

## 第6章 ひまわり8号 RGB 合成画像の基礎\*

### 6.1 はじめに

2015年7月7日より運用開始となった新衛星(ひまわり8号)は、これまでのひまわり6号・7号に比べて、多チャンネル化、高解像度化、高頻度化等が図られている。特に多チャンネル化については、観測画像の種類が従来の5種類から16種類へと増加したため、観測画像の有効活用を図るためには新しい技術の導入が必要となってきている。RGB合成画像は、数種類の観測画像の情報を1つのカラーに凝縮して表示する技術を用いている。これは解析対象の雲域や現象が色で表示されるため、衛星画像を利用する初心者にとってもわかりやすい画像となっている。ここではRGB合成画像の利用のための基礎として、ひまわり8号の16種類の観測画像の特徴とWMOが推奨する標準的なRGB合成画像などについて紹介する。

### 6.2 ひまわり8号観測画像

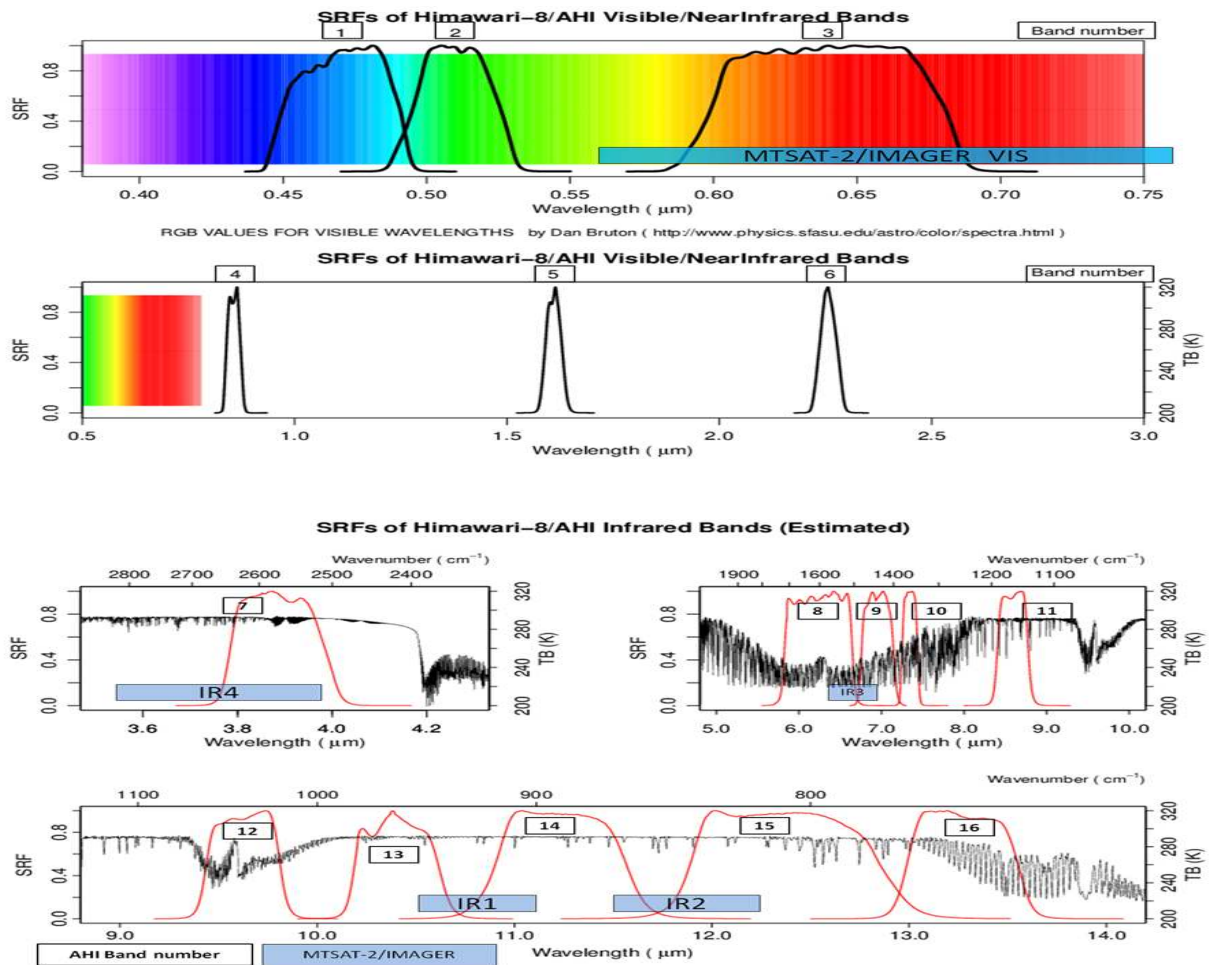
#### 6.2.1 ひまわり8号観測バンドの概要

第6.2.1表には、ひまわり8号の観測バンドの特徴を示した。ひまわり8号の観測バンドは、多チャンネル化が図られ、可視域と近赤外域がそれぞれ3バンド、赤外域が10バンドとなっており、赤外域のバンドには、新たに2つの水蒸気バンドが追加されている。また、オゾンや二酸化硫黄、二酸化炭素の吸収バンドも追加となっている。またひまわり8号では、観測画像の高解像度化も図られており、可視画像は0.5km~1kmに、各種赤外画像も2km(近赤外画像は1~2km)の高解像度となっている。さらに、ひまわり8号では、全球画像が10分毎の観測となり、撮像の範囲を指定して高頻度に観測する小領域観測についても2.5分毎の観測となっていて、いっそうの高頻度化が図られている。

第6.2.1表 ひまわり8号の観測バンド

バンド		中心波長 ( $\mu\text{m}$ )	ひまわり 6号、7号 相当	解像度 衛星直下 点 (km)	階調数	用途
1	可視	0.47	VIS	1	2,048	植生、エアロゾル
2		0.51				植生、エアロゾル
3		0.64				下層雲・霧、植生
4	近赤外	0.86		1	2,048	植生、エアロゾル
5		1.6				雲相判別
6		2.3				雲粒有効半径
7	赤外	3.9	IR4	2	16,384	下層雲・霧、自然火災
8		6.2	WV		2,048	上層水蒸気量
9		6.9			4,096	上・中層水蒸気量
10		7.3			4,096	中層水蒸気量
11		8.6			4,096	雲相判別、SO <sub>2</sub> 検出
12		9.6			4,096	オゾン全量
13		10.4	IR1		4,096	雲画像、雲頂情報
14		11.2				雲画像、海面水温
15		12.4	IR2			雲画像、海面水温
16			13.3			2,048

\*寺坂 義幸(気象衛星センターデータ処理部解析課)



第 6.2.1 図 ひまわり 8 号 各バンドの観測波長

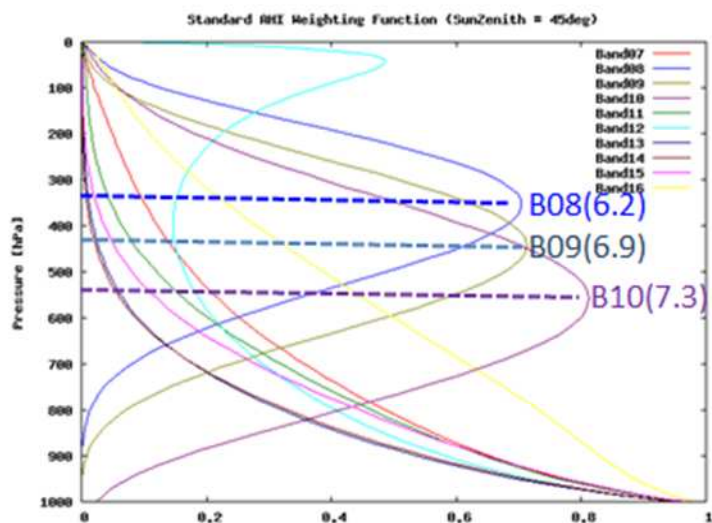
第 6.2.1 図には、ひまわり 8 号の各バンドの観測波長を示した。図の横軸は観測波長、縦軸は太陽光の反射率または赤外輝度温度を示している。観測バンドの番号が付加された山形の線は、各バンドの感度特性を示している。また、黒の細い線は大気透過率を示している。

ひまわり 8 号の観測バンドの内、可視域には青い光の領域、緑の光の領域、赤い光の領域に感度の中心を持つ 3 つの観測バンドがある。この内の B03(0.64 μm)は、ひまわり 6 号・7 号の従来の可視画像に相当する観測バンドである。

近赤外バンドに関しては、可視バンドと同様の扱いとなっていて、各画素のレベル値はアルベドで表現している。B04(0.86 μm)は、日中の植生や土壌がよく見えるバンドである。また B05(1.6 μm)は、日中の太陽光の反射を用いて水雲と氷晶雲とを判別できる。B06(2.3 μm)では、他のバンドと組み合わせて、日中における雲粒の大きさなどがわかる。

赤外域については、水蒸気や赤外線吸収気体による影響の少ない「大気の窓」領域に B07(3.9 μm)、B11(8.6 μm)、B13(10.4 μm)、B14(11.2 μm)、B15(12.4 μm)の 5 つのバンドがある。この内、B07(3.9 μm)は従来の赤外 4 画像に相当し、B13(10.4 μm)は従来の赤外画像(IR1)、B15(12.4 μm)は赤外 2 画像(IR2)に相当する。なお、B11(8.6 μm)については、二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>)等の吸収帯もあるが、比較的大気吸収の影響が少ないバンドのため、「大気の窓領域」とした。

水蒸気バンドに関しては、B08(6.2  $\mu\text{m}$ ) が従来の水蒸気画像に相当し、B09(6.9  $\mu\text{m}$ )、B10(7.3  $\mu\text{m}$ )の2つのバンドが新たに追加となっている。第 6.2.2 図には、各赤外バンドの荷重関数を示した(横軸がセンサーの感度、縦軸が大気の高さを示す)。これを見ると、従来の水蒸気画像に相当する B08(6.2  $\mu\text{m}$ )の感度の中心は、概ね 350hPa 付近(季節によって変化する)にある。これに対し、新しく追加された B09(6.9  $\mu\text{m}$ )は概ね 450hPa 付近、B10(7.3  $\mu\text{m}$ )は概ね 550hPa 付近の高度に感度の中心があることがわかる。従って、B09(6.9  $\mu\text{m}$ )及び B10(7.3  $\mu\text{m}$ )の水蒸気画像は、従来の水蒸気画像よりも、やや低い高度の湿りの状況を示していることがわかる。ところで、B10(7.3  $\mu\text{m}$ )の水蒸気バンドには、水蒸気の吸収帯の他に、二酸化硫黄( $\text{SO}_2$ )の吸収帯もあり、火山噴火等で排出された火山ガス(二酸化硫黄( $\text{SO}_2$ ))の影響も受ける。なお、ひまわり 8 号には、火山ガス(二酸化硫黄( $\text{SO}_2$ ))の検出のための赤外バンドとしては、B11(8.6  $\mu\text{m}$ ) が用意されている。



第 6.2.2 図 ひまわり 8 号 各赤外バンドの荷重関数

その他の特徴的な観測バンドとして、B12(9.6  $\mu\text{m}$ )は、オゾンの吸収帯となっているため、成層圏下部に多く分布するオゾンの状況がわかる。これにより、オゾントレーサーとして、圏界面の沈降等の変化や、オゾンが多く存在する高緯度の寒冷気団とオゾンが少ない低緯度の暖気団とを区別する気団解析に利用することができる。また、B16(13.3  $\mu\text{m}$ )の観測バンドは、二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )の吸収帯のバンドであり、雲頂高度の計算等に用いられる。

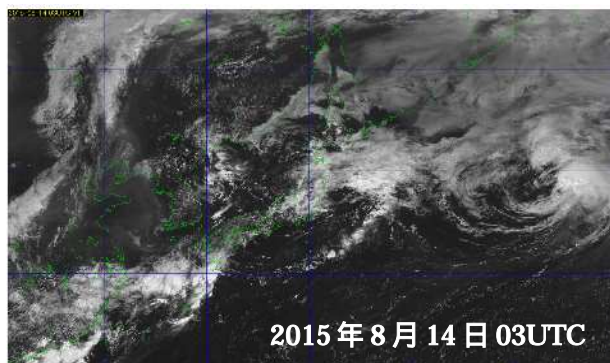
## 6.2.2 ひまわり 8 号観測画像の特徴

各観測バンドの特徴について、次節で説明する各種 RGB 合成画像との関係にも触れながら以下に述べる。

### 6.2.2.1 B01(0.47 $\mu\text{m}$ )画像

バンド B01 (第 6.2.3 図)は、ひまわり 8 号・9 号に搭載された 3 種類の可視バンドの内、0.47  $\mu\text{m}$ に中心波長を持つ観測画像となる。0.47  $\mu\text{m}$ は人間の肉眼では、青色として感じる波長域である。

主な利用用途としては、日中の雲域の観測の他に、砂塵、もや、煙など大気中のエアロゾルの監視が挙げられる。特にエアロゾルの観測に関しては、0.47  $\mu\text{m}$ におけるエアロゾルの光学的厚さ(AOD)が得られる。このエアロゾルの光学的厚さは、「大気混濁度」監視の指標や「気団追跡」の参考資料となる。また、このバンドは大気汚染に関する研究や、晴天放射輝度(Clear Sky Radiance: CSR)にかかわるプロダクトにおける太陽日射の見積もり等に有効利用されている。

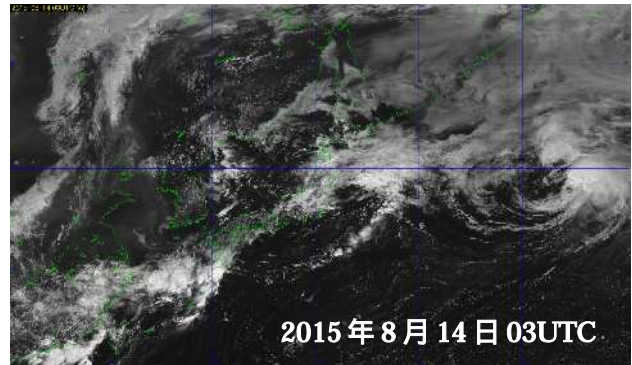


第 6.2.3 図 B01(0.47  $\mu\text{m}$ )画像

#### 6.2.2.2 B02(0.51 μm)画像

バンド B02 (第 6.2.4 図) は、0.51 μm に中心波長を持つ観測画像となる。ひまわり 8 号に搭載された 3 種類の可視バンドの内の 1 つで、人間の肉眼では緑色として感じる波長域である。

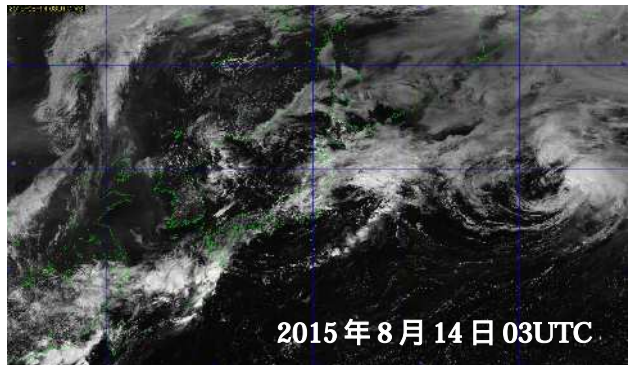
主な利用用途としては、日中の雲域の観測の他に、砂塵、もや、煙など大気中のエアロゾルの監視がある。なお、エアロゾルの光学厚さ(AOD)のプロダクトにおいては、波長 0.5 μm が標準的な観測波長となっている。



第 6.2.4 図 B02(0.51 μm)画像

#### 6.2.2.3 B03(0.64 μm)画像

バンド B03 (第 6.2.5 図) は、0.64 μm に中心波長を持つ観測画像となる。このバンドもひまわり 8 号に搭載された 3 種類の可視バンドの内の 1 つで、人間の肉眼では赤色として感じる波長域である。従来のひまわり 6 号・7 号の可視画像の中心波長は 0.68 μm となっており、このバンド B03(0.64 μm) とほぼ同等な観測波長となっている。このため、観測される画像の特性もひまわり 6 号・7 号の画像と良く似ている。



第 6.2.5 図 B03(0.64 μm)画像

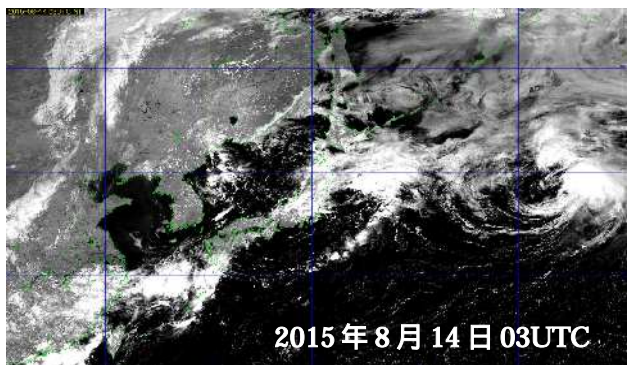
主な利用用途としては、日中の雲域や地表の雪氷域の観測の他、砂塵、もや、煙など大気中のエアロゾルの監視も挙げられる。またこのバンドは、ひまわり 8 号に搭載された観測バンドの中で、最も優れた空間解像度(500 m)を持つ画像が得られる。

ところで、バンド B01(0.47 μm)の画像を「青色画像」、バンド B02(0.51 μm)の画像を「緑色画像」、バンド B03(0.64 μm)の画像を「赤色画像」として RGB 合成画像(True color RGB)を作成すると、人間の肉眼で見える色合いに近い画像となる(詳細は True color RGB の項を参照)。ただし、バンド B02(0.51 μm)の観測波長は、植生による太陽光反射が少ない波長域となるため、植生の表現が少ない True color RGB 画像となる。

#### 6.2.2.4 B04(0.86 μm)画像

バンド B04 (第 6.2.6 図) は、0.86 μm に中心波長を持つ観測画像となり、ひまわり 8 号に搭載された 3 種類の近赤外バンドの内の 1 つである。

主な利用用途としては、日中の霧、雲の観測やエアロゾルの検出、植生化指標(NDVI)の算出などがある。このバンドは、植生の検出に使えるという利点から、GOES-R において「veggie」バンドと称されている。また、このバンドの植生の特性を



第 6.2.6 図 B04(0.86 μm)画像

利用して、山火事等の検出にも用いられる。このバンドでは、植生に反応して緑化されているところほど画像の輝度が高く表示される。一方、山火事等の領域は、黒に近い輝度の低い領域として表示された画像となる。さらにこのバンドは、植生や土壌の反射率に比べ水面の反射率が低いため、陸地と水面とを明瞭に区別することができる。反射率の低い水面が暗く表示されるのに対し、陸地は灰色で表示され、両者の区別が容易にできる画像でもある。

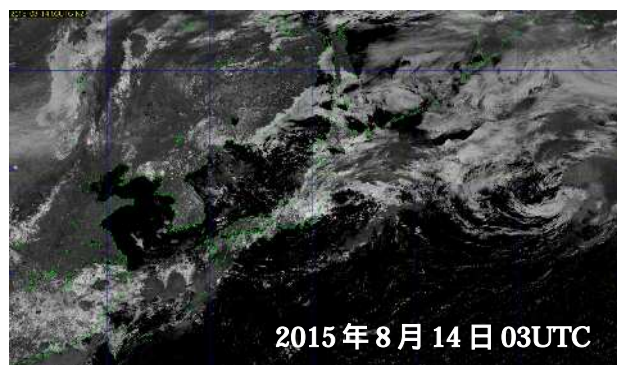
#### 6.2.2.5 B05(1.6 $\mu$ m)画像

バンド B05 (第 6.2.7 図) は、1.6  $\mu$ m に中心波長を持つ観測画像で、ひまわり 8 号に搭載された 3 種類の近赤外バンドの内の 1 つである。

主な利用用途としては、日中における雲や雪氷域、海氷等の識別や水雲と氷晶雲との区別、燃焼率の低い炎から出る黒い煙の識別に用いることができる。

この 1.6  $\mu$ m のバンドでは、太陽光の反射率(吸収率)が水と氷で大きく異なっており、この性質により水雲と氷晶雲を容易に区別することができる。

このバンド B05 を赤色、バンド B04 を緑色、バンド B03 を青色に割り当てた RGB 合成画像は、Natural color RGB(詳細は後述)と呼ばれる。この RGB 合成画像は、日中における水雲が白、氷晶雲が水色(シアン色)として表示される。また、雪氷域は氷晶雲よりも少し青みが強く表示される。



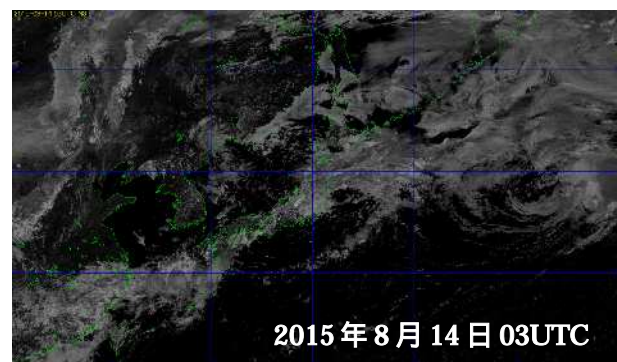
第 6.2.7 図 B05(1.6 $\mu$ m)画像

#### 6.2.2.6 B06(2.3 $\mu$ m)画像

バンド B06 (第 6.2.8 図) は、2.3  $\mu$ m に中心波長を持つ、ひまわり 8 号に搭載された 3 種類の近赤外バンドの内の 1 つである。

主な利用用途としては、他のバンドと組み合わせて、日中における雲粒の大きさの見積もりができる他、エアロゾルの粒径の見積もりや、ホットスポット(山火事や火山などの熱源)や雪の識別、単位面積気柱における積算した湿度の見積もり等を行うことができる。特に興味ある使用方法として

は、このバンド B06 とバンド B03(0.64  $\mu$ m)との比や差分をとることで、水雲と氷晶雲との場所を比較することができる。バンド B06 は、バンド B05 と類似した特性を持つバンドである。

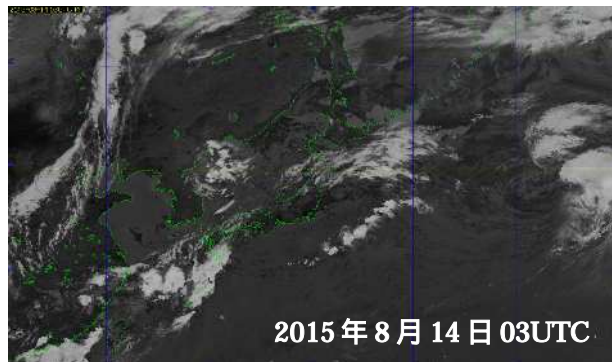


第 6.2.8 図 B06(2.3 $\mu$ m)画像

#### 6.2.2.7 B07(3.9 $\mu$ m)画像

バンド B07 (第 6.2.9 図) は、3.9  $\mu$ m に中心波長を持ち、ひまわり 8 号に搭載された 10 種類の赤外センサの内の 1 つである。このバンドは、これまでのひまわり 6 号・7 号にも搭載されていて、赤外 4 として馴染みのあるバンドである。このバンドは、太陽光の反射の影響を受けるため、赤外と可視の両方の性質を持つバンドでもある。日中は、地球表面や雲から直接射出される赤外放射と太陽光反射の両方を観測する。一方、夜間は太陽光の反射はないため赤外放射のみとなり、赤外画像に近い画像となる。また、このバンド

では雲の温度が低くなると、それに対応した赤外放射量は、非常に小さくなり、特に 230 K 以下の低温域では輝度温度の観測精度が極端に悪くなる。このため、バンド B07 画像では、雲頂温度の低い積乱雲等はノイズを含んだ雲域(画像上ではドットが混じった雲域として見える)として表現される。このバンドでは、雲による太陽光反射率は、雲の厚さや雲粒子の大きさ、その相(水雲/氷雲)にも大きく依存する。またこのバンドでは、夜間における乾いた砂や比較的輝度温度の高い下層の雲(水雲)や霧では、その射出率が小さくなる特性を持つ。このため、バンド 07(3.9  $\mu\text{m}$ )の輝度温度からバンド 13(10.4  $\mu\text{m}$ )の輝度温度を引いた差分画像を作成すると、下層の雲や霧の差分値は負の値となり、白い雲域として表示される。

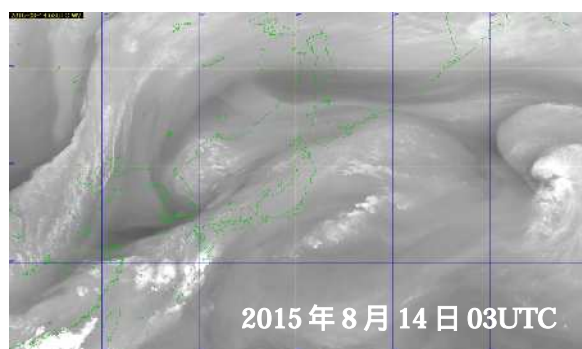


第6.2.9図 B07(3.9 $\mu\text{m}$ )画像

このバンドの主な利用用途としては、夜間の霧または下層雲の判別、ホットスポット(山火事や火山などの熱源)、火山噴火と火山灰、日中の雪氷域の識別などが挙げられる。なお、このバンドを用いる RGB 合成画像には、Day microphysics RGB、Night microphysics RGB、Day convective storm RGB、Day Snow-Fog RGB(詳細は後述)がある。

#### 6.2.2.8 B08(6.2 $\mu\text{m}$ )画像

バンド B08 (第 6.2.10 図) は 6.2  $\mu\text{m}$  に中心波長を持ち、ひまわり 8 号に搭載された 10 種類の赤外画像の中の 3 種類の水蒸気画像の一つである。従来から利用されてきたひまわり 6 号・7 号の水蒸気画像は、中心波長が 6.8  $\mu\text{m}$  で、このバンド B08 に近く画像特性もよく似ている。このバンドは、対流圏の上層の水蒸気に対して良い感度を持っており(季節によって変化するが概ね 350hPa 付近に感度の中心を持つ)、雲が無くても、水蒸気をトレーサーとして上層大気の流れを可視化できる。

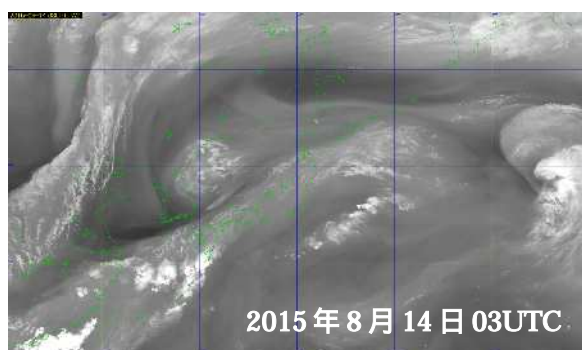


第6.2.10図 B08(6.2 $\mu\text{m}$ )画像

主な利用用途としては、水蒸気画像で現れる明域や暗域の分布から、上層の湿り、上層のトラフや渦、ジェット気流の位置などがわかる。なお、このバンドを用いる RGB 合成画像には、Airmass RGB と Day convective storm RGB(詳細は後述)がある。

#### 6.2.2.9 B09(6.9 $\mu\text{m}$ )画像

バンド B09 (第 6.2.11 図) は 6.9  $\mu\text{m}$  に中心波長を持ち、ひまわり 8 号に搭載された 3 種類の水蒸気画像のうちの一つである。このバンドの画像は、バンド B08(6.2  $\mu\text{m}$ )よりやや低い高度(概ね 450hPa 付近)の水蒸気の状態がわかり、対流圏の上・中層の水蒸気に対して良い感度を持っている。



第6.2.11図 B09(6.9 $\mu\text{m}$ )画像

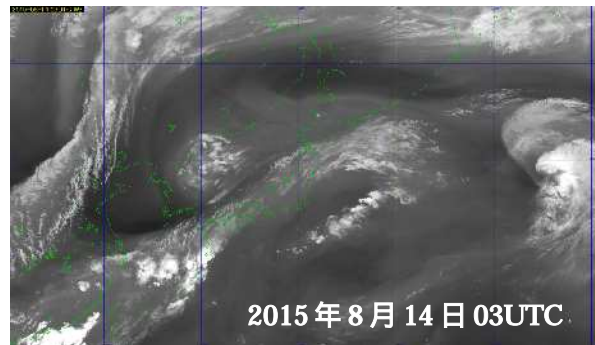
主な利用用途は、上・中層の湿りや水蒸気の追跡、ジェット気流の位置などがわかる。

#### 6.2.2.10 B10(7.3 $\mu$ m)画像

バンド B10 (第 6.2.12 図) は 7.3  $\mu$ m に中心を持ち、ひまわり 8 号号に搭載された 3 種類の水蒸気画像のうちの一つである。このバンドの画像は、バンド B08(6.2  $\mu$ m)やバンド B09(6.9 $\mu$ m)よりもより低い高度(概ね 550hPa 付近)に感度の中心を持っている。

主な利用用途は、中層の湿りや水蒸気の追跡、ジェット気流の位置などである。またこのバンドは、水蒸気だけでなく、二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>)による吸収の影響もあるため、高高度の火山ガス(二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>))の移動や拡散の追跡にも用いることができる。

なお、ひまわり 8 号に搭載された 3 つの水蒸気バンドの画像を比較することで、水蒸気の鉛直分布の情報も得ることができる。

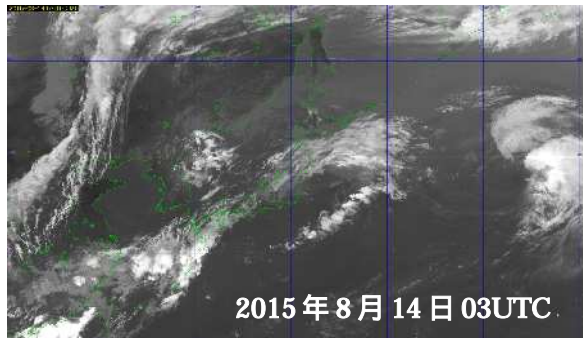


第 6.2.12 図 B10(7.3 $\mu$ m)画像

#### 6.2.2.11 B11(8.6 $\mu$ m)画像

バンド B11 (第 6.2.13 図) は 8.6  $\mu$ m に中心波長を持ち、ひまわり 8 号に搭載された 10 種類の赤外センサのうちの一つである。水粒からできた雲域と氷粒からできた雲域の判別や火山灰、火山ガス(二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>))の検出などに有効な性質を持つ画像である。

主な利用用途としては、24 時間を通じた雲相判別(氷晶雲は白く、水雲はグレーで表示)、火山ガス(二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>))を含んだ火山灰の検出、またバンド B14(11.2  $\mu$ m)と組み合わせて利用して薄い巻雲の識別やバンド B13(10.4  $\mu$ m)と組み合わせて地表面の状態の把握ができる。このバンドを用いる RGB 合成画像には、Dust RGB と Ash RGB(詳細は後述)がある。

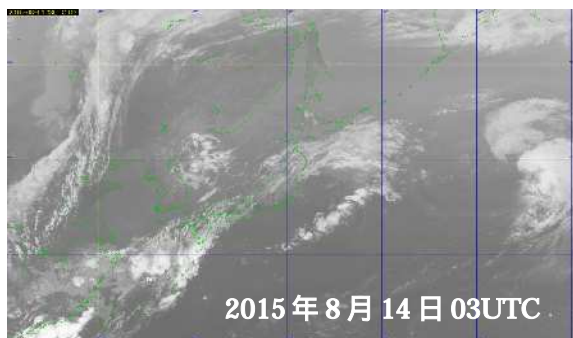


第 6.2.13 図 B11(8.6 $\mu$ m)画像

#### 6.2.2.12 B12(9.6 $\mu$ m)画像

バンド B12 (第 6.2.14 図) は 9.6  $\mu$ m に中心波長を持ち、ひまわり 8 号に搭載された 10 種類の赤外センサのうちの一つである。このバンドは大気中のオゾンに対して良い感度を持っており、成層圏下部に多く存在するオゾンの吸収の影響を受ける。このバンドでは、オゾントレーサーとして用いることで、成層圏下部の大気の運動について時間・空間的に高解像度な情報を得ることができる。

主な利用用途としては、圏界面の変動、及びそれに伴う晴天乱気流の状況把握などがある。このバンドを用いる RGB 合成画像には、Airmass RGB(詳細は後述)がある。

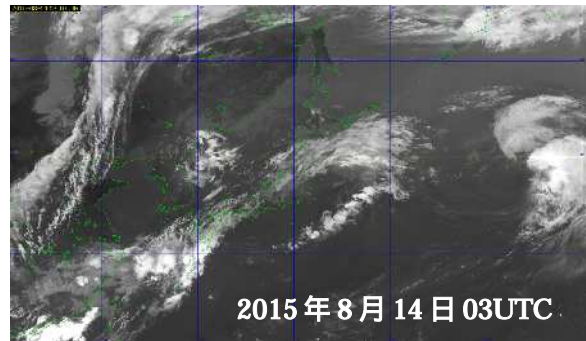


第 6.2.14 図 B12(9.6 $\mu$ m)画像

### 6.2.2.13 B13(10.4 $\mu$ m)画像

バンド B13 (第 6.2.15 図) は 10.4  $\mu$ m に中心波長を持ち、ひまわり 8 号に搭載された 10 種類の赤外センサのうちの 1 つである。ひまわり 6 号・7 号では、赤外 1 画像( 10.8  $\mu$ m)として利用されてきた画像が、このバンドの画像に相当する。このバンドの観測波長は、大気中の水蒸気やその他の赤外線吸収気体による吸収の影響が少ない「大気の窓」領域にあり、大気の上層から下層・地表面まで昼夜の別なく利用が可能で、温度の低いところを白く表示し、温度の高いところは黒く表示して雲を画像化している。

主な利用用途としては、24 時間を通じた雲域の観測、雲頂高度の算出、複数のバンドを併用しての雲粒の大きさの見積もりなどがある。また水蒸気や赤外線吸収気体による吸収の影響が少ないことから、海面水温の推定等にも用いられる。このバンドを用いる RGB 合成画像には、Day microphysics RGB、Night microphysics RGB、Dust RGB、Ash RGB、Airmass RGB、Day convective storm RGB(詳細は後述)がある。

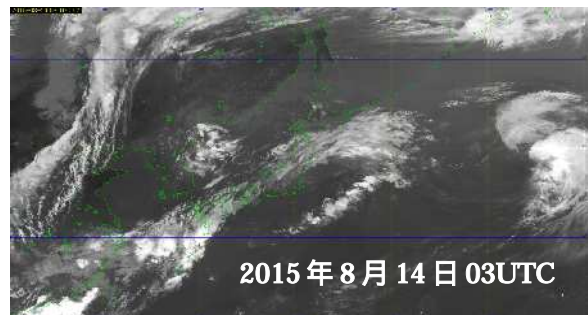


第 6.2.15 図 B13(10.4 $\mu$ m)画像

### 6.2.2.14 B14(11.2 $\mu$ m)画像

バンド B14 (第 6.2.16 図) は 11.2  $\mu$ m に中心波長を持ち、ひまわり 8 号に搭載された 10 種類の赤外センサのうちの 1 つである。このバンドも「大気の窓」領域に観測波長がある。

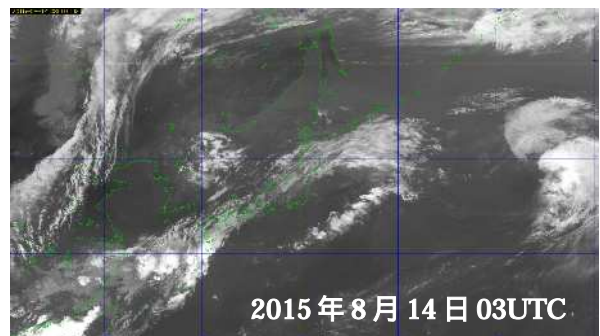
主な利用用途としては、24 時間を通しての雲域の観測、雲頂高度の算出、複数のバンドを併用しての雲粒の大きさの見積もりなどがある。定性的にはバンド B13(10.4  $\mu$ m)と似た画像を示すが、下層の水蒸気に対する感度はバンド B13 よりも高い。また、火山灰や黄砂に含まれるケイ素(Si)と火山性ガス(二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>))の射出率は、バンド B13 よりもひまわり 7 号の赤外 1(10.8  $\mu$ m)に近いバンドとなっている。



第 6.2.16 図 B14(11.2 $\mu$ m)画像

### 6.2.2.15 B15(12.4 $\mu$ m)画像

バンド B15 (第 6.2.17 図) は、12.4  $\mu$ m に中心波長を持ち、ひまわり 8 号に搭載された 10 種類の赤外センサのうちの 1 つである。ひまわり 6 号・7 号にはこのバンドに近いバンドとして赤外 2(12.0  $\mu$ m)がある。このバンドも、「大気の窓」領域にあたるが、バンド B13(10.4  $\mu$ m)、バンド B14(11.2  $\mu$ m)と比較すると水蒸気による吸収の影響をやや多く受けるバンドである。このバンドは、氷晶による吸収特性がバンド B13(10.4  $\mu$ m)とは異なる。また火山灰や黄砂



第 6.2.17 図 B15(12.4 $\mu$ m)画像



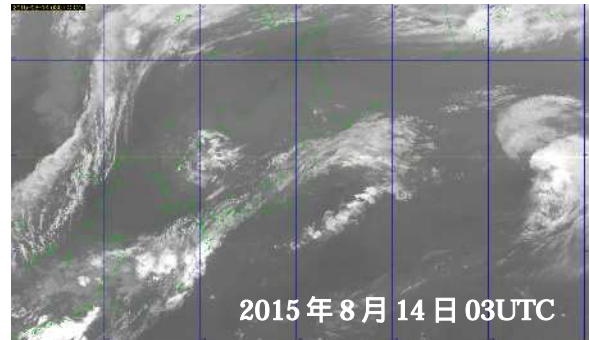
などに含まれるケイ素(Si)についての特性もバンド B13(10.4  $\mu\text{m}$ )とは異なることから、バンド B13(10.4  $\mu\text{m}$ )との差分画像を作成して、薄い上層雲の識別(差分値が正值となる)や火山灰の検出(差分値が負値となる)に利用できる。

主な利用用途としては、下層の水蒸気の見積もり、火山灰の識別、海面水温の観測、複数のバンドを併用して雲粒の大きさの見積もり等に用いられる。このバンドを用いる RGB 合成画像には、Night microphysics RGB、Dust RGB、Ash RGBがある。

### 6.2.2.16 B16(13.3 $\mu\text{m}$ )画像

バンド B16(第 6.2.18 図)は、13.3  $\mu\text{m}$  に中心波長を持ち、ひまわり 8 号に搭載された 10 種類の赤外センサのうちの 1 つである。このバンドの観測波長は、大気中の二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )の吸収帯となっているため、二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )に対して感度を持っている。観測画像は、二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )による吸収の影響で、バンド B13~B15 の赤外画像と比べて全体的に白っぽい色画像として見える。

主な利用用途としては、雲頂高度の計算や雲の光学的厚さの推定等がある。

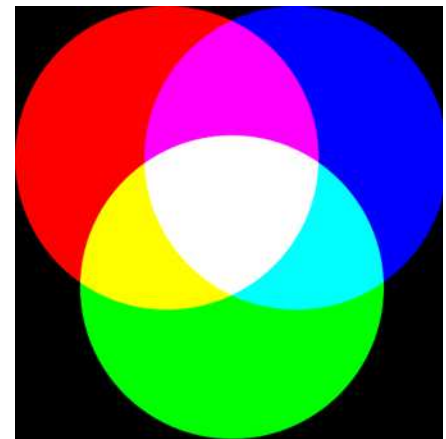


第 6.2.18 図 B16(13.3  $\mu\text{m}$ )画像

## 6.3 ひまわり 8 号 RGB 合成画像

### 6.3.1 RGB 合成画像について

RGB 合成画像は、光の三原色(第 6.3.1 図)の性質を利用してカラー表示する技術を用いている。3 種類の衛星画像に、光の三原色である赤(R)、緑(G)、青(B)をそれぞれ割り当て、加法混色の色表現(色演算)で、抽出対象の雲域や黄砂などの各種現象を表現する方法である。つまり、3 種類の衛星画像の特徴が、1 つのカラーの衛星画像として表現されるため、衛星画像の解析に不慣れな利用者でも、わかりやすく、活用し易い画像となっている。また、雲域の形状や雲頂のキメなどの様子も、そのまま取り込まれた画像となるため、従来の解析に慣れた利用者にとっても、馴染み易い画像となる。なお、光の三原色に割り当てる画像に差分画像を用いることで、複数枚にわたる画像情報を 1 つの画像にまとめることもできる。



第 6.3.1 図 光の三原色

ところで、この RGB 合成画像は、ただ単に指定された画像を指定された色に割り当てて合成するだけでは不十分で、目的の雲域や現象を抽出するためには、画像の階調幅の設定や階調の直線性を制御するガンマ値の設定が重要となる。本稿で示した RGB 合成画像は、EUMETSAT が作成・提案して WMO が推奨している標準値に基づき作成しているが、EUMETSAT の MSG 衛星とひまわり 8 号とは画像センサーの特性などが微妙に異なるため、作成される RGB 画像にも影響が現れ、その色合いが EUMETSAT の色見本とは多少異なる。この差異がどの程度となるかは、今後の調査が必要であるが、調査結果によっては階調幅やガンマ値の設定をひまわり 8 号用に再調整する必要があるだろう。

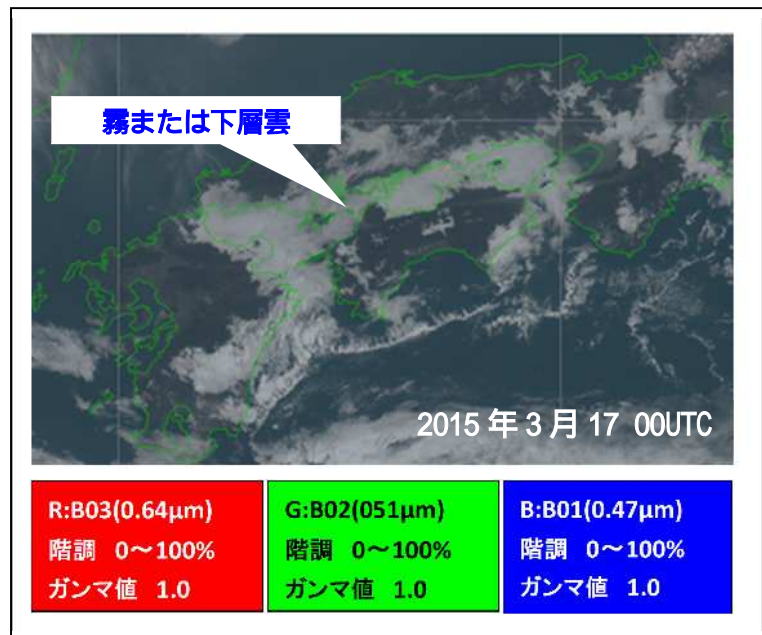
## 6.3.2 ひまわり 8号 RGB 合成画像の特徴

### 6.3.2.1 True color RGB

True color RGB (第 6.3.2 図) は、ひまわり 8号の観測バンド B01(0.47  $\mu\text{m}$ )、B02(0.51  $\mu\text{m}$ )、B03(0.64  $\mu\text{m}$ )を青、緑、赤の色に割り当て、RGB 合成した画像である。観測バンドの B01(0.47  $\mu\text{m}$ )は可視光域の青い光、B02(0.51  $\mu\text{m}$ )は緑の光、B03(0.64  $\mu\text{m}$ )は赤い光に相当するため、True color RGB 画像は、肉眼で見える色合いに近い表示となる。この画像からは、日中の雲域や雪氷域、地表面、エアロゾル等を観測することができる。

True color RGB 画像には以下の特徴がある。

- ・従来の可視画像と同様な表示となるため、RGB 合成画像に不慣れな利用者でも比較的理解しやすい。
- ・従来の可視画像では雲と火山噴煙、黄砂などの区別が困難であったが、この RGB 画像では容易である。
- ・3種類の可視画像を用いて作成しているため、日中のみの利用となる。



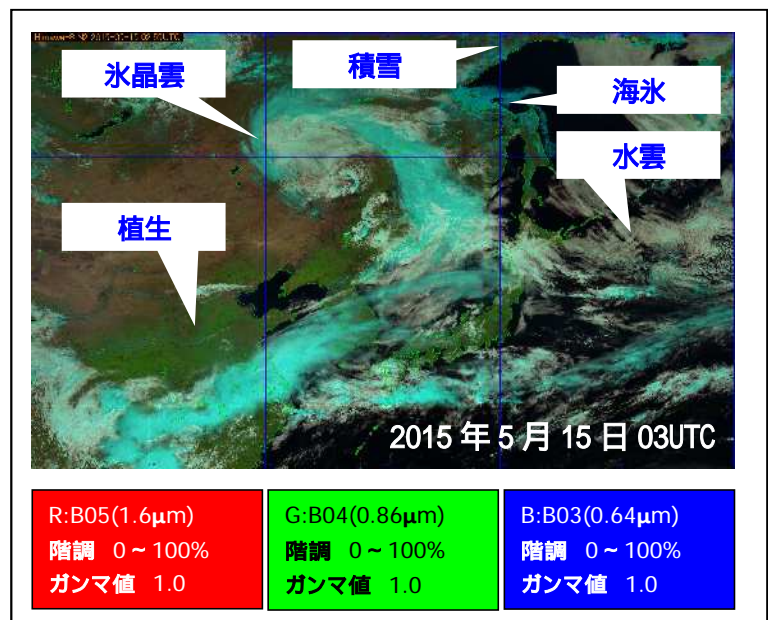
第 6.3.2 図 True color RGB

### 6.3.2.2 Natural color RGB

Natural color RGB (第 6.3.3 図) は、ひまわり 8号の観測バンド B05(1.6  $\mu\text{m}$ )、B04(0.86  $\mu\text{m}$ )、B03(0.64  $\mu\text{m}$ )を赤、緑、青に割り当て、RGB 合成した画像である。B05(1.6  $\mu\text{m}$ )と B04(0.86  $\mu\text{m}$ )は近赤外、B03(0.64  $\mu\text{m}$ )は可視の観測バンドである。これらのバンドは、氷晶雲や水雲の区別、雪氷や植生など地表面の状況に対して特徴的な反射特性があり、RGB 合成画像にすることで氷晶雲や水雲の区別、雪氷域や植生の判別が容易となる。

Natural color RGB 画像には以下の特徴がある。

- ・氷晶雲(上層雲やアンビルを伴った積乱雲等)と水雲(下層雲や霧等)を容易に識別できる。
- ・雪氷域や植生、黄砂、火山灰等を見ることができる。
- ・可視画像を用いて作成しているため、日中のみの利用となる。



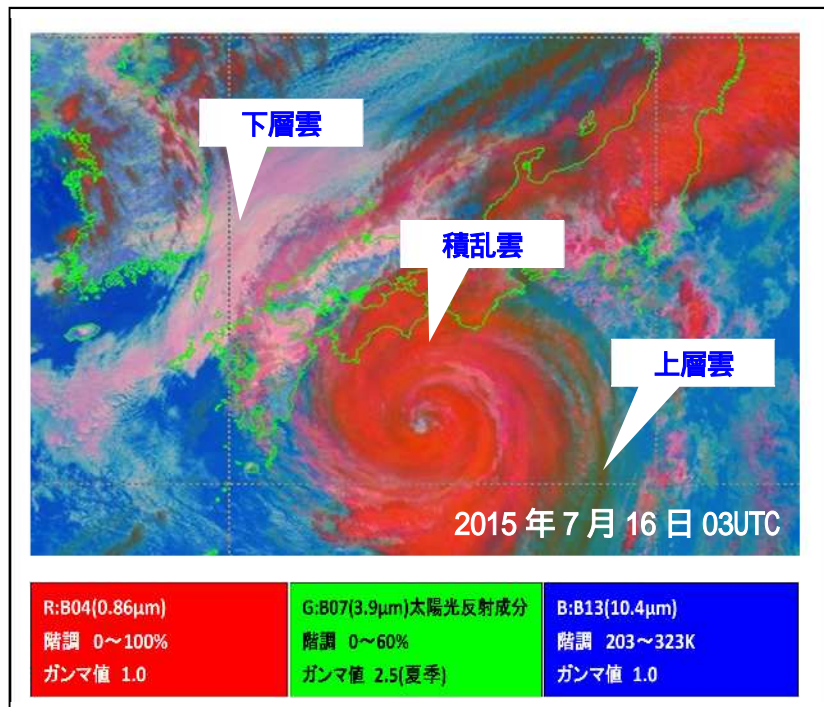
第 6.3.3 図 Natural color RGB

### 6.3.2.3 Day microphysics RGB

Day microphysics RGB (第 6.3.4 図) は、ひまわり 8 号の観測バンド B04(0.86  $\mu\text{m}$ )、B07(3.9  $\mu\text{m}$ )の太陽光反射成分、B13(10.4  $\mu\text{m}$ )をそれぞれ赤色、緑色、青色に割り当て、RGB 合成した画像である。この画像は、雲粒の相(氷晶雲と水雲)や雲粒の大きさに敏感な反射特性を持つ 3.9  $\mu\text{m}$  画像の太陽光反射成分の性質を利用して、日中の積乱雲の抽出や氷晶雲(上層雲)や水雲(下層雲、霧など)判別、植生、雪氷域、山火事や火山などのホットスポット等の検出に用いることができる。

Day microphysics RGB 画像には以下の特徴がある。

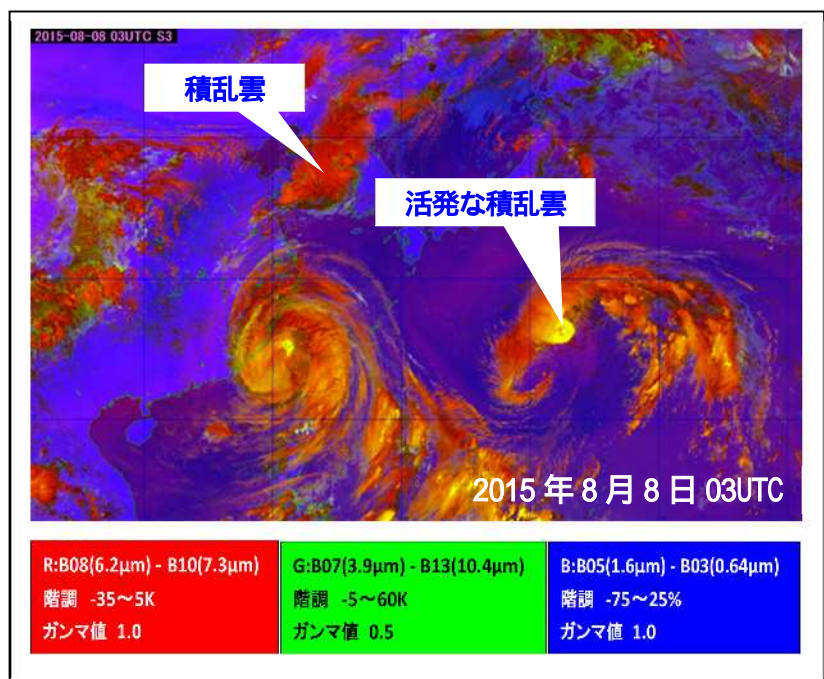
- ・雲粒子の大きさの判別がだまかに可能であるため、活発な対流雲(積乱雲)の判別に有効。
- ・近赤外画像と 3.9  $\mu\text{m}$  画像の太陽光反射成分を用いて作成しているため、日中のみの利用となる。



第 6.3.4 図 Day microphysics RGB

### 6.3.2.4 Day convective storm RGB

Day convective storm RGB (第 6.3.5 図) は、ひまわり 8 号の観測バンド B08(6.2  $\mu\text{m}$ )と B10(7.3  $\mu\text{m}$ )の差分、B07(3.9  $\mu\text{m}$ )と B13(10.4  $\mu\text{m}$ )の差分、B05(1.6  $\mu\text{m}$ )と B3(0.64  $\mu\text{m}$ )の差分をそれぞれ、赤色、緑色、青色に割り当て、RGB 合成した画像である。この RGB 合成画像には、6 種類の観測画像の情報が 1 枚の画像に凝縮されており、突風や竜巻等のシビア現象を伴う対流雲の判別に用いられる。特に、対流活動が活発な領域では、雲頂に存在する氷晶粒子が、強い上昇流のため十分に成長できず、小さい氷晶の粒子となる。この RGB 画像は、この情報を抽出して、対流活動が活発でシビア現象を伴う積乱雲の領域は黄色表示となる。



第 6.3.5 図 Day convective storm RGB

Day convective storm RGB 画像には以下の特徴がある。

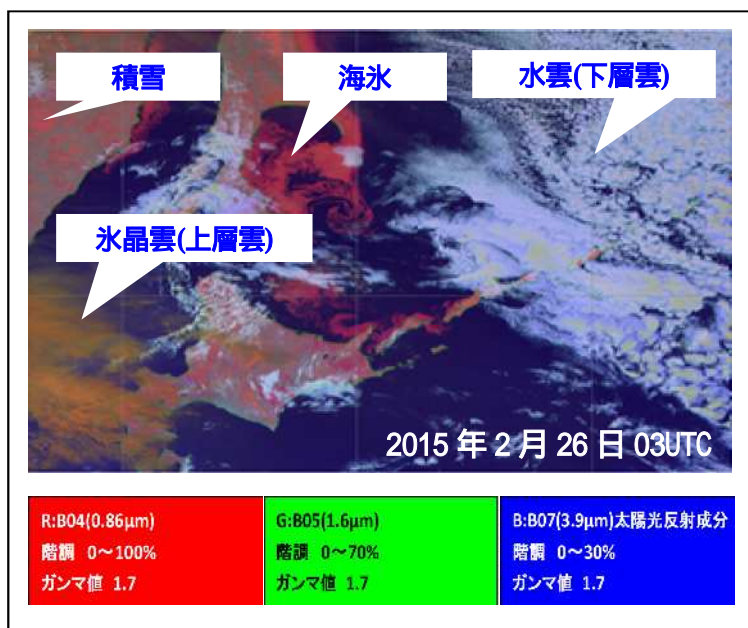
- ・突風や竜巻など、シビア現象を伴う積乱雲は黄色表示となる。
- ・赤外画像と可視画像を切り替えて比較する従来の手法よりも容易に対流雲(積乱雲)を判別できる。
- ・近赤外画像 B05(1.6 μm)と可視画像 B03(0.64 μm)の差分画像を用いて作成しているため、日中のみの利用となる。

### 6.3.2.5 Day Snow-Fog RGB

Day Snow-Fog RGB (第 6.3.6 図) は、ひまわり 8 号の観測バンド B04(0.86 μm)、B05(1.6 μm)、B07(3.9 μm)の太陽光反射成分を、それぞれ赤色、緑色、青色に割り当て、RGB 合成した画像である。この RGB 画像は、下層雲や霧、雪氷域などに対する近赤外画像の特性を利用し、日中の下層雲や霧と雪氷域との判別に用いることができる。

Day Snow-Fog RGB 画像には以下の特徴がある。

- ・可視画像だけでは判別しにくい下層雲や霧と雪氷域との判別が容易。
- ・B07(3.9 μm)太陽光反射成分を用いているため日中のみの利用となる。



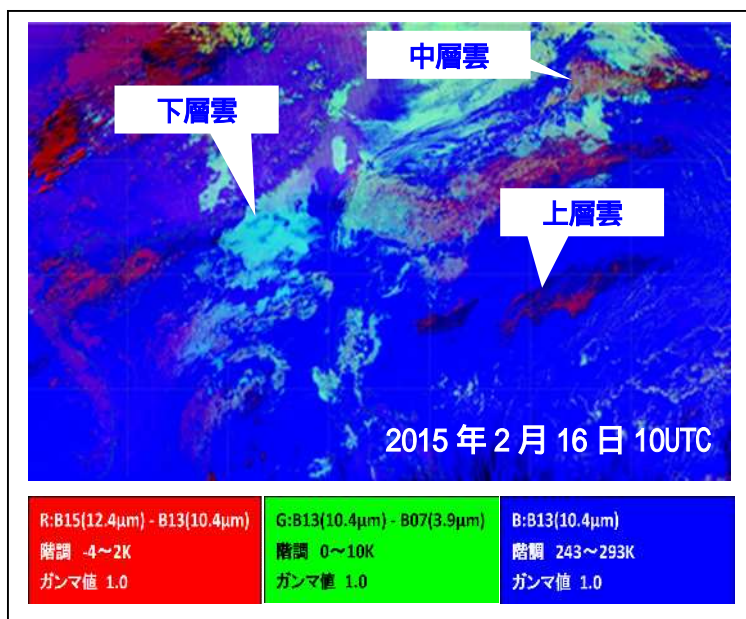
第 6.3.6 図 Day Snow-Fog RGB

### 6.3.2.6 Night microphysics RGB

Night microphysics RGB (第 6.3.7 図) は、ひまわり 8 号の観測バンド B15(12.4 μm)と B13(10.4 μm)の差分、B13(10.4 μm)と B07(3.9 μm)の差分、B13(10.4 μm)を、それぞれ赤色、緑色、青色に割り当て、RGB 合成した画像である。この RGB 合成画像は、夜間の雲型判別、霧や下層雲の識別に用いることができる。

Night microphysics RGB 画像には以下の特徴がある。

- ・夜間の霧や下層雲の識別に有効。
- ・積乱雲などの雲頂が高い雲の判別にも有効。
- ・B07(3.9 μm)画像を用いているため、夜間のみの利用となる。



第 6.3.7 図 Night microphysics RGB

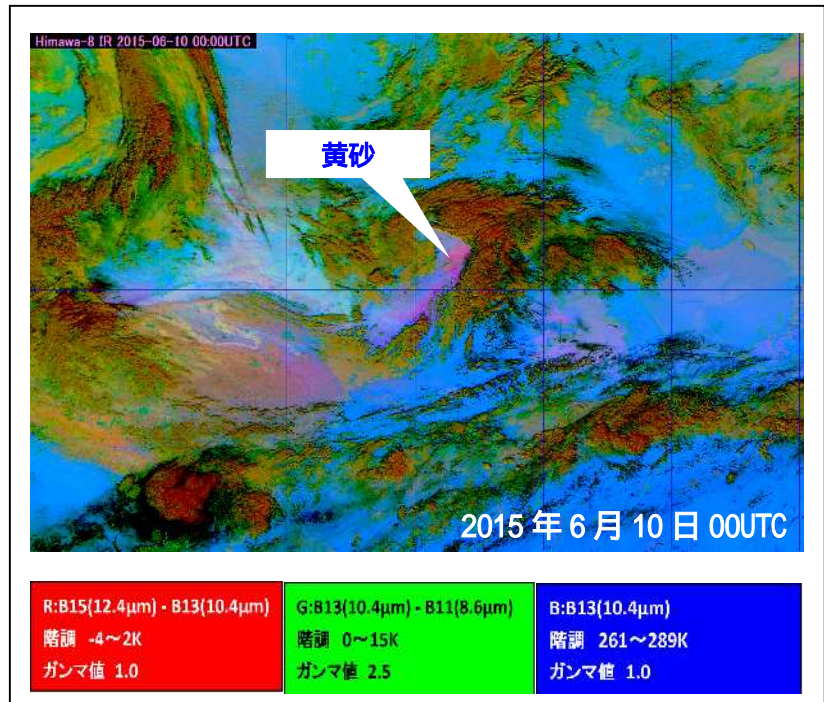
### 6.3.2.7 Dust RGB

Dust RGB (第 6.3.8 図) は、ひまわり 8 号の観測バンド B15(12.4 $\mu$ m) と B13(10.4 $\mu$ m) の差分、B13 と B11(8.6 $\mu$ m)の差分、B13 画像を赤色、緑色、青色に割り当て、RGB 合成した画像である。この RGB 合成画像は、黄砂や火山灰等の砂塵の識別に用いられる。また昼夜を通して、24 時間雲域を監視や解析する場合にも有用である。

Dust RGB 画像には以下の特徴がある。

- ・黄砂や火山灰等の識別に有効。
- ・昼夜通して雲域を解析する場合にも有効。
- ・同じ観測バンドの組み合わせで、表示階調やガンマ値を変えた

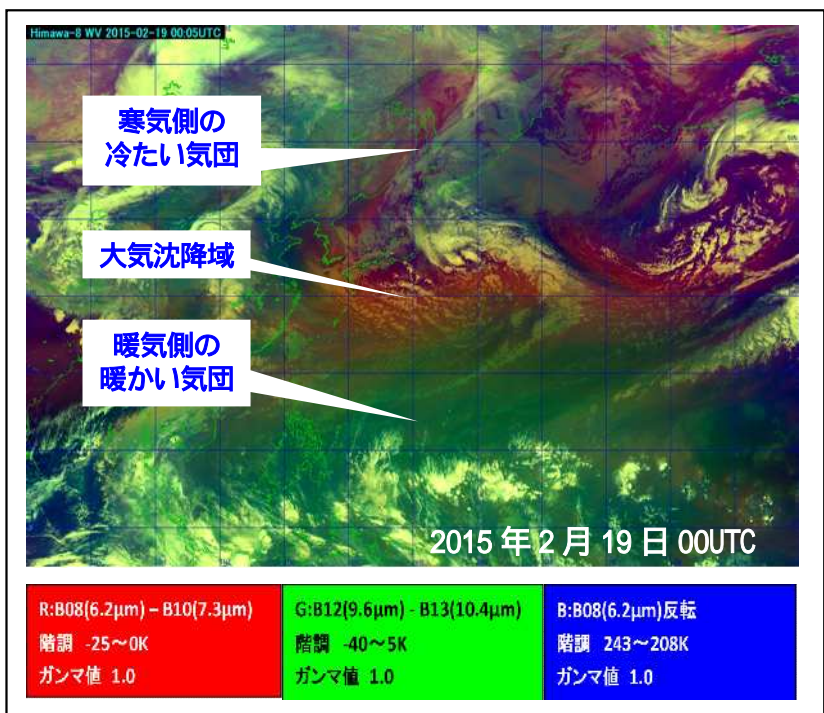
Ash RGB(火山灰や火山性ガス(二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>))の検出用)や、昼夜を通して同じ色合いで雲域を解析できる 24-hour Microphysics RGB 画像もある。



第 6.3.8 図 Dust RGB

### 6.3.2.8 Airmass RGB

Airmass RGB (第 6.3.9 図) は、ひまわり 8 号の観測バンド B08(6.2 $\mu$ m)と B10(7.3 $\mu$ m)の差分、B12(9.6 $\mu$ m)と B13(10.4 $\mu$ m)の差分、B08(6.2 $\mu$ m)の反転画像をそれぞれ赤色、緑色、青色に割り当て、RGB 合成した画像である。この RGB 合成画像は、気団の解析、ジェット気流の位置、上層トラフや上層渦、大気沈降域などの推定に用いられる。暖気側の温かい気団は緑系色、寒気側の冷たい気団は青紫系色、トラフ後面の大気沈降域は赤系色で表される。また、この RGB 画像は、赤外系のみの画像を用いて作成しているため、昼夜を通した 24 時間、同じ色合いでの解析が可能である。



第 6.3.9 図 Airmass RGB

Airmass RGB 画像には以下の特徴がある。

- ・気団の解析に利用できる。
- ・ジェット気流の位置、上層トラフや上層渦、大気沈降域などの解析に利用できる。
- ・昼夜を通した 24 時間、同じ色合いでの解析が可能である。

#### 6.4 おわりに

RGB 合成画像は、光の三原色の性質を利用して、複数バンドの衛星画像の情報を 1 つのカラー画像として表現する手法である。このため、衛星画像の解析に不慣れな利用者でも着目点がわかり易く、活用しやすい画像となっている。しかし各種の RGB 画像において、雲域や現象がどのような色調となって表現されるか、その本質を理解するためには、本稿前半部分で解説した 16 種類の衛星画像の特徴をしっかりと把握しておくことが重要である。それにより典型的ではない雲域や経験の少ない気象現象の解析に対しても RGB 合成画像が力を発揮すると期待される。

#### 【参考となる資料】

- ・ EUMETSAT MSG の資料(MSG 衛星の画像特性や主な RGB 画像等の説明)  
MSG CHANNELS Interpretation Guide (<http://www.eumetrain.org/IntGuide/>)
- ・ NOAA GOES-R の資料(COSE-R 衛星での解析手法等の説明)  
GOES-R Products (<http://www.goes-r.gov/products/overview.html>)