

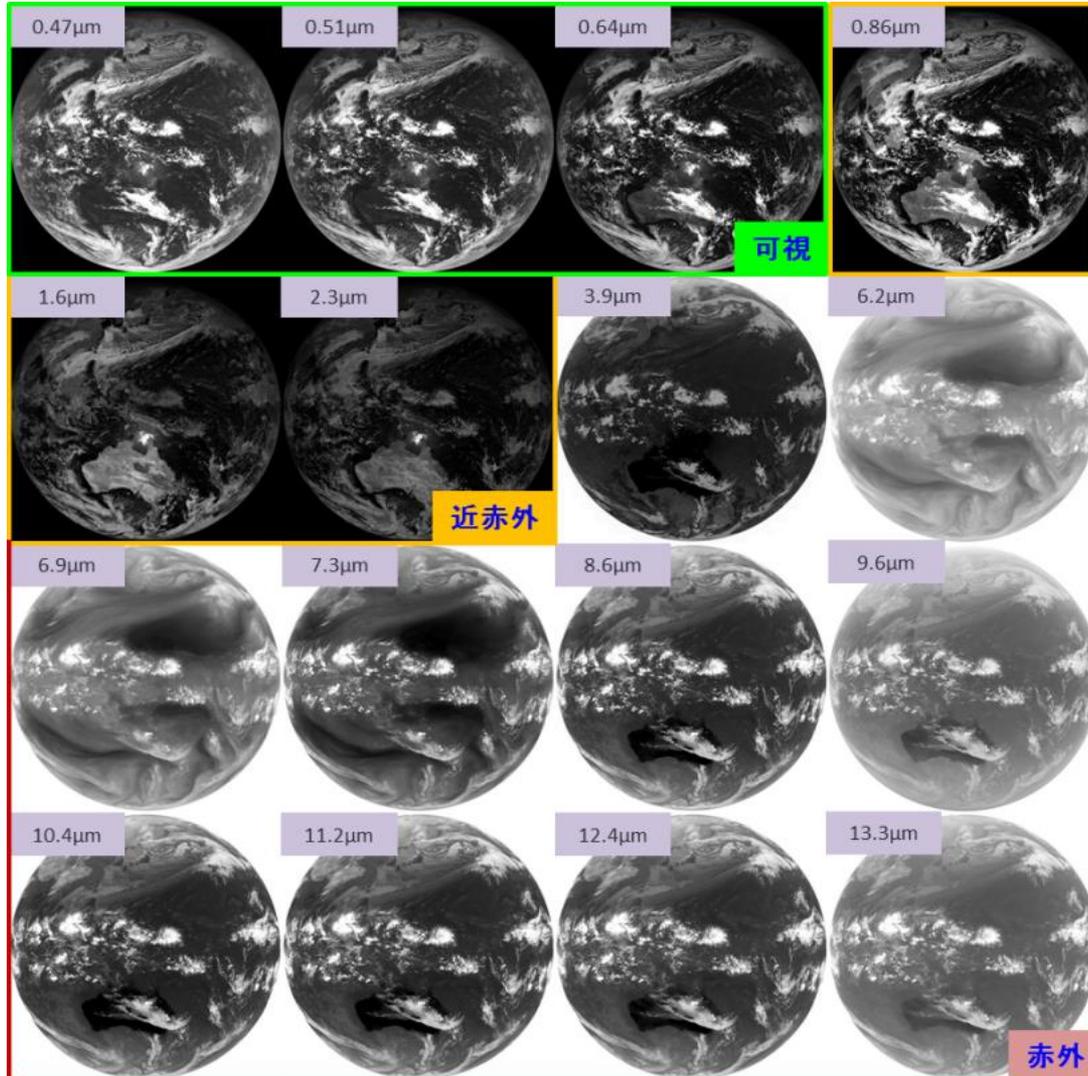
RGB専門家及び開発者ワークショップ2017
オープンセッション
2017/11/09

静止気象衛星ひまわり8号による RGB合成画像

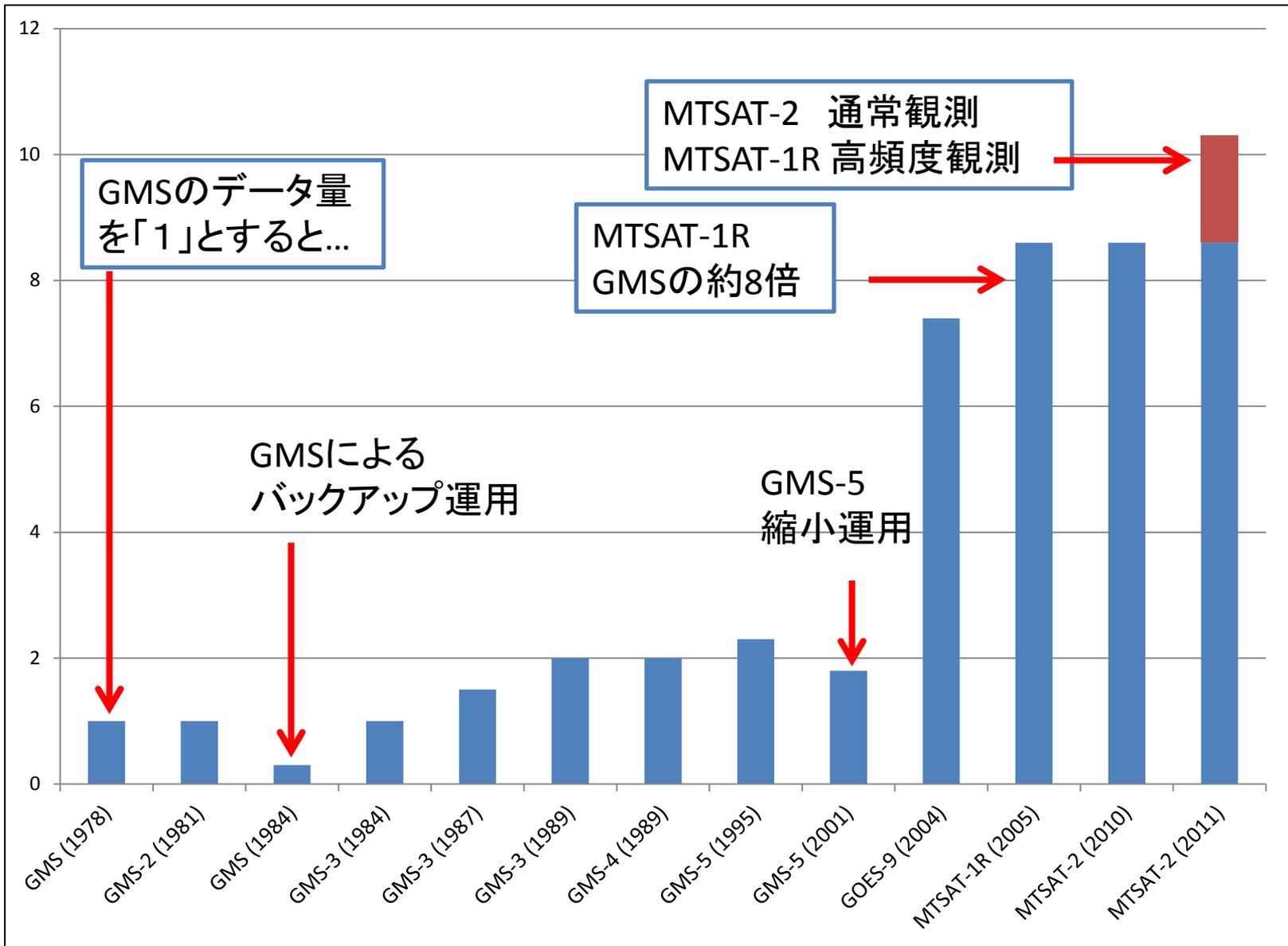
気象庁 気象衛星センター
データ処理部 解析課
林 基生

- RGB合成画像とは
- RGB合成画像のレシピ
- 事例紹介（既存RGB）
- 新しいRGB合成画像
- RGB合成画像の応用

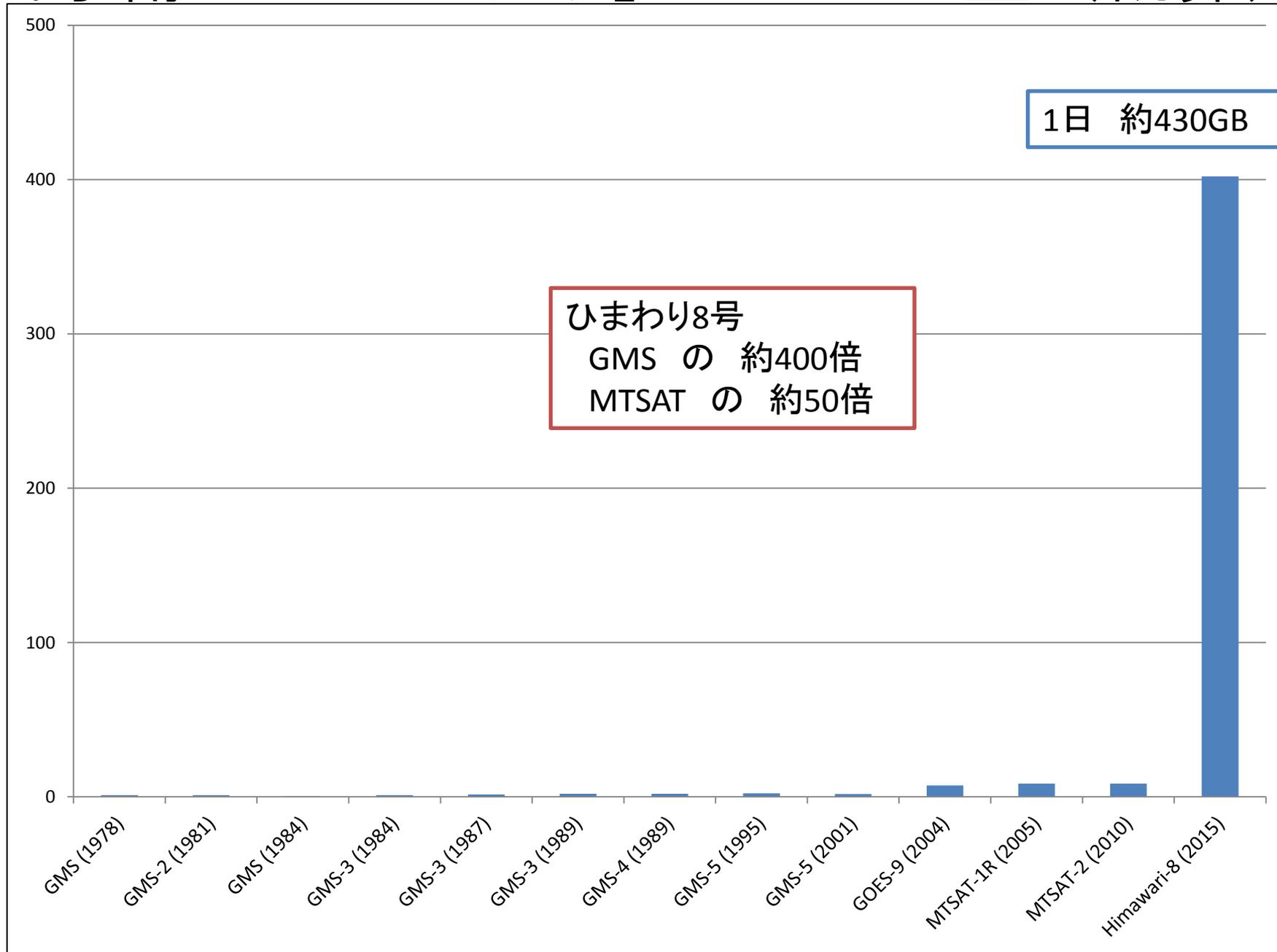
ひまわり8号画像は16種類



気象衛星「ひまわり」のデータ量（概算）



気象衛星「ひまわり」のデータ量（概算）



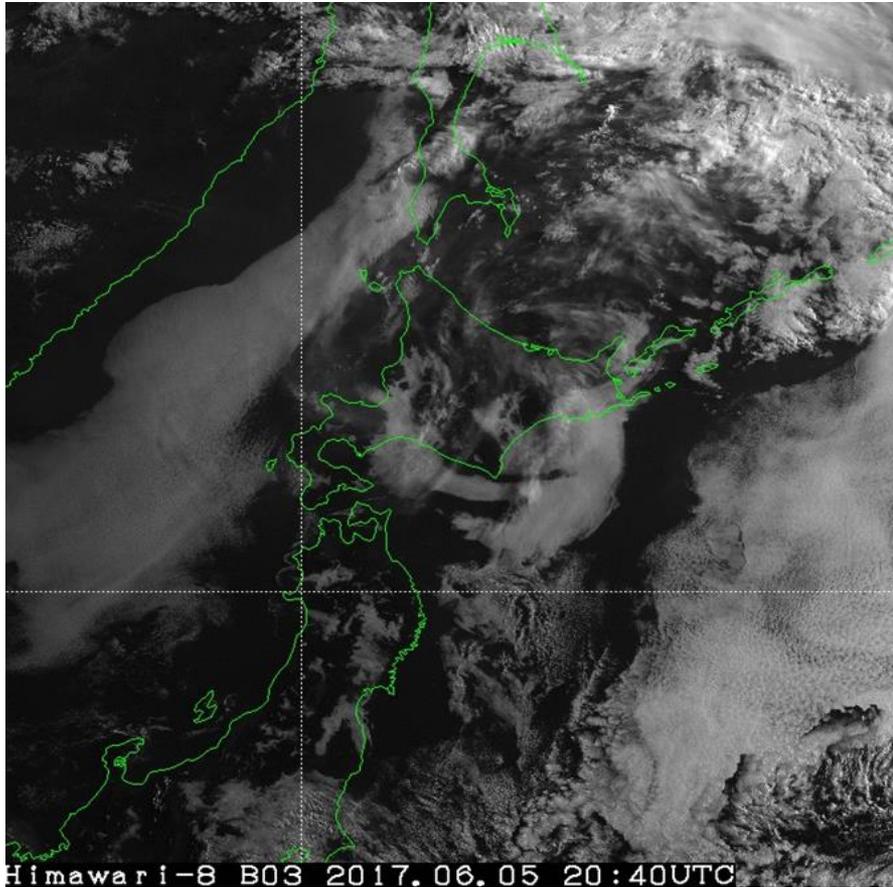
ひまわり8号の観測データ

バンド	ひまわり8/9	ひまわり6/7	想定される用途の例	
1	0.47 μm		植生、エアロゾル、B	可視
2	0.51 μm		植生、エアロゾル、G	
3	0.64 μm	0.68 μm	植生、下層雲・霧、R	
4	0.86 μm		植生、土壌水分	近赤外
5	1.24 μm		植生、土壌水分	
6	2.13 μm		雲粒有効半径	
7	3.75 μm	3.7 μm	下層雲、霧、自然火災	
8	6.4 μm		上・中層水蒸気量	赤外
9	6.7 μm		上・中層水蒸気量	
10	7.3 μm		中層水蒸気量	
11	8.6 μm		雲相判別、SO ₂	
12	9.6 μm		オゾン全量	
13	10.4 μm	10.8 μm	雲画像、雲頂情報	
14	11.2 μm		雲画像、海面水温	
15	12.4 μm	12.0 μm	雲画像、海面水温	
16	13.3 μm		雲頂高度	

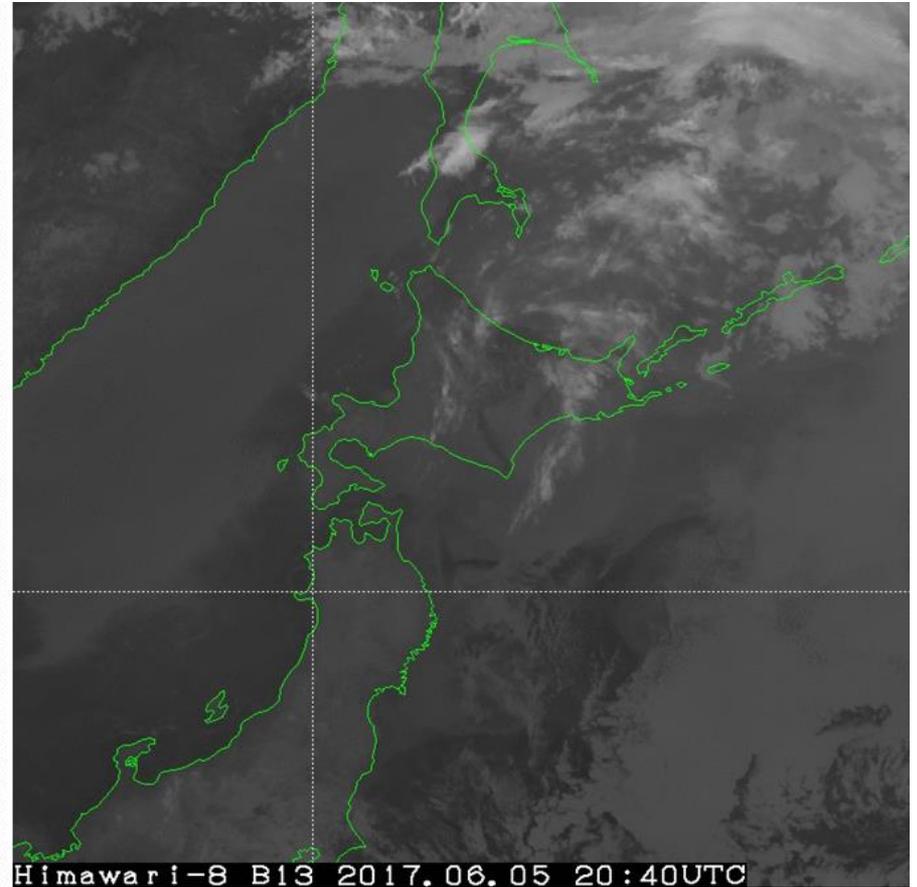
• 観測バンドにより、捉える事象が少しずつ異なる
 • 16バンドの画像を個別に解析するのは非効率的

▶ 「RGB合成画像」により、16バンドの観測データは効率よく利活用できる

従来の方法による霧判別

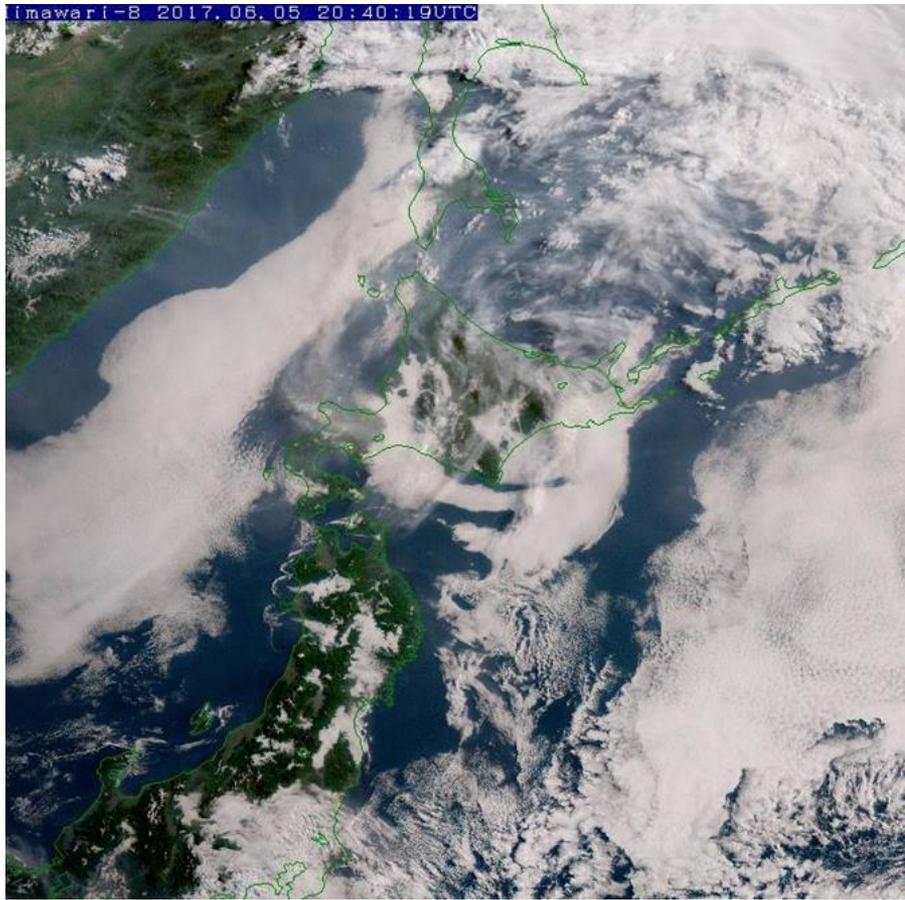


可視画像（バンド03）

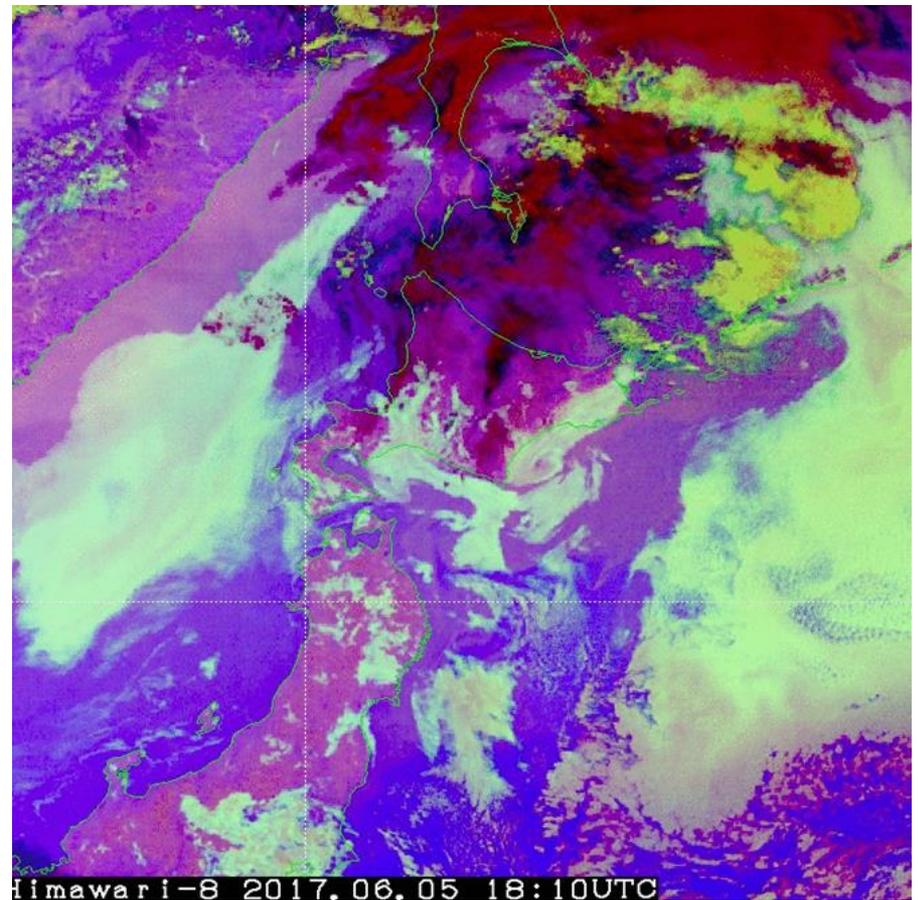


赤外画像（バンド13）

RGB合成画像による霧判別

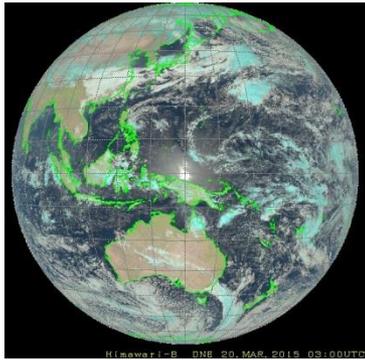


True color 再現画像

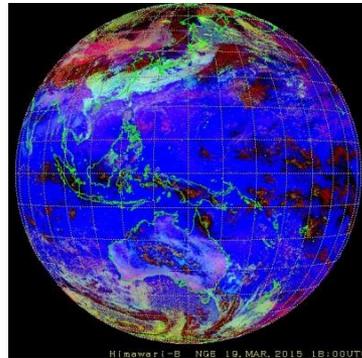


夜間雲判別 (Night Microphysics RGB)

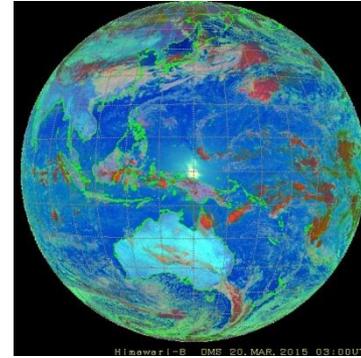
国外気象機関等で広く利用されているRGB合成画像の ひまわり 8 号画像への適用



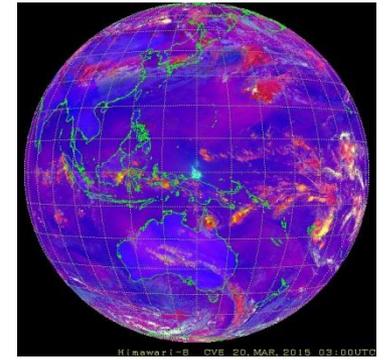
日中自然色
(Natural Colors)



夜間雲判別
(Night Microphysics)

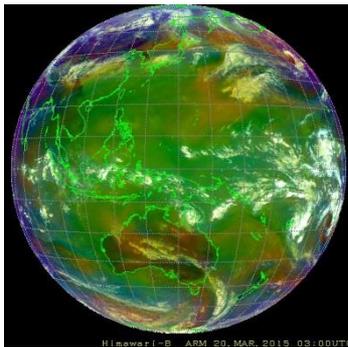


日中雲判別
(Day Microphysics)

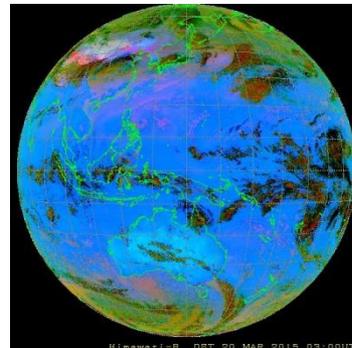


日中対流雲
(Day Convective Storms)

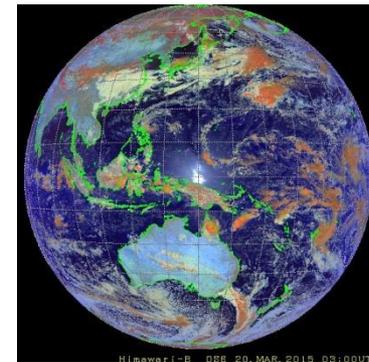
EUMETSAT運用のMSGによる
RGB合成画像が基本



気団判別
(Airmass)



ダスト (Dust)



日中雪・霧
(Day Snow-Fog)

RGB合成画像の原理



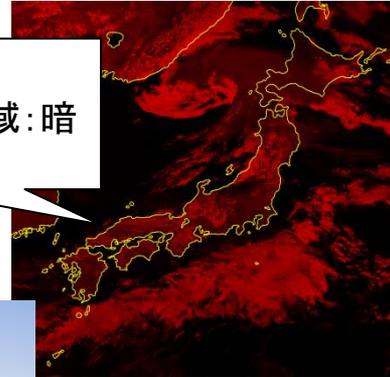
- 光の三原色である赤 (R)、緑 (G)、青 (B) は、加法混色を表現する色空間を構成している
- RGB合成画像は、この光の三原色の性質を利用して衛星画像をカラー表示する技術である
- これまでは、欧米を中心にRGB合成画像の調査・研究や利活用が進んでいた

RGB合成画像の作成

複数の衛星画像を着色し(赤・緑・青)、重ね合わせて表示

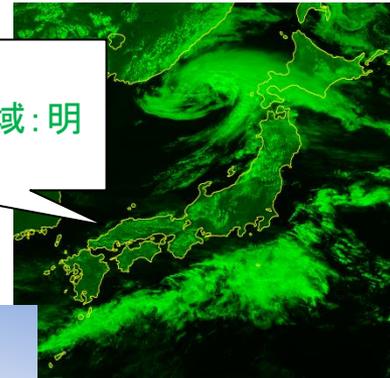
下層雲(水雲): 明
上層雲(氷雲)・雪氷域: 暗
植生: 暗

NIR1.6 (B05)



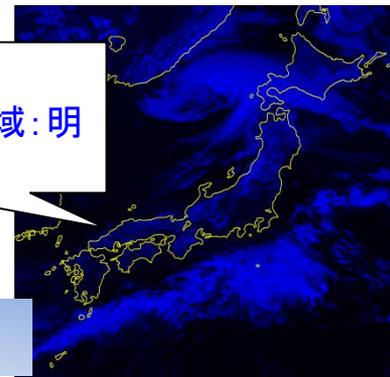
下層雲(水雲): 明
上層雲(氷雲)・雪氷域: 明
植生: 明

NIR0.8 (B04)

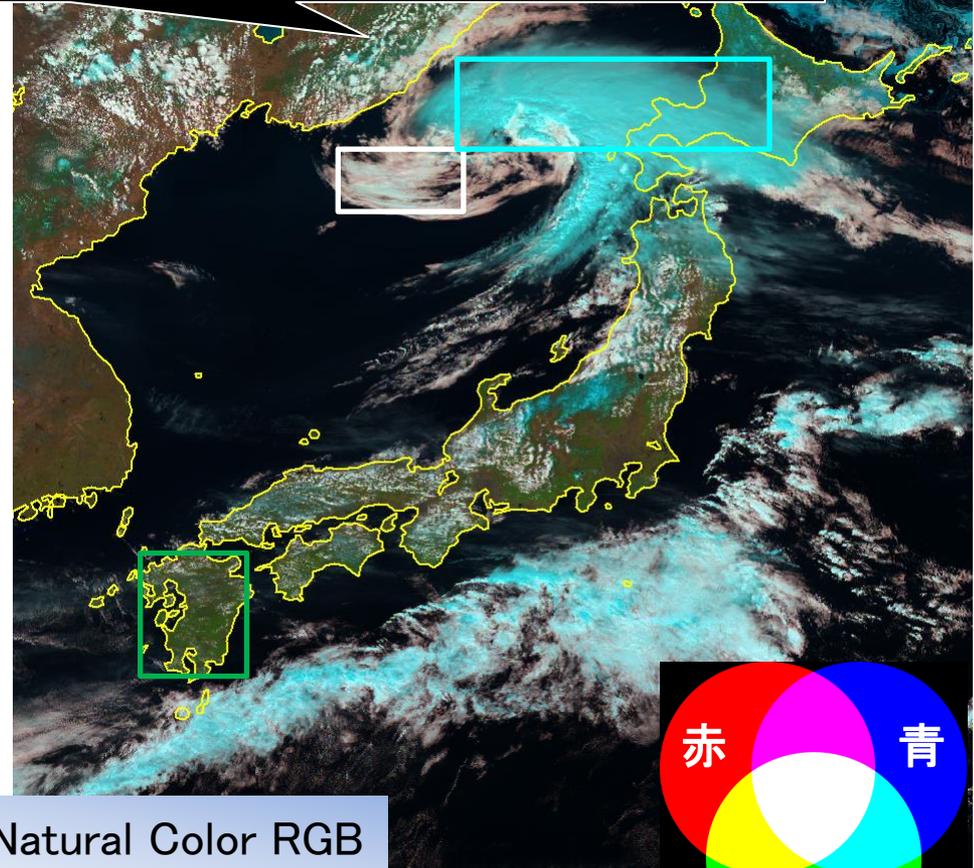


下層雲(水雲): 明
上層雲(氷雲)・雪氷域: 明
植生: 暗

VS0.6 (B03)

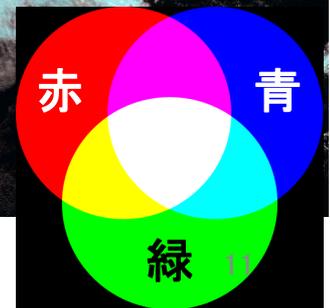


下層雲(水雲): 白～明灰色 ← 赤+緑+青
上層雲(氷雲)・雪氷域: シアン(青緑色) ← 緑+青
植生: 緑色 ← 緑



Natural Color RGB

表示される色調から情報を得られる



衛星による観測波長の違い

ひまわり8号-9号			ひまわり6号-7号			MSG	GOES-R	MODIS	Suomi-NPP	用途の例
バンド番号	水平解像度 [km]	中心波長 (μm)	チャンネル名	水平解像度 [km]	中心波長 (μm)					
1	1	0.47	-	-	-	-	0.47	0.47	0.488	エアロゾル
2	1	0.51	-	-	-	-	-	0.56	0.555	エアロゾル
3	0.5	0.64	VIS	1	0.68	0.64	0.64	0.64	0.672/0.64	下層雲・霧
4	1	0.86	-	-	-	0.81	0.86	0.86	0.865	植生, エアロゾル
5	2	1.6	-	-	-	1.64	1.61	1.64	1.61	雲相判別
6	2	2.3	-	-	-	-	2.26	2.13	2.25	雲粒有効半径
7	2	3.9	IR4	4	3.7	3.92	3.9	3.96	3.74/3.7	下層雲・霧, 自然火災
8	2	6.2	IR3	4	6.8	6.25	6.19	-	-	上層水蒸気量
9	2	6.9	-	-	-	-	6.95	6.78	-	上中層水蒸気量
10	2	7.3	-	-	-	7.35	7.34	7.34	-	中層水蒸気量
11	2	8.6	-	-	-	8.70	8.5	8.55	8.55	雲相判別, SO ₂
12	2	9.6	-	-	-	9.66	9.61	9.72	-	オゾン全量
13	2	10.4	IR1	4	10.8	10.8	10.35	-	10.76	雲画像, 雲頂情報
14	2	11.2	-	-	-	-	11.2	11.0	11.45	雲画像, 海面水温
15	2	12.4	IR2	4	12.0	12.0	12.3	12.0	12.01	雲画像, 海面水温
16	2	13.3	-	-	-	13.4	13.3	13.3	-	雲頂高度

階調の調整 – RGB合成手法 (1)

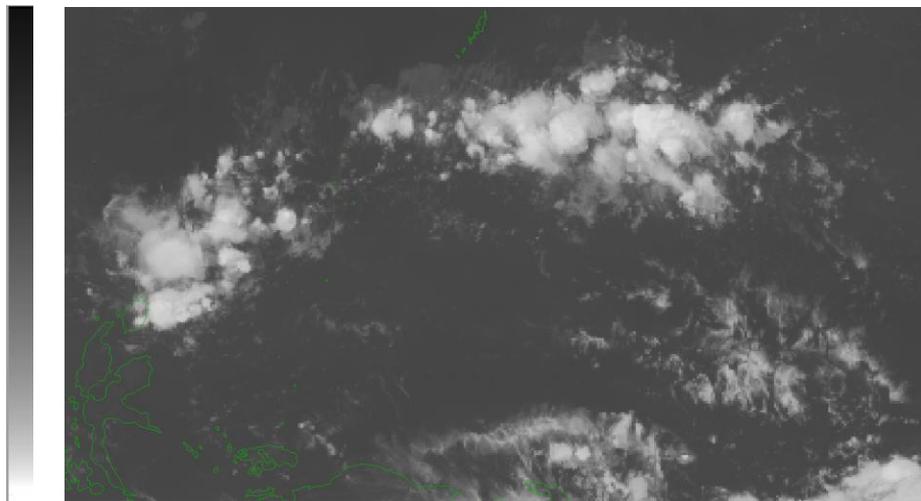
各色の画像に対し、着目する事象を強調するため、以下の調整が必要

1. コントラストの指標 「階調範囲」の調整
2. 明るさの指標 「ガンマ値」の調整

階調範囲の調整例 – RGB合成手法 (2)

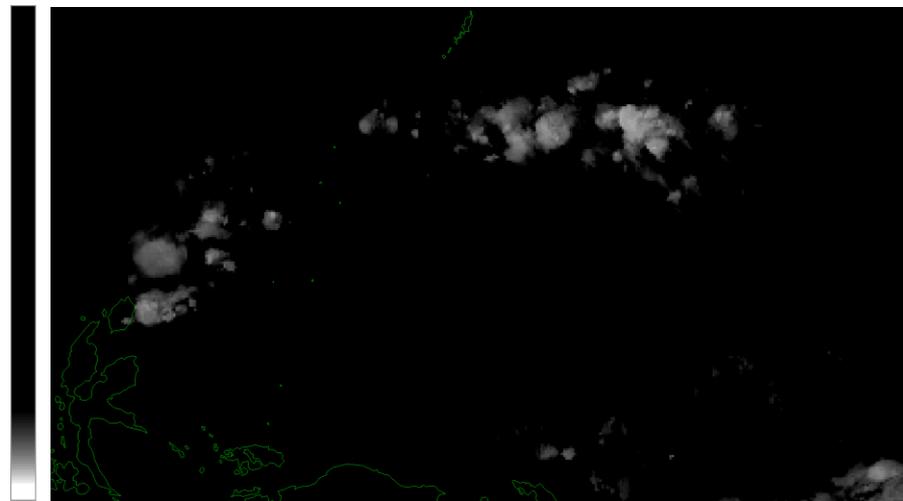
赤外画像 (IR10.4) 積乱雲 (Cb) を強調した例

340K



階調 : 180~340K

233K



180K

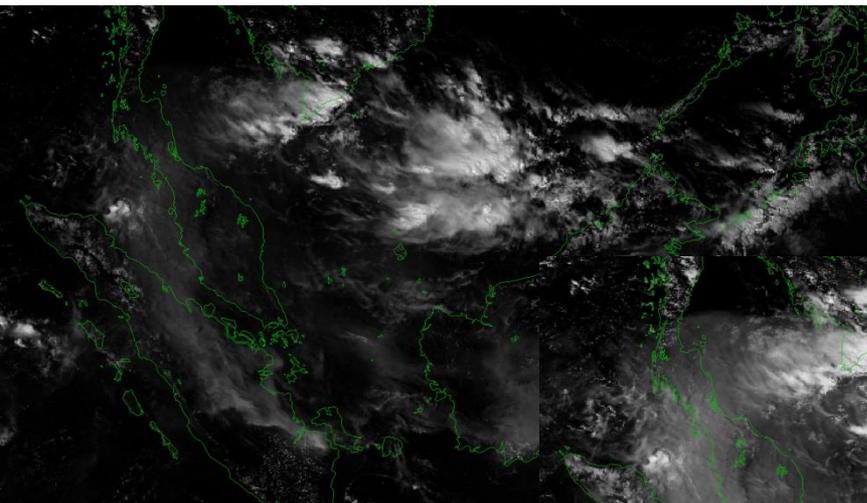
階調 : 180~233K

発達したCbの雲域が強調された！

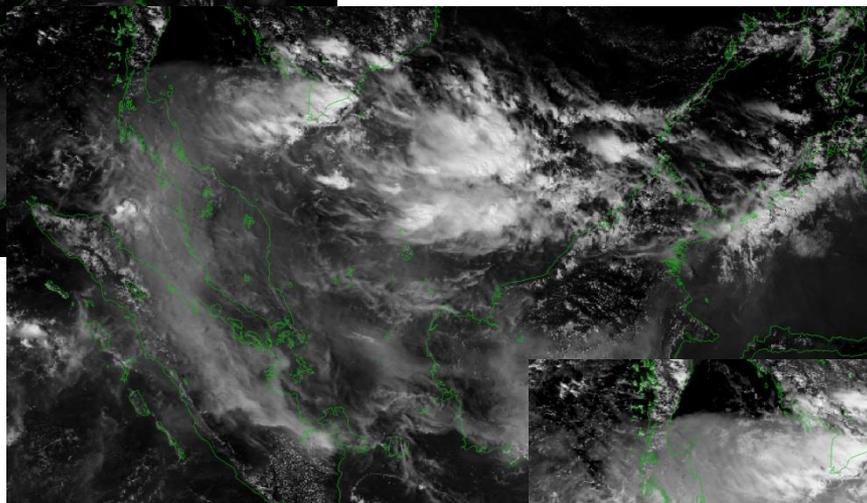
ガンマ値の調整例 - RGB合成手法 (3)

可視画像 (VIS0.64)

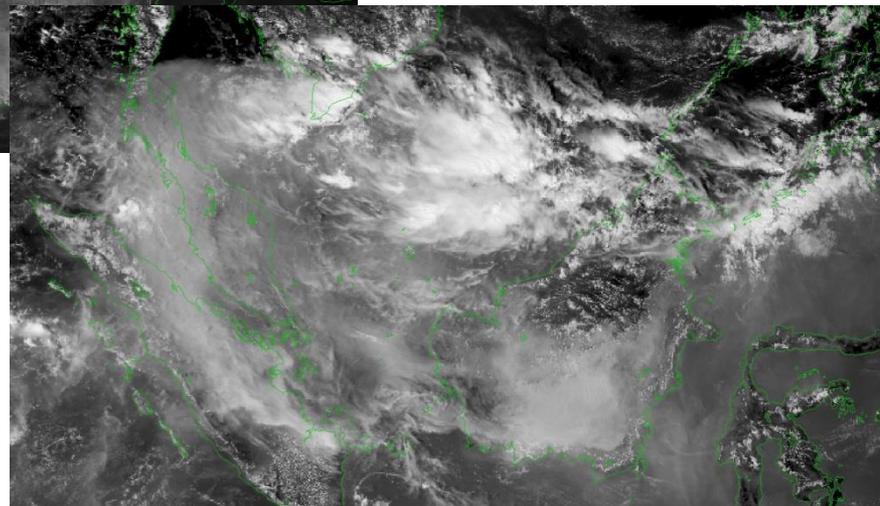
森林火災の煙を強調した例



ガンマ値 : 0.5



ガンマ値 : 1.0



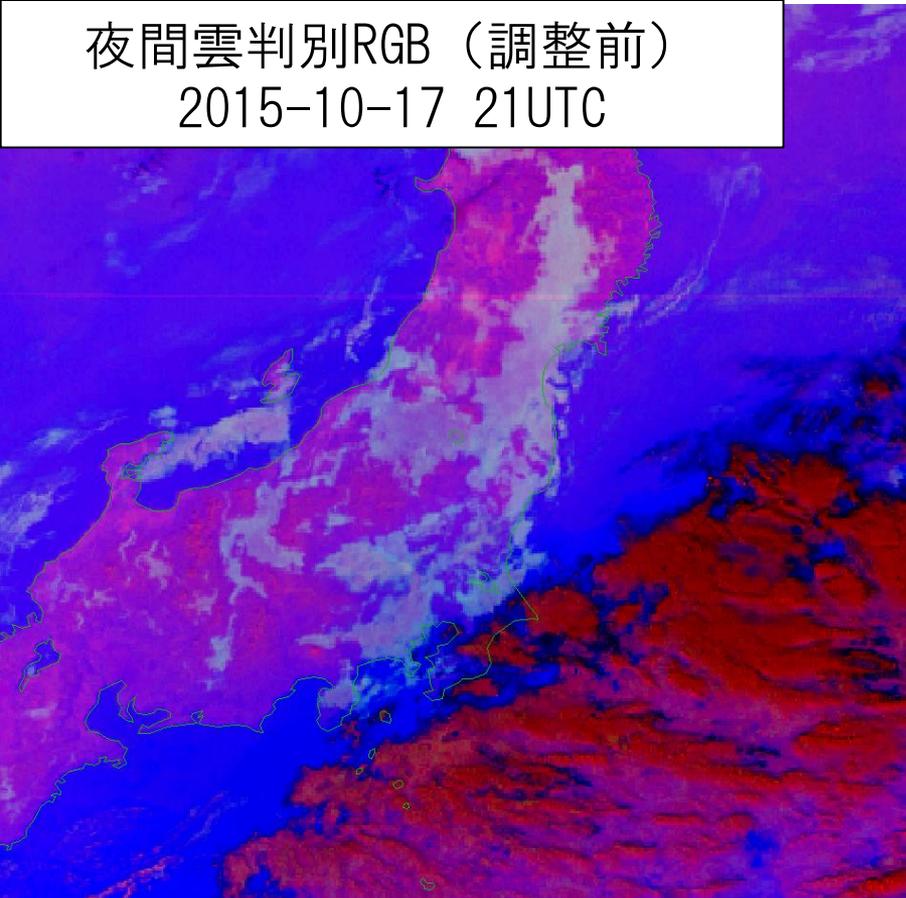
ガンマ値 : 2.0

着目する対象を絞り込む際には調整が必要！

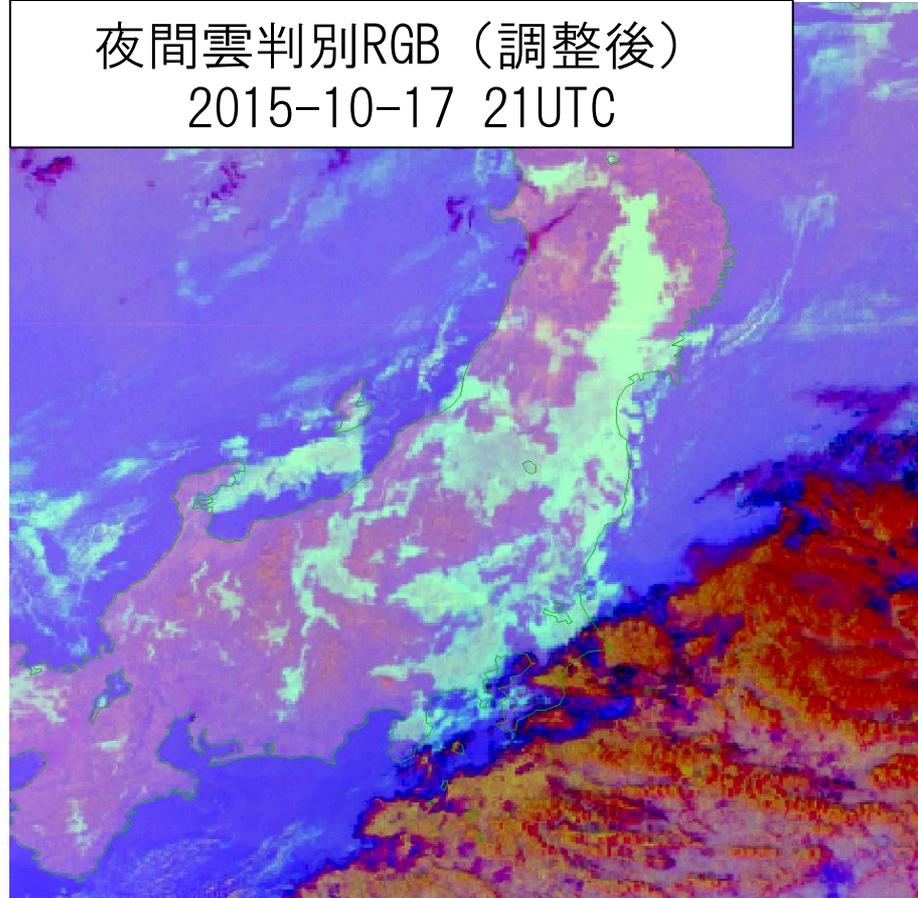
夜間雲判別RGBの階調調整結果

東日本各地の霧・下層雲の事例

夜間雲判別RGB（調整前）
2015-10-17 21UTC



夜間雲判別RGB（調整後）
2015-10-17 21UTC



薄い上層雲

霧・下層雲

階調調整により（右図）、霧・下層雲や薄い上層雲などの識別がしやすくなった。

RGB合成画像の利点

- ◆ 従来の白黒画像に比べ、現象の**識別が容易**となる
 - ◆ 単独バンドの情報だけでは識別困難な**現象を抽出**する
 - ◆ 複数バンドの情報を一枚の画像で**効率的に表示**する
 - ◆ 衛星画像の**イメージを保ったまま**解析できる
- ひまわり8号の観測データを**最も効率的に有効活用**できる

- RGB合成画像とは
- RGB合成画像のレシピ
- 事例紹介（既存RGB）
- 新しいRGB合成画像
- RGB合成画像の応用

夜間雲判別RGB (Night Microphysics)

- RGBレシピ (RGB recipe)

- R : IR12.4 - IR10.4

- 階調 : -2.6 ~ 6.7 [K] ガンマ : 1.0

- G : IR10.4 - IR3.9

- 階調 : -5.2 ~ 3.1 [K] ガンマ : 1.0

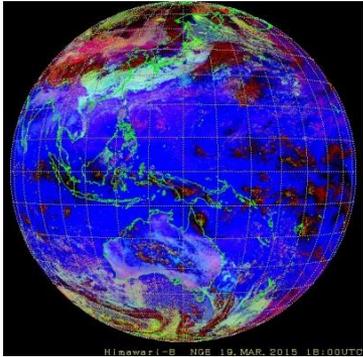
- B : IR10.4 (反転)

- 階調 : 292.6 ~ 243.6 [K] ガンマ : 1.0

- 用途

- 夜間の雲型判別

- 特に夜間の霧(または下層雲)の判別



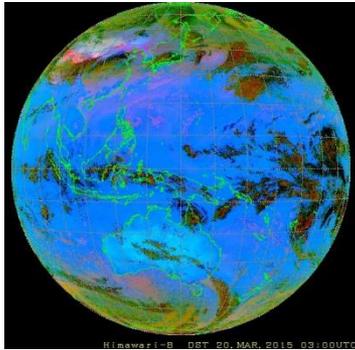
ひまわり8号観測波長

バンド		中心波長 (μm)
1	可視 VIS	0.47
2		0.51
3		0.64
4	近赤外 NIR	0.86
5		1.6
6		2.3
7	赤外 IR	3.9 ✓
8		6.2
9		6.9
10		7.3
11		8.6
12		9.6
13		10.4 ✓
14		11.2
15		12.4 ✓
16		13.3

表示色	解釈	RGB値	16進数
	雲頂の高い厚い雲域	140,10,0	A8C
	雲頂輝度温度-50度以下の厚い雲域	-	-
	薄い上層雲	0,0,60	3C0000
	厚い中層雲	140,120,70	46788C
	薄い中層雲	0,120,90	5A7800
	下層雲(高緯度)	200,250,170	AAFAC8
	下層雲(低緯度)	169,199,229	E5C7A9
	海	123,128,233	E9807B
	陸	192,100,165	A564C0

表示される色調の解釈

ダストRGB (Dust)



- **R : IR10.4-IR12.4**
階調 : -2.6 ~ 6.7 [K] ガンマ : 1.0
- **G : IR8.6-IR10.4**
階調 : 1.0~10.9 [K] ガンマ : 2.5
- **B : IR10.4(反転)**
階調 : 288.7 ~ 261.2 [K] ガンマ : 1.0
- **用途**
 - ・黄砂などのDust(砂塵)
 - ・火山灰
 - ・雲型判別 など

ひまわり8号観測波長

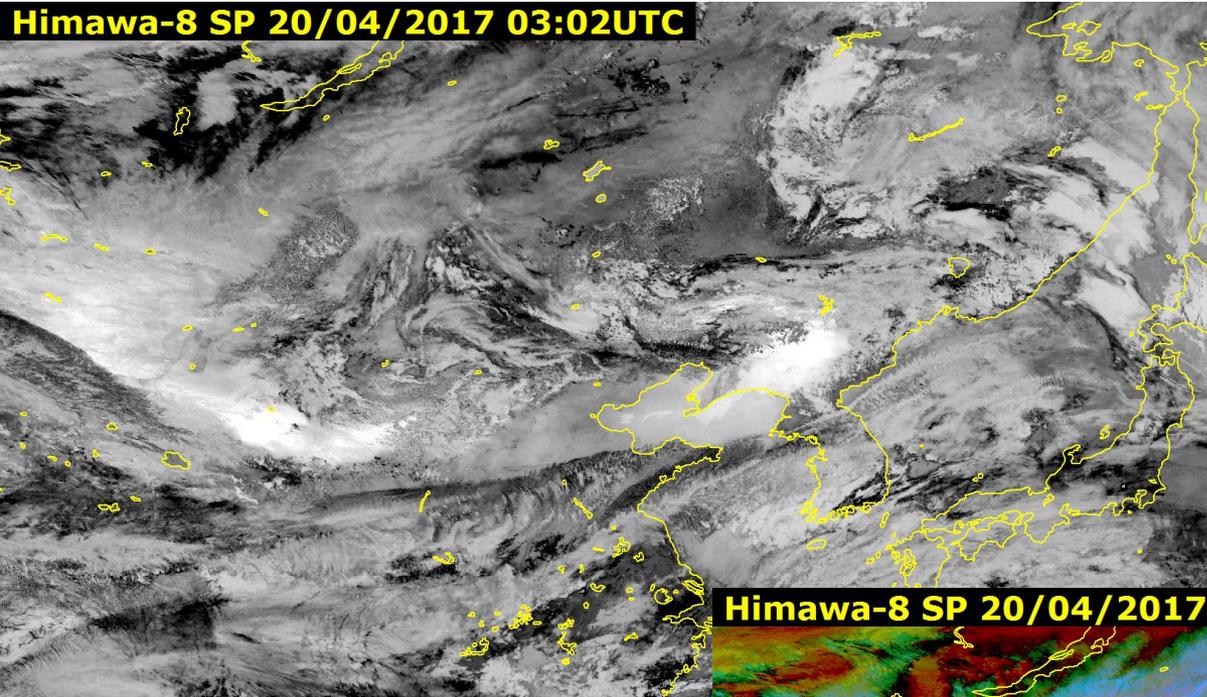
バンド		中心波長 (μm)
1	可視 VIS	0.47
2		0.51
3		0.64
4	近赤外 NIR	0.86
5		1.6
6		2.3
7	赤外 IR	3.9
8		6.2
9		6.9
10		7.3
11		8.6 ✓
12		9.6
13		10.4 ✓
14		11.2
15		12.4 ✓
16		13.3

分厚く・高い雲域		薄い巻雲	
厚い中層雲		薄い中層雲	
下層雲(高緯度)		黄砂・火山灰	
暖かい砂漠	冷たい砂漠	暖かい陸地	冷たい陸地

表示される色調の解釈(主要なもの)

ダストRGB 黄砂事例

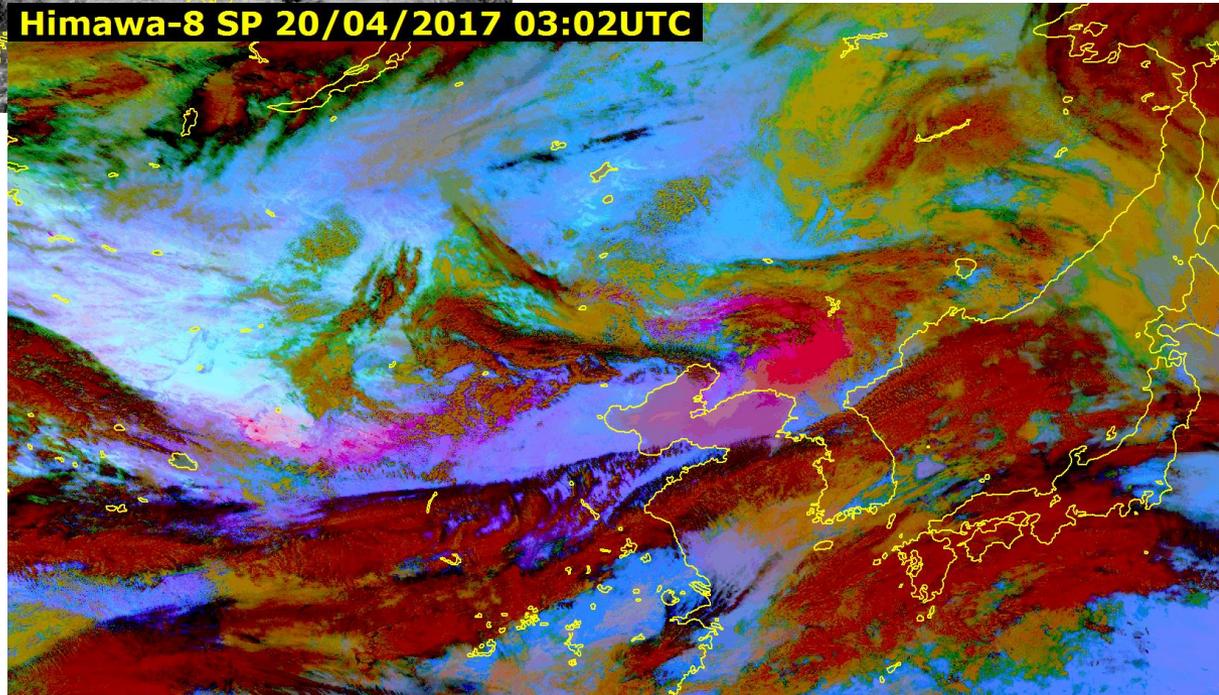
Himawa-8 SP 20/04/2017 03:02UTC



IR10.4-IR12.4
差分画像

厚く・高い雲域	
黄砂	厚い中層雲
	下層雲(高緯度)
暖かい砂漠	冷たい砂漠

Himawa-8 SP 20/04/2017 03:02UTC



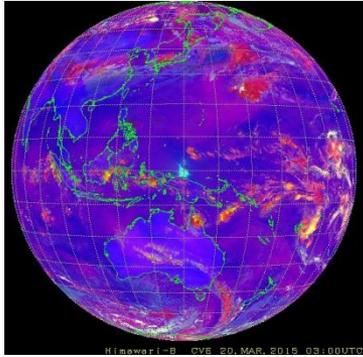
ダストRGB

2017-04-20 03 UTC

～2017-04-21 03 UTC

華北・朝鮮半島北部付近の黄砂とみられる「ピンク色」の領域がそれぞれ南東進・東進している。海上では陸上と比べて不明瞭になる。

日中対流雲RGB (Day Convective Storms)



- **R : WV6.2–WV7.3**
階調 : -35~5 [K] ガンマ : 1.0
- **G : IR3.9–IR10.4**
階調 : -5~60 [K] ガンマ : 0.5
- **B : NIR1.6–VIS0.64**
階調 : -75~25 [%] ガンマ : 1.0

• 用途

- ・突風や竜巻などシビアな現象を伴う対流雲の判別

表示される色調の解釈

降水を伴う厚い雲 (ただし、降水は必ずしも地上に到達しない)	降水を伴う厚い雲 (強い上昇流とシビアな現象を伴う積乱雲)
大きな氷晶含む薄い上層雲	小さな氷晶含む薄い上層雲
海	陸

ひまわり8号観測波長

バンド		中心波長 (μm)
1	可視 VIS	0.47
2		0.51
3		0.64 ✓
4	近赤外 NIR	0.86
5		1.6 ✓
6		2.3
7	赤外 IR	3.9 ✓
8		6.2 ✓
9		6.9
10		7.3 ✓
11		8.6
12		9.6
13		10.4 ✓
14		11.2
15		12.4
16		13.3

日中対流雲RGB マレー半島周辺の積乱雲

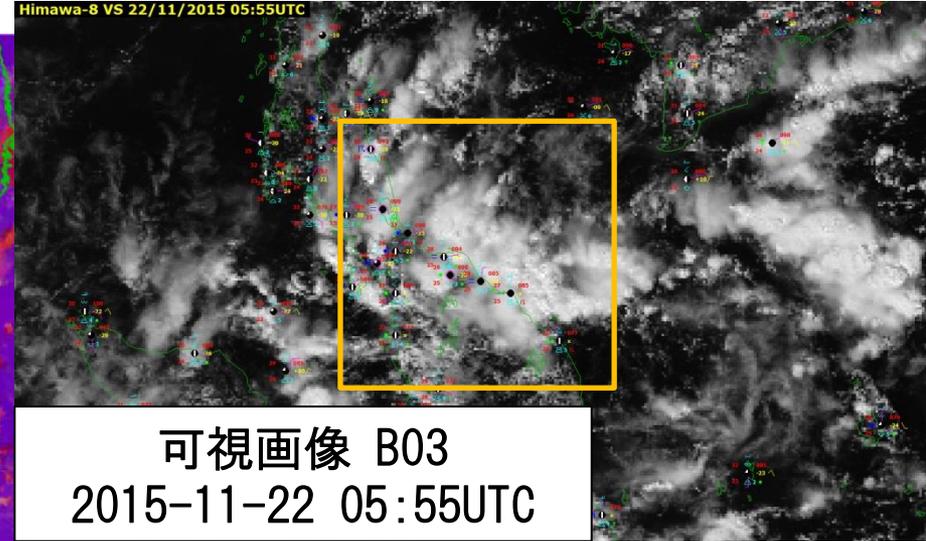
Himawa-8 S6 22/11/2015 05:55UTC

対流活動が活発な雲域

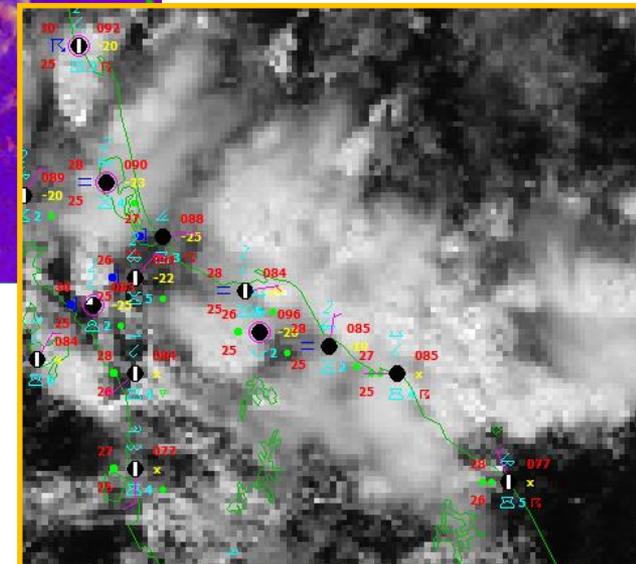


日中対流雲RGB
2015-11-22 05:55UTC

Himawa-8 VS 22/11/2015 05:55UTC



可視画像 B03
2015-11-22 05:55UTC



降水を伴う厚い雲
(降水は必ずしも
地上に到達しない)

降水を伴う厚い雲
(強い上昇流とシビア
現象を伴う積乱雲)



積乱雲・雄大積
雲



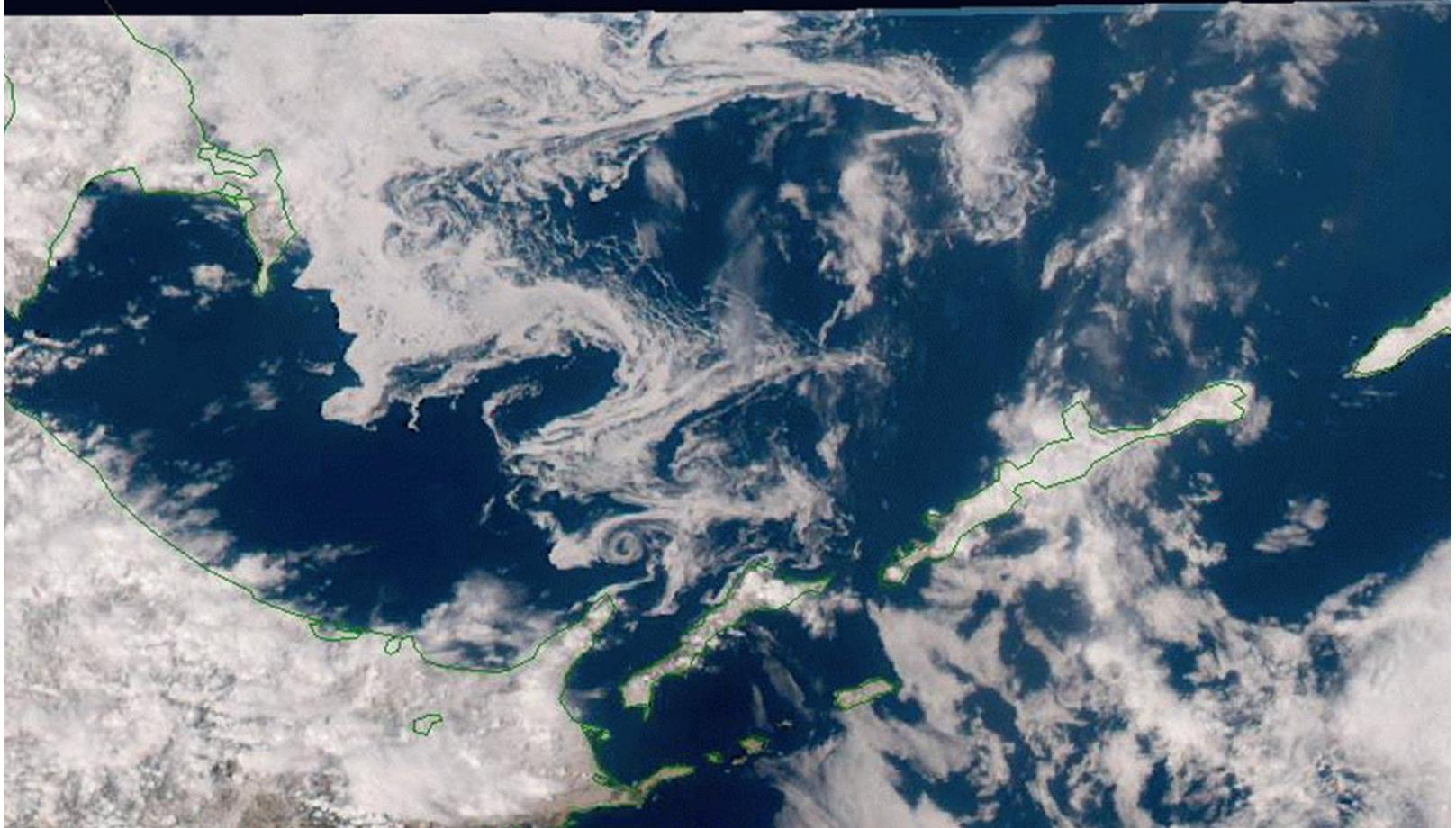
雷電

- RGB合成画像とは
- RGB合成画像のレシピ
- 事例紹介（既存RGB）
- 新しいRGB合成画像
- RGB合成画像の応用

海氷

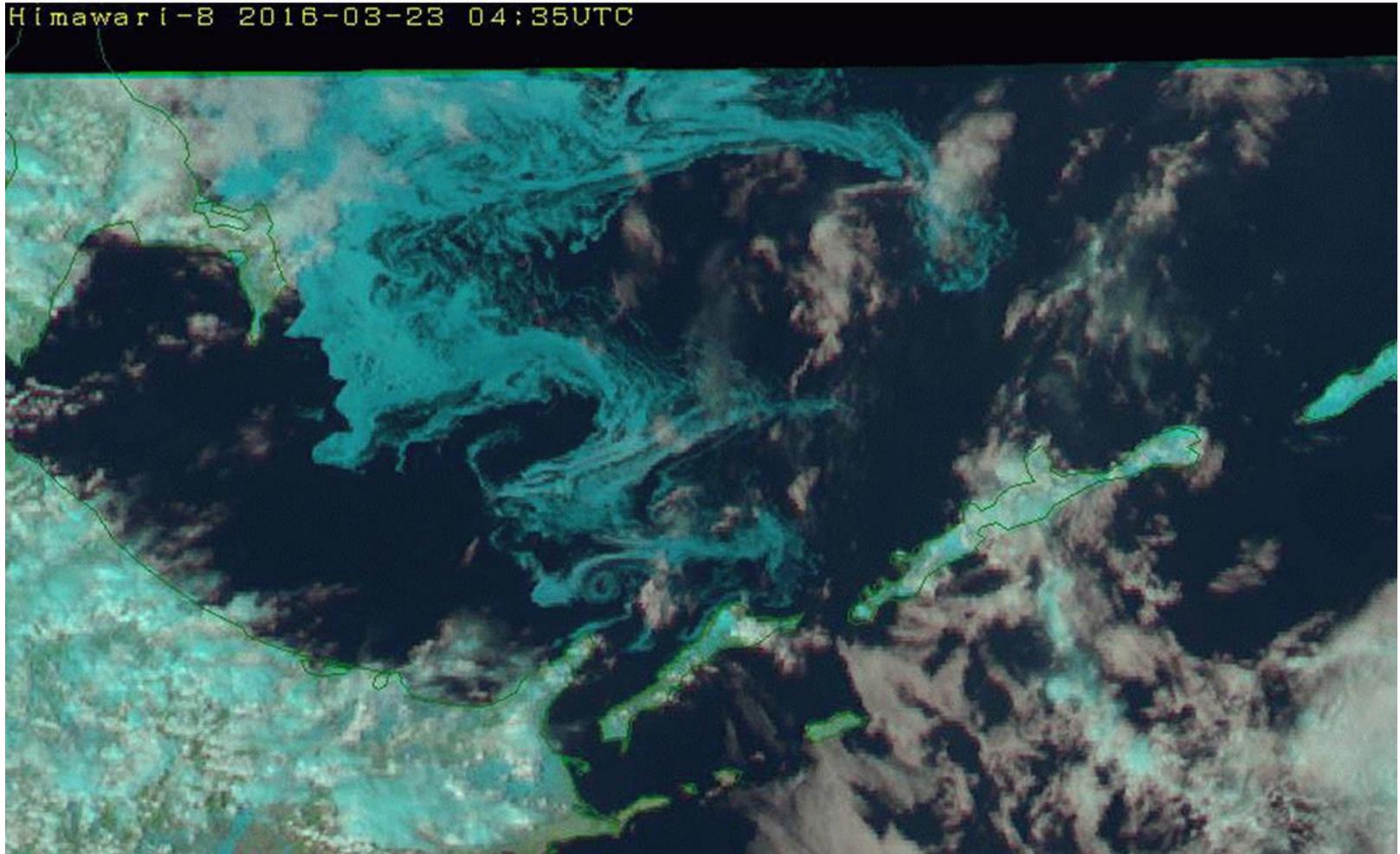
True Color再現画像

Himawari-8 2016.03.23 04:35:15UTC



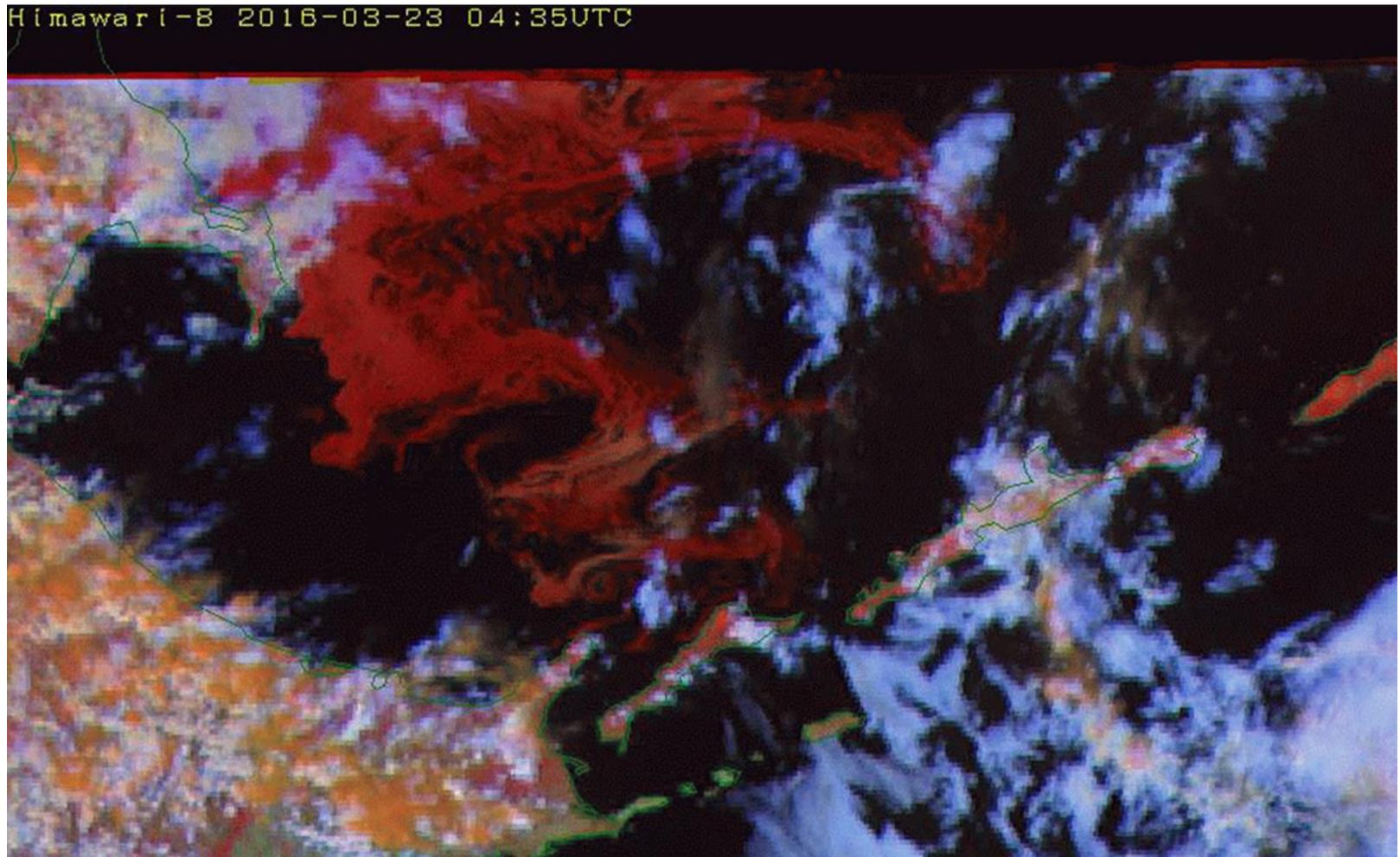
海氷

日中自然色 RGB (Day Natural Color)



海氷

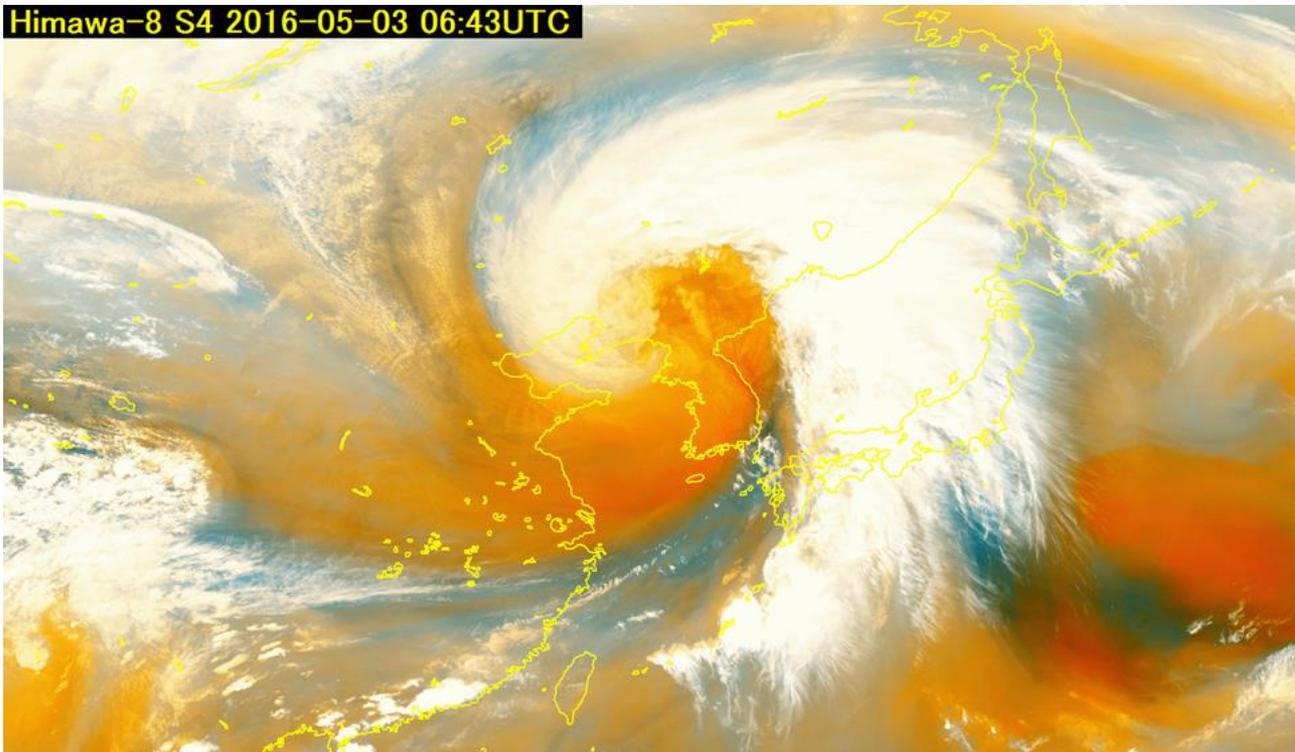
日中雪・霧 RGB (Day Snow-Fog)



- RGB合成画像とは
- RGB合成画像のレシピ
- 事例紹介（既存RGB）
- 新しいRGB合成画像
- RGB合成画像の応用

Differential Water Vapor RGB (差分水蒸気RGB)

Himawa-8 S4 2016-05-03 06:43UTC



主な用途:
中上層にまたがる水蒸気分布からトラフ、リッジ、暗化などを見る

雲頂高度の高い雲

上層:湿潤

上層:乾燥
中層:湿潤

中層の雲

上中層:乾燥

色解釈(調査中)

2016年5月3日 東アジア

既存のRGB合成画像とは異なる画種の組合せ

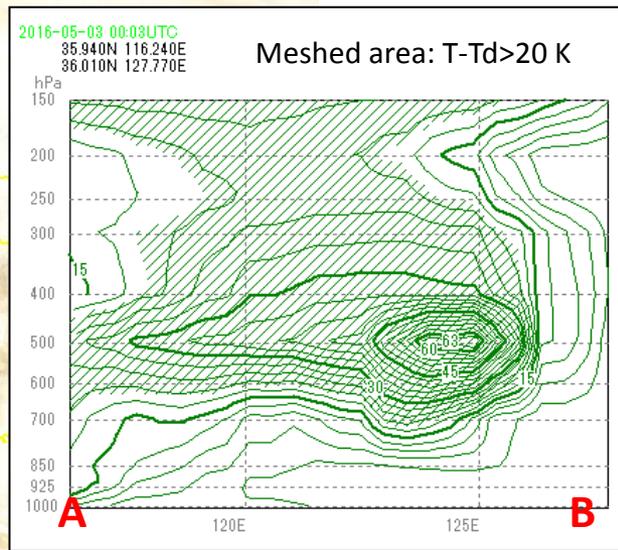
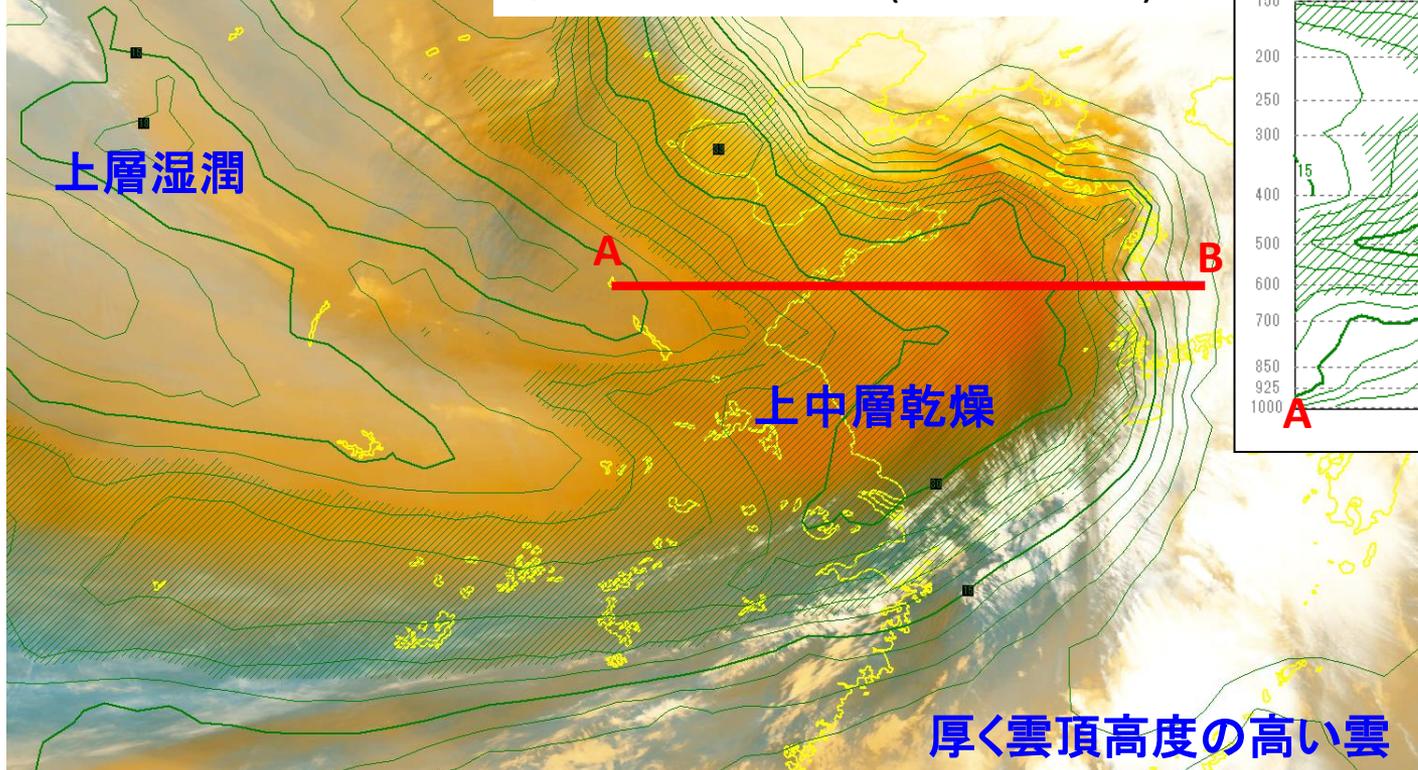
- 上中層が湿潤または乾燥、または厚い雲
- 中層の水蒸気分布
- 上層の水蒸気分布

	Band	Gamma	TBB Range
R	B10(WV7.3)-B08(WV6.2)	3.5	-3 ~ 30 [K]
G	B10(WV7.3)	2.5	213.15 ~ 278.15 [K]
B	B08(WV6.2)	2.5	208.50 ~ 243.90 [K]

Differential Water Vapor RGB (差分水蒸気RGB) と 数値予報データとの比較

Himawa-8 S4 2016-05-03 00:03UTC

水蒸気RGB+ NWP (400hPa T-Td)

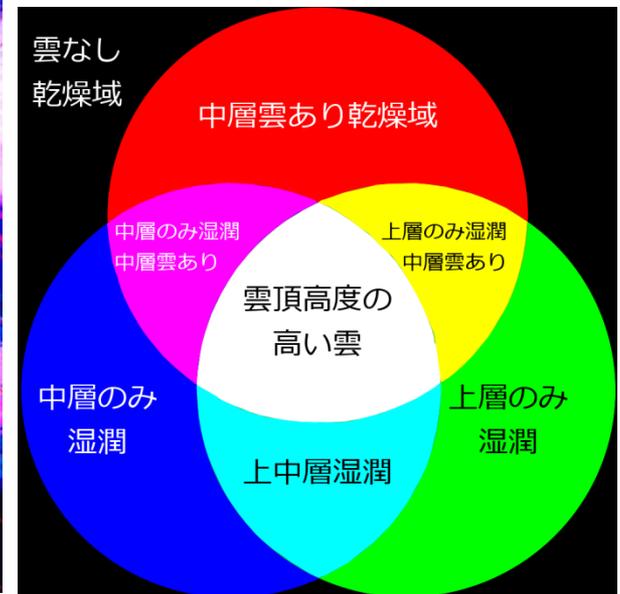
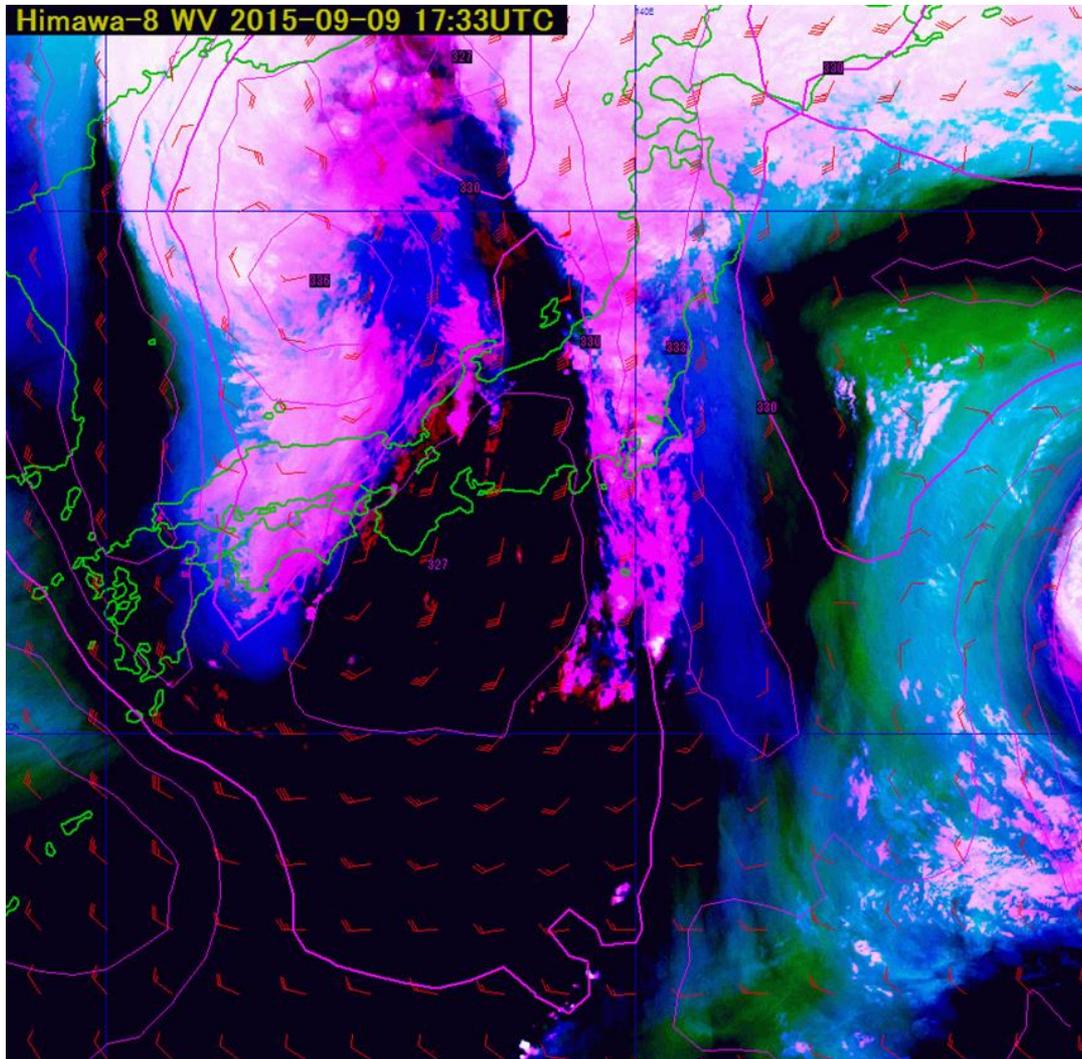


- 雲頂高度の高い雲
- 上層: 湿潤
- 上層: 乾燥
中層: 湿潤
- 上中層: 乾燥

中層の雲

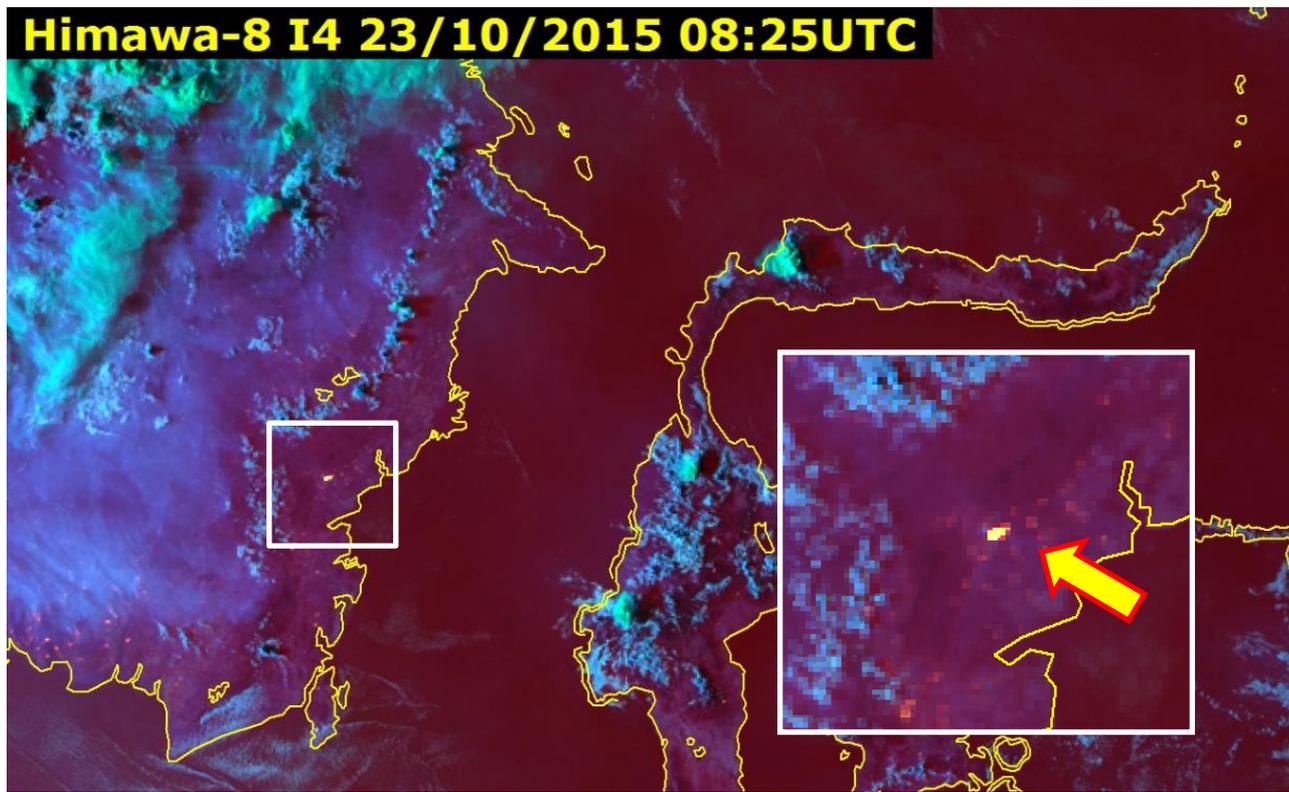
色解釈(調査中)

水蒸気RGB (Simple Water Vapor RGB)

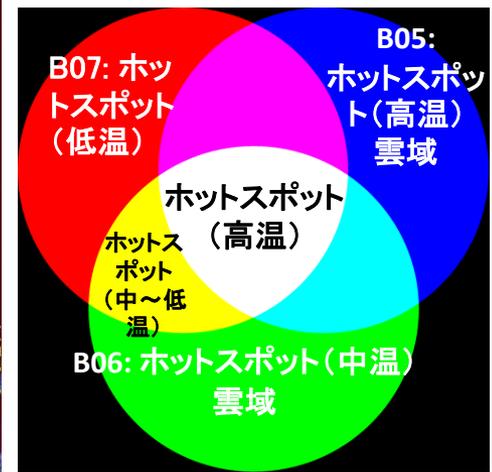


Fire Temperature RGB (火災温度RGB)

Himawa-8 I4 23/10/2015 08:25UTC



主な用途:
森林火災等の火元(温度の高い小領域)の検出



各画像のRGB表示色への寄与と色調解釈

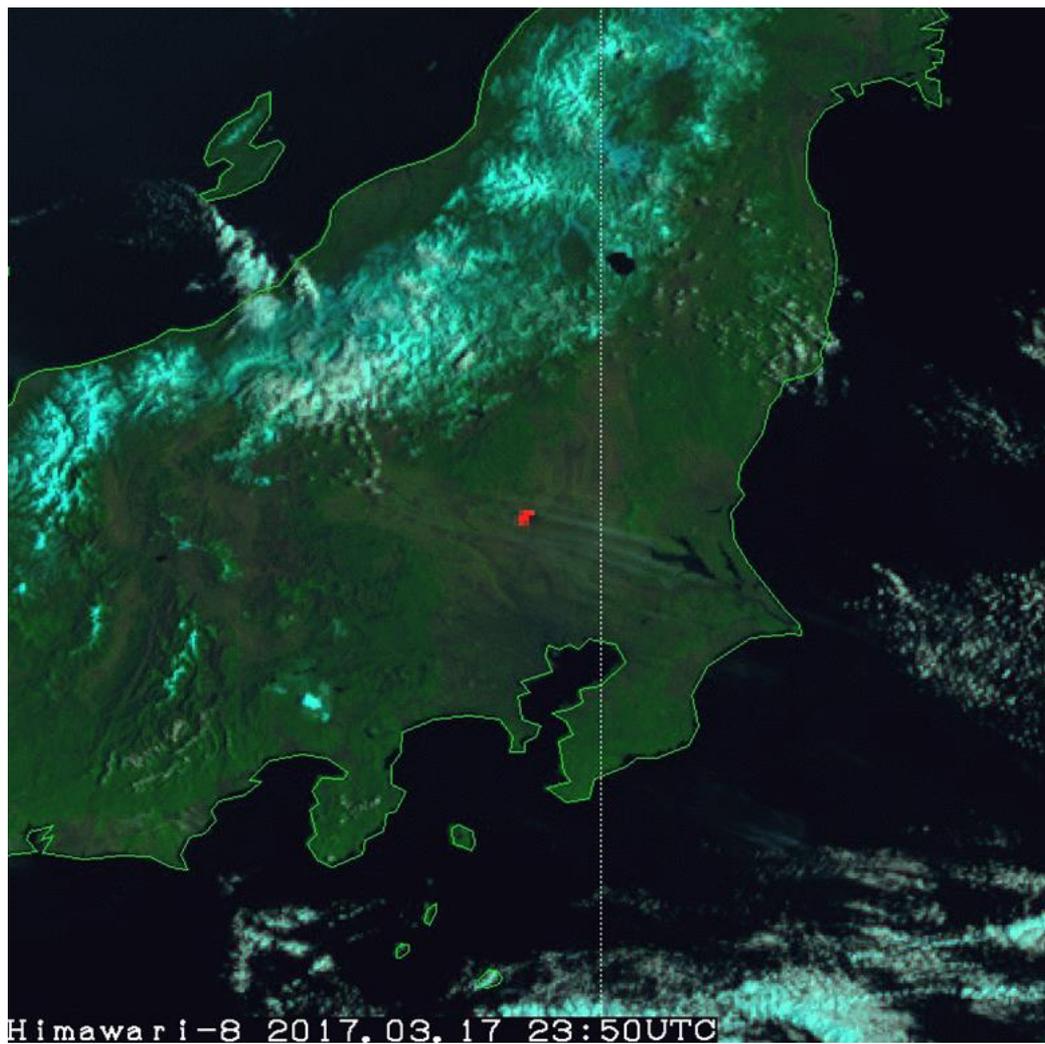
2015年10月23日 インドネシア ボルネオ・スラウェシ島付近

	Band	Gamma	TBB/Reflectivity range
R	B07(I4 3.9)	1.0	273.00~350.00 [K]
G	B06(N3 2.3)	1.0	0.0~0.6
B	B05(N2 1.6)	1.0	0.0~0.6

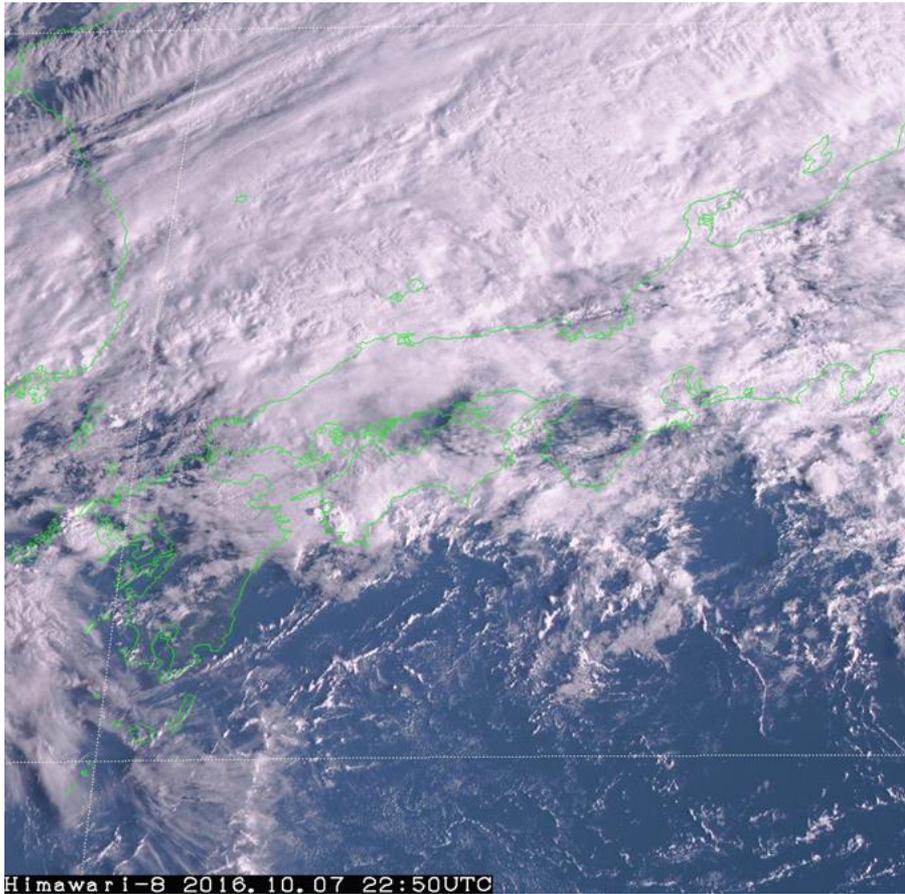
静止気象衛星初搭載の近赤外画像 B06(2.3μm)を使用

渡良瀬遊水地ヨシ焼き

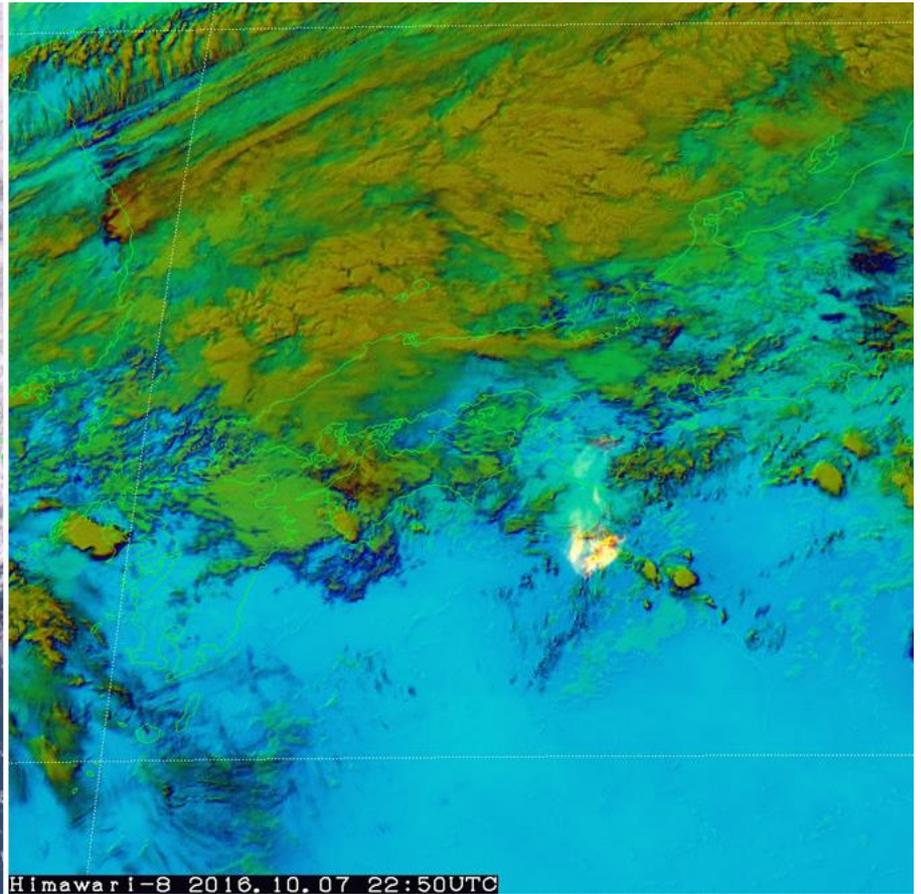
Natural Fire Color RGB



火山ガスRGB (SO2 RGB)



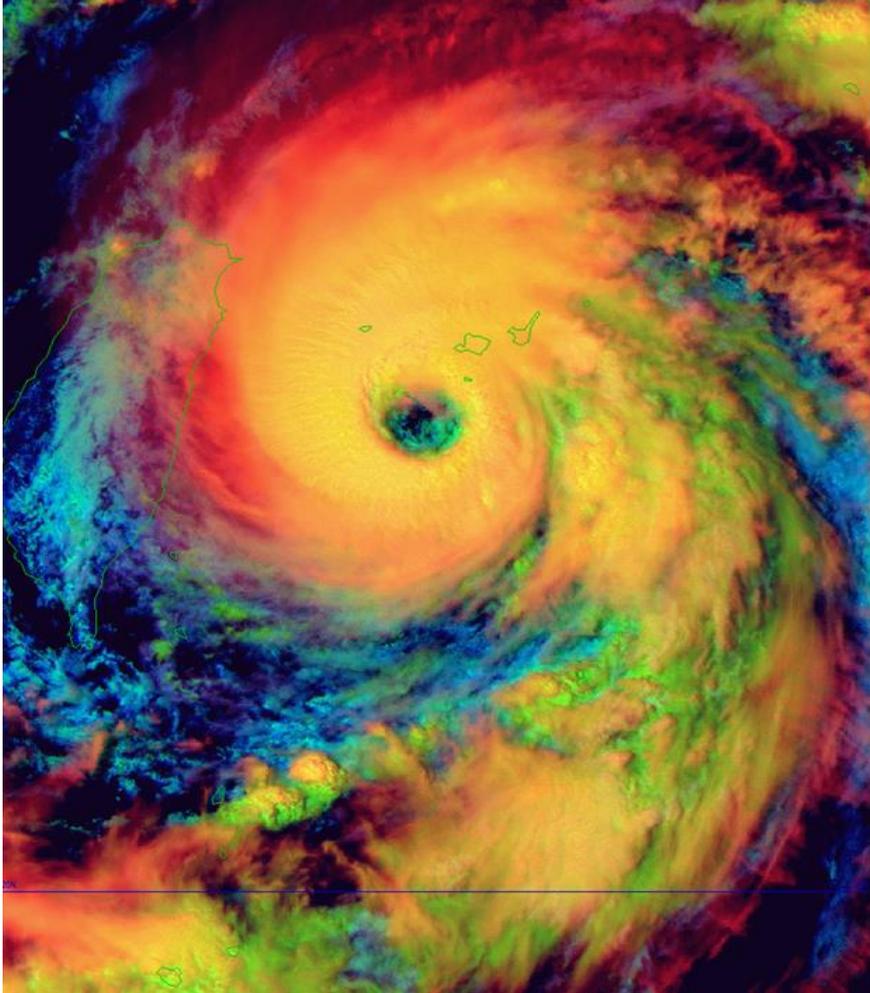
トゥルーカラー (True Color RGB)



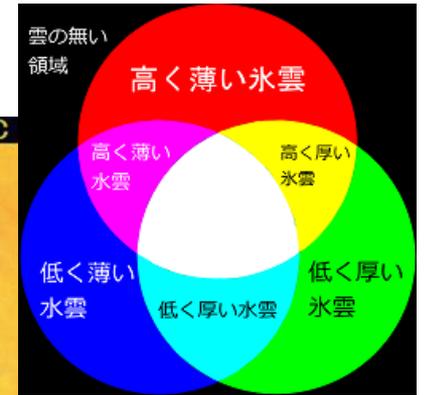
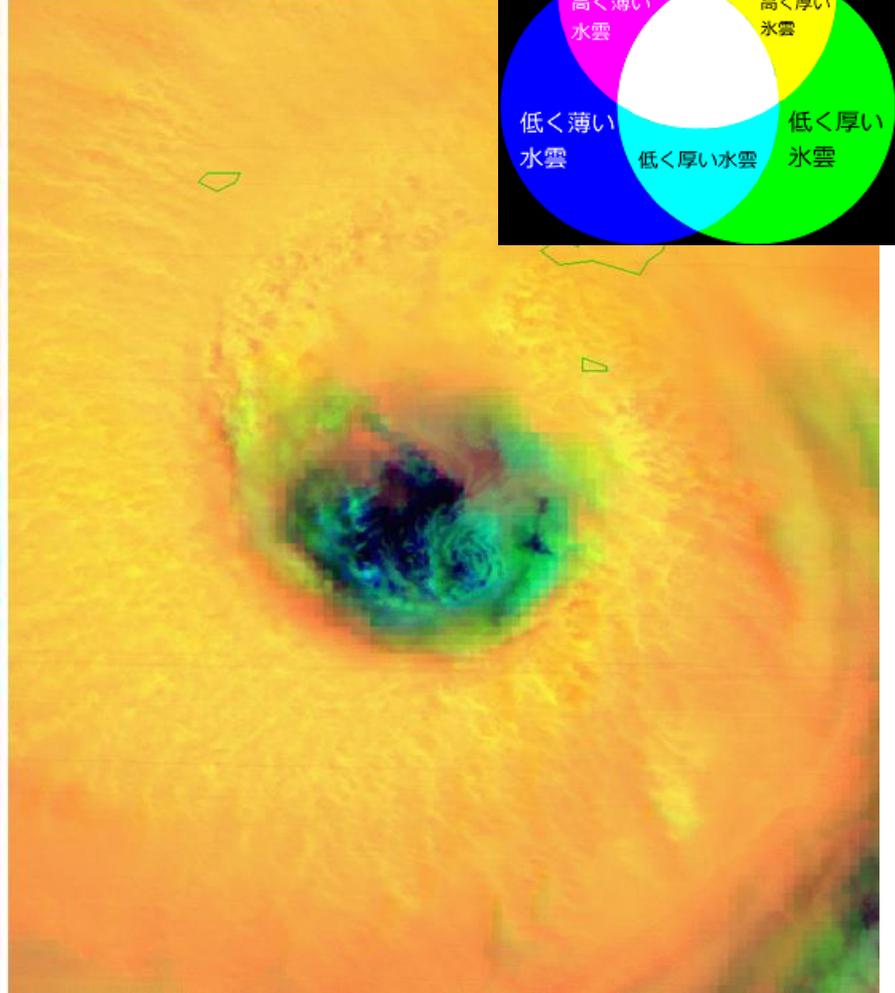
火山ガス (SO2 RGB)

雲相RGB

Himawa-8 N2 2015-08-23 05:10UTC



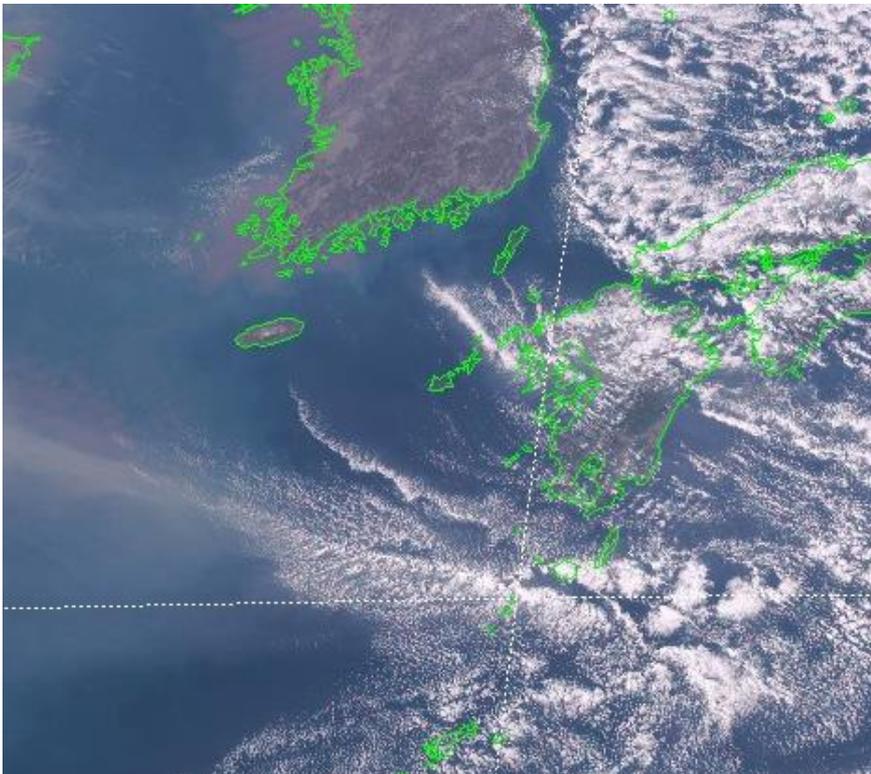
Himawa-8 N2 2015-08-23 05:13UTC



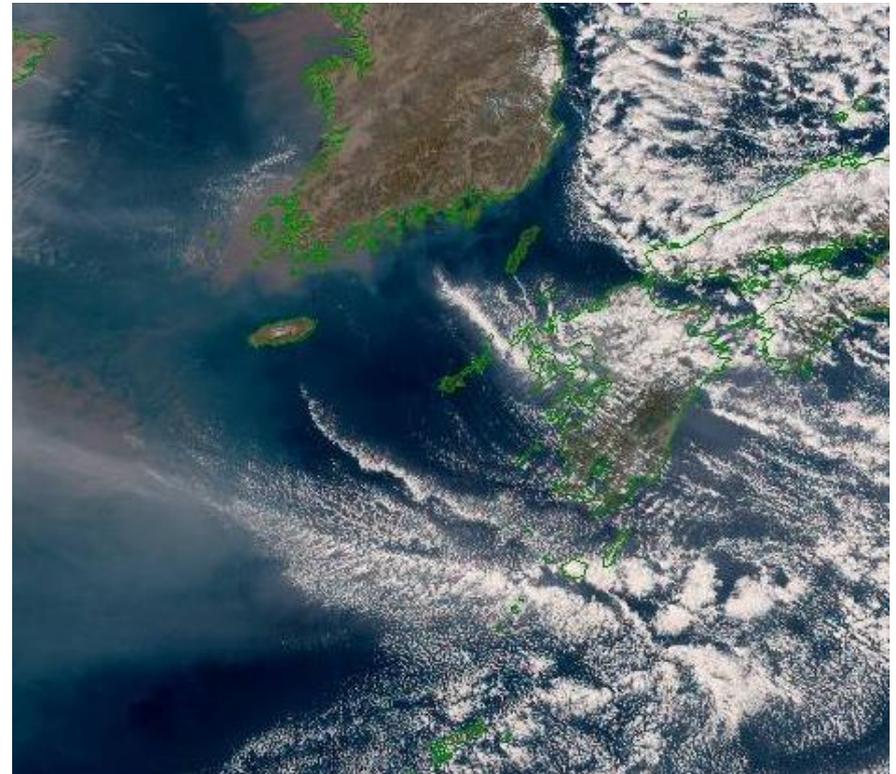
- RGB合成画像とは
- RGB合成画像のレシピ
- 事例紹介（既存RGB）
- 新しいRGB合成画像
- RGB合成画像の応用

True Color再現画像 (1)

- True Color 再現画像はTrue Color RGB画像の改良版
- レイリー散乱の効果を除く。バンド04を利用し、色を補正



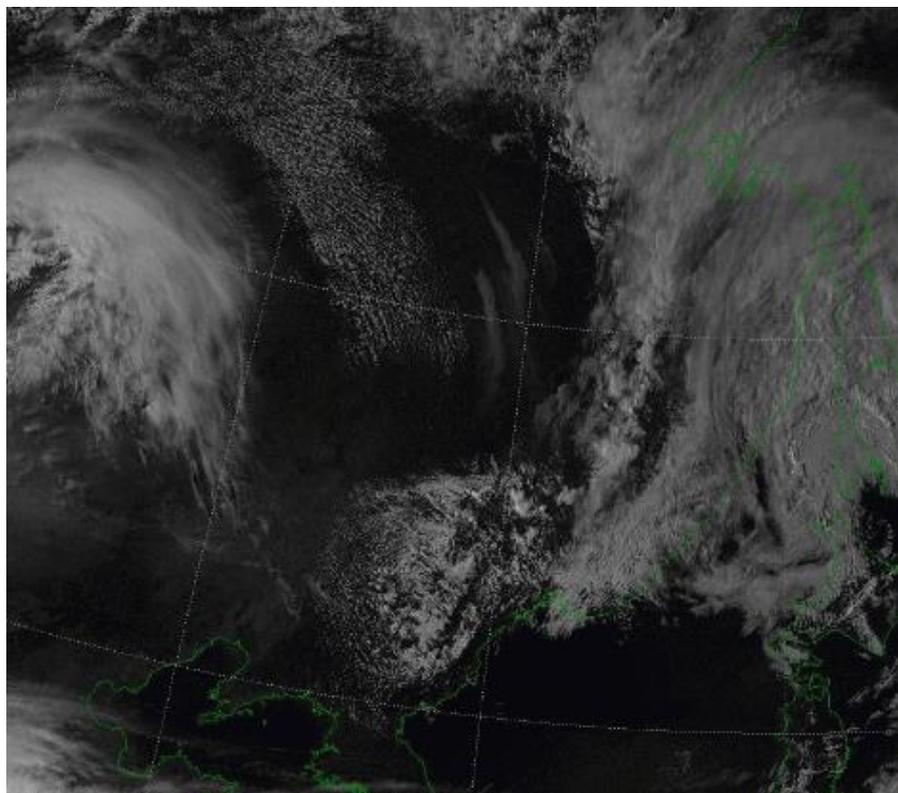
True Color RGB



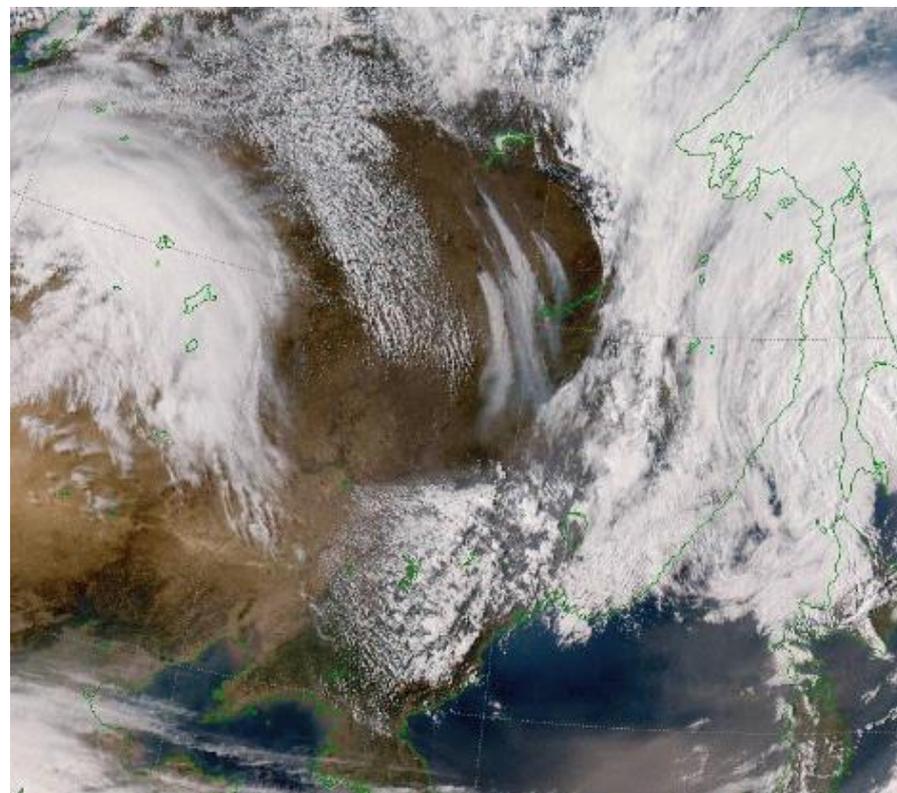
True Color再現画像

シベリアの森林火災

True Color 再現画像 (2)



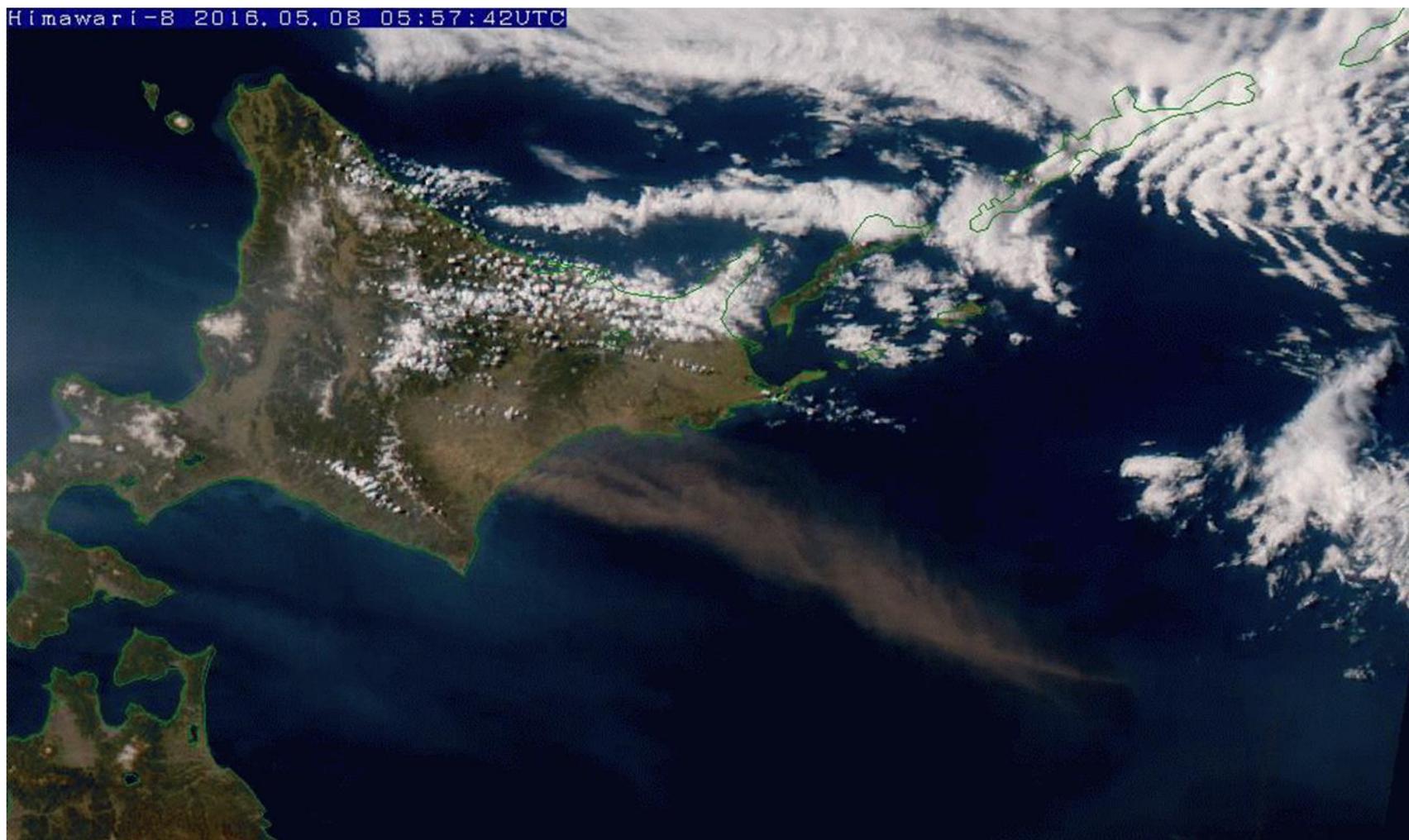
可視画像 (バンド03)



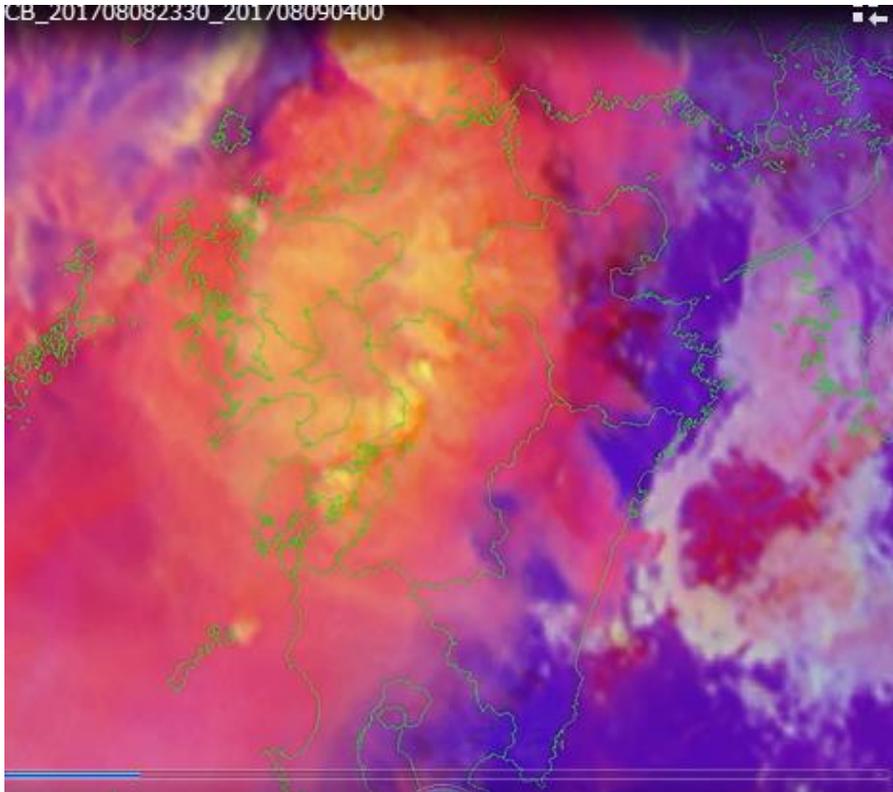
True Color 再現画像

北海道十勝平野の砂埃

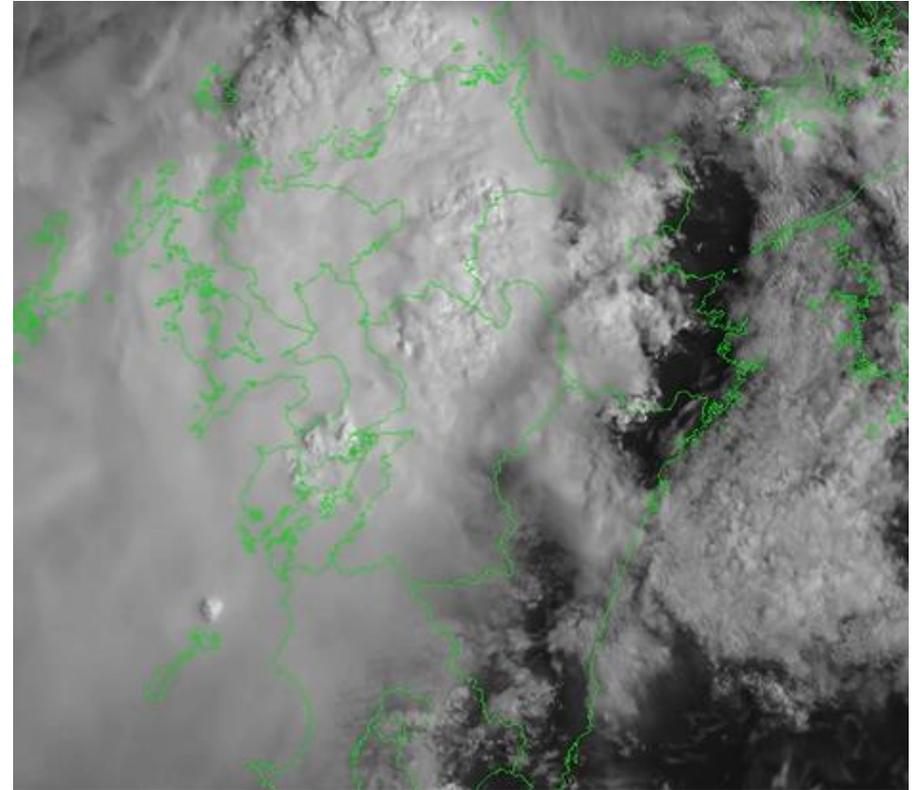
True Color 再現画像 (3)



RGB画像と可視画像の重ね合わせ (1)

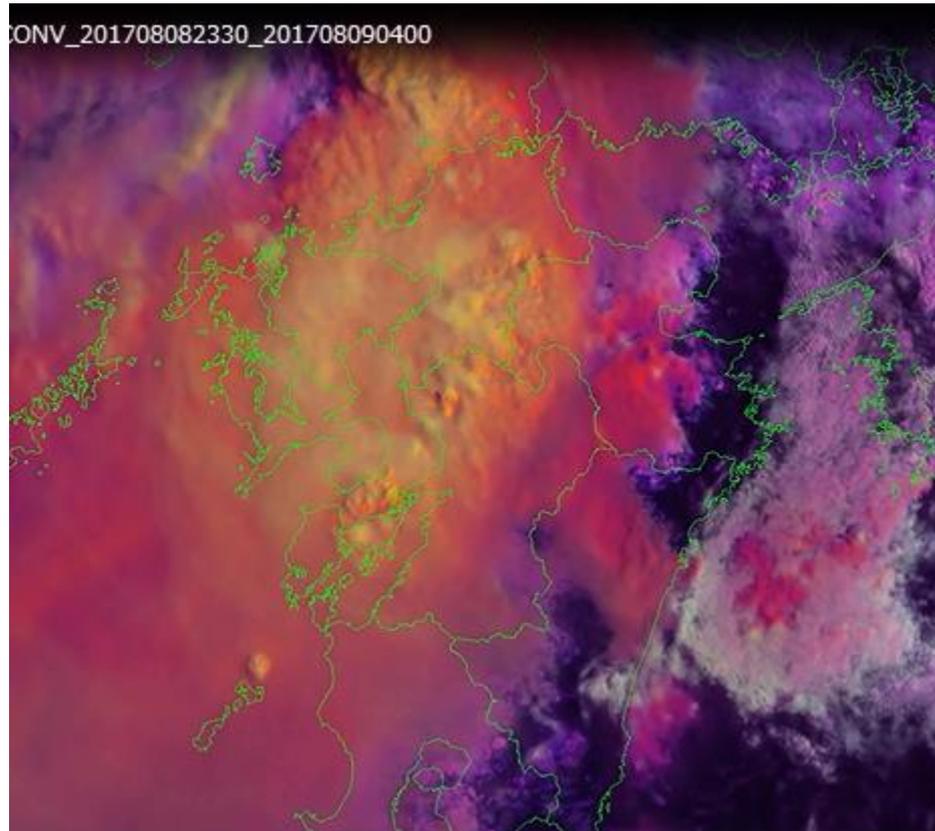


日中对流雲 (Day Convective Storms)



可視画像 (バンド03)

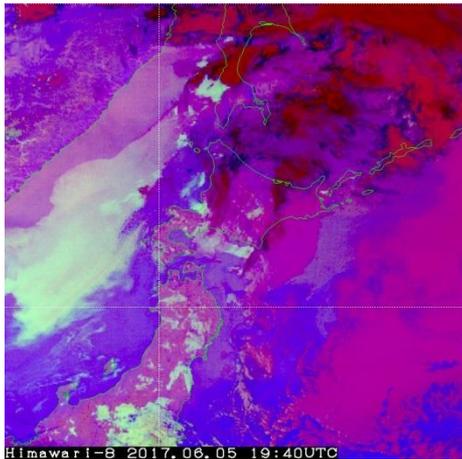
RGB画像と可視画像の重ね合わせ (2)



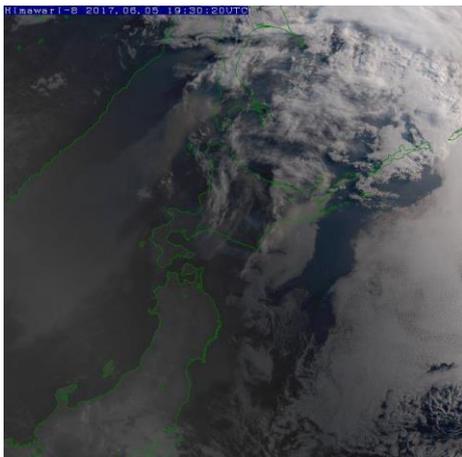
日中对流雲（Day Convective Storms）と可視画像（バンド03）を重ね合わせる
ることにより、RGB画像が高解像度となり対流雲が影を持ち立体的に見える

霧の検出プロダクト

RGB合成画像（霧・下層雲が水色）

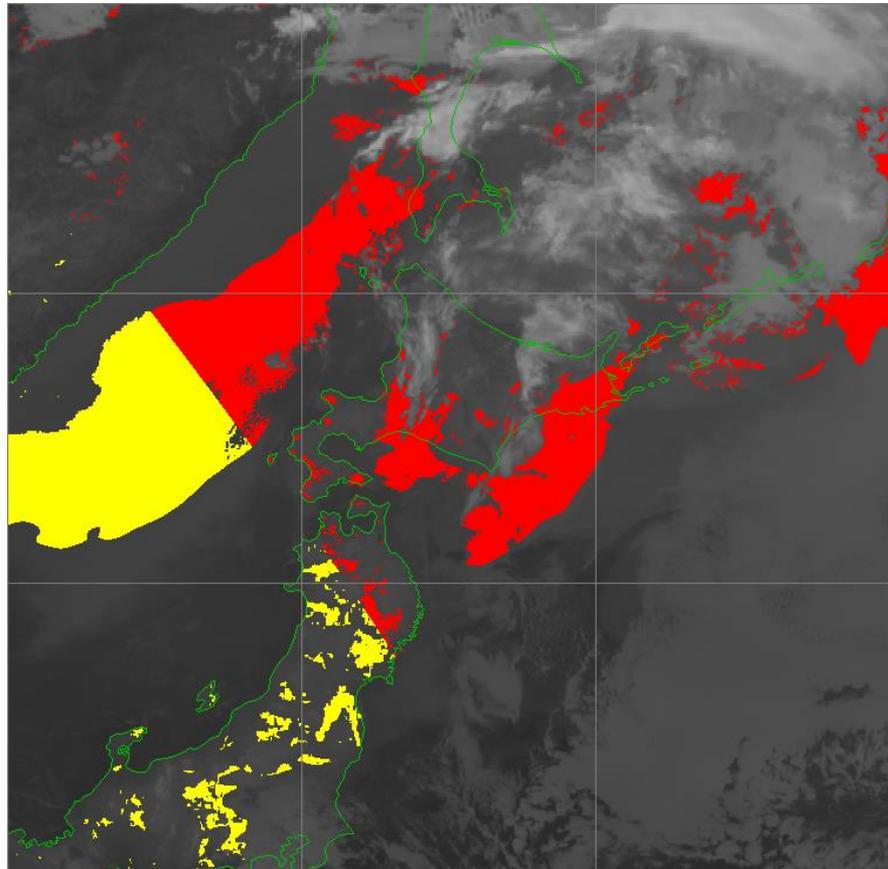


True Color再現画像



2017. 06. 05. 1600UTC~2017. 06. 05. 2350UTC

RGB合成画像等と数値予報結果を組み合わせることで霧領域を判別
黄色：夜間判別、 赤色：日中判別



RGB合成画像利用の各段階

各バンドの画像特性の知見

- 新しいRGB合成画像の開発
- RGB合成画像の的確な利用

現象や状態を把握

- 火山灰、火山ガス
- 水蒸気の流入
- 黄砂、森林火災
- 大気汚染、海洋汚染
- 積雪、流水
- 霧／下層雲
- 積乱雲、等々

高度利用

- 衛星プロダクトの開発
- 火山、環境分野等のプロダクトへの応用
- その他

参考資料

- 気象衛星センター技術報告 第 62 号 (2017) 「ひまわり8号・AHIの16バンド画像の特性」
 - <http://www.data.jma.go.jp/mscweb/technotes/msctechrep62-3.pdf>
- 平成27年度予報技術研修テキスト「第6章 ひまわり8号RGB合成画像の基礎」
 - <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/yohkens/yohkens.html>
- 平成28年度予報技術研修テキスト「第6章 ひまわり8号の画像を利用した霧の監視」
 - <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/yohkens/yohkens.html>
- 気象庁ホームページ「気象衛星観測について」
 - <http://www.jma-net.go.jp/sat/satellite/satellite.html>
- 気象衛星センター外国気象機関向けWebページ「Himawari RGB Training Library」
 - http://www.data.jma.go.jp/mscweb/en/VRL/VLab_RGB/RGBImage.html
- 気象衛星センター外国気象機関向けWebページ「Himawari Real-Time Image」
 - <http://www.data.jma.go.jp/mscweb/data/himawari/index.html>
 - http://www.data.jma.go.jp/mscweb/data/himawari/sat_img.php?area=jpn