

# CWB WRF-3DVAR 對 AMSUA 輻射資料之應用及其個案模擬

林宗翰<sup>1</sup>、劉志權<sup>2</sup>、林慧娟<sup>2</sup>、郭永潤<sup>2</sup>、馮欽賜<sup>1</sup>

<sup>1</sup>中央氣象局資訊中心

<sup>2</sup>NCAR

## 摘要

本研究使用美國國家海洋暨大氣總署發射的太陽同步衛星NOAA15、18 及歐洲氣象衛星MetOp2 所搭載的微波探測儀AMSU(Advanced Microwave Sounding United)。將其所測得亮點溫度資料(AMSUA)加入氣象局區域三維變分同化系統(CWB-WRF-3dvar)中。經統計每六小時約可提供 45 公里最外層預報區域 800-4500 筆亮點溫度資料(洋面與陸地)。可解決青藏高原及洋面地區缺乏傳統觀測的問題。

加入衛星輻射資料後發現在溫度場方面，地面至 700mb 及 70mb 至模式頂(30mb)有改進預報的情形，但在 200mb 至 100mb 間則是常規資料優於加入輻射資料的情形，近地面水氣場(700-925mb)則是微幅變差的情形。

## 一、前言

AMSU(Advanced Microwave Sounding United)為新一代微波探測儀，其中分為兩部分。AMSUA 包含：(1)頻道 1-3 與 15 為窗區頻道(23GHz-89GHz)，主要探測地表特性或液態水含量。(2)另外 11 個頻道(52.8GHz-58GHz)主要為反演平流層及對流層大氣溫度剖面。其觀測原理為藉由微波探測儀接收其觀測大氣所發射的電磁波強度，間接獲得大氣溫度垂直結構。如圖 1。本研究所使用的AMSUA資料由美國大氣海洋局NOAA所發射的太陽同步衛星NOAA15、18 與歐洲氣象衛星MetOp-2 所提供。衛星繞地球週期約為 101 分鐘。可針對氣象局WRF-45 公里預報區域每六小時約可提供 800-4500 筆亮點溫度資料。

## 二、實驗設計

本實驗採用氣象局區域三維變分同化系統(CWB-WRF-3DVAR)，其中水平解析度設定為 45 公里，垂直分為 45 層，模式頂高度為 30mb，使用版本為 WPS、WRF3.0.1.1，WRF 3DVAR 版本為 3.1，內含輻射資料同化(Liu and Barker, 2006)。為了加強高

層重力阻尼(damping)，將 wrfnamelist.input 裡面的 damp\_opt=0 改為 3，為配合此選項將 dampcoef=0.01 改為 0.2。使用 NCEP-GFS 作為背景分析場，以六小時預報場作為下一個預報時間的初始場，每天 00Z 及 12Z 作 72 小時預報，針對 2008 年 6 月進行 update cycle 模擬，實驗設計分為三組(1)同化一般常規資料(含 synop、sound、metar、buoy、ship 等，不含 GPSRO)。(2)同化常規資料與輻射資料(AMSUA 僅洋面)。(3)同化常規資料與輻射資料(AMSUA 含洋面及陸地)。

## 三、輻射轉換資料設定及頻道選擇與偏差訂正(BIAS CORRECTION)

由於輻射資料 AMSUA 含有 15 個頻道，頻道 1 至 3 及 15 為窗區頻道，頻道 10-14 超過模式頂，皆不使用，另外頻道 4 因太接近地面，所測資料太容易受到影響，故僅使用對大氣溫度敏感的頻道 5 至 9，其垂直權重分函數分布如圖 3.1，故本實驗所取亮點溫度皆選取頻道 5-9。另外得到溫度剖面的輻射傳輸原理如下：

$$L(\nu) = \int_0^{\infty} B(\nu, T(z)) \left[ \frac{d\tau(\nu)}{dz} \right] dz$$

+地面的散射及反射+  
雲滴及雨的散射

方程式左邊為衛星所接收的輻射量，右邊的  $B$  為蒲朗克函數，其中  $\left[ \frac{d\tau(\nu)}{dz} \right]$  為大氣吸收輻射的過程，即輻射傳輸之權重函數。輻射傳輸模式 (Radiative Transfer Model)，大氣參數轉為輻射參數是為 forward model。本實驗所使用的輻射轉換模式為歐洲所研發的 RTTOV(Radiative Transfer for TOVS)8.7 版。另外經由輻射轉換所測得亮點溫度之偏差訂正(bias correction)分為靜態訂正(Off-line statistics bias correction)及動態訂正(Variational bias correction)。經測試後發現使用靜態誤差訂正的效果較好，且其修正值也較穩定，將六月份所有 AMSUA 資料作統計後得到統一的修正值，圖 3.2 為經過偏差訂正前後亮點溫度之差異比較。

#### 四、實驗結果

針對傳統觀測(synop 地面綜觀天氣報告 sound 探空)所作的 6 月份 12 小時預報資料校驗結果如圖 4.1，由均方根誤差統計看出在風場(U)在 250mb 至模式頂(30mb)有一微幅修正，風場(V)從 250mb 經高層噴流區至模式頂加入輻射資料表現皆比常規資料好，中低層 925mb 至 500mb 也有不錯的改善。溫度場方面，加入地面輻射資料這組而言，從地面至 850mb 有一正面的改善，但在 200mb 至 70mb 加入輻射資料則為變差的情形，估計可能是高層噴流所造成。但在水氣方面，低層 925mb 至 700mb，以常規資料組表現較加入輻射資料為好。

接著針對加入輻射資料的各種不同大氣參數的層場作比對，以 NCEP 全球分析場作比較基準(圖 4.2)，由 2008 年 6 月 19 日 12Z 的 500mb 高度場分佈發現加入陸地輻射資料，在青藏高原北邊有調整的效果，而輻射資料在權重最大的頻道六的確有資料進入模式中(圖 4.3)，由於在青藏高原地區普遍缺乏傳統觀測，加入衛星資料後，對於改善此處預報的確有增益的效

果，若是冬天大陸冷高壓系統由此區醞釀進而影響台灣，輻射資料的加入有改進預報的效果。在福建廣東地區，由圖 4.2 也可看出加入輻射資料後，對於 500mb 高度場有改善，由於此區目前為乾燥無雲區，就 AMSUA 輻射資料特性而言，對預報的掌握度較佳。

圖 4.4 為與 NCEP 分析場作相減的結果，與圖 4.3 相比較，有衛星軌道掃描過，加入輻射資料後的地區(綠色標記)，其與 NCEP 分析場差異皆比未加入輻射資料來的好。而在黃色標記區域，輻射資料相對較少，與常規資料組比較則呈現較差的結果。

由 MTSAT 衛星(圖 4.5)可發現錢塘江口，上海南京至浙江杭州一帶有較強的降雨區，相對於 AMSUA 最低頻道五(圖 4.3)，此處資料已經校驗訂正去除，但與 NCEP 全球分析場相比，925mb 相對濕度場(圖 4.6)卻發現此處與 NCEP-AVN 比較結果差異明顯。加入輻射資料後，此處相較於常規資料而言仍較差。另外在菲律賓呂宋島南方有一熱帶氣旋生成，對於此處水氣生成的地方，在頻道五經過品管控制之後在預報上仍呈現負面影響，因 AMSUA 特性即是對溫度所導致，另外所使用頻道高度太高可會造成對水氣掌握不好的情形。透過加強對低層頻道品管控制及加入 AMSUB 水汽頻道來試著改善低層水氣預報不好的情形。另外可以使用 MSPPS(Microwave surface and precipitation products by satellite 比輻射率線性內差)來推算低層通道五的亮點溫度，藉此獲得更正確的低層資訊。925mb 濕度場整體而言，加入輻射資料後陸地呈偏乾的情形，海洋則為偏濕的狀況。

#### 五、結論

加入輻射資料對於氣象局 WRF 區域模式預報而言，在長時間的統計上來說，對於低層溫度場及模式頂是有正面效應的。U 及 V 場則是略有改善的情形(925-500mb，70mb 到模式頂)，但在低層水汽場(925mb-700mb)則是變差的情形，估計與 AMSUA 頻道品管控制及衛星特性有關。在同化輻射資料的策略方面，建議使用靜態的偏差訂正，在使用動態的偏差

訂正實驗中發現此訂正方法對於輻射資料訂正仍呈現不穩定的狀況。

此外，在本實驗中，同化陸地輻射資料對於低層的預報有改進的效果，且在缺乏資料的青藏高原及大

陸西北地區有彌補缺乏傳統觀測的優點。另外在水氣豐沛的區域，建議可以加強低層 AMSUA 頻道品管控制，以確保輻射資料進入模式後之影響與衝擊。

### 參考文獻

Hui Shao,2008.“Radiance Data Assimilation and Impact Study in CAAI Domain”,CWB Mid-term Review Meeting

Liu. Z.-Q. and Barker, D. M., 2006: Radiance Assimilation in WRF-Var: Implementation and Initial Results, 7th WRF Users Workshop, June 19-22, 2006, Boulder, Colorado, USA

Zhiqian Liu,T. A.,2008: “User’s guide for radiance data assimilation in WRF-VAR”,NCAR/MMM

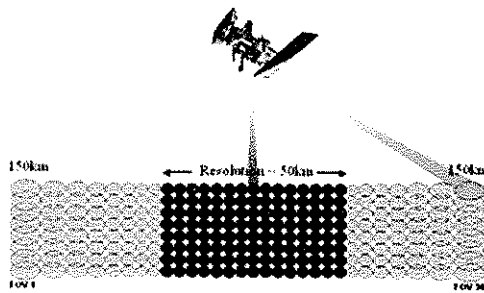


圖 1.1 AMSU 微波探測儀掃描幾何原理與解析度。

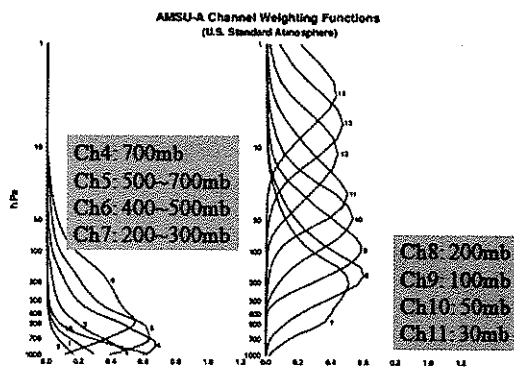


圖 3.1 AMSUA 各頻道之權重及高度。縱座標為高度，橫座標為權重。

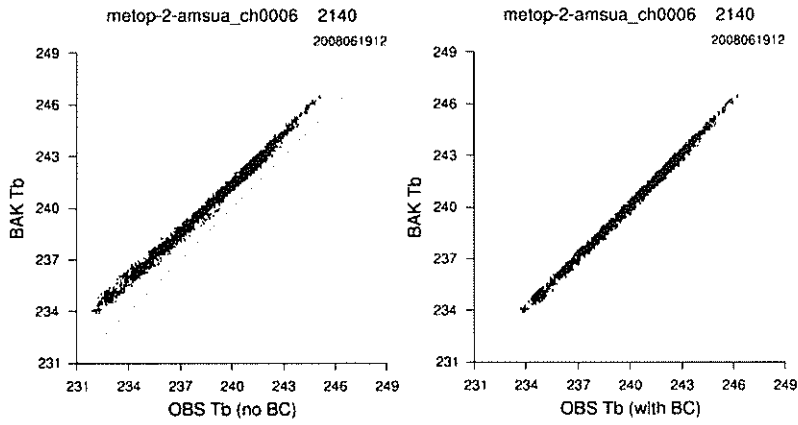


圖 3.2 左圖為經誤差訂正前的亮溫(brightness temperature)分佈，右圖為訂正後。橫坐標為觀測的亮溫(K)，縱坐標為進入模式後的亮溫(K)。

RMSE Profiles 2008 JUN 01\_12Z -30\_12Z 12h Verificator

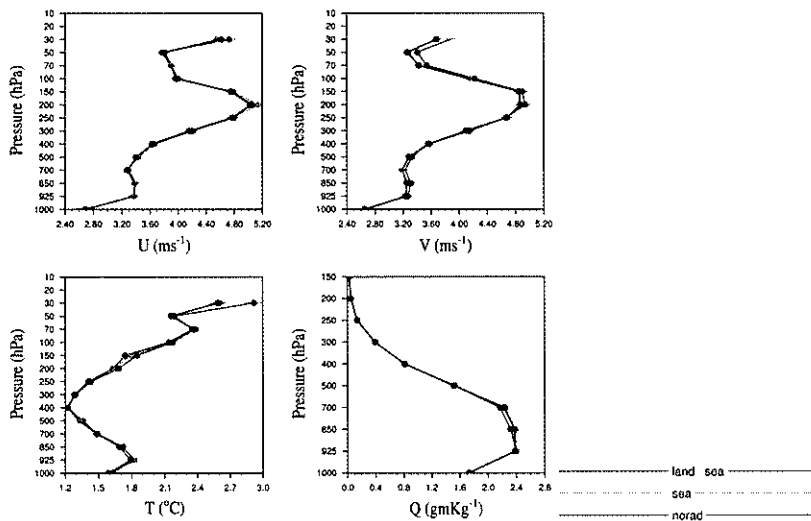


圖 4.1 2008 年 6 月份 12 小時預報的均方根誤差垂直分佈圖。橫坐標為均方根誤差值，縱坐標為高度(hPa)。藍色為一般常規資料，綠色為常規資料加 AMSUA(僅海洋)。紫色為常規資料加 AMSUA(陸地與海洋)。

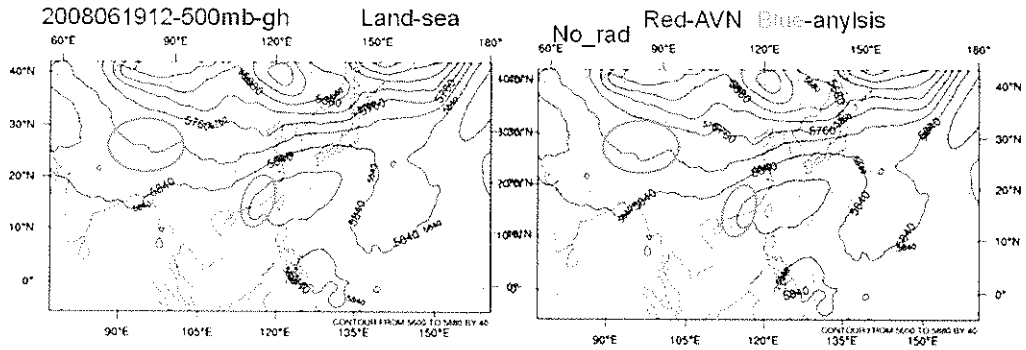


圖 4.2 500mb 高度場。紅色為 NCEP 分析場。左圖藍色為常規資料+輻射資料(陸地與海洋)CWBWRF 分析場。右圖藍色為常規資料 CWBWRF 分析場。

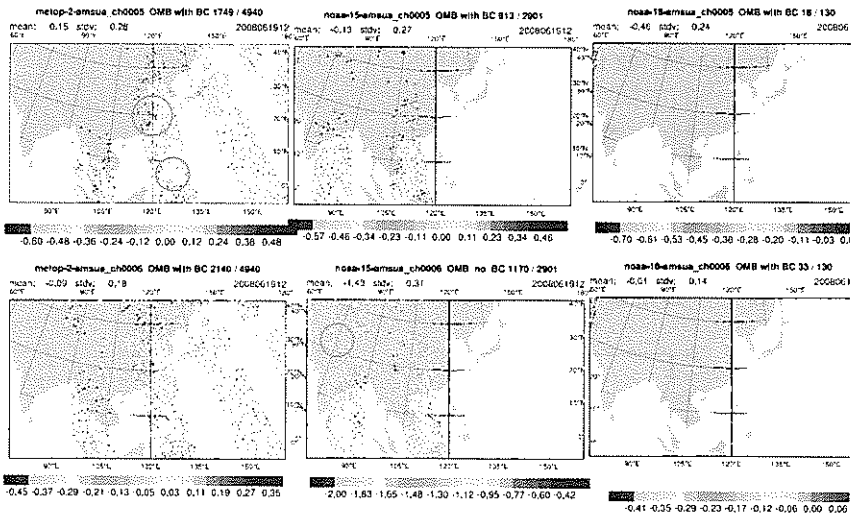


圖 4.3 經誤差訂正後之頻道 5 與 6 亮溫地理位置分布圖。左邊為 metop-2 衛星。中間為 NOAA15 衛星。右邊為 NOAA18 衛星。

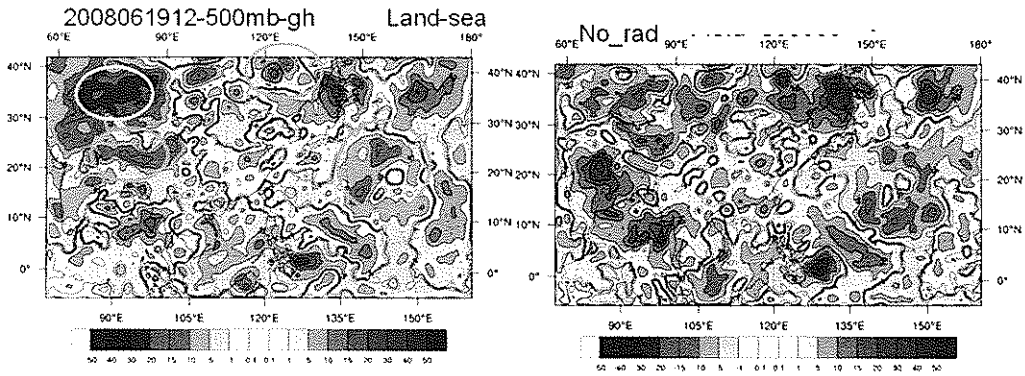


圖 4.4 500mb 高度場。左圖為常規資料+AMSUA(陸地與海洋)減去 NCEP 分析場。右圖為常規資料減去 NCEP 分析場。

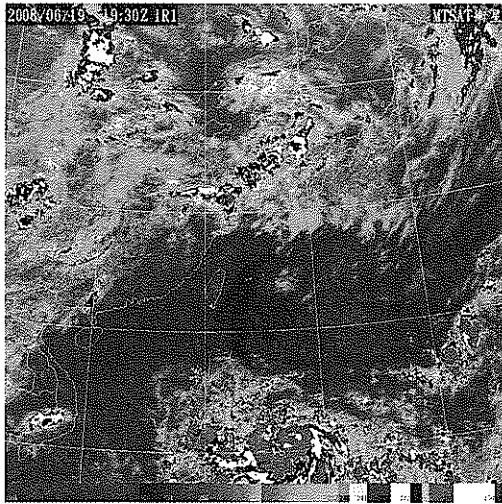


圖 4.5 2008 年 6 月 19 日 MTSAT 衛星，IR1 分布圖。

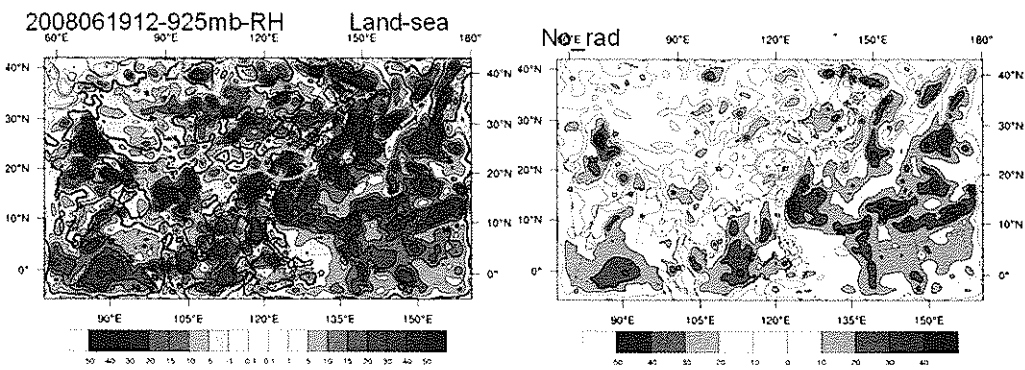


圖 4.6 925mb 相對溼度場。左圖為常規資料+AMSUA(陸地與海洋)減去 NCEP 分析場。右圖為常規資料減去 NCEP 分析場。