

# 向日葵8號衛星觀測的RGB合成影像

周鑑本 董承錡 章鶴群  
氣象衛星中心  
中央氣象局

## 摘要

向日葵8號地球同步衛星上載的AHI(Advanced Himawari imager)先進向日葵成像儀較其前身MTSAT-2(Multifunctional Transport Satellites-2)上載的成像儀增加許多頻道，這些頻道包含更多的雨雲或地表的物理資訊。RGB合成影像技術可將多個頻道觀測影像合成於一張影像中，以顏色凸顯或區隔觀察者感興趣的物理現象，本文介紹4種較近期發展的RGB合成影像，分別為Simple Water Vapor、Differential Water Vapor、Cloud Phase Distinction 與Day Cloud Phase RGB合成影像。

關鍵字：RGB、合成影像

## 一、前言

為方便氣象預報員或其他使用者快速地由衛星影像中得到想要的資訊，常使用的方法有色調強化法，例如將紅外線窗區頻道亮度溫度以不同顏色顯示，可強調溫度較低的地區，易於分辨對流較強雲發展到高層的地理位置，亦即劇烈天氣發生的地區。隨著衛星觀測頻道的增加，各頻道觀測可獲得不同的資訊，如上述紅外線窗區頻道偵測雲頂的溫度可給出雲高發展的資訊外，近紅外頻道可用於分辨冰雲與水雲，不同權重函數水氣頻道可提供不同高度層的水氣資訊，因此可整合多個頻道資訊於一張RGB合成影像的技術被逐漸發展。歐洲第2代地球同步氣象衛星MSG (Meteosat Second-Generation) 上的多頻道旋轉強化型可見光和紅外成像儀SEVIRI(Spinning Enhanced Visible and InfraRed Imager) 於2004年在歐洲氣象衛星開發組織EUMETSAT(European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites)開始作業，它較之前的地球同步衛星具有更多的觀測頻道，包含寬頻的可見光等12頻道，因此MSG的使用者甚早應用這個衛星的資料開發與熟悉RGB影像合成技術，因此許多實用的RGB影像設定被提出(Kerkmann 2005, Lensky and Rosenfeld 2008)並成為WMO標準方案(WMO 2007, 2012)。向日葵8號地球同步衛星AHI儀器觀測儀器與MSG許多頻十分相似，因此日本氣象廳JMA(Japan Meteorological Agency)引進EUMETSAT的RGB影像合成方案到向日葵8號觀測影像，使得向日葵8號衛星使用者看到的RGB合成影像對顏色的解釋與MSG一致(Shimizu 2020)。中央氣象局衛星中心以自身接收的日葵8號衛星產製RGB合成影像，如氣團RGB、自然色RGB、夜間微物理RGB、深對流RGB

等不同應用的RGB合成影像，並展示於衛星產品整合系統的展示平台，網址如下：

<https://satimage.cwb.gov.tw/SPD/home>

本文介紹新進展的兩個分析水氣與兩個分析日間雲相的RGB合成影像產品，增加使用者的選項。

## 二、方法與資料

以下介紹RGB合成影像的方法，首先是選定三張衛星觀測影像，分別將三張衛星觀測影像轉為R、G、B三張0到255的灰階影像，然後將三張R、G、B灰階影像疊加成一張RGB合成影像，將觀測的影像轉為0至255灰階的公式如下：

$$\text{灰階} = 255 * [(\text{觀測值} - \text{最小值}) / (\text{最大值} - \text{最小值})]^{1/\text{gamma}} \quad (1)$$

其中觀測值可為為AHI單一頻道影像，或兩個頻道差值，最大最小值是依據觀測值的大小與主觀的設計人為決定，設定gamma值可使觀測值與灰階之間為非線性的變化，RGB合成影像製作方式可參閱(周，2016；周等，2018；Lensky et al, 2008)之相關文獻。

以下是利用上述方法本文製作 Simple Water Vapor、Differential Water Vapor、Cloud Phase Distinction 與Day Cloud Phase RGB合成影像時選取的頻道、最大值、最小值與gamma值的設定：

- 製作Simple Water Vapor RGB合成影像的設定：  
R、G與B分量觀測值分別為B13(10.4  $\mu\text{m}$ )、B08(6.2  $\mu\text{m}$ )與B10(7.3  $\mu\text{m}$ )，三者的最小、最大值與gamma值分別為(202.3、279.0與10.0)、(214.7、242.7與5.5)與(245.1、261.0與5.5)。
- 製作Differential Water Vapor RGB合成影像的設定：

R、G與B分量觀測值分別為B10(7.3  $\mu\text{m}$ )-B08(6.2  $\mu\text{m}$ )、B10(7.3  $\mu\text{m}$ )與B08(6.2  $\mu\text{m}$ )，三者的最小、最大值與gamma值分別為(-3.0K、30.0K與3.5)、(213.2K、278.2K與2.5)與(208.5K、243.9K與2.5)。

c. 製作Cloud Phase Distinction RGB合成影像的設定：

R、G與B分量觀測值分別為B13(10.4  $\mu\text{m}$ )、B03(0.64  $\mu\text{m}$ )與B05(1.6  $\mu\text{m}$ )，三者的最小、最大值與gamma值分別為(219.6K、280.7K與1.0)、(0%、85%與1.0)與(1%、50%與1.0)。

d. 製作Day Cloud Phase RGB合成影像設定：

R、G與B分量觀測值分別為B05(1.6  $\mu\text{m}$ )、B06(2.3  $\mu\text{m}$ )與B01(0.47  $\mu\text{m}$ )，三者的最小、最大值與gamma值分別為(0%、50%與1.0)、(0%、50%與1.0)與(1%、100%與1.0)。

### 三、結果

我們以向日葵8號衛星2021年7月1日4時30分世界標準時觀測所繪製的Simple Water Vapor、Differential Water Vapor、Cloud Phase Distinction 與Day Cloud Phase等4種RGB合成影像為例，分別介紹各項產品顏色代表的意義、用途與限制。

a. Simple Water Vapor RGB合成影像

這項RGB合成影像選擇了頻道B13(10.4  $\mu\text{m}$ )為其紅色分量，頻道B08(6.2  $\mu\text{m}$ )為其綠色分量，頻道B10(7.3  $\mu\text{m}$ )為其藍色分量。頻道B13(10.4  $\mu\text{m}$ )可用於偵測雲頂或地表的溫度，頻道B08(6.2  $\mu\text{m}$ )可用於偵測高層的水氣，頻道B10(7.3  $\mu\text{m}$ )則適於偵測中層的水氣，因此這項產品可分析非雲區各層的水氣分布，可應用於：觀察水氣回流(moisture Return)，因為此項產品包括頻道B10(7.3  $\mu\text{m}$ )，故較低層的水氣回流在無雲區能被觀察到。分析氣旋結構(Cyclone Structure)，分辨各層的水氣、暖區、冷區、與水氣輸送。觀察噴流樣貌，比使用單一觀測頻道更易觀察到噴流樣貌。這項產品的限制在於不能偵測到霧或低雲，亦因其gamma值之設定無法顯示高層雲的細部結構。這項產品適用於日間與夜間。圖1展示這項產品的例子，圖中白色為高雲頂的雲，紅色為低/中層雲，桃紅色為中層雲而其下/中層為潮溼的大氣，綠色部分為高層水汽，青色部分為中-高層水汽，藍色部分為中層水汽，黑色為無雲乾燥區。此產品的簡介可參考下列網站：

[https://rammb.cira.colostate.edu/training/visit/quick\\_guides/Simple\\_Water\\_Vapor\\_RGB.pdf](https://rammb.cira.colostate.edu/training/visit/quick_guides/Simple_Water_Vapor_RGB.pdf)

b. 作Differential Water Vapor RGB合成影像

這項RGB合成影像選擇了頻道B10(7.3  $\mu\text{m}$ )-B08(6.2  $\mu\text{m}$ )為其紅色分量，頻道B10(7.3  $\mu\text{m}$ )為其綠色分量，B08(6.2  $\mu\text{m}$ )為其藍色分量，頻道B10(7.3  $\mu\text{m}$ )-B08(6.2  $\mu\text{m}$ )可用於偵測垂直(中到高層)的水氣分布，與偵測中-高層的雲，頻道B10(7.3  $\mu\text{m}$ )偵測中層的水汽分布，B08(6.2  $\mu\text{m}$ )偵測上層水汽分布，因此此項產品適用於分析槽/脊的中高層垂直水氣分布，它比Simple Water Vapor RGB合成影像提供在乾燥區更多的資訊。這項產品可用於日間與夜間。圖2展示這項產品的例子，圖中白色為高雲頂的雲，灰藍色為高層水汽，土黃色為上層乾燥大氣而水汽在中層的情形，橙紅色為中上層乾燥的大氣，較詳細的說明請參閱(Shimizu 2020)。

c. Cloud Phase Distinction RGB合成影像

這項RGB合成影像選擇了頻道B13(10.4  $\mu\text{m}$ )為其紅色分量，頻道B03(0.64  $\mu\text{m}$ )為其綠色分量，B05(1.6  $\mu\text{m}$ )為其藍色分量。頻道B13(10.4  $\mu\text{m}$ )與雲表面溫度有關，B03(0.64  $\mu\text{m}$ )的反射與雲的厚度有關，B05(1.6  $\mu\text{m}$ )與雲的雲相(冰/水)有關。因此這項RGB合成影像可用於評估冷雲頂的雲相來偵測對流起始、風暴的成長與消散，對於地表面的監測它可用於偵測地面上的覆雪。一個例子展示於圖3中，圖中黃色的部分代表厚的雲層且帶有冰相例子，橙色部分代表薄的高層雲且帶有冰相例子，綠色部分代表厚低層冰雲，天藍色為厚的低層水雲。此產品只適於白天使用。此產品的簡介可參考下列網站：

[https://rammb.cira.colostate.edu/training/visit/quick\\_guides/QuickGuide\\_DayCloudPhaseDistinction\\_final\\_v2.pdf](https://rammb.cira.colostate.edu/training/visit/quick_guides/QuickGuide_DayCloudPhaseDistinction_final_v2.pdf)

d. Day Cloud Phase RGB合成影像

這項RGB合成影像選擇了頻道B05(1.6  $\mu\text{m}$ )為其紅色分量，頻道B06(2.3  $\mu\text{m}$ )為其綠色分量，B01(0.46  $\mu\text{m}$ )為其藍色分量。頻道B05(1.6  $\mu\text{m}$ )可用於分辨水相或冰相的雲粒子，因冰粒子對此頻道的反射較水相粒子為小，頻道B06(2.3  $\mu\text{m}$ )可提供雲粒子的相與大小的資訊，因其對大冰粒子有較低的反射率，然而粒子大小分析只是定性上的粗略參考，尚須進一步的研究，B03(0.46  $\mu\text{m}$ )的反射提供與雲的光學厚度有關訊息。因此這項RGB合成影像可用分析雲的厚度與雲相，分辨冰雲與水雲，而其中B06(2.3  $\mu\text{m}$ )如前所述可提供雲粒子大小與雲相資訊，可辨識出帶大水滴的水雲。這項產品僅限日間使用。另外因R、G與B分量中未使用與熱力有關的頻道，因此此項產品無雲的溫度資訊，因此或可與其他產品配合使用(如

日間微物理RGB合成影)得到雲的更詳細分析。圖4是這項產品的例子，圖中淡藍色是帶小粒子的冰雲，藍色是帶大粒子的冰雲，鵝黃色是帶小粒子的水雲，淡紫色是帶大粒子得水雲。此產品的簡介可參考下列網站：

[https://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/satellite/VLab/QG/RGB\\_QG\\_DayCloudPhase\\_en.pdf](https://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/satellite/VLab/QG/RGB_QG_DayCloudPhase_en.pdf)

## 四、結論

向日葵8號衛星資料較之其前身MTAT-2具有更多的頻道，包括3個可見光頻道，3個近紅外線頻道及10個紅外線頻道，因此增加了許多的偵測能力，例如三個水汽頻道可提供中上層的垂直水氣分布， $1.6\ \mu\text{m}$ 的頻道可區分冰相與水相粒子， $2.3\ \mu\text{m}$ 頻道帶有粒徑大小的資訊與雲相的資訊，利用RGB合成技術，可截取不同頻道的資訊產製不同需求的合成影像，這些RGB合成影像產品已被廣泛的使用，但製作RGB合成影像的閾值設定還在持續的檢討中，未來還需不斷的研究與調整，本文介紹兩種分析水氣的RGB合成影像，兩者可互補使用，另外兩種雲相分析的產品除可提供分辨水雲冰雲外、另增雲滴粒子大小與發展高度資訊供使用者參考，最後(WMO,2012)指

出由於RGB合成影像是定性的產品，也許可結合其他定量的產品一起使用。

## 參考文獻

- 周鑑本, 2016, 以向日葵 8 號衛星觀測偵測冰雪的初步實驗, 地球科學前沿, 2016, 6(5): 432-442
- 周鑑本,張育承,2018:以Himawari-8影像製作彩色雲圖與推導大氣運動向量,107年度天氣分析與預報研討會,P-1-14-L
- Kerkmann J., 2005: Applications of Meteosat Second Generation(MSG) RGB Images: Part 03 Channel Selection and Enhancements, 2-27.
- Lenky, L.M. and Rosenfeld, D, 2008: Clouds and Aerosols-Precipitation Satellite Analysis Tool (CAPSAT), Atmos. Chem. Phys., 8,6739-6753.
- Shimzu A.2020:Introduction to Himawari-8 RGB composite imagery, Meteorological Satellite Center Teckchnical Note No 65 October 2020.
- WMO, 2007: RGB composite imagery workshop final report (5-6 June 2007 Boulder, CO, U.S.A.).
- WMO, 2012: WMOEUMETSAT workshop on RGB satellite products final report (17-19) September 2021, Seeheim, Germany

## 圖表

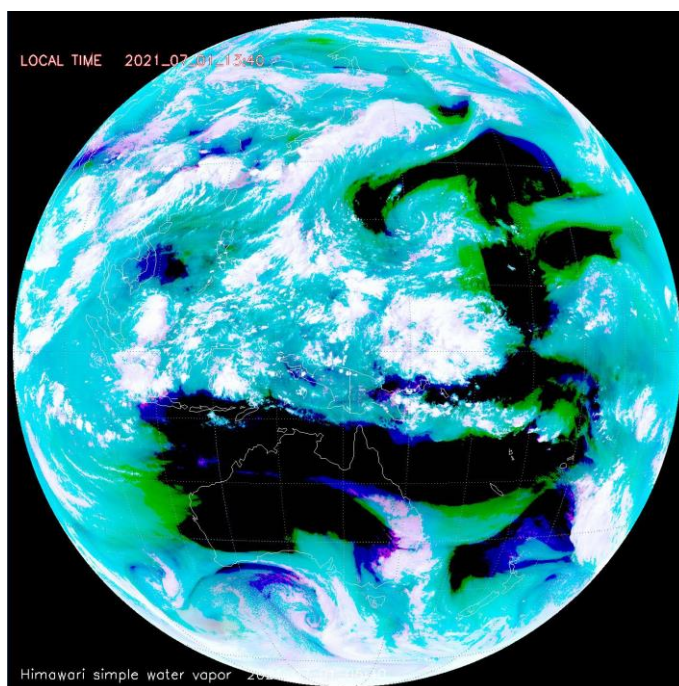









圖1. Simple Water Vapor RGB影像顏色代表的意義：白色  為高雲頂的雲。桃色  為中層雲，帶濕大氣在低中層。紅色  為低-中層雲，帶乾空氣。青色  為高層水氣。天藍色  為中高層水氣。藍色  為中層水氣。黑色  為乾燥，無雲區。

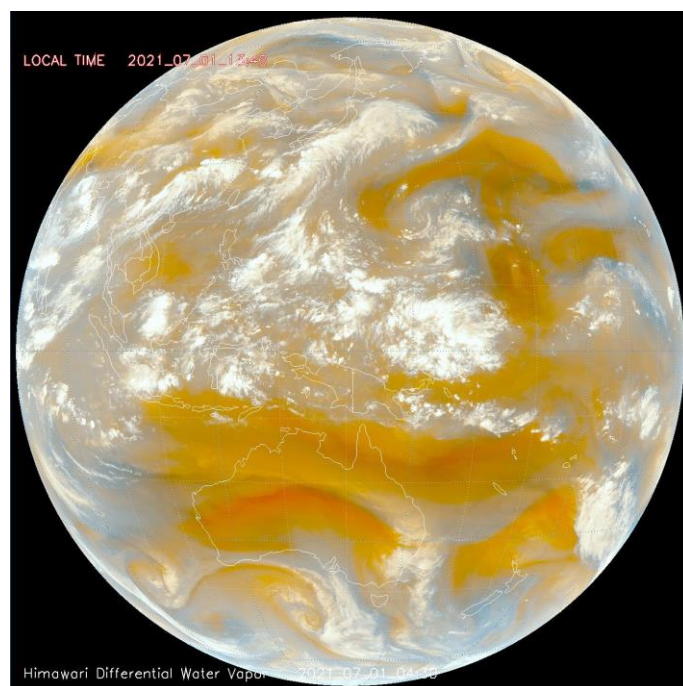






圖2. Differential Water Vapor RGB影像顏色代表的意義：白色  為高雲頂的雲。淡灰色  為高層水氣。土黃色  代表中層水氣上層乾燥。橙色  為中上層乾燥大氣。



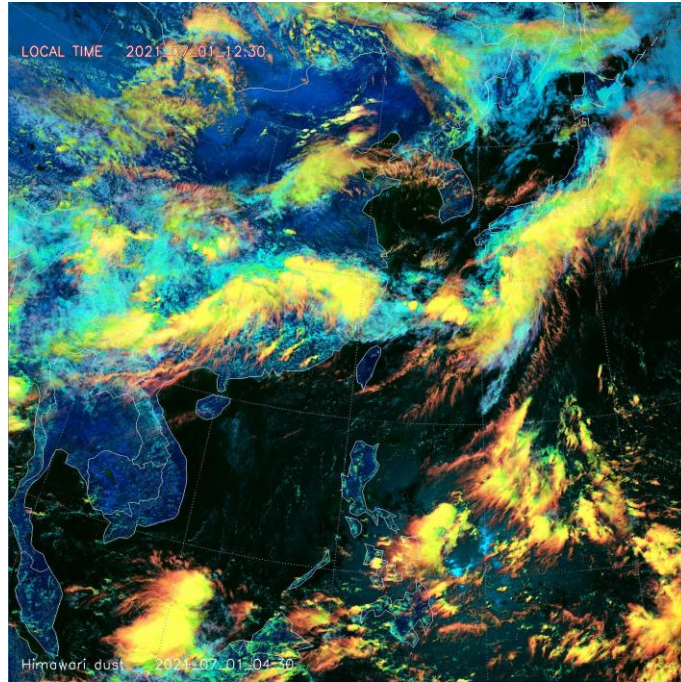






圖3. Cloud Phase Distinction RGB 影像顏色代表意義：黃色  厚高層雲帶冰粒子、積雨雲。橙色  為薄的高層雲帶冰粒子。青色  為厚的低層冰雲；雪/冰覆蓋區。天藍色  為厚的低層水雲。

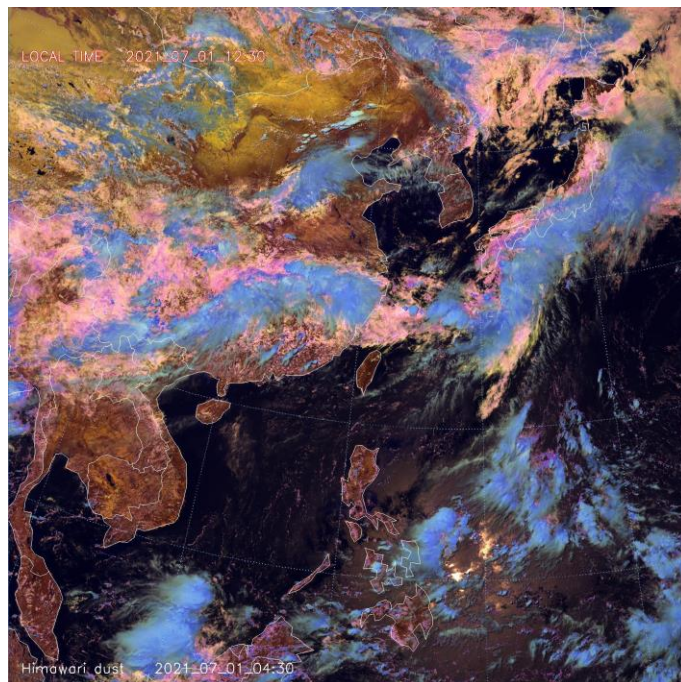






圖4. Day Cloud Phase RGB合成影像顏色代表意義：淡藍色  冰雲帶小冰粒。藍色  冰雲帶大冰粒。鵝黃色  水雲帶小水滴。淡紫色  水雲帶大水滴。