

ひまわり8号による積乱雲の監視 (夜間および24時間監視に適した画像)

元資料 : 平成29年(2017年)研修テキスト第3章

作成日 : 令和2年(2020年)3月24日

ひまわり8号による積乱雲の監視 に利用可能な衛星画像

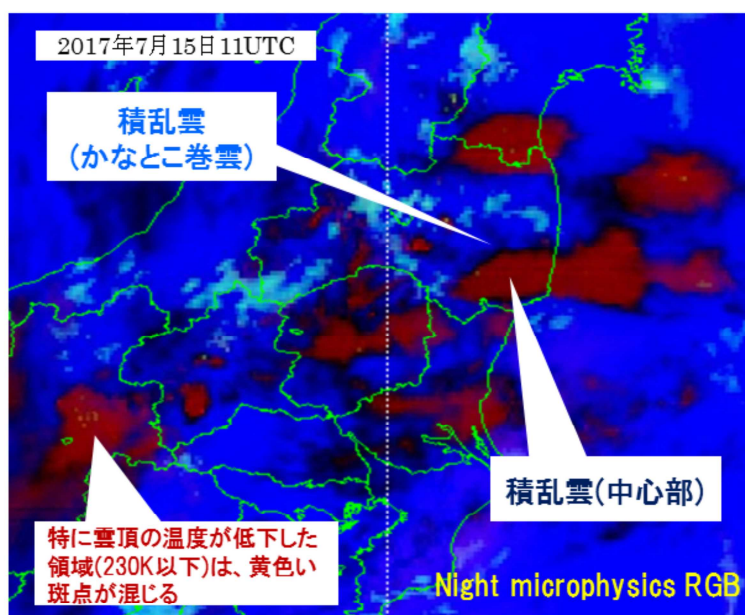
【夜間の積乱雲監視】

- ・Night microphysics RGB合成画像

【一日を通しての積乱雲監視】

- ・赤外画像(B13)、赤外差分画像
- ・雲頂強調画像(雲頂強調サンドイッチ画像)

【夜間】Night microphysics RGB合成画像



特徴: 積乱雲の中心部の厚い雲域は赤く表示される。特に発達して輝度温度が低くなった領域は、赤色の中に黄色い斑点が混じる表示となる。

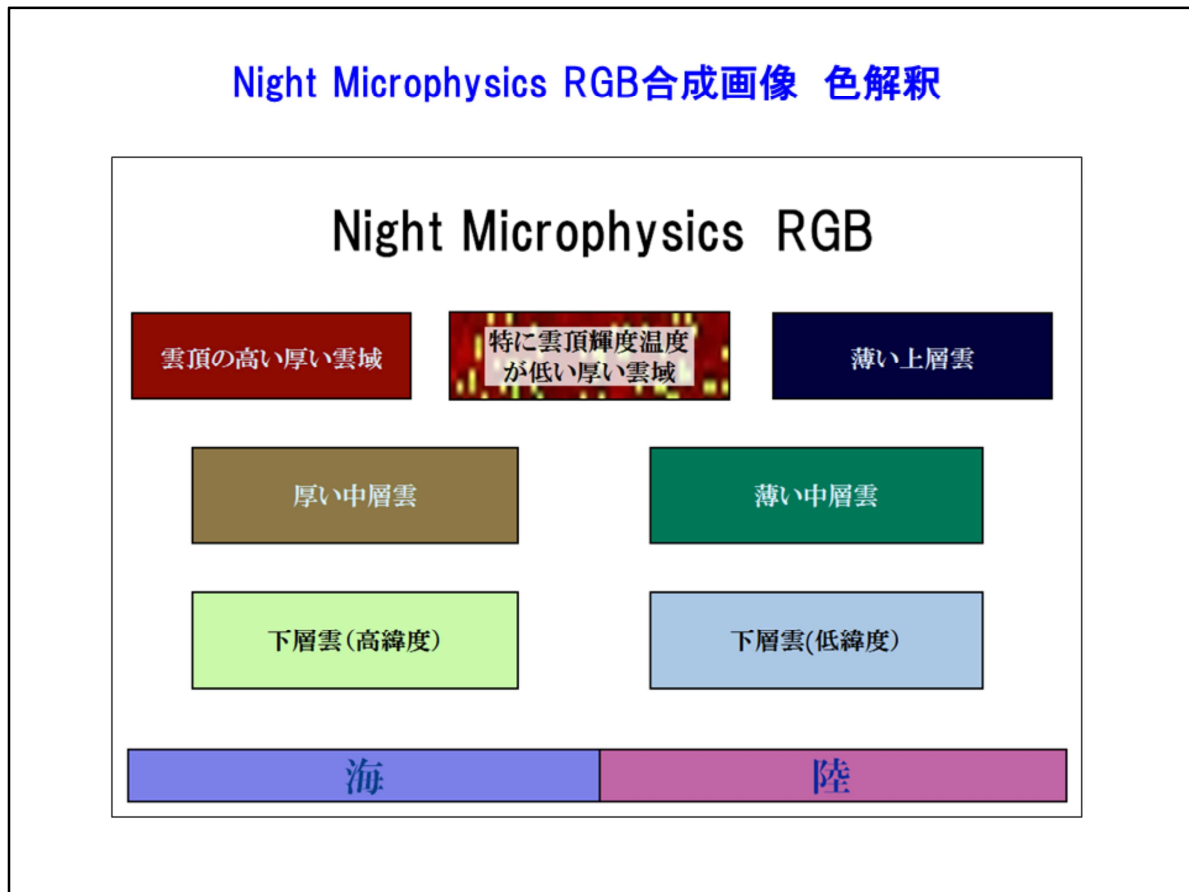
Night microphysics RGB合成画像は、夜間の雲型判別に用いるRGB合成画像である。積乱雲の中心付近の厚い雲域は赤く表示される。その中でも特に発達して輝度温度が低くなった領域は、赤色の中に黄色い斑点が混じる表示となる（次ページ色解釈参照）。これは $3.9 \mu\text{m}$ 赤外画像（B07）の輝度温度が特に低下（約230K以下）すると画像にノイズ状の斑点が生じるためである。また、積乱雲上部縁辺の「かなとこ巻雲」は、薄い黒色となる。

なお、このRGB合成画像は、夜間の霧・下層雲の判別にも利用できるが、 $3.9 \mu\text{m}$ 赤外画像（B07）が利用されているため、朝になって太陽光が当たり始めると、その影響で色調が変化するため利用できなくなることに留意する必要がある。

Night microphysics RGB合成画像を利用した積乱雲監視の特徴は、以下のとおりである。

- ・ 積乱雲の中心部の厚い雲域は、赤く表示される。
- ・ 特に発達して輝度温度が低くなった領域は、赤色の中に黄色い斑点が混じる表示となる。
- ・ 積乱雲上部縁辺の「かなとこ巻雲」は薄い黒色に表示される。

Night Microphysics RGB合成画像 色解釈



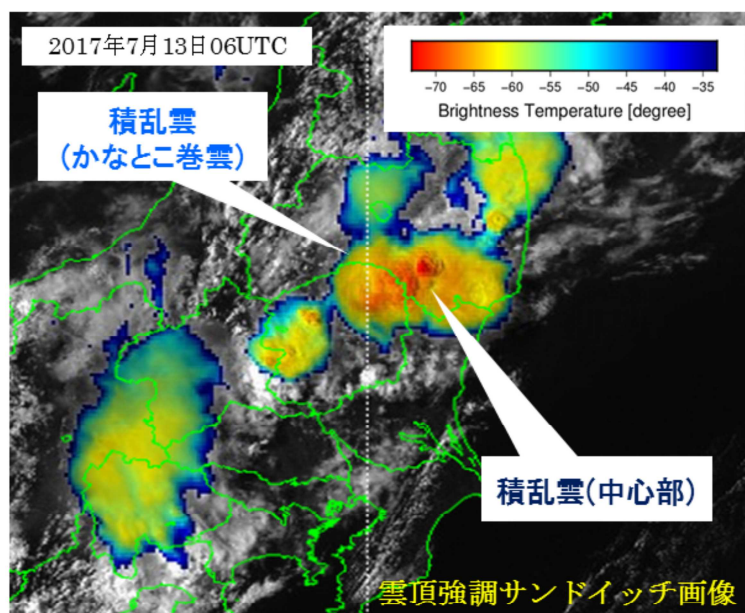
Night microphysics RGB合成画像 色解釈

【参照】

EUMETSAT MSG Interpretation Guide

(https://www.eumetsat.int/website/home/Data/Training/TrainingLibrary/DAT_2044069.html)

【24時間】雲頂強調画像（雲頂強調サンドイッチ画像(日中)）



特徴:雲頂の輝度温度の分布やその変化がカラースケールでわかる。日中の場合、雲頂輝度温度を示す色の分布やその変化に加えて、可視画像による詳細な形状も同時にわかるため、この画像だけで雲頂の様子が客観的に把握できる。

雲頂強調画像は、赤外画像の輝度温度に注目して特定の温度帯をカラー表示した画像である。夜間の場合、赤外画像の輝度温度に対応して着色した単純な画像であるが、日中の場合、可視画像も利用してサンドイッチ画像の作成手法を用いた雲頂強調画像となっている。

赤外画像の輝度温度に対応して着色する配色図も示した。着色する範囲は -73°C (200K) $\sim -33^{\circ}\text{C}$ (240K) としていて、赤外画像の低温部に重点を置いた色配分となっている。

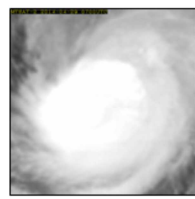
日中の場合、可視画像の上に赤外画像の輝度温度に対応して着色した雲頂強調画像（夜間の場合と同様な画像）を、半透明にして重ね合わせて合成した画像で、衛星画像をサンドイッチのように重ね合わせて作成することから「サンドイッチ画像」と呼ばれている。

この雲頂強調画像は、積乱雲などの発達した雲域の雲頂の輝度温度（雲頂高度）の変化が色の違いとして客観的に示されている。日中の場合、特に可視画像による詳細な形状（雲頂の凹凸など）も同時に示されることから、雲域の発達や衰弱の調査、その指標などにも活用できる。

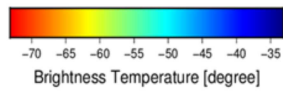
雲頂強調画像を利用した積乱雲監視の特徴は、以下のとおりである。

- ・雲頂の輝度温度の分布やその変化がカラースケールで表示される。
- ・日中の場合、雲頂輝度温度を示す色の分布やその変化に加えて、可視画像による詳細な形状も同時にわかるため、この画像だけで雲頂の様子が客観的に把握できる。

雲頂強調サンドイッチ画像(日中)の作成原理

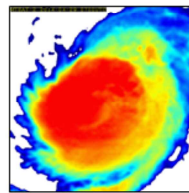


赤外画像(B13)

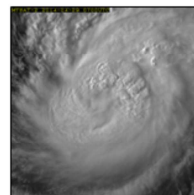


雲頂強調画像の配色図

①
赤外画像(B13)の輝度温度(200K(約-73°C)～240K(約-33°C))に対応して、上記配色図に従い着色する。

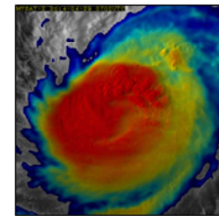


着色した画像



可視画像(B03)

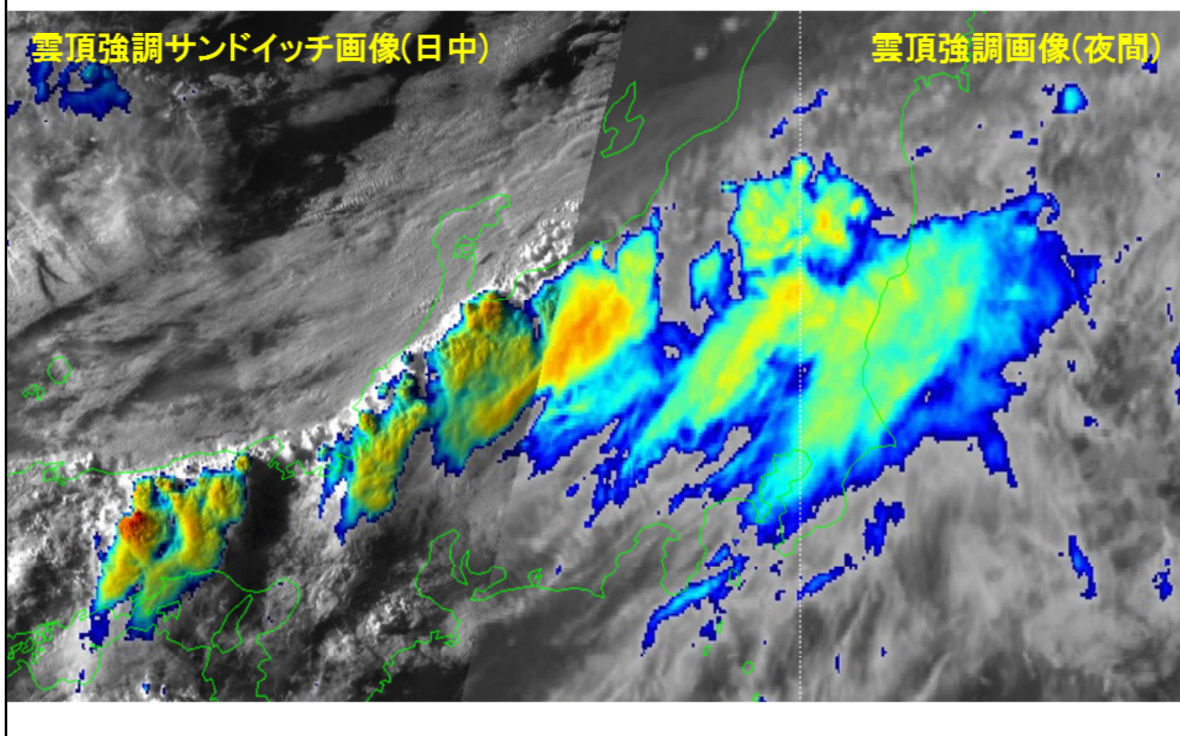
②
可視画像の上に、着色した画像を、半透明にして、重ね合わせて合成する。



雲頂強調
サンドイッチ画像

雲頂強調サンドイッチ画像は、可視画像(B03)による詳細な形状と、赤外画像(B13)の輝度温度(雲頂高度)を示す色の分布が同時にわかる。

雲頂強調画像（雲頂強調サンドイッチ画像）
(2017年7月24日 08:40UTC)



積乱雲監視に有用な 「雲頂強調画像」と「積乱雲情報プロダクト」

○雲頂強調画像

- 日中・夜間を問わず利用できる
- 衛星画像を見慣れていない人でも、発達した雲域が一目でわかる

○積乱雲情報プロダクト

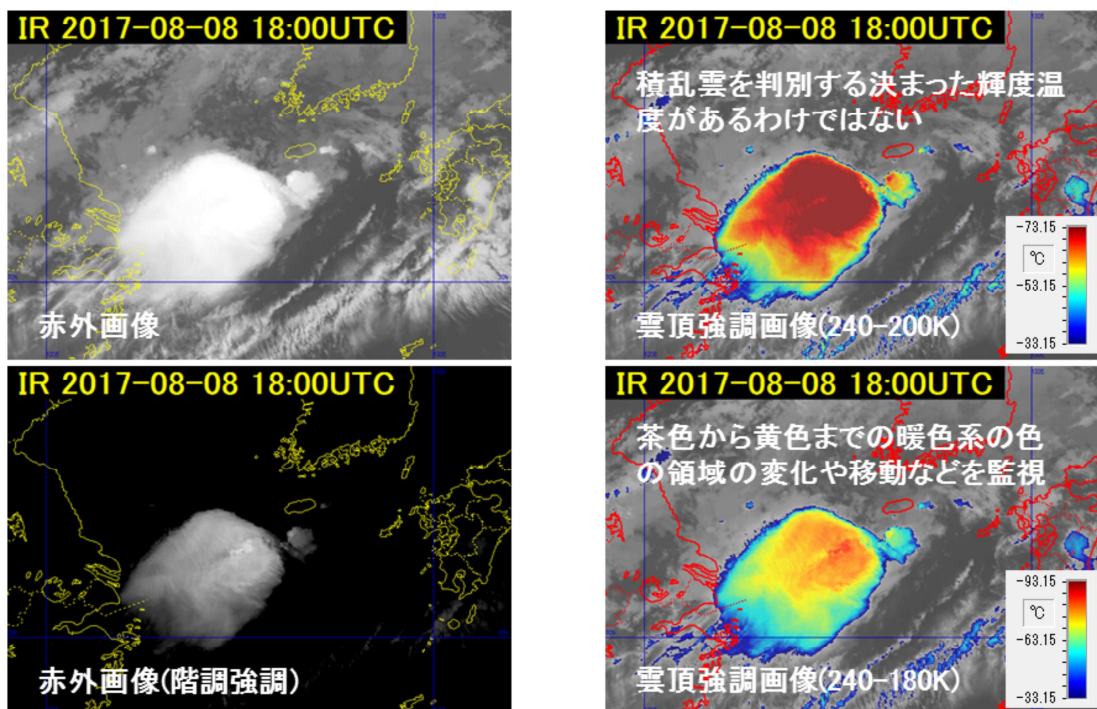
- 日中・夜間を問わず利用できる
- 積乱雲の位置や急発達中の積雲域の把握に効果

衛星画像を使って積乱雲を監視するには、RGB合成画像や、以前から使ってきた赤外・可視画像を利用できるが、それぞれに一長一短がある。RGB合成画像では可視画像や近赤外画像を使い日中の監視を中心に考えられたものが多い。そのため、日中の昇温などにより発生する積乱雲の監視には有効だが、積乱雲の発生は日中だけではない。

雲頂強調画像と積乱雲情報プロダクトは、24時間連続して監視できるという利点もある。雲頂強調画像は衛星画像を見慣れていない人でも発達した雲域がどの領域にあるのか判断しやすい。また、積乱雲情報プロダクトは積乱雲の位置や急発達中の積雲域を把握する手段として利用できる。

関与雲情報プロダクトの説明については、「積乱雲情報プロダクト（プロダクトの概要）」を参照ください。

通常の赤外画像と雲頂強調画像との比較



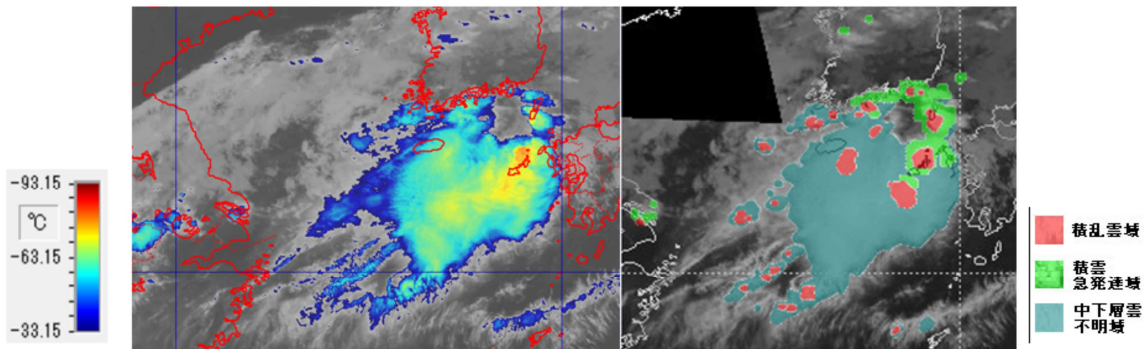
赤外画像は観測された輝度温度を画像の明暗で表し、温度の低い雲は明るく（白く）、温度の高い海面や地面は暗く（黒く）表示する。積乱雲は対流圏界面付近まで雲頂が達しているため、通常は上層雲などよりも輝度温度は低く、最も明るく（白く）表示される。しかし、同じように明るい（白い）画像を見て、どこが一番雲頂高度が高い、つまり輝度温度が低いのかを見分けるのは困難である（上図左列）。そこで、輝度温度の低い領域にだけ色を付け、微かな温度変化でも色の違いで認識できるように考えられたのが、雲頂強調画像である（上図右列）。雲頂強調画像は「ひまわり8号による積乱雲の監視（夜間）」で説明している雲頂強調サンドイッチ画像とは違い、赤外画像だけを使い雲頂を強調したものである。対流圏界面の高度は地域や季節などで変化する。右下図で青色から茶色までの色を付けた輝度温度の範囲は、240K～180Kである。つまり、青色が付き始める輝度温度は240K（-33.15℃）、茶色は180K（-93.15℃）以下ということになる。画像を監視する場合は暖色系の色ほど輝度温度が低いと考えれば良い。

では、積乱雲を監視するときは何色に注目すれば良いだろうか。積乱雲を判別する決まった輝度温度があるわけではない。しかし、周辺に比べ特に輝度温度が低い領域は、積乱雲の発達により強い上昇流が起こっている所である可能性が高いことや、上層雲に比べると一般的に積乱雲は輝度温度の時間変化が大きいことから、茶色から黄色までの暖色系の色の領域の変化や移動などを監視すればよい。

【図の説明】

- ・左上図：標準的な階調で表示した赤外画像。発達した雲域は真っ白でどの部分が一番輝度温度が低いのかは分かりにくい。
- ・左下図：階調を変えて輝度温度の低い部分を強調した赤外画像。どこが一番輝度温度が低いのかは分かるが、下層雲など周りの雲域の情報が無くなってしまう。
- ・右上図：雲頂強調画像で240-200Kに色を付けたもの。発達した雲域の輝度温度が200Kよりも低いため、周辺が全て茶色で表示され、どの部分が一番輝度温度が低いのかは分からない。
- ・右下図：雲頂強調画像で240-180Kに色を付けたもの。低温側に20k（℃）幅を広げたため、こちらはどの部分が一番輝度温度が低いのかがよく分かる。

雲頂強調画像と積乱雲情報プロダクトの比較



2017年8月9日7時のカラースケール付きの雲頂強調画像(左)と積乱雲情報プロダクト(右)

雲頂強調画像は赤外画像の輝度温度の低温域を強調した画像なので、積乱雲情報プロダクトと完全に一致するわけではない。

しかし暖色系の領域と積乱雲情報プロダクトで積乱雲と判断された領域の対応は比較的良いことが分かる。

積乱雲情報プロダクトと雲頂強調画像（赤外）を比較してみよう。上図は同時刻の雲頂強調画像と積乱雲情報プロダクトである。雲頂強調画像は赤外画像の輝度温度の低温域を強調した画像なので、積乱雲情報プロダクトと完全に一致するわけではない。しかし暖色系の領域と積乱雲情報プロダクトで積乱雲と判断された領域の対応は比較的良いことが分かる。

まとめ

【夜間の積乱雲監視】

・Night microphysics RGB合成画像では、積乱雲の中心部の厚い雲域は赤く表示される。特に発達して輝度温度が低くなった領域は、赤色の中に黄色い斑点が混じって表示される。

【一日を通しての積乱雲監視】

・赤外画像(B13)、赤外差分画像(SP1)では、雲頂の形状、雲頂温度(高度)や、その時間変化がわかる。

・雲頂強調画像では、雲頂の輝度温度の分布やその変化がカラースケールで表示される。また日中の場合は可視画像による詳細な形状も同時にわかる。

積乱雲監視の基本は、以前から用いられている可視画像（B03）と赤外画像（B13）であるが、ひまわり 8号では最新の各種衛星画像を利用できるようになり、より正確で詳細な積乱雲の監視ができるようになった。赤外画像からは雲域の輝度温度（雲頂高度）に着目して、その時間変化を把握しておくことが重要である。Night microphysics RGB 合成画像は夜間のみ利用となるが、赤外画像や雲頂強調画像は昼夜の区別なく 24 時間利用できる。その他の画像については、可視や近赤外画像が利用されているため、日中のみ利用となることに留意が必要である。