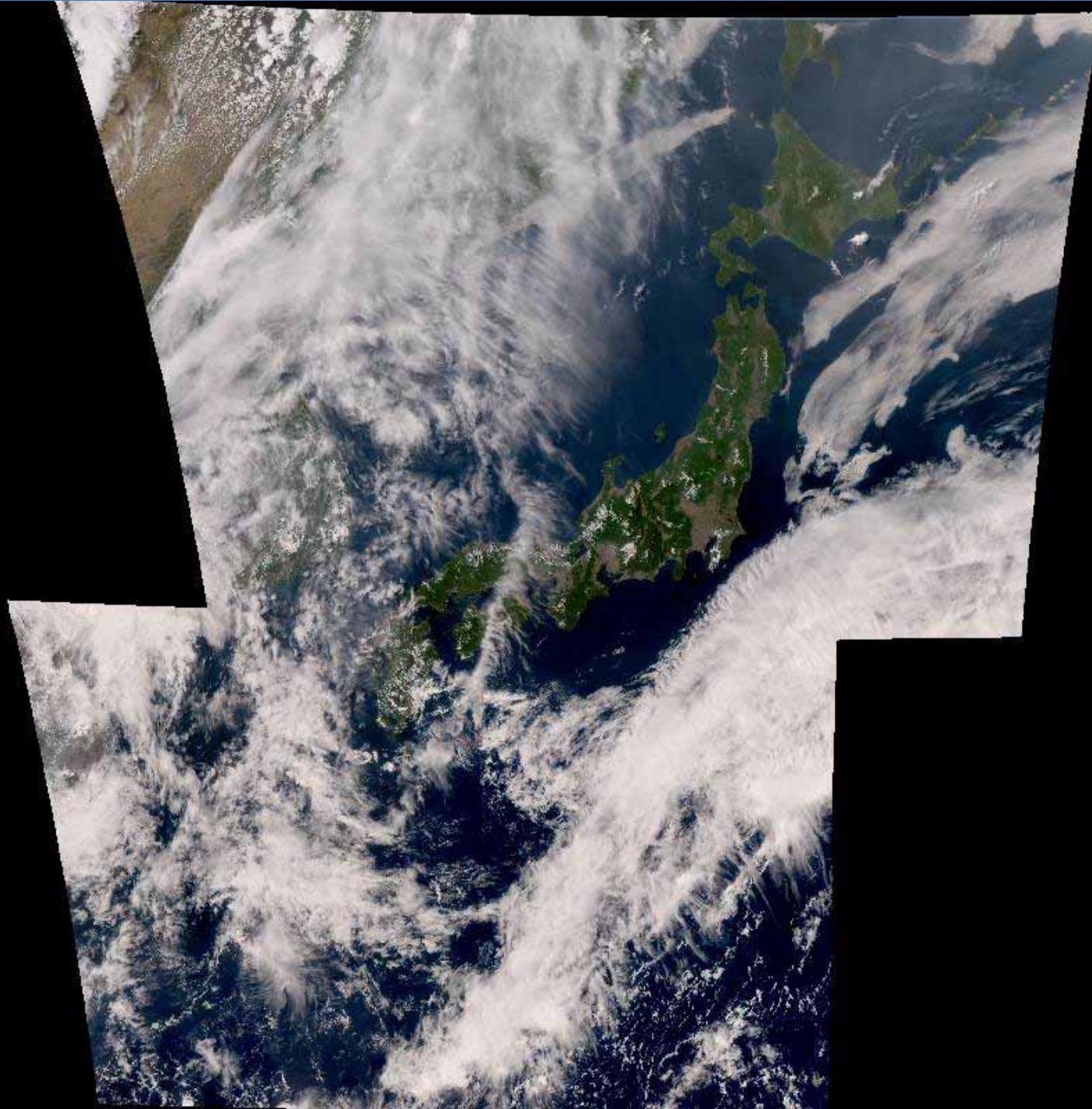
衛星から見える
地球全体を観測

10分毎に観測

西端は、
インドやスリランカ

東端は、
ハワイ

日本周辺を
高頻度に観測



約1,000km×1,000km
の領域を高頻度に
火山・台風を観測

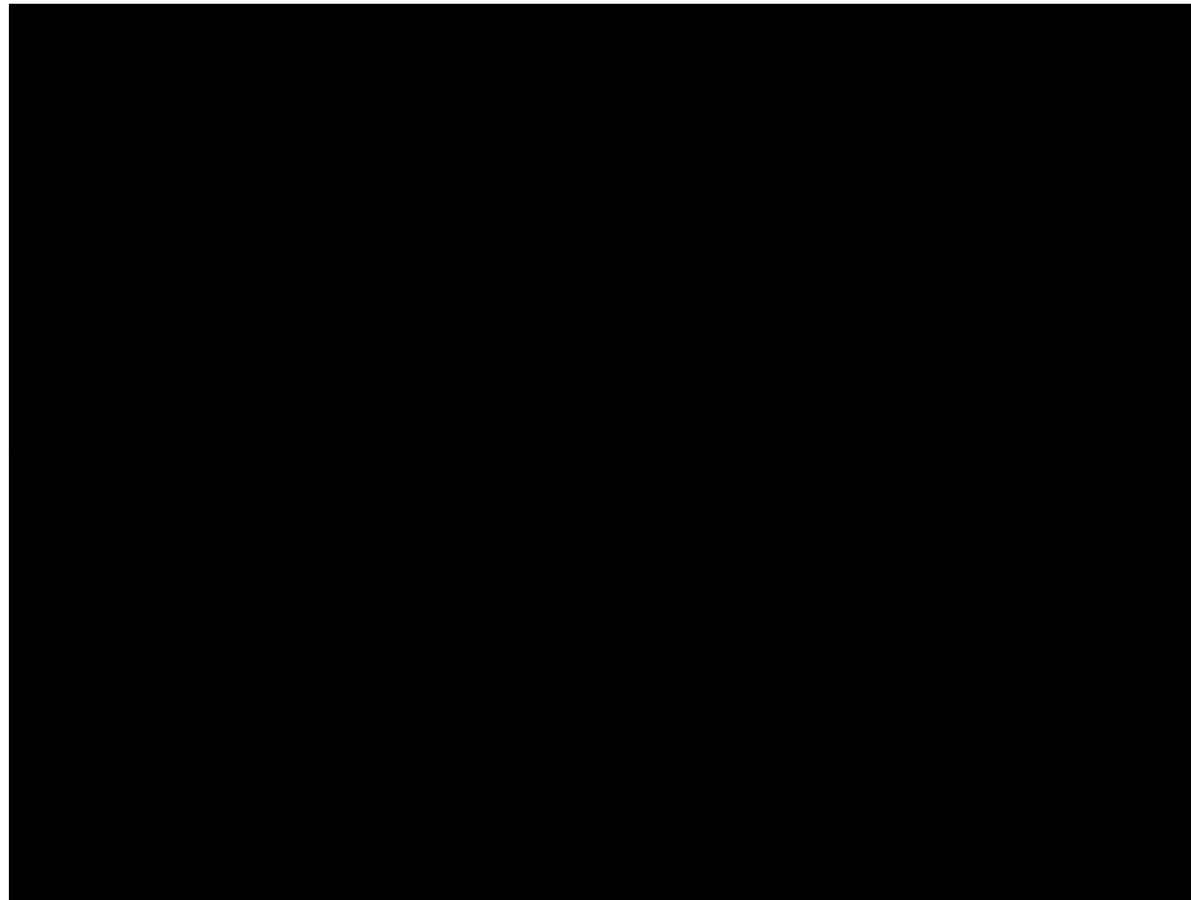
南海上の台風の観測に重要な役割を持つ

2016/10/3
台風第18号

- 広い範囲を観測



- 短い間隔で観測



- 海上、山岳、砂漠などの人の近づくことのできない場所でも、均質に観測が可能。

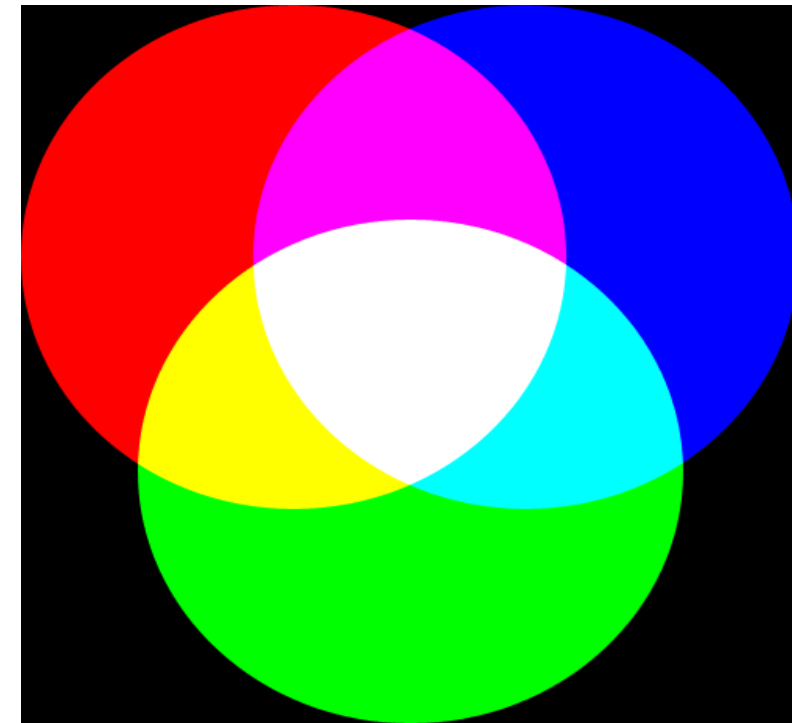
- バンド数の増加により1枚ごとの画像確認が困難化



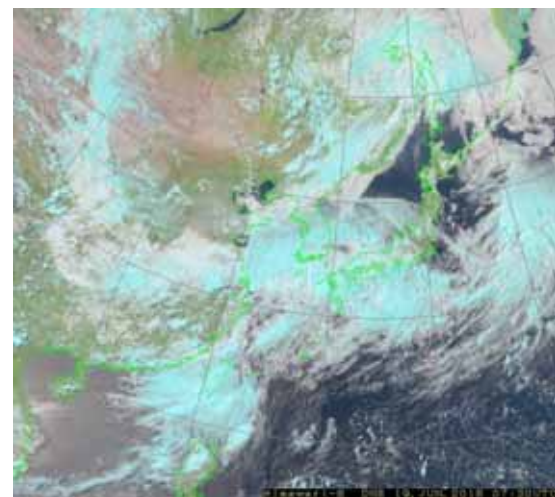
- 波長と物質別の特性を利用し、
- 複数バンドの情報を
1枚の画像に取り込む。

ひと目で分かる画像を作る。

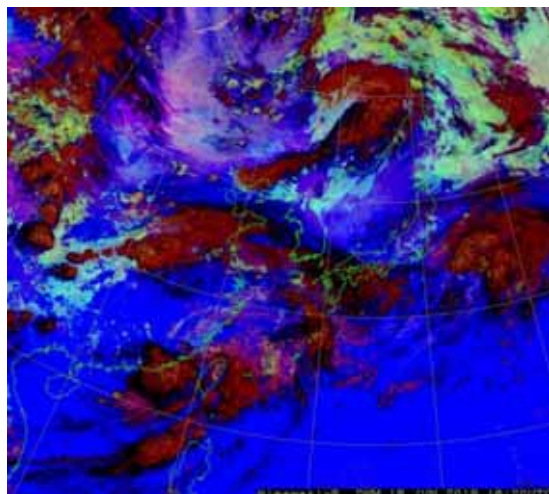
RGBと光の三原色



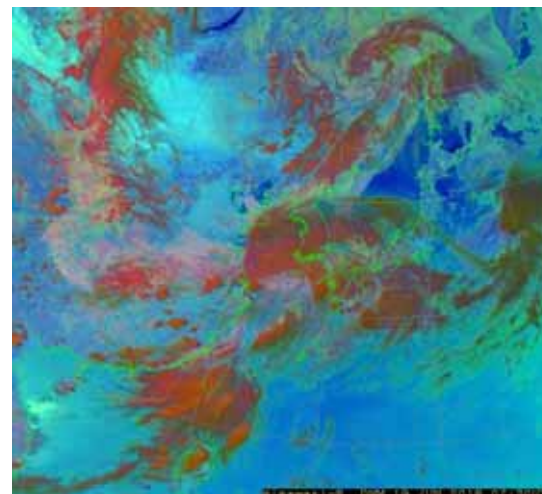
RGB合成画像の例



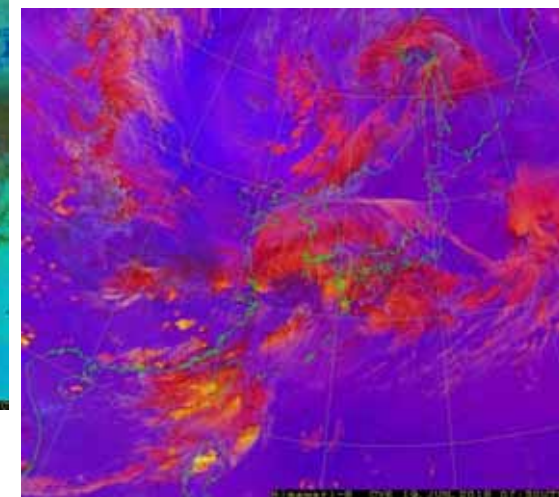
日中自然色（水滴と氷）



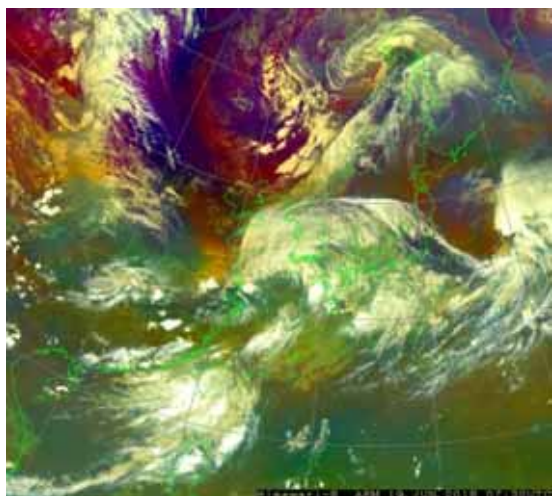
夜間雲判別
（雲の種類）



日中雲判別
（雲の種類）

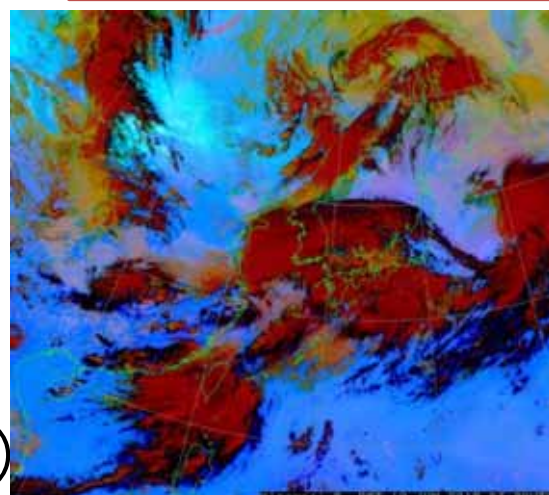


対流雲（発達した雲）

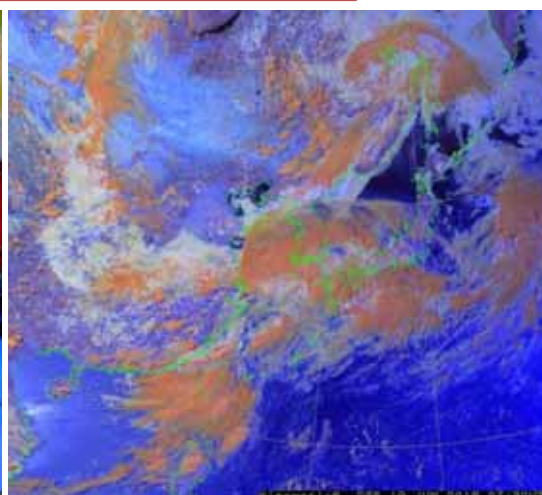


気団判別（暖気/寒気）

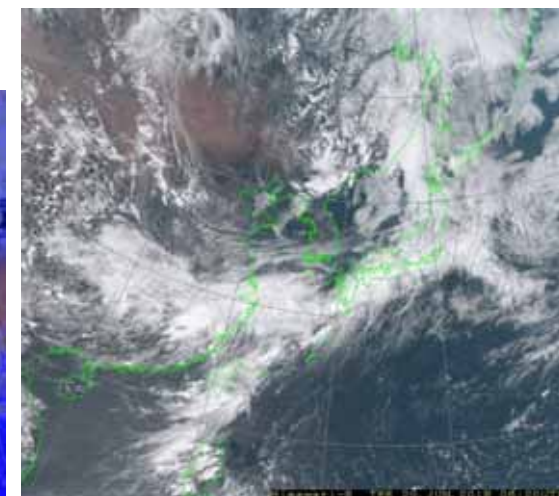
8種類のRGB合成画像



ダスト（黄砂）



日中雪・霧（霧）



トゥルーカラー画像

- 気象衛星ひまわりの観測
 - 概要・特徴・機能強化
 - データの内容とフォーマット
 - 何が見えるのか？ ～利用方法の紹介～
 - 参考資料

ひまわり 8 号・9 号による主なデータプロダクト

種類	フォーマット	概要説明
ひまわり標準データ	ひまわり標準フォーマット	衛星観測データのうち、最も源泉に近く情報量の多いデータ。16バンド毎の全てのデータを収録。
NetCDFデータ	NetCDF	米国・大気研究大学共同体（UCAR）が開発したNetCDF（Network Common Data Form）と呼ばれる形式で保存したデータ。日本域と機動観測域のデータのみ（フルディスク観測のデータはありません）。
カラー画像データ	PNG	可視 3 バンドのデータを合成したカラー画像データ。
JPEG画像	JPEG	可視 1 バンドと 3 つの赤外バンドをJPEG画像化したデータ。
高分解能雲情報	GRIB2	「ひまわり」の観測データや数値予報データから、雲の有無、雪氷の有無、雲頂高度、雲型等を推定値として算出したデータ。（1 時間毎）

http://www.data.jma.go.jp/mscweb/ja/info/sample_data.html

サンプルデータは、気象衛星センターのホームページで公開。

ひまわり 8 号・9 号による主なデータプロダクト

気象庁で作成するデータの名称と形式

データの形式・読み込みツールのサンプル

http://www.data.jma.go.jp/mscweb/ja/info/sample_data.html

表1 気象庁で作成するデータの名称と形式

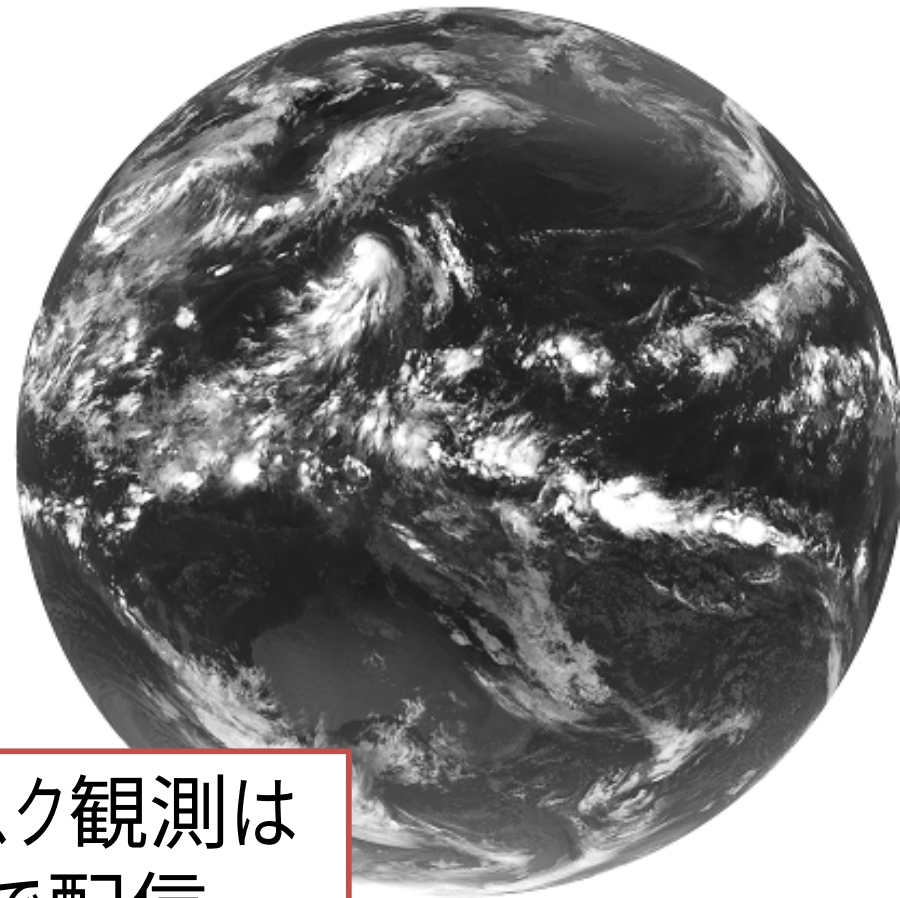
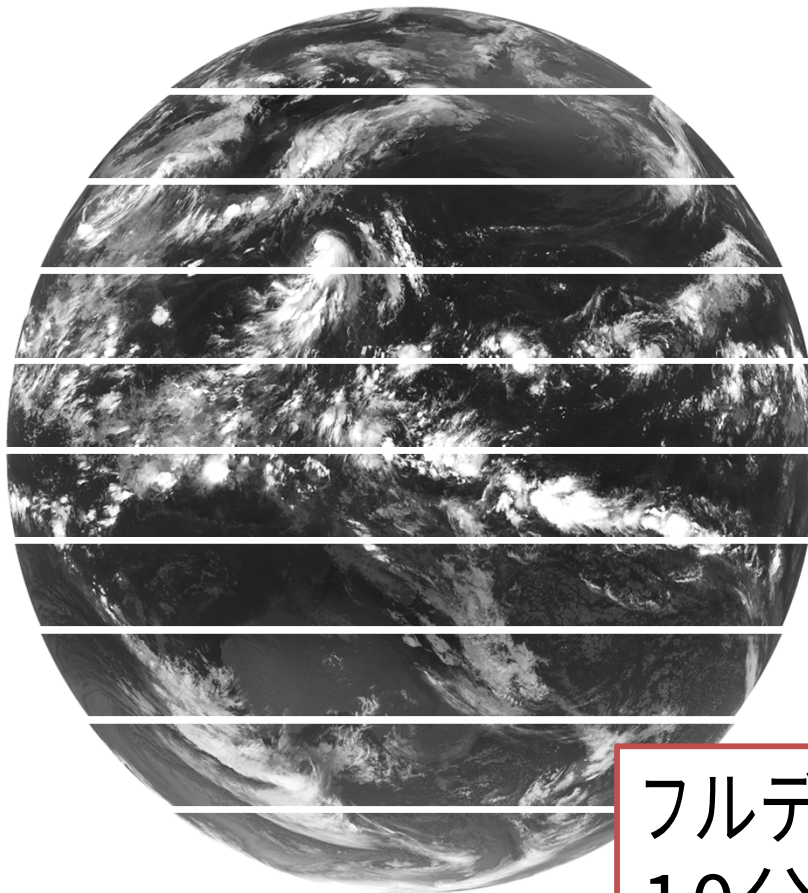
データの名称 (データの形式)	観測範囲	配信方法		
		気象業務 支援センター経由	ひまわり クラウド経由	ひまわり キャスト経由
<u>ひまわり標準データ</u> (ひまわり標準フォーマット)	フルディスク	○	○	—
	日本域	○	○	—
	機動観測域	○	○	—
<u>HRITファイルデータ</u> (HRITファイルフォーマット)	フルディスク	○	—	○
<u>LRITファイルデータ</u> (LRITファイルフォーマット)	フルディスク	—	—	○
<u>NetCDFデータ</u> (NetCDFフォーマット)	フルディスク	—	—	—
	日本域	○	○	—
	機動観測域	○	○	—
<u>カラー画像データ</u> (PNG 24bitフォーマット)	フルディスク	○	○	—
	日本域	○	○	—
	機動観測域	○	○	—
<u>JPEG画像データ</u> (JPEGフォーマット)	フルディスク	○	—	—

サンプルデータ と
サンプルプログラム
をウェブページで提供。

- フォーマットは、「ひまわり標準フォーマット」。
 - 「ひまわり 8・9 号」の配信データで、最も解像度が高い。
 - 全16バンド、フルディスク・領域観測で作成。
 - フルディスクは、10セグメントに分割して配信。
 - ヘッダー部とデータ部で構成
 - 1枚の画像を複数ファイルに分ける、セグメント分割。
 - ひまわり標準データ 利用の手引き
 - http://www.data.jma.go.jp/mscweb/ja/info/pdf/HS_D_users_guide_jp_v13.pdf

気象衛星センターウェブページ掲載の
「利用の手引き」に詳細を掲載。

- Normalized Geostationary Projection
 - 衛星が観測した画像を、仮想的な静止衛星から見た格子点に投影する方法です。
 - http://www.cgms-info.org/index_.php/cgms/page?cat=PUBLICATIONS&page=Technical+Publications



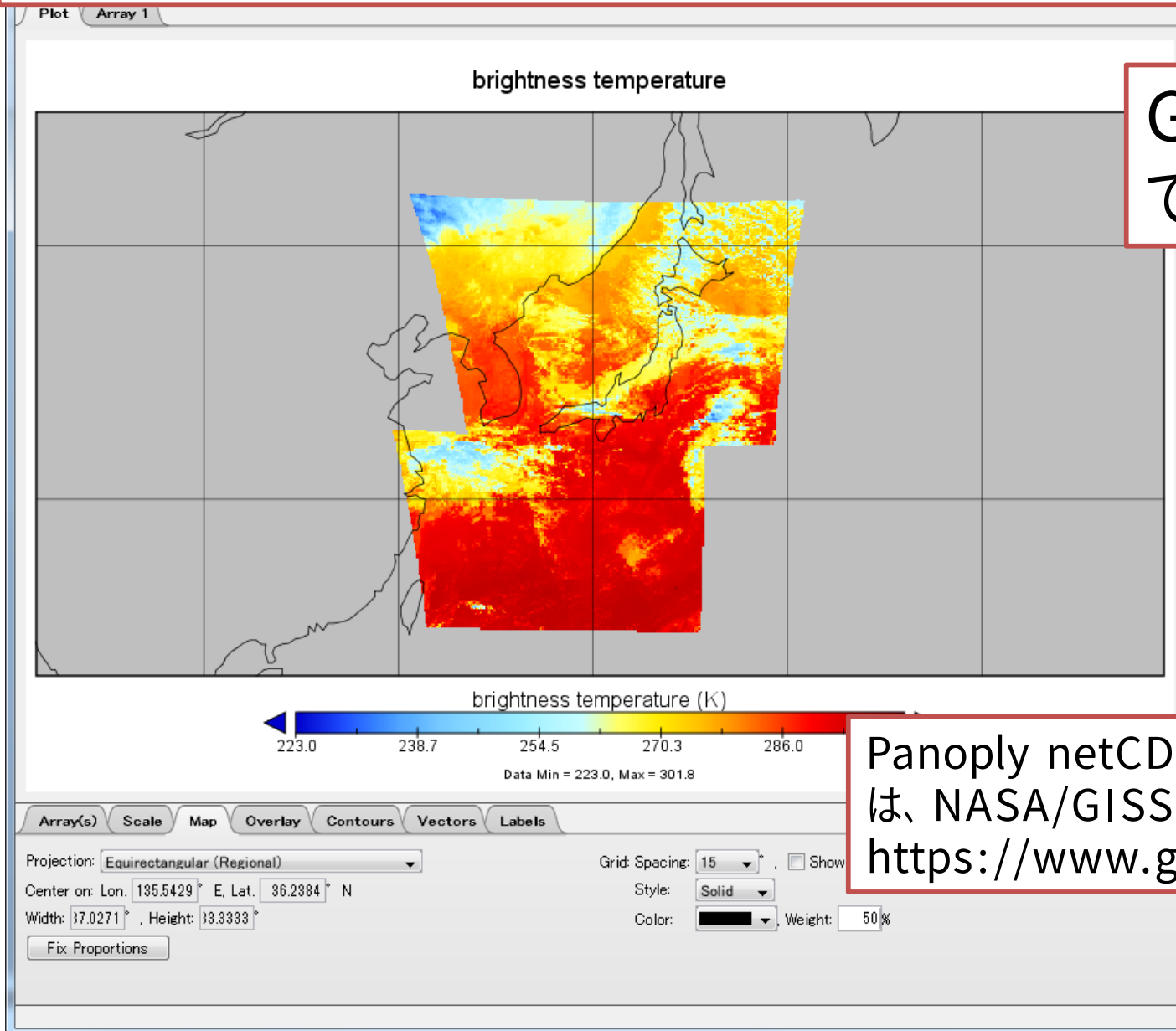
フルディスク観測は
10分割で配信

ひまわり標準データ

ブロック番号1：基本情報ブロック 衛星名、観測開始・終了時刻など	ブロック番号7：セグメント情報ブロック セグメント分割の情報。
ブロック番号2：データ情報ブロック 東西、南北方向の画素数など	ブロック番号8：位置補正情報ブロック 回転補正量、平行移動補正量など。
ブロック番号3：投影情報ブロック 投影基準となる情報など	ブロック番号9：観測時刻情報ブロック 南北方向のライン番号に対応した観測時刻
ブロック番号4：ナビゲーション情報ブロック 観測時刻の衛星の位置、太陽の位置、月の位置など	ブロック番号10：エラー情報ブロック 観測データ中のエラー画素の情報。
ブロック番号5：キャリブレーション情報ブロック カウント値から放射輝度値への変換係数、放射輝度値から輝度温度値（またはアルベド値）への変換係数など。	ブロック番号11：予備
ブロック番号6：インターキャリブレーション情報ブロック 全球衛星搭載センサ相互校正システム（GSICS） ⁴ で作成した校正係数を格納。 ⁴ ： http://mscweb.kishou.go.jp/monitoring/calibration.htm	ブロック番号12：データブロック（整数2バイト） 0～16383（バンドによって異なります。） 及び 65535（エラー画素） (1111111111111111) ₂ 65534（観測範囲外） (1111111111111110) ₂

- 米国・大気研究大学共同体（UCAR）の Unidata Program Centerが開発したNetCDFと呼ばれる形式で保存したデータです。
- 地理情報システム（GIS：Geographic Information System）関連ソフトウェアでの表示が可能です。
- 座標系は緯経度正方格子です。輝度温度値（またはアルベド値）を実数4バイトで格納しています。

Panoply netCDF, HDF and GRIB Data Viewerでの表示



GIS対応のソフトウェア
で利用可能。

Panoply netCDF, HDF and GRIB Data Viewer
は、NASA/GISSで提供のソフトウェア
<https://www.giss.nasa.gov/tools/panoply/>

ホーム > 知識・解説 > 気象観測・気象衛星 > 気象衛星

協力機関からの研究者向けデータ公開

ひまわり8号は新世代の静止気象衛星として世の時間・空間分解能の向上及び多バンド化等、観測機能が大幅に強化されています。このため

その観測データからは気象分野に限らずこれまいます。気象庁では、ひまわり8号の機能の十

ひまわりの観測データを即時的にかつ過去にさかのぼって入手できる環境を整備し、オールジャ

パンでデータ利用技術の開発を広く促進することが必要であると考え、いくつかの研究機関の協

力を得て、研究者向けのひまわり8号データの即時的公開を行う新たなとしました。この取り組みに協力していただいているのは、以下の4機

- ▶ [情報通信研究機構\(NICT\)](#)
- ▶ [千葉大学環境リモートセンシング研究センター\(CEReS\)](#)
- ▶ [東京大学地球観測データ統融合連携研究機構\(EDITORIA\)](#)
- ▶ [宇宙航空研究開発機構\(JAXA\)地球観測研究センター\(EORC\)](#)

研究者向けデータ公開 (商業利用に向けたデータ利用技術の開発含む)

<http://www.jma-net.go.jp/sat/himawari/organization.html>

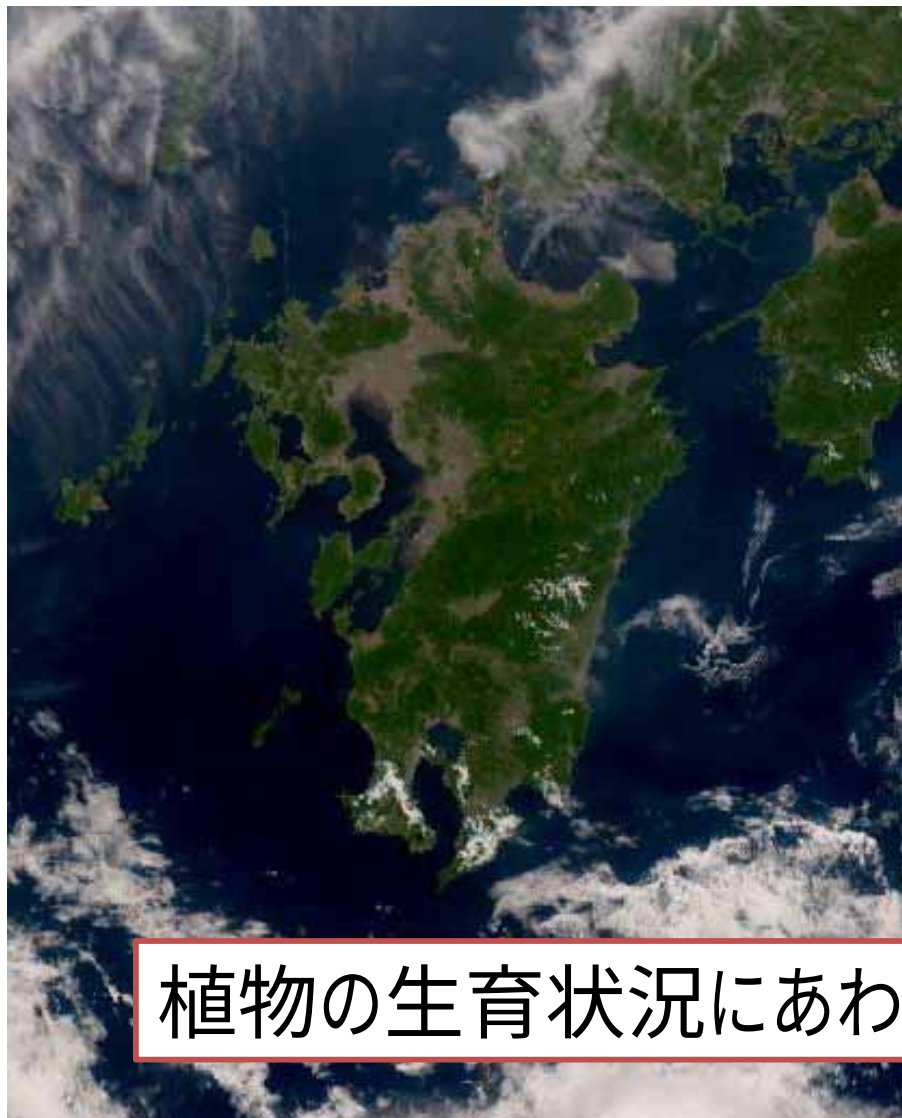
入手方法

情報通信研究機構 (NICT)
千葉大学
東京大学
宇宙航空研究開発機構 (JAXA)



- 気象衛星ひまわりの観測
 - 概要・特徴・機能強化
 - データの内容とフォーマット
 - 何が見えるのか？ ～利用方法の紹介～
 - 参考資料

- 6月25日



植物の生育状況にあわせて、見え方が変化。

- 3月10日

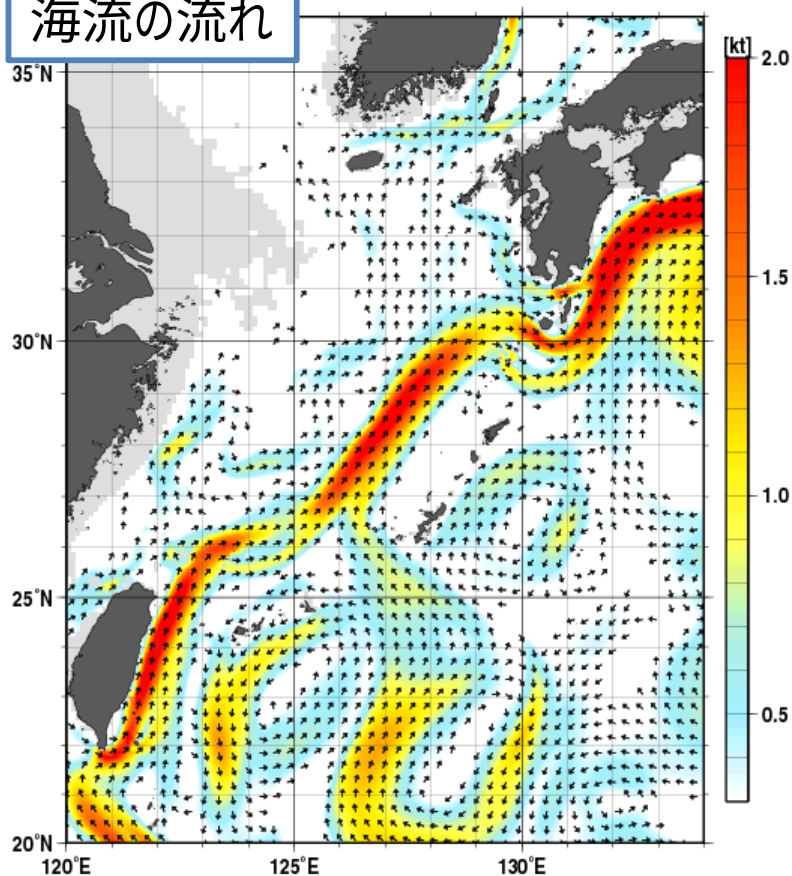


紅葉の進み具合も把握できる。

海面水温 (静止気象衛星ひまわりによる海面水温画像)

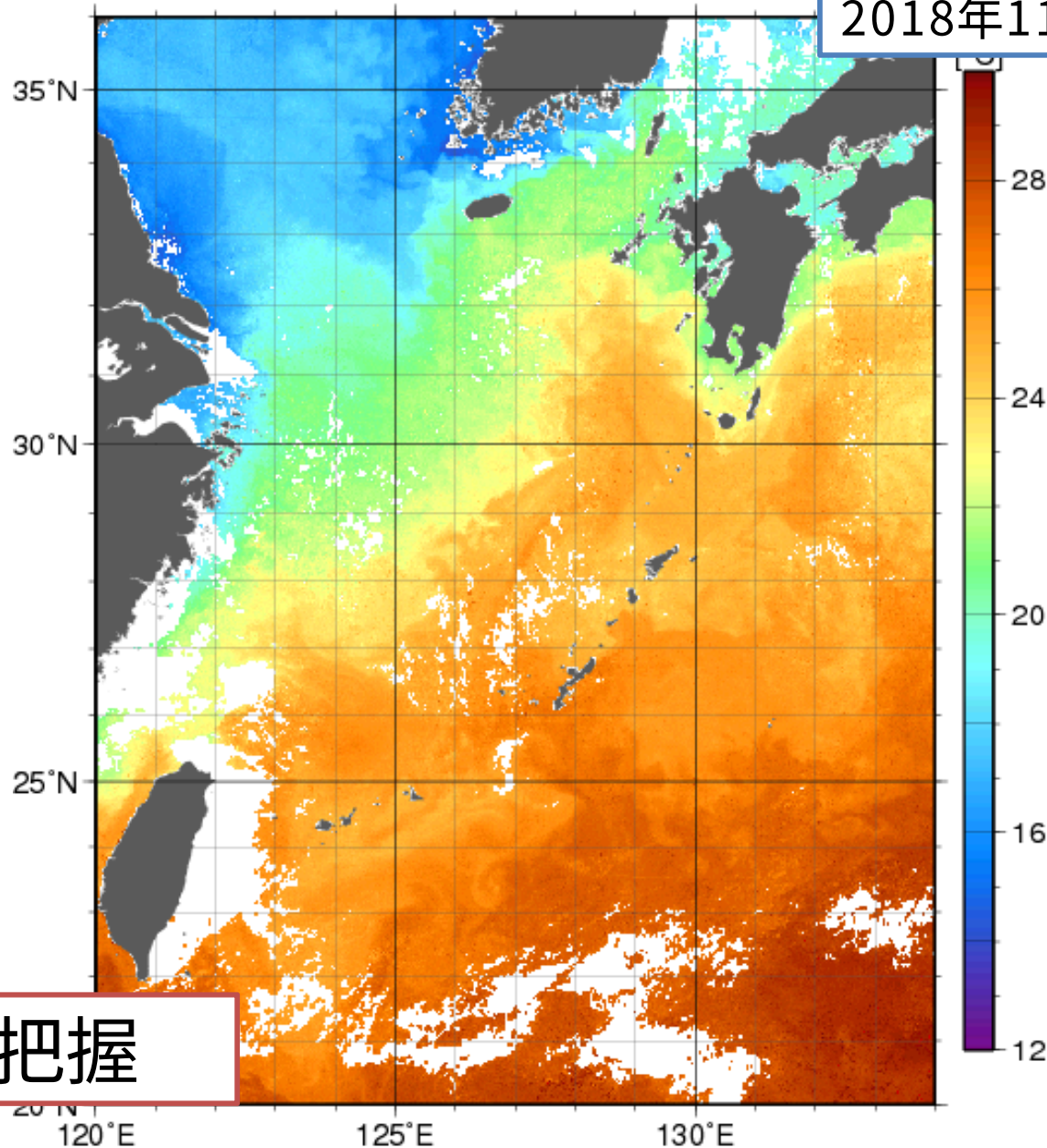
海流の流れ

in currents for 01–10 Nov. 2018.



HimawariSST for 00–11UTC 14 Nov. 2018

2018年11月14日



海面の水温を詳細に把握

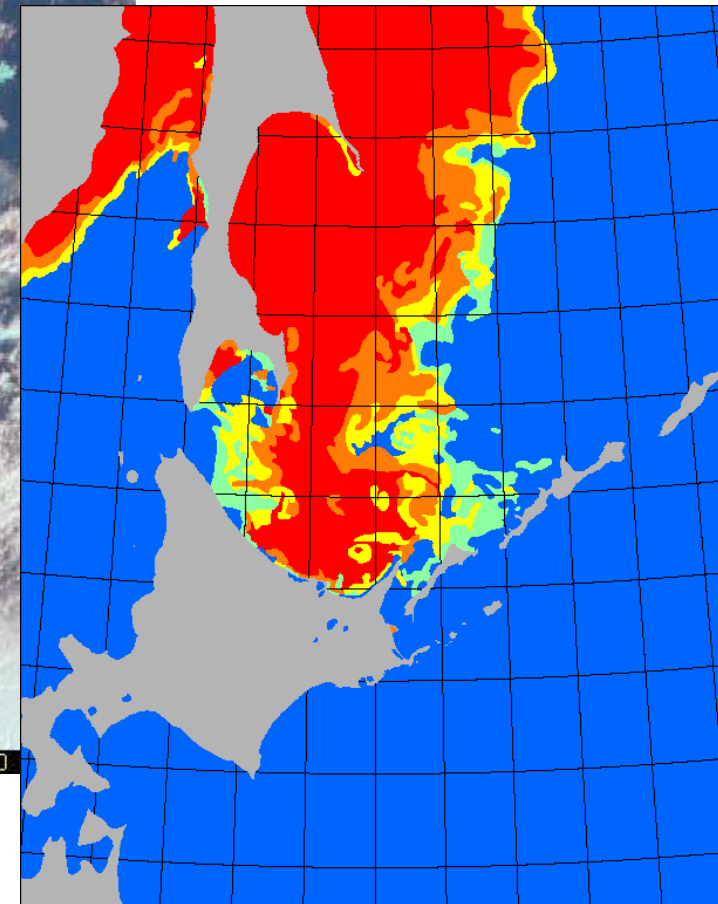


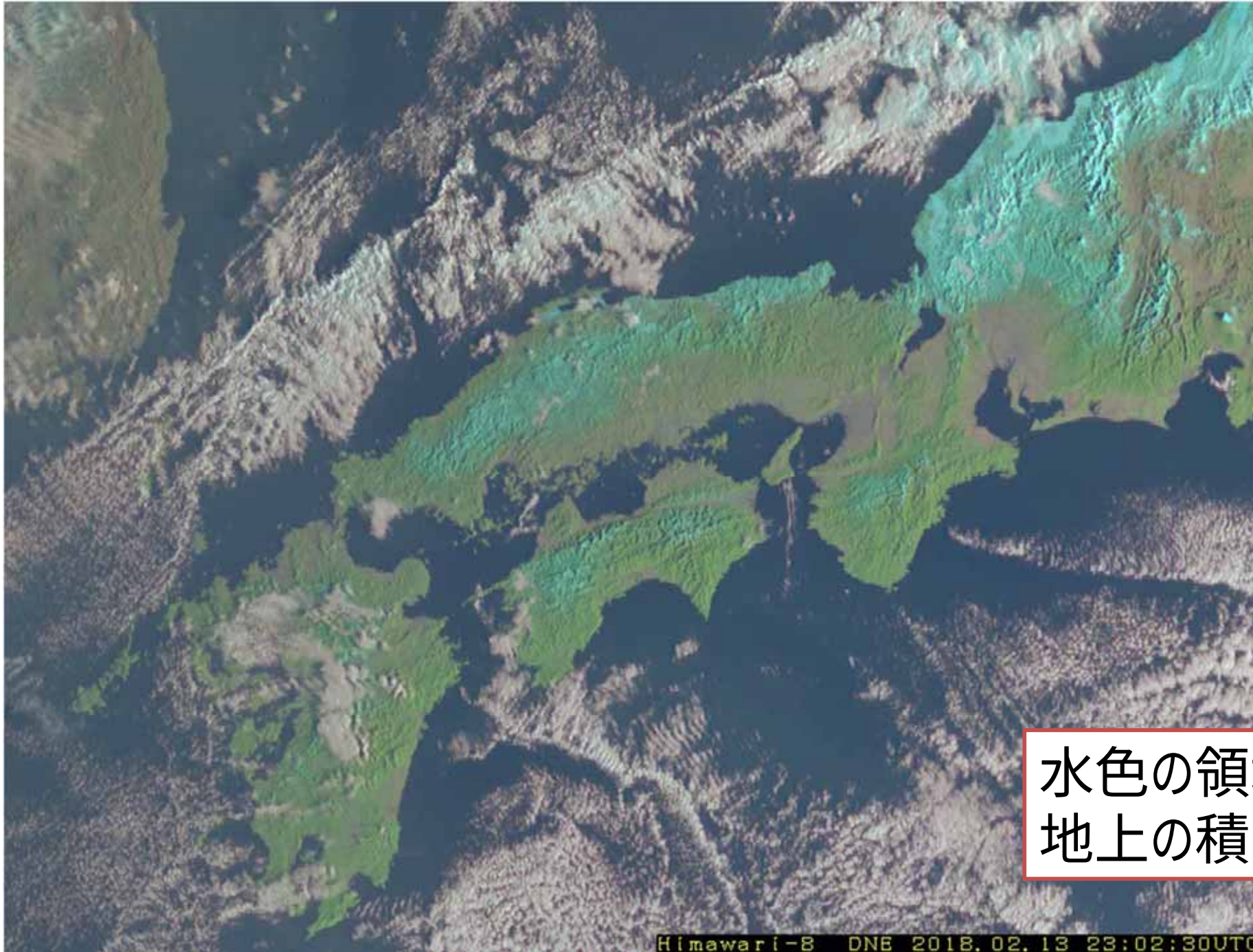
プランクトン（推定）の
発生状況も見える。

海氷の分布を把握

海氷解析図（2月2日）

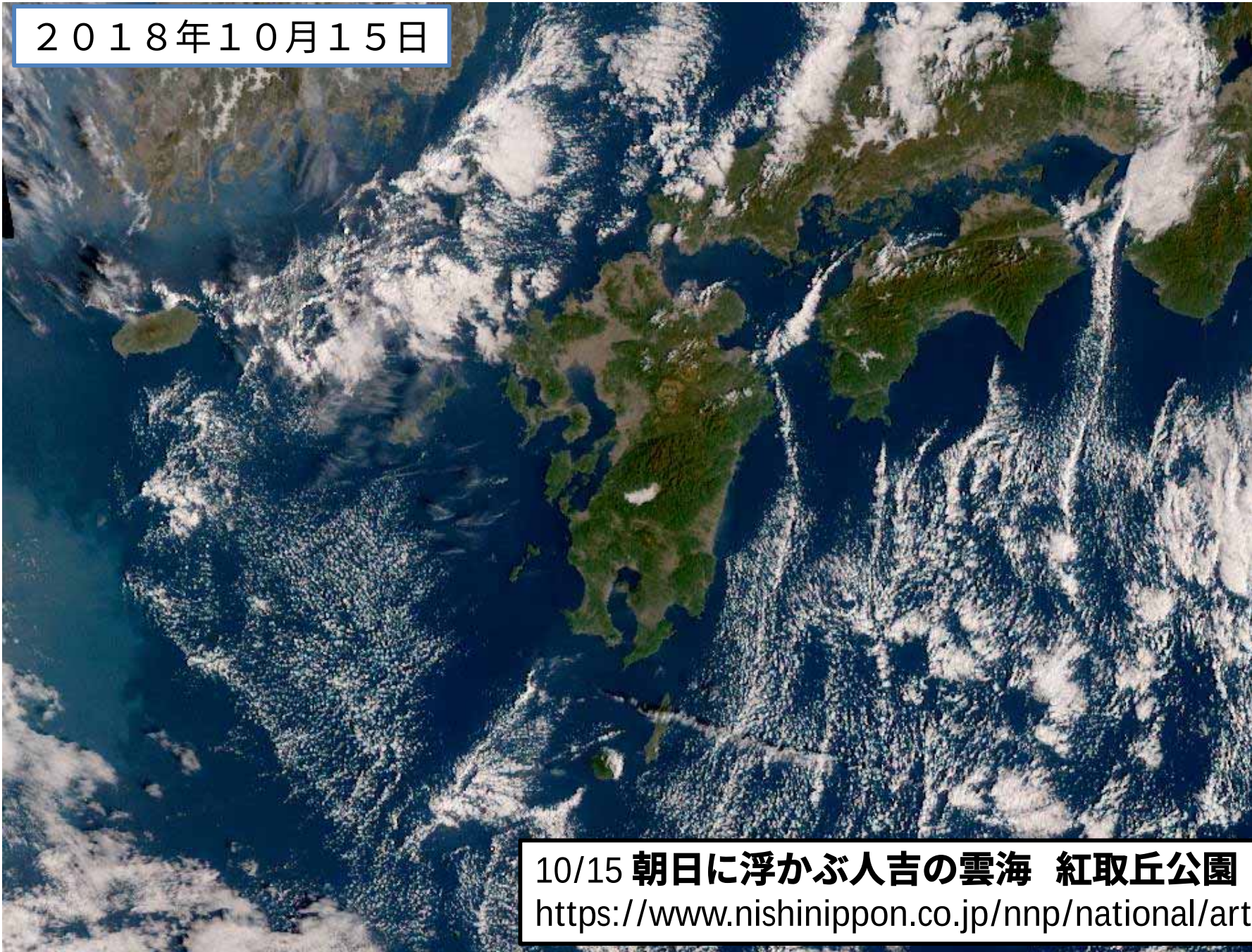
水色の領域が、氷
（海氷・地上の積雪・上空の氷雲）



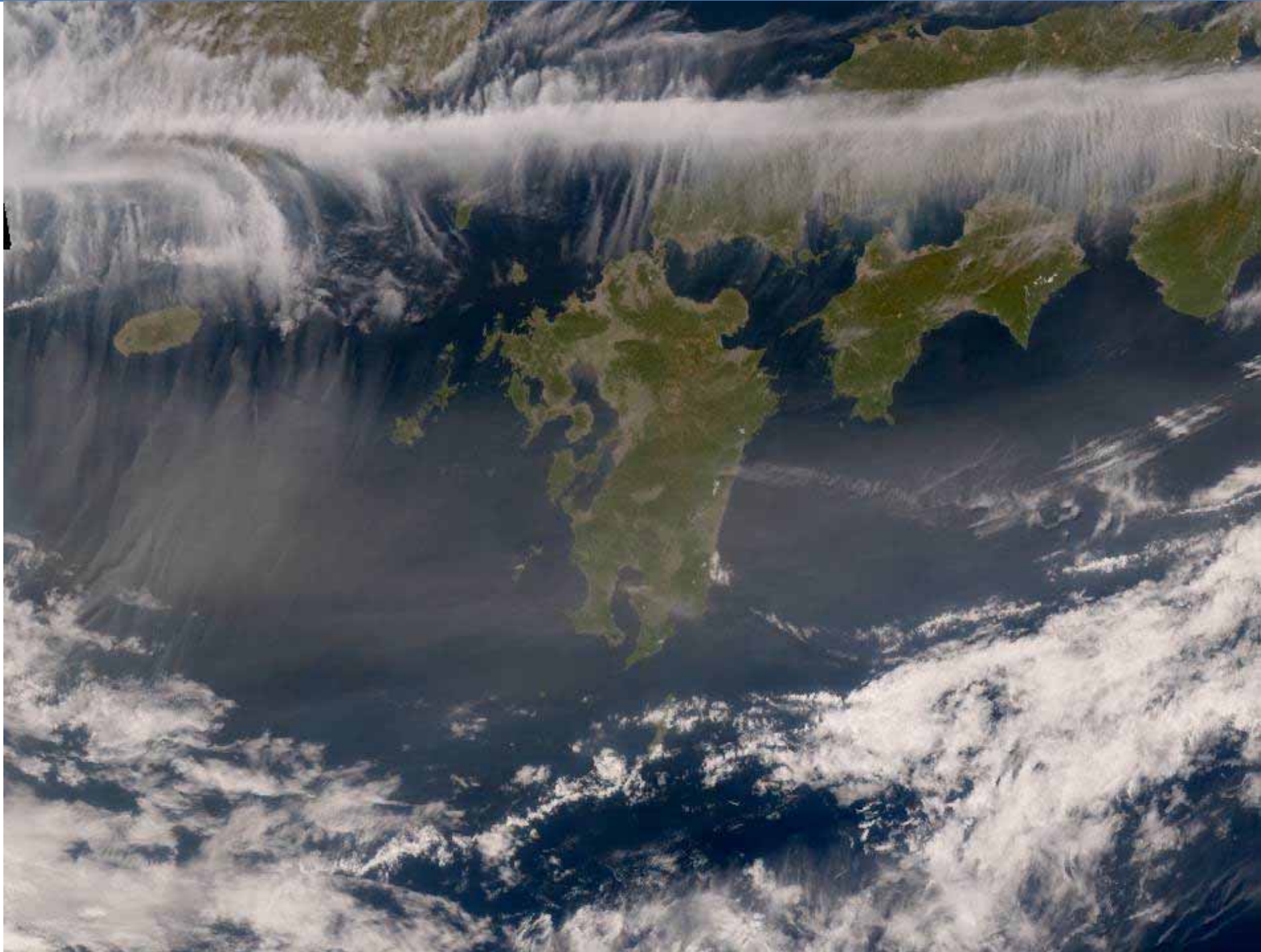


雲海（霧） 2018年11月15日

2018年10月15日



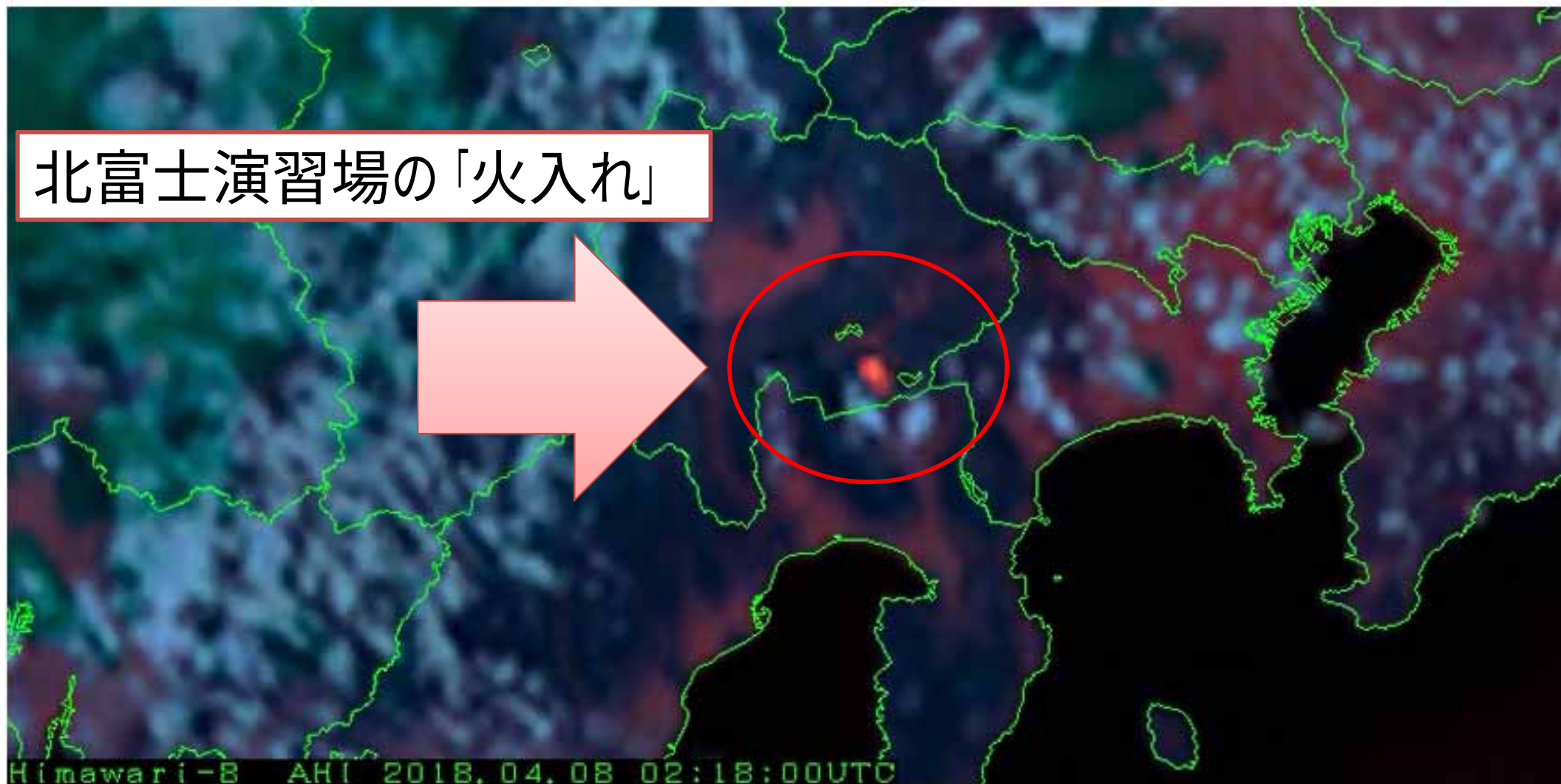
10/15 朝日に浮かぶ人吉の雲海 紅取丘公園（西日本新聞）
<https://www.nishinippon.co.jp/nnp/national/article/465716/>



森林火災による煙の検知



北富士演習場の「火入れ」



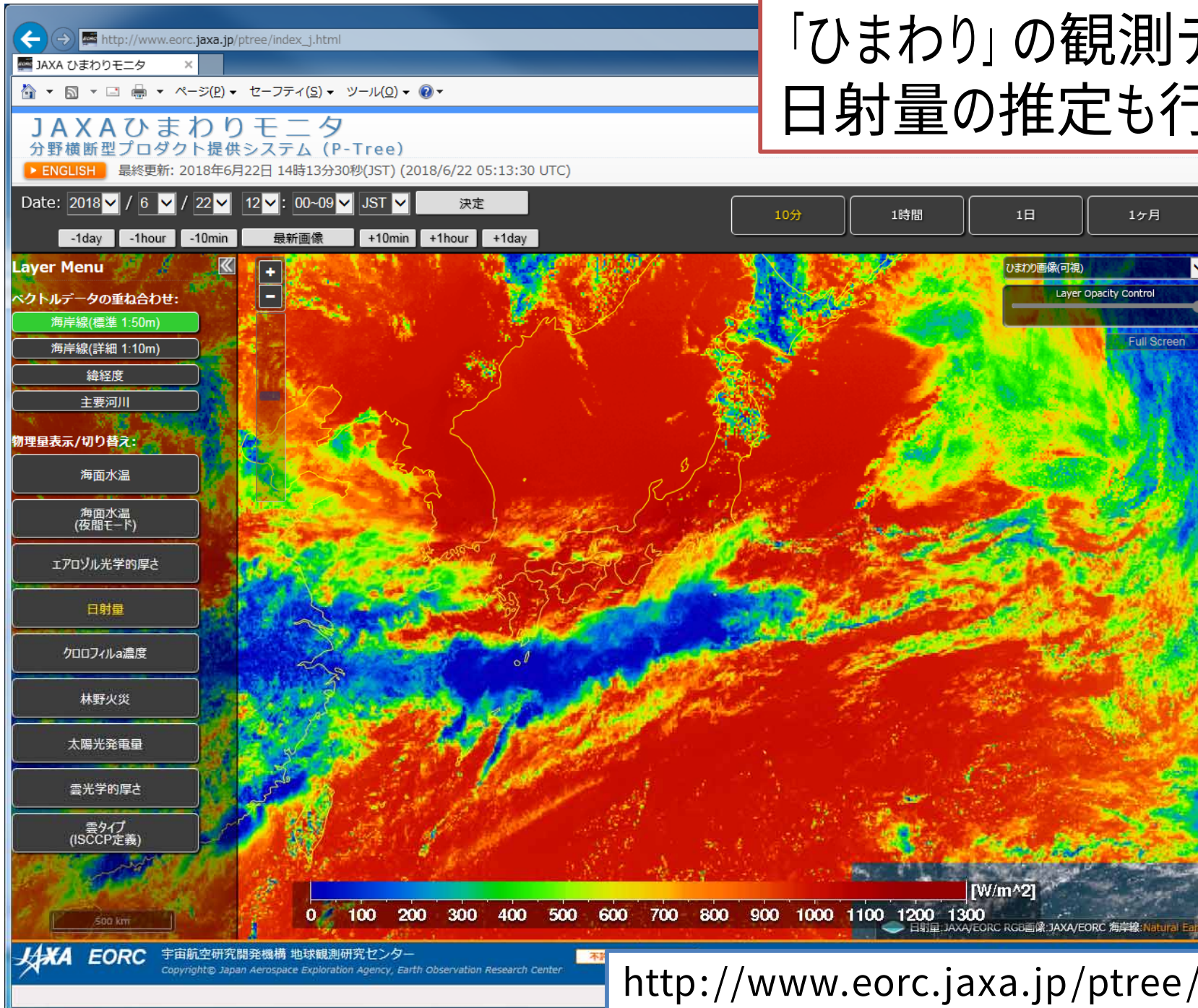
大規模な火災は、「ひまわり」からも観測可能

新燃岳の噴火

火山の噴火と火山灰の検知

Himawari-8 2018-03-06 12:05:16JST

「ひまわり」の観測データから、
日射量の推定も行われている。



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

- 気象衛星ひまわりの観測
 - 概要・特徴・機能強化
 - データの内容とフォーマット
 - 何が見えるのか？ ～利用方法の紹介～
 - 参考資料

- 予報技術研修テキスト

<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/yohkens/yohkens.html>

- 平成27年度 RGB合成画像の基礎
- 平成28年度 ひまわり8号の画像を用いた霧の監視
- 平成29年度 ひまわり8号による積乱雲の監視

- 気象衛星画像の解析と利用

<https://www.data.jma.go.jp/mscweb/ja/prod/product.html>

- 衛星画像の特徴的なパターン
- 観測画像の特性
- RGB合成画像
- プロダクトの紹介

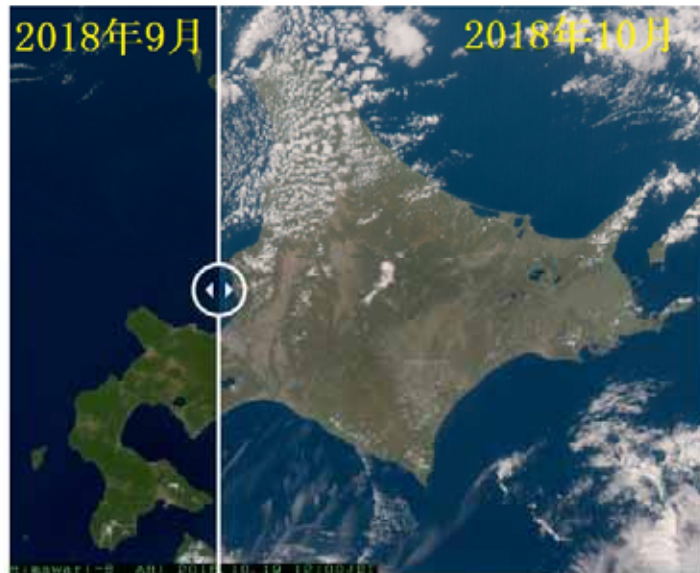
観測画像の紹介ページ

<http://www.jma-net.go.jp/sat/himawari/image.html>

ひまわり8号の画像から各地で紅葉が進んでいるのが確認できます。9月と10月の画像を比較すると、北海道から中部地方の山間部で植物が、緑色から黄色・茶色に変化しており、紅葉が進んでいるのがわかります。

画像の中央の丸印をドラッグすると9月と10月の画像を切り替えることができます。

北海道



(左) 2018年9月11日、(右) 2018年10月19日
トータルカラー再現画像 (JMA, NOAA/NESDIS, CSU/CIRA)

東北



「ひまわり」の観測画像
を紹介したページ

カラー再現画像は、可視3バンド（青・緑・赤）に加え、近赤外バンドと赤外バンドを利用し、人間の目で見たとような色を再現した衛星画像です。本画像は、色を人間の目で見たとように表現する画像技術（気象庁気象衛星センターで開発*1）と大気分子により太陽光が散乱される影響を除去する技術（米国海洋大気庁とコロラド州立大学による開発及びソフトウェアの提供）を用いて作成されています。

*1：緑色の再現にはMiller et al. (2016)で概説される手法の代替として、可視3バンド（青・緑・赤）と近赤外バンドを利用しています。

謝辞

カラー再現画像は気象庁気象衛星センターと米国海洋大気庁の衛星部門（NOAA/NESDIS/STAR GOES-R Algorithm Working Group imagery team）の協力により開発されました。協力とソフトウェアの利用許諾に感謝します。

参考文献

Miller, S., T. Schmit, C. Seaman, D. Lindsey, M. Gunshor, R. Kohrs, Y. Sumida, and D. Hillger, 2016: A Sight for Sore Eyes - The Return of True Color to Geostationary Satellites. Bull. Amer. Meteor. Soc., doi: 10.1175/BAMS-D-15-00154.1