

地球同步氣象衛星即時資料之處理及發展

王碧霞 陳興漢 丘台光

中央氣象局氣象衛星中心

摘要

中央氣象局氣象衛星中心自 1981 年建站以來，陸續接收日本 GMS-2、GMS-3、GMS-4、GMS-5 和 MTSAT-1R，以及美國的 GOES-9 與中國大陸 FY2-A、FY2-B 和 FY2-C 等地球同步氣象衛星訊號。隨著氣象衛星觀測技術與資料處理技術的演進，接收訊號從每 3 小時類比訊號提昇為每半小時數位訊號，接收頻道從一個可見光頻道與一個紅外線頻道增加為一個可見光頻道及四個紅外線頻道，產品從原先在暗房中沖洗照片到現今透過網路傳遞影像檔給後端使用者，產品數量從原先提供數張照片增加為 157 項左右各類產品，所服務的單位由局內單位到電視媒體、防災單位、學術單位和軍方單位，針對所提供的單位的需求，製作出不同範圍、不同解像度的衛星產品。氣象衛星產品產生的流程，由最前端的衛星天線的架設、衛星訊號的編譯、訊號的解碼、衛星產品的程式設計到衛星產品的分送，全部由本局自行研發，衛星產品的儲存方式也由原先的照片、底片、磁帶到現今的光碟片、磁帶櫃，儲存的方式與容量隨衛星產品的大幅增加而不斷更新。

近來日本同步衛星新的高速率傳遞協定(HRIT)，將於 2008 年全面取代現行傳遞協定，這是接收同步衛星訊號新的挑戰，將為我國氣象衛星遙測開創嶄新的紀元。

一、前言

日本自 1977 年以來，陸續發射了五顆位於 140°E 赤道上空 35,800 公里的 GMS 系列同步衛星 (GMS-1~5)，在東亞地區和西太平洋海域進行衛星觀測。本局氣象衛星接收站(氣象衛星中心改制前身)於 1981 年 1 月 28 日起，開始接收日本同步氣象衛星(GMS-2)每 3 小時的紅外線與可見光頻道的類比訊號，1984 年 9 月 GMS-3 氣象衛星取代 GMS-2 衛星，當時所使用的電腦為 PDP-11/70，僅提供照片給下游單位，以及利用磁帶儲存衛星資料。GMS-4 氣象衛星於 1989 年 12 月 14 日取代 GMS-3 衛星，衛星資料改為每小時接收紅外線與可見光頻道的數位訊號，所使用的電腦為 VAX8550 工作站，除了提供照片外也提供影像檔給下游單位，由於衛星資料量大幅增加，改利用磁帶與可讀寫光碟片(MAGNETO OPTICAL DISK, M.O.)儲存衛星資料。GMS-5 氣象衛星則自 1995 年 6 月 21 日起取代 GMS-4 衛星，本中心在 GMS-5 氣象衛星資料的接收與處理技術上有重大突破，從架設衛星天線、接收訊號、訊號降頻、與中山科學院電子研究所合作開發自製圖框同步接收卡，到衛星原始資料解碼、產生各衛星頻道產品並將產品分送至下游各單位，整套軟、硬體作業全部由本局同仁負責，為本局節省大幅的公帑。日後並利用此架構成功接收 FY2(A/B/C)、GOES9(2003 年)和 MTSAT-1R(HiRID 格式, 2005 年)的衛星訊號。

GMS-5 衛星原設計壽命為五年，但是在 1999 年

11 月 15 日，由日本宇宙航空開發機構(JAXA)製造的 H2 火箭攜帶首顆新型“多用途傳輸衛星”(MTSAT, Multi-functional Transport Satellite)升空，卻因為火箭故障而引爆，因此不得不延長 GMS-5 的觀測年限。此外，原訂 2003 年發射的 MTSAT-1R 衛星，基於發射火箭 H2A 以及紅外線觀測儀器之改善需要，因而延後發射時程。為了能夠持續東亞地區的觀測，日本氣象廳(JMA)和美國海洋暨大氣總署(NOAA)經過多次商議，於 2002 年 5 月 10 日簽定協議，由 NOAA 在 2003 年春季，將原位於 105°W 的 GOES-9 衛星移至 155°E，並將觀測到的地球影像資料轉成原來 GMS-5 的廣播傳送格式，成為 GMS-5 的備援衛星，自 2003 年 5 月 22 日起接續 GMS-5 的觀測任務，為因應新的衛星觀測作業，本局引進美國預報系統實驗室(FSL)的 GOES9 衛星接收作業軟體，並修改後端產品製作與傳送程式，順利地接收衛星觀測與傳送後製產品給下游使用者。由於 GOES-9 衛星亦已超過了原設計的使用年限，衛星定位在 2004 年開始不穩定，增加天氣預報作業的困擾，因此新衛星的發射成功與否，成為亞洲各國關心的重要議題。

經過多年來的等待與盼望，JAXA 終於在 2005 年 2 月 26 日，在日本南部的鹿兒島縣種子島發射基地，再次用自製的 H2A 火箭成功發射 MTSAT-1R 衛星。本中心於 5 月 31 日衛星資料廣播測試作業開始時，即完成原始觀測資料接收與各項即時解碼、影像產品產生

等籌備作業，當第一張可見光雲圖順利產生時，相關作業人員都露出了開心的笑容，近一年來準備的辛苦與壓力都化於無形。隨後經過一個月的各項即時作業的測試、檢查與修正，並在資訊中心的協助下，於6月15日開始將衛星雲圖傳送至 WINS 系統，先行提供參與天氣預報作業同仁參考，且在6月28日 MTSAT-1R 衛星開始正式作業之時，將原來由 GOES-9 提供外界使用的各項雲圖產品逐一轉換為 MTSAT-1R 產品，於2005年的海棠颱風(如圖1至圖4)和馬莎颱風侵台期間，提供品質良好的衛星產品，精確地追蹤颱風動向。

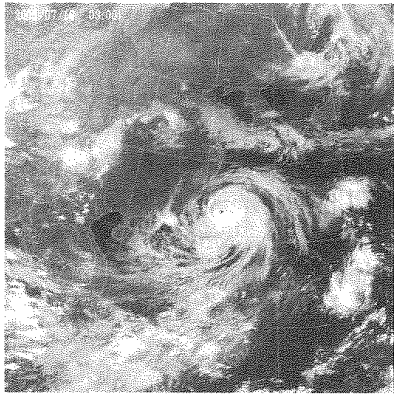


圖1 2005年7月18日03L MTSAT 彩色紅外線衛星雲圖

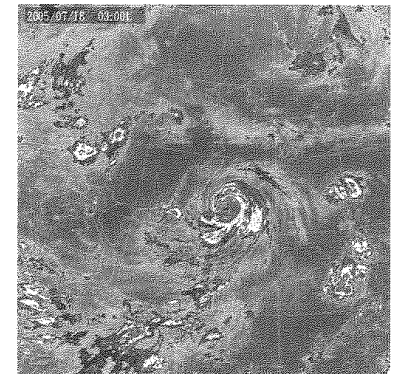


圖2 2005年7月18日03L MTSAT 紅外線 BD 色調強化衛星雲圖

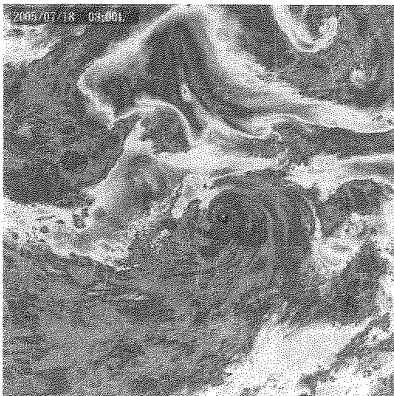


圖3 2005年7月18日03L MTSAT WV 頻道色調強化衛星雲圖

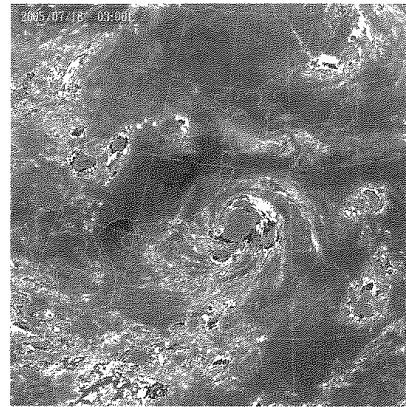


圖4 2005年7月18日03L MTSAT 紅外線 MB 色調強化衛星雲圖

二、MTSAT-1R 衛星簡介

相較於 GMS-5，MTSAT-1R 及後續衛星 MTSAT-2，展現了一星多功用的氣象衛星發展新趨勢，在原有的氣象觀測之外，新增加了航空導航功能，以改善東亞地區航空的安全性、航班容量和經濟效益。在氣象觀測方面，除了 GMS-5 原有的四個觀測頻道，增加了短波紅外線窗區頻道(3.7 μm)，此頻道所觀測到的能量來源包括太陽輻射以及地球輻射兩部分，不但可以提高夜間氣象觀測能力，並且可計算其和長波紅外線窗區頻道(10.7 μm)的差異，分析許多大氣現象，包括夜間霧的觀測、辨識冰雲和水雲、偵測森林大火等。而衛星觀測姿態、掃描策略的改變，縮短了每次觀測所需的時間，因此，可以對大氣環境做更密集的觀測，密切地掌握大氣環境的變化，精確追蹤風暴和其他災害性天氣系統。此外，由於紅外線資料的色階量化由 GMS-5 的 256 提高至 1,024 個分級，對於地球長波輻射的反演溫度能有更細緻的量度，利用這五個頻道的觀測資料與衛星觀測原理，可以得到較以往更精確的海面溫度、衛星風場與降水估計等導出資料，供氣象研究與數值天氣預報模式使用。GMS5 與 MTSAT-1R 衛星的差異詳見表 1。

三、MTSAT-1R 衛星即時作業概況

本中心為了能夠順利完成 MTSAT-1R 衛星的接收任務，多年前即投入研發，以擺脫過去昂貴又限制進口的衛星接收機，代之以較新的 DSP (digital signal processing) 接收技術。新的接收系統不但沒有舊型接收機的缺點，價格又可降為十分之一，而更穩定的接收性能使得能夠設立外地備援站。因為國內無廠商可以支援 DSP 技術，因此系統工程課人員必須自行不斷地檢測與調整新的接收技術，所幸中國在 2004 年 10 月 7 日先發射風雲二 C 同步衛星 (FY2C)，其資料廣播格式與 MTSAT-1R 相似，因此，有很好的機會可以先行測試 DSP 接收系統，提早發現問題並加以改進，所以在 MTSAT-1R 開始廣播之後，能夠很順利地完成接收任務。此外，系統工程課人員，在七月中協助空軍氣象中心，修理與改裝原來 GMS-5 舊有的接收系

統，使其能順利接收 MTSAT-1R 的觀測資料。

目前本局接收 MTSAT-1R 衛星的天線有兩座，分別位於三樓陽台及六樓樓頂，主要的作業系統架構分成兩套，互為備援，隨時可以依需要切換。其中一台接收作業主機，連接六樓天線，透過 terascan 接收軟體，接收廣播資料後存於硬碟中，定時將資料傳送至第一台產品作業主機。另一台接收作業主機則連接三樓天線，將所接收的廣播資料儲存於硬碟，並傳送至第二台產品作業主機。兩台產品作業主機具有相同的

架構與作業環境，分別接到觀測資料後，即時進行後續解碼、產品製作等程序，目前主要由六樓天線的作業系統負責將各項產品傳送給使用者，三樓天線的作業系統則為備援。此外，本中心預計在今年年底，於本局淡水氣象站設立一套備援接收系統。除了自行接收廣播資料之外，亦藉由程式透過網路到日本氣象協會(JWA)的 FTP 網站，定時抓取整點的全球觀測資料，以備不時之需。

表 1: 日本 GMS-5 與 MTSAT_IR 同步氣象衛星之比較

項目	衛星	GMS-5	MTSAT-1R
正式作業開始時間		1995 年 6 月 21 日	2005 年 6 月 28 日
主要用途		氣象觀測	氣象觀測、航空導航、無線通訊
觀測姿態、掃描策略		自轉穩定、旋轉掃描	三軸穩定、連續往復掃描
重量		747kg(at launch) 345kg (Dry mass)	2,900kg(at launch) 1,250kg (Dry mass)
發射火箭		H-II	H-IIA
觀測時間間隔		1 小時	半小時、15 分鐘
氣象觀測頻道		可見光、6.7 μm 水汽頻道 11 μm、12 μm 紅外線頻道	可見光、6.7 μm 水汽頻道 11 μm、12 μm 紅外線頻道 3.7 μm 紅外線頻道
資料廣播格式		S-VISSR、WEFAX	HiRID (至 2007 年年底) HRIT (2008 年後繼續使用) WEFAX、LRIT
衛星資料量化等級		可見光 6bits (64 層色階) 紅外線 8bits (256 層色階)	1、HiRID 格式： 可見光 6bits (64 層色階) 紅外線 10bits (1024 層色階) 2、HRIT 格式： 可見光和紅外線均為 10bits
全球影像資料解析度		可見光 8,804lines、9,164pixels 紅外線 2,201lines、2,291pixels	1、HiRID 格式： 可見光 8,804lines、9,164pixels 紅外線 2,201lines、2,291pixels 2、HRIT 格式： 可見光 11,000lines、11,000pixels 紅外線 2,750lines、2,750pixels
空間解析度		可見光 1.25 公里 紅外線與水汽為 5 公里	1、HiRID 格式： 可見光 1.25 公里 紅外線與水汽為 5 公里 2、HRIT 格式： 可見光 1 公里 紅外線與水汽為 4 公里
儀器設計壽命		氣象觀測五年	氣象觀測五年、航空導航十年

備註： S-VISSR : Stretched-Visible and Infrared Spin Scan Radiometer

HiRID : High Resolution Image Data

HRIT : High Rate Information Transmission

WEFAX : Weather Facsimile

LRIT : Low Rate Information Transmission

由於目前接收的 HiRID 格式相較於 GMS-5 的 S-VISSR 格式，增加了資料色階量化分級與觀測頻道，且全球觀測與半球觀測的資料量亦不同，因此，

必須依照 JMA 提供的相關文件，修改原來 GMS-5 的解碼與資料儲存程式。當原始的觀測資料，傳送至產品作業主機時，必須先經過解碼程式組，將各種衛星觀測資訊，如：衛星定位、觀測時間表、輻射溫度與

反照率對應表等相關資訊，以及五個頻道的影像資料分別解出與整理，寫成個別的檔案儲存。資料解碼後，透過即時作業流程控制程式組，進一步利用衛星定位、輻射溫度與反照率對應表等資料，將五個頻道的影像資料做更細部的格式轉換、分類與處理，依照各個使用者的需求，將投影定義、頻道選擇等控制元經由表列的設計，依序呼叫各支產品產生程式，再利用影像處理技術，做色調強化或疊加彩色地形底圖、經緯線等等，產生最後的雲圖影像、溫度場等產品，分類儲存於硬碟。最後利用郵件與信箱的設計管理，將產品分送至各使用者的接收主機或轉送主機，讓使用者能夠在第一時間收到最新的衛星觀測資料。

目前 MTSAT-1R 各項雲圖產品，除了傳送至本局 WWW 網頁，供一般民眾透過網路查詢，以及 WINS、QPESUMS、LAPS 等作業系統外，還提供台視、民視等 8 家電視台，以及政府各級防災單位、學術單位等等，共 56 個使用單位及 157 項後製產品，並利用光碟片與磁帶櫃儲存衛星資料。由於使用者來自不同單位，對產品的需求亦不同，因此，產品的製作、分類與傳送過程中，與使用者的聯繫相當繁複。整套衛星影像的接收與處理程序，需要電子工程、網路與系統管理、程式語言以及衛星觀測原理等各種專業知識與技術，各個環節緊緊相扣、缺一不可，在相關作業人員的積極合作下，並結合過去二十五年

來，本中心長期累積的衛星接收與處理經驗，方能得到令人滿意的成果。

此外，如先前所述，本中心亦接收 FY2C 衛星，其所有作業流程與架構比照 MTSAT-1R 衛星，但目前僅供內部參考，不提供外界使用，故不在此贅言。

四、未來發展

這次日本發射的 MTSAT-1R 衛星，實為預計明年發射的 MTSAT-2 衛星的暫時替代衛星，其 HiRID 格式類似於 GMS-5 的 S-VISSR 格式，乃為了使亞洲地區的使用國家在啓用 HRIT 格式之前，有一個準備的緩衝期。由於自 2008 年起，MTSAT-1R 和 MTSAT-2 衛星均僅採用 HRIT 格式而不再採用 HiRID 格式廣播，屆時不但目前所有的硬體接收設備均無法解調 MTSAT-1R 和 MTSAT-2 衛星的信號，亦必須重新撰寫解碼軟體程式。目前本中心已備妥 MTSAT-2 衛星的接收機，可以接收比 MTSAT-1R 衛星資料傳輸率更快的 MTSAT-2 衛星資料，惟 HRIT 格式之解碼與衛星產品自動產生之程式撰改非常繁雜，如何在現有的人力與背景知識，配合新的接收軟體，調整、修正後端產品產生及分送的機制，是本中心必須迫切進行與解決的重要任務。