

2015年5月20日梅雨鋒個案模擬分析

¹宋偉國、²王信閣 ²饒瑞鈞

¹空軍航空技術學院軍事氣象系 ²成功大學地球科學系

摘要

本研究以2015年5月20日梅雨鋒個案為例，利用中尺度數值天氣預報模式系統WRF (The Weather Research and Forecasting Model, WRF) 模擬鋒面伴隨之對流系統，分析對流發展成因。並透過GPS(Global Positioning System)誤差項中的對流層濕延遲(Tropospheric Wet Delay)所求之可降水量PWV，藉由WRF三維變分資料同化系統(Three-Dimensional Variational Data Assimilation, 3DVAR)，探討PWV資料對於梅雨對流系統模擬之貢獻度。2015年梅雨季5月19日鋒面伴隨的對流系統在大陸東南沿海發展，5月20日鋒面在台灣北部，對流系統伴隨之降水，產生全面持續降雨，但仍以北部為主，5月21日鋒面持續在台灣，對流系統在南部產生豪大雨。分析邊界層資料，顯示5月19日台北低層已有顯著西南氣流發生，對照大氣相對溼度相當潮濕，利於對流系統發展。5月20日台北近地層西南氣流略為減弱，但850hPa仍為顯著西南風。5月21日北部已轉為北風分量，但南部仍為西南氣流，說明對流往南移，主要與鋒面前緣西南氣流有密切相關。本文以5月19-21日WRF模式同化模組結果，顯示對流系統逐漸往南移動，與觀測結果一致。本研究將可降水量加入原有觀測資料做三維同化，再與無GPS可降水量同化結果做比較，結果顯示於5月20日0000UTC時，有無GPS可降水量之三維同化925hPa風場，於大陸東南沿海有所差異，造成二者產生的對流分佈也有所差異。模式於5月20日0600UTC之對流分佈顯示，無GPS同化之對流系統明顯落後於有GPS之對流分佈，對照觀測之雷達回波，顯示含GPS之三維同化結果比無GPS之同化結果為好。

關鍵字：梅雨鋒、對流系統、WRF、GPS、PWV、資料同化

一、前言

台灣地區氣候平均而言，5月中旬至6月中旬為梅雨季，梅雨鋒區伴隨狹長雲帶，寬數百公里，長數千公里，雲帶內之中尺度對流系統，往往伴隨顯著降水。中尺度對流系統的發展與低層噴流、西南氣流、局部環流有密切關係(Jou et. al[1]；宋等[2]、宋與石[3]、宋與石[4]、宋等[5])，另外，局部環流等天氣系統的發展與邊界層息息相關。侯等[6]發現白天陸地受熱後會產生不穩定的對流邊界層，海風鋒面和對流邊界層中的對流胞交互作用，因合併對流胞而增強。Hsiu et al.[7]分析2008年西南氣流實驗期間晴空狀況下，南台灣所觀測之大氣邊界層中尺度擾動，顯示晴空狀況下的大氣邊界層擾動對於豪雨系統發生之瞭解具有重大意義。Bright, D. R., and S. L. Mullen, [8]分析顯示邊界層在激發西南季風下的對流系統扮演重要的角色，正確分析邊界層演變，對於定量降水預報有重要影響。低層噴流對中尺度對流系統影響顯著，而低層噴流亦與邊界層密切相關(Li, J., and Y.-L. Chen[9])。中尺度對流系統為豪雨的製造者，唯其形成與演變為多重尺度交互作用所致，欲提升梅雨季豪大雨定量降水預報技術，須整合氣象觀測網、氣象模式、氣候分析等相關領域，唯有整合研究團隊方能提升定量降水預報技術。2014年至2016年由颱洪中心邀集國內大氣科學研究單位舉行西南氣流觀測實驗計畫，於台灣南部高雄、小琉球以及海上做密集觀測，研究引發對流系統之中尺度激發機

制，與梅雨鋒、低層噴流及邊界層結構相關性分析，本文將運用WRF模式納入GPS推導可降水量PWV做資料同化，分析2015年5月20日梅雨個案，探討GPS可降水量資料對梅雨伴隨之對流系統模擬之貢獻度。

二、資料處理簡介

本研究使用中央氣象局天氣圖與NCEP全球模式資料分析綜觀環境，並以氣象局衛星雲圖及雷達迴波分析對流演變過程。

研究引用中尺度模式WRF3.4版，模擬對流個案，模式初始時間為2013年7月9日0000UTC，採用水平網格三層，第一層網格70*70(27km)，第二層網格91*91(9km)，第三層網格61*61(3km)，模擬中尺度過程對午後雷雨發展機制。邊界層參數化用Yonsei University(YSU)，於地表層用Monin-Obukhov with Carslon-Boland黏滯副層及標準的similarity，土壤用5層土壤處理熱擴散Single-Moment 5-class (WSM5)，雲物第一、二層雲滴、雨滴、冰晶、雪交互作用，第三層網格Kessler scheme暖雲過程。積雲參數化用Kain-Fritsch (KF)，降水方面採用KM 2D Smagor模組，短波輻射採用Dudhia，長波採用RTIM。

三、對流系統分析

2015年梅雨季5月1日開始有零星降雨，但南部並無對流系統發生，5月19日鋒面伴隨的對流系統已在大陸東南沿海(圖1, 2)，5月20日鋒面以在台灣北部，對流系統伴隨之降水，產生全面持續降雨(圖3)，但仍以北部為主(圖

3b)，5月21日鋒面持續在台灣，對流系統在南部產生豪大雨(圖3c)。分析邊界層資料(圖4)，顯示5月19日台北低層已有顯著西南氣流發生(圖4a)，對照大氣相對溼度相當潮濕(圖2a)，利於對流系統發展。5月20日台北近地層西南氣流略為減弱(圖4b)，但850hPa仍為顯著西南風。5月21日北部已轉為北風分量(圖4c)，但南部仍為西南氣流(圖4d)，說明對流往南移，主要與鋒面前緣西南氣流有密切相關。

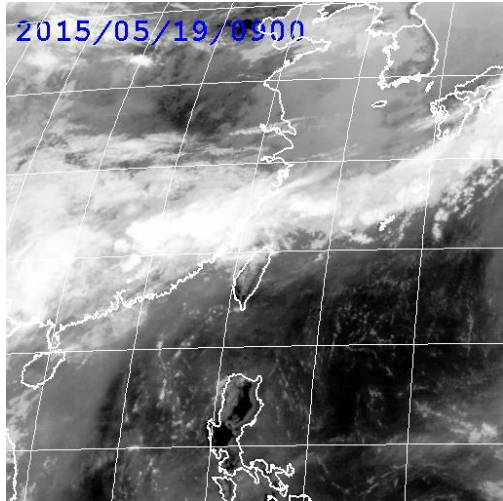


圖1a 2015年5月19日0900L衛星雲圖

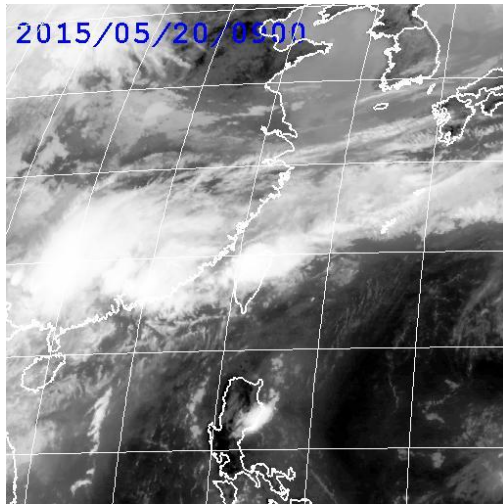


圖1b 2015年5月20日0000L衛星雲圖

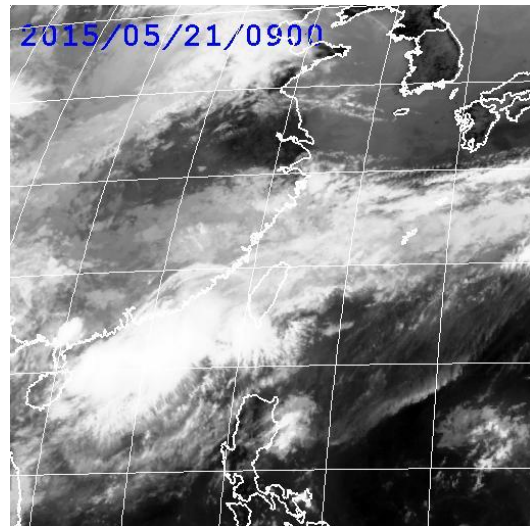


圖1c 2015年5月21日0900L衛星雲圖

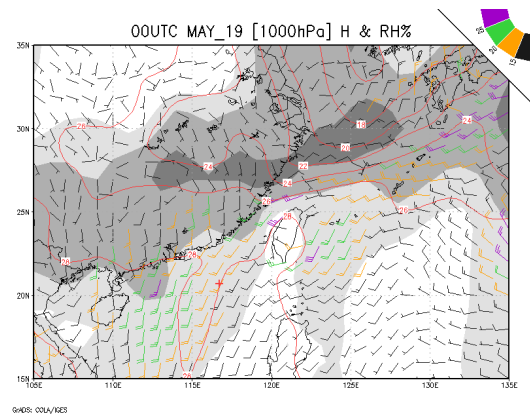


圖2a 2015年5月19日0000UTC 1000hPa高度與風場、濕度

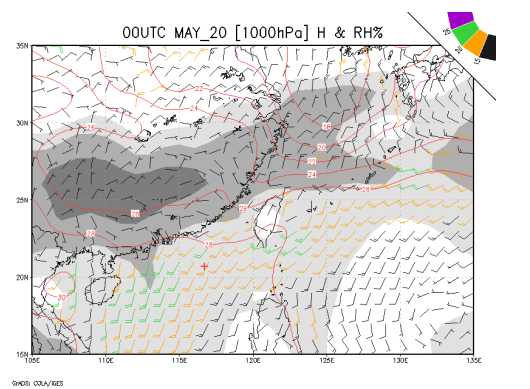


圖2b 2015年5月20日0000UTC 1000hPa高度與風場、濕度

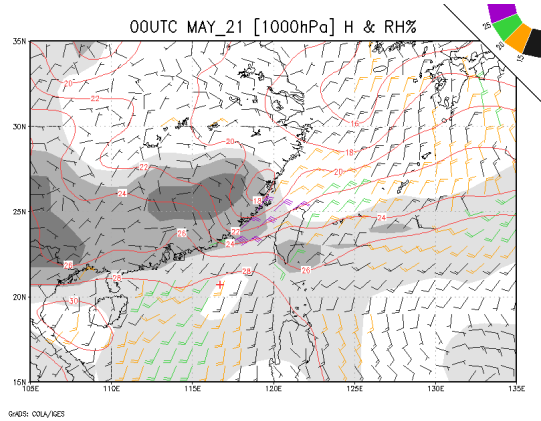


圖2c 2015年5月21日0000UTC 1000hPa高度與風場、濕度

受太平洋高壓減弱及鋒面接近影響

2015 05 19 00L-24L ACCUMULATIVE RAIN.

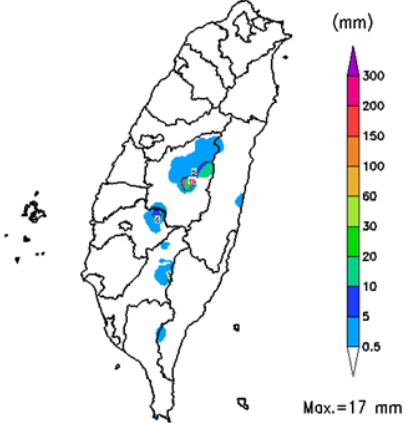


圖3a 2015年5月19日累積降雨量

受鋒面雲系影響

2015 05 20 00L-24L ACCUMULATIVE RAIN.

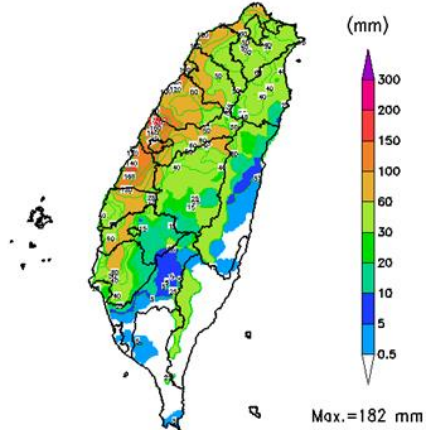


圖3b 2015年5月20日累積降雨量

受滯留鋒面影響

2015 05 21 00L-24L ACCUMULATIVE RAIN.

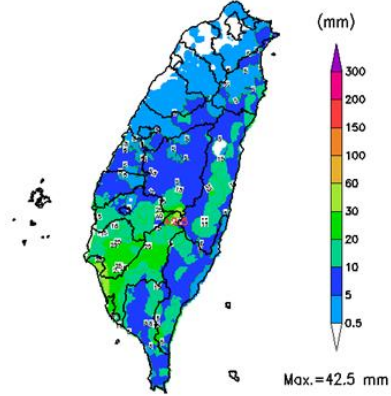


圖3c 2015年5月21日累積降雨量

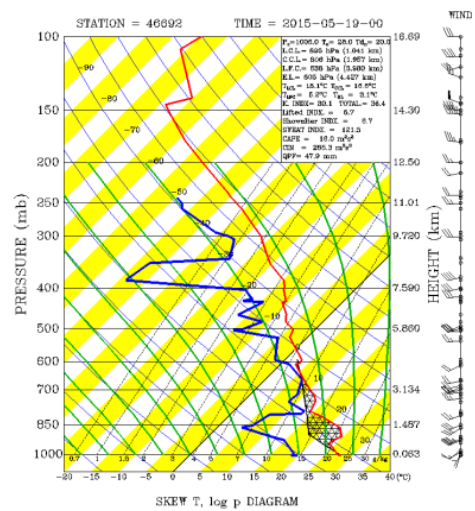


圖4a 2015年5月19日0000UTC板橋探空站觀測

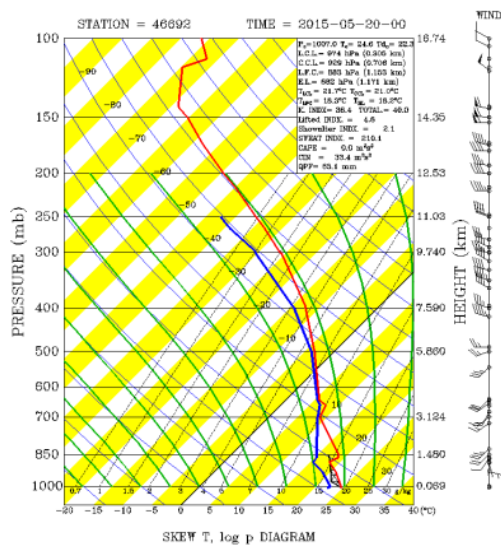


圖4b 2015年5月20日0000UTC板橋探空站觀測

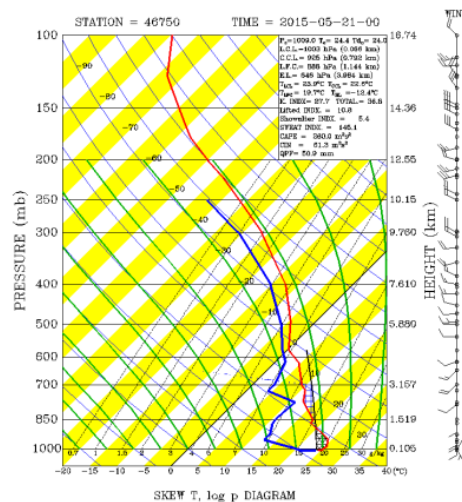


圖4d 2015年5月21日0000UTC屏東探空站觀測

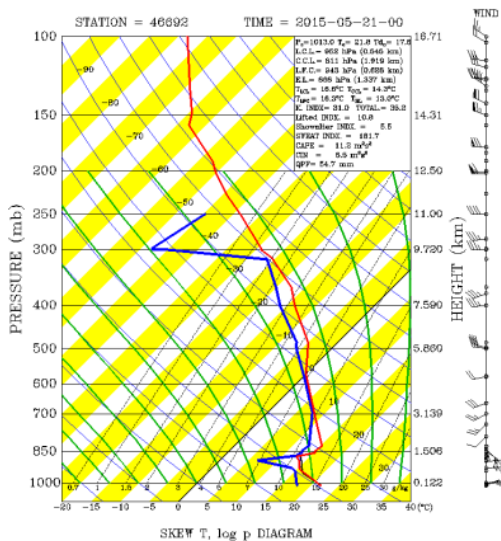


圖4c 2015年5月21日0000UTC板橋探空站觀測

本文以5月19-21日WRF模式僅用傳統資料的同化模組結果如圖5a(5月20日0000-1200UTC), 5b(5月20日1200-21日0000UTC), 5c(5月21日0000-1200UTC)所示, 與衛星雲圖做定性比較, 顯示模式亦模擬出對流系統逐漸往南移動, 與觀測結果一致。

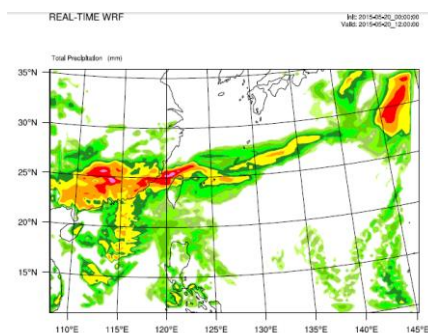


圖5a 2015年5月20日0000-1200UTC降雨量(mm)

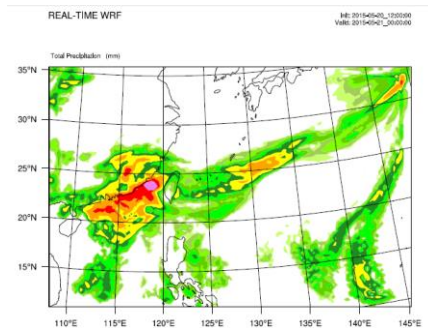


圖5b 2015年5月20日1200-21日0000UTC降雨量(mm)

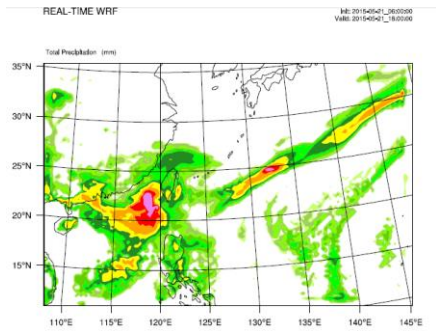


圖5c 2015年5月21日0600-1800UTC降雨量 (mm)

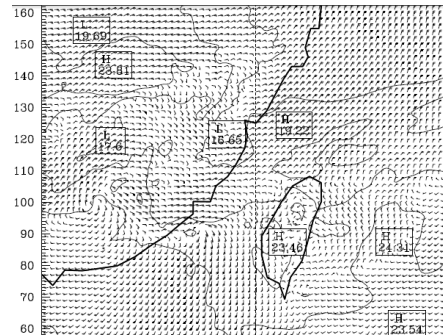


圖 6b WRF 含 GPS 可降水量同化之模擬於 5 月 20 日 0000UTC 925hPa 風場分佈

本研究原擬將 UAV 觀測資料輸入至 WRF 模式，進行資料同化，先以台灣現有 GPS 測站所求取之可降水量輸入 WRF 模式，比較傳統觀測資料三維同化與包含台灣 GPS 觀測資料之三維同化模擬，分析 GPS 資料對於梅雨豪大雨預報的效能。台灣 GPS 測站推估可降水量資料，每二小時一筆，之後將可降水量加入原有觀測資料做三維同化，再與無 GPS 可降水量同化結果做比較，結果顯示於 5 月 20 日 0000UTC 時，有無 GPS 可降水量之三維同化 925hPa 風場，於大陸東南沿海有所差異 (圖 6a, b)，造成二者產生的對流分佈也有所差異 (圖 7a, b)。模式於 5 月 20 日 0600UTC 之對流分佈顯示，無 GPS 同化之對流系統 (圖 8a) 明顯落後於有 GPS 之對流分佈 (圖 8b)，對照觀測之雷達回波 (圖 9)，顯示含 GPS 之三維同化結果比無 GPS 之同化結果為好。

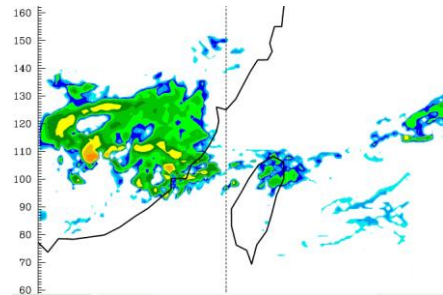


圖 7a WRF 不含 GPS 可降水量同化之模擬於 5 月 20 日 0000UTC 對流分佈

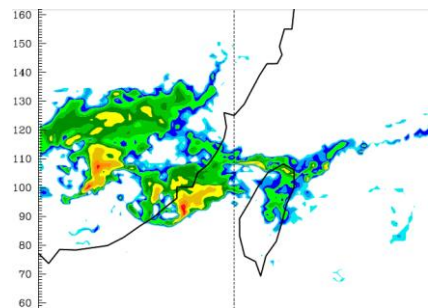


圖 7b WRF 含 GPS 可降水量同化之模擬於 5 月 20 日 0000UTC 對流分佈

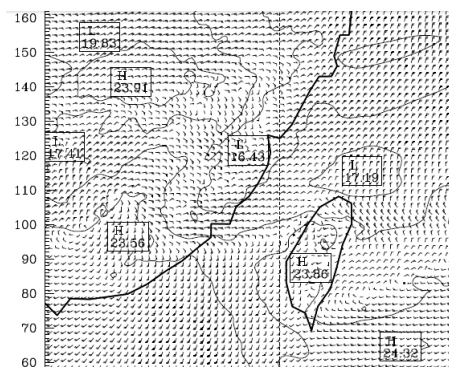


圖 6a WRF 不含 GPS 可降水量同化之模擬 5 月 20 日 0000UTC 925hPa 風場分佈

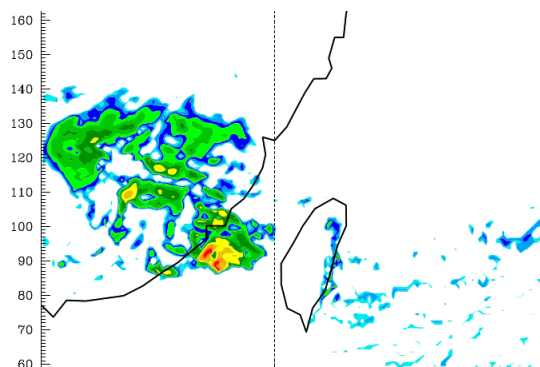


圖 8a WRF 不含 GPS 可降水量同化之模擬於 5 月 20 日 0600UTC 對流分佈

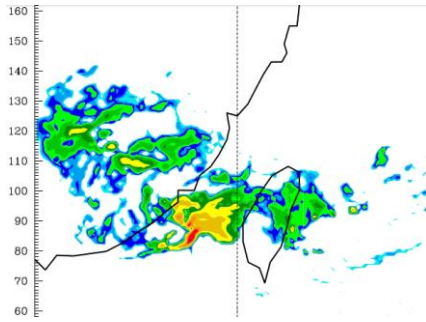


圖 8b WRF 含 GPS 可降水量同化之模擬於 5 月 20 日 0600UTC 對流分佈

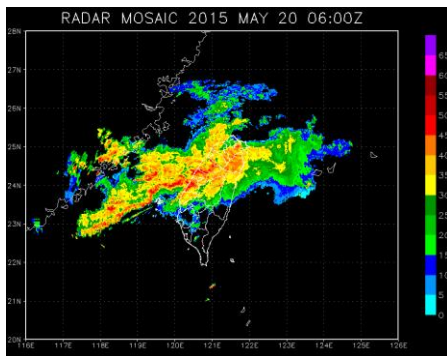


圖 9 5 月 20 日 0600UTC 對流分佈

四、結論

2015年梅雨季5月19日鋒面伴隨的對流系統在大陸東南沿海發展，5月20日鋒面在台灣北部，對流系統伴隨之降水，產生全面持續降雨，但仍以北部為主，5月21日鋒面持續在台灣，對流系統在南部產生豪大雨。5月19日台北低層已有顯著西南氣流發生，對照大氣相對溼度相當潮濕，利於對流系統發展。5月20日台北近地層西南氣流略為減弱，但850hPa仍為顯著西南風。5月21日北部已轉為北風分量，但南部仍為西南氣流，對流往南移主要與鋒面前緣西南氣流有密切相關。本研究將可降水量加入原有觀測資料做三維同化，再與無GPS可降水量同化結果做比較，結果顯示於5月20日0000UTC時，有無GPS可降水量之三維同化925hPa風場，於大陸東南沿海有所差異，造成二者產生的對流分佈也有所差異。模式於5月20日0600UTC之對流分佈顯示，無GPS同化之對流系統明顯落後於有GPS之對流分佈，對照觀測之雷達回波，顯示含GPS之三維同化結果比無GPS之同化結果為好。

參考文獻

- [1]Jou, B. J.-D., WC Lee, RH Johnson, "An overview of SoWMEX/TiMREX operation. "Global Monsoon System" edited by CP Chang, Scientific World Publishing, 214-232(2010).
- [2]宋偉國，陳泰然，郭英華，"低層噴流和

中尺度對流系統間的相關性研究"，大氣科學，25，211-234(1997)。

[3]宋偉國、石琦堅，"梅雨期戰場環境之對流個案初步分析"，第二十三屆國防科技研討會(2014)。

[4]宋偉國、石琦堅，"2014年梅雨期5月28日對流個案分析"，第五屆航空科技與飛航安全學術研討會(2015)。

[5]宋偉國、林家昱、石琦堅，"梅雨期鋒面伴隨之對流個案分析"，2015氣象預報分析研討會(2015)。

[6]侯昭平、謝銘恩、張龍耀、汪建良、廖杞昌，"局部環流與深對流"，2011第一屆航空科技與飛航安全學術研討會(2011)。

[7]Hsiu, Rong-Guang, Ben Jong-Dao Jou, and Wen-Chau Lee, "Mesoscale boundaries and thunderstorm initiation during SoWMEX/TiMREX", Proceeding Abstract 2nd Science Workshop on SoWMEX/TiMREX, Taipei, Taiwan, Oct. (2009).

[8]Bright, D. R., and S. L. Mullen, "The sensitivity of the numerical simulation of the southwest monsoon boundary layer to the choice of PBL turbulence parameterization in MM5". Wea. Forecasting, 17, No. 1, 99 - 114(2002).

[9]Li, J., and Y.-L. Chen, "Barrier jets during TAMEX". Mon. Wea. Rev., 126, 959 - 971(1998).