

MODIS 光學遙測技術提升 WRF-Chem 解析大氣細微粒濃度能力

羅國誠¹、林正直¹、洪崇軒²

¹ 空軍航空技術學院一般學科部軍事氣象系

² 國立高雄第一科技大學環境與安全衛生工程系

摘要

本研究特別針對臺灣鄰近區與冬季高壓系統的趨勢改變，運用 WRF-Chem 氣象與空品模式結合中尺度影像光譜儀(MODIS)所監測的逐日氣懸膠光學深度(AOD)與細顆粒比例(FMF)實行資料同化，進行相關模擬案例 PM2.5 的濃度趨勢解析，發現導入中尺度影像光譜儀(MODIS)所監測的逐日氣懸膠光學深度(AOD)與細顆粒比例(FMF)資料將有效提升 WRF-Chem 模式模擬 PM2.5 濃度趨勢更接近實際觀測值。

關鍵詞： WRF-Chem、MODIS、AOD、FMF、PM2.5

一、前言

近年來因受到地球暖化效應的影響，全球氣象變遷現象日趨劇烈。而且在極端化的氣候變異下，也使得夏季爆熱、冬季酷寒等原本罕見的極端天氣，在世界各地陸續發生(Intergovernmental panel on climate change; IPCC, 2014)。極端的氣候變異，不僅會造成農、經生產活動的失衡，引發資源競爭衝突外，同時也可能會導致特定區域空氣品質的快速惡化，因極端氣候的快速變異導致空氣污染的案例，也愈來愈受到重視。臺灣地區空氣品質的變化，也不可避免地受到全球氣象變遷的影響，根據研究資料顯示，當臺灣地區受到東北季風影響時，常在高屏地區形成背風區，並導致該區域空氣品質的快速惡化。導致高屏地區空氣品質不良的主要指標污染物為臭氧(O₃)與懸浮微粒(PM₁₀、PM_{2.5}) (行政院環保署, 2014; 袁等, 2010; 宋等, 1999, Tsai et al., 2009)。不良的空氣品質，則多發生在秋初至春末期間，而不利

於空氣污染物稀釋擴散的氣象條件，則是導致不良空氣品質的最關鍵肇因。

氣象與空品模式為解析氣象條件對大氣空氣品質的影響，最常採用的解析工具，而新近發展中的氣象/空品數值模式—WRF-Chem 模式(Weather Research Forecast-Chemistry)，為一具有高解析能力的網格模式，其在改善氣象物理過程下，採多重巢狀網格模式計算，並結合先進的數值方法和資料同化技術與多重巢狀網格迴歸功能，用以模擬不同尺度天氣特徵的氣象條件與空氣污染物濃度(Lo et al., 2012; Peckham et al., 2012)。不過，類似於其他氣象或空品模式，由於各類模式常受限於，可用以比對的氣象或空品實測資料不足，使得相關模式模擬結果對於極端氣象條件或極高空氣污染物濃度的模擬，吻合程度較低。而導致此類對於極端值模擬上差異較大的主要因素，即在於未能獲取更廣泛、立體、即時可資比對的氣象與空品資料(洪等, 2007)。

相對於其他監測技術，衛星遙測可以提供廣闊背景上氣懸膠污染物的分佈資訊，一

般地面觀測難以反映的區域範圍，可彌補在空間分佈和變化趨向等方面資訊的不足。就模擬觀點，若能即時的提供相關的監測結果，對於認識全球和區域尺度上氣溶膠污染物的分佈(夏, 2006)、來源，以及區域間的輸送行為的模擬與瞭解，應該有相當大的助益。尤其是，若可以與現有的氣象-空品模式相結合，對於空氣污染物的模擬或預測(李等, 2003、2005)，應有相當大的助益。

中尺度影像光譜儀MODIS(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)是搭載在美國太空總署(NASA)地球觀測系統上的重要感測器。與以往的光譜輻射計相比，MODIS在儀器定標、空間解析度、光譜解析度等方面都有很長足的進步，具有獨一無二的氣懸膠光學深度(aerosol optical depth, AOD)與細顆粒比率(Fine mode fraction, FMF)反演能力(Levy et al., 2005)。NASA發佈的MODIS AOD與FMF, 可提供逐日涵蓋大區域範圍的AOD與FMF資料。由於該產品具有的較高空間解析度、覆蓋率和準確性，已廣泛應用於世界各地氣懸膠特性、輻射效應和大尺度污染物輸送的研究以及區域空氣品質的監測資料提供(EPA, 2016)。

本研究特別針對臺灣鄰近區與冬季高壓系統的趨勢改變，運用WRF-Chem氣象與空品模式結合中尺度影像光譜儀(MODIS)所監測的逐日氣懸膠光學深度(AOD)與細顆粒比例(FMF)實行資料同化，進行相關模擬案例PM2.5的濃度趨勢解析。期望對臺灣地區空氣品質變化情形的影響期能建置其相關性。

二、研究方法

(一)WRF-Chem 網格與物理參數設定

研究中針對WRF-Chem 網格分別採用下列設定：冬季高壓影響個案(2014年1月

17-19日)，本個案設定三層多重巢狀網格，整體網格的中心點選定位於東經120°58'、北緯23°58'。第一層Domain1(D1)網格解析度設定為81 km。第二層Domain2(D2)網格解析度為27 km。第三層Domain3(D3)網格解析度均選定為9 km。另外，本模式所運用的地形資料解析度達500公尺(經緯度30秒)，地形座標使用蘭伯特(Lambert)投影。最外層的網域(區域1)覆蓋的網格，以臺灣為中心點，涵蓋整個太平洋東亞和臺灣全部區域，水平網格數為45×45；區域2覆蓋區域，以中國大陸東南沿岸與臺灣地區為主，其水平網格數為40×40，網格間距9公里；區域3則以臺灣區域與西側外島域為主，水平網格數47×59，網格間距為1公里(圖2-1，表2-1)。

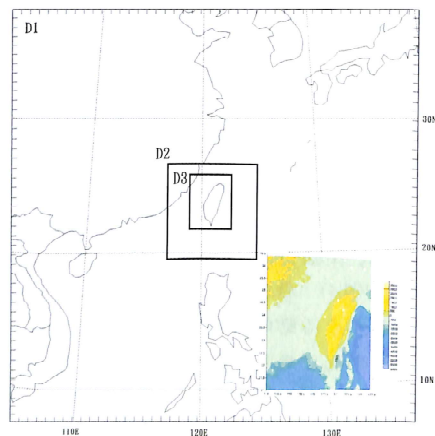


圖 2-1 WRF-Chem 模擬巢狀網格設定圖
(冬季高壓影響模擬案例)

Type of setting	D1	D2	D3
水平網格點 (x,y)	45,45	40,40	47,59
網格間距(km)	81	27	9
氣象資料運算間隔(sec)	180	60	20
化學資料運算間隔(sec)	180	60	60
微物理設定	WSM3-class simple ice scheme		
積雲物理選項	Grell-Devenyi (domains D1 and D2), none for D3		
化學運算選項	RADM2 mechanism(Lo and Hung, 2014, 2015)		
乾沉降選項	Wesley, 1989(Peckham, et al., 2012; 洪華, 2007)		
光化選項	Madronich, 1987(Madronich, 1987)		
長波輻射反應過程	RRTM scheme		
短波輻射反應過程	GODDARD scheme		
網格對流傳輸過程	Turned on		
光化轉化過程	Madronich photolysis		

(二)排放源資料庫與 MODIS 資料引用

東亞人為源排放量 REAS(Regional Emission inventory in Asia)資料庫，以日本 JAMSTEC 組織之 Frontier Research System for Global Change 研究中心和日本國立環境研究所(National Institute for Environmental Studies)建立之2007年0.5度 × 0.5度東亞人為源排放量 REAS(Regional Emission inventory in Asia)資料庫(Ohara et al., 2007)為基礎，搭配1km × 1km人口分布進行排放量分配，其完成的2007東亞排放量，簡稱EA2007。WRF-Chem模式模擬解析度較高的細部網格所引用的排放污染源資料係引用環保署臺灣地區的污染源排放數據庫8.1版(簡稱TEDS 8.1)排放污染源(EPA, 2013)。

(三)MODIS (AOD)、(FMF)資料引用

MODIS是美國太空總署之Terra與Aqua衛星之重要酬載設備。由於衛星遙測與電腦電子技術能力的提升，在促進資源有效整合之前提下，MODIS遙測資料係朝向整合大氣、海洋與陸地遙測資料整合的方向發展(modis.gsfc.nasa.gov)。為達到此一目的，該感應器之波段多達36個波段，且隨著波段特性對大氣與海洋反射與吸收特性之不同，其應用也不相同，

NASA-MODIS網站提供的事件發生日2014年1月17-19日TERRA(MOD08_L2)和

AQUA (MYD08_L2)衛星C5版本氣溶膠產品，分析其中兩個資料集：(1)550 nm的氣溶膠光學厚度值(AOD)；(2)細顆粒對光學厚度值的貢獻(FMF)氣溶膠光學厚度(Aerosol Optical Depth, 以下簡稱AOD)定義為：

$$\tau_{\lambda} = \int_0^{\infty} H \left[\delta_{\lambda} N(z) dz \right]$$

公式中 τ_{λ} 指光學厚度， λ 是波長， H 為大氣標高， δ_{λ} 指粒子消光截面， $N(z)$ 指消光粒子數密度垂直分佈，其物理意義是沿輻射傳輸方向單位截面的氣溶膠散射產生的總削弱，與對流層垂直方向氣溶膠總濃度相關(章, 1995)。氣溶膠光學厚度AOD主要功能為量度大氣的透明度，高數值表示能見度較低(鄧等, 2009)。

MODIS 氣溶膠產品中的小顆粒比例(FMF)定義為550nm處小於1.0 μm 的小顆粒氣溶膠光學厚度與總氣溶膠光學厚度的比例FM越大，則小顆粒氣溶膠的比例越大；FM越小，反之小顆粒氣溶膠的比例越小(陳, 2005)。

對於MODIS衛星資料缺失值的處理，將使用缺失值插補。對於主觀數據，人將影響數據的真實性，存在缺失值的樣本的其他屬性的真實值不能保證，那麼依賴於這些屬性的插補也是不可靠的，所以對於主觀數據一般不推薦插補的方法。插補主要是針對客觀數據，它的可靠性有保證。

MODIS中計算多個格點數據的平均值有兩種方法：一種是將所有的格點數據累加，然後再除以格點數據個數；另一種方法是將所有格點數據添加到一個列表中，然後用DataMath.Average(List(GridData), Boolean)方法對該列表進行平均計算。如果格點數據有缺測值，兩種方法計算的結果可能不同。第二種方法的第二個參數表示是否忽略缺測值，如果為True，則和第一種方法是一樣的(段、毛, 2008)。

第二種方法的第二個參數為False時，某個格點只有在所有格點場均為缺測值時其平均值才為缺測值，否則會按有效值個數來計算平均，這樣可以獲得儘可能多的有效資料。比如計算三個月的格點場的平均，三個月的資料中格點(2,2)都是有效值，那麼該格點的平均值為 $(m1(2,2) + m2(2,2) + m3(2,2)) / 3$ 。如果其中一個月該格點的資料是缺測值(比如 $m2$ 為缺測值)，那麼該格點的平均值為 $(m1(2,2) + m3(2,2)) / 2$ ，缺測資料不參與平均計算。但在第一種平均方法或第二種平均方法中第二個參數為True時該格點的平均值為缺測值，圖2-2左(氣懸膠光學厚度(AOD))、右(細顆粒比例(FMF))兩側最下方為運用插補法(So et al.,2005)。

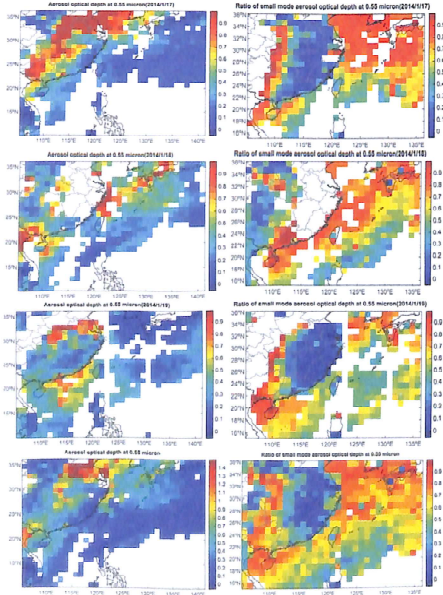


圖 2-2 MODIS 衛星氣懸膠光學厚度(AOD)(左側)與細顆粒比例(FMF)(右側)運用插補法示意圖。

整體WRF-Chem模式模擬暨MODIS衛星資料反行與回饋執行流程如圖2-3所示。

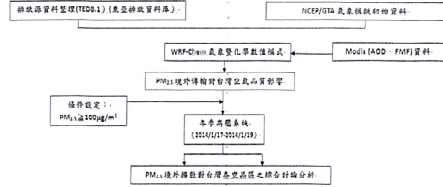


圖 2-3 研究流程圖。

三、個案分析與討論

圖 3-1 所示為中央氣象局綜觀天氣圖，可發現於此期間，大陸性冷氣團自蒙古發源後，一路南下經中國大陸北京、河北一帶進而東移出海後影響臺灣區域(圖3-1)因強烈大陸冷氣團南下，導致臺灣地區空氣品質快速惡化。根據臺灣環保署監測資料的統計(表 3-1)，於上述期間，全臺灣懸浮微粒濃度(PM10)快速累積增高，最高可達 $300-400\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，此濃度已達空氣品質標準($125\mu\text{g}/\text{m}^3$)2倍以上。同時，細懸浮微粒(PM2.5)也在諸多空品監測測站中，發現濃度高於 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上(此地，PM2.5之24小時標準值為 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$)。

圖3-1中顯示2014年1月18日早晨，強烈蒙古冷高壓從華北東移至山東、渤海灣時的天氣形態，既一般常稱之的寒潮暴發天氣型態。大陸性冷高壓所帶來的強冷西北風過了 30°N 以後，受地轉效應影響，沿東亞岸轉為東北風。一般典型的勢力淺薄的冷心高壓特性為東北季風，冷且乾燥(相對溼度55%以下)。南下到臺灣、福建附近時，沿著臺灣海峽或臺灣東岸繼續往南吹。臺灣北部和東北部因迎風面效應，可能降水量略微增加，但夜晚輻射冷卻作用明顯，可影響臺灣的空氣污染品質(洪等, 2011);冷高壓系統過了臺南新營($23^\circ\text{N}18'20.28''$, $120^\circ\text{E}19'2.20''$)的緯度後海峽變寬，因文圖里效應(Venturi effect)所導致的氣流輻散，海峽內強烈的東北風因而變弱，並且轉向吹西北風。此時臺灣北、中部

地區(含金門、馬祖及馬公區域)，早已在大陸高壓引發的東北季風影響下，但臺灣南部及東部地區，則仍處於高壓系統西南側與邊緣，而其風向已開始從東北風逐漸轉成微弱東向風，其不利於污染物的擴散(表3-1)。另外，冷高壓系統在台南以南的西南部平原地區，造成沿岸風。

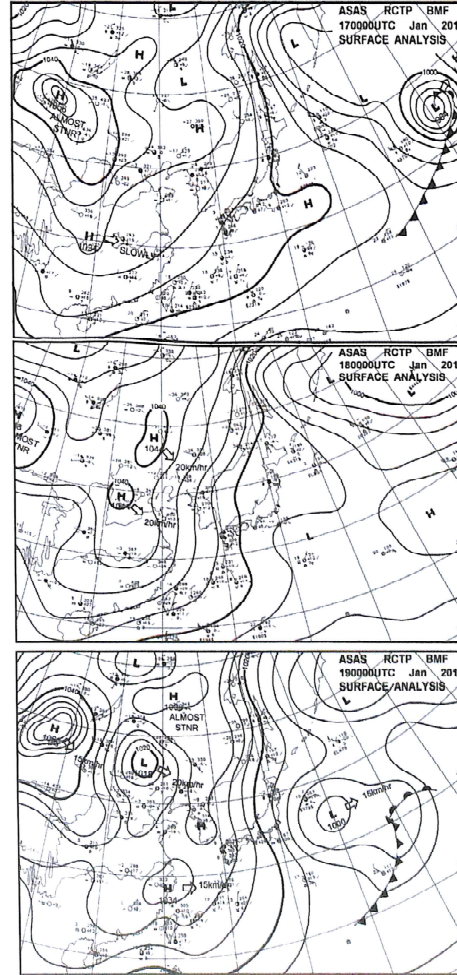


圖 3-1 天氣圖(資料來源:中央氣象局)

Air quality station (測站)	Pollution (污染)	Peak concentration of PM2.5 (最高濃度)			Air quality station (測站)	Pollution (污染)	Peak concentration of PM2.5 (最高濃度)		
		Jan 17	Jan 18	Jan 19			Jan 17	Jan 18	Jan 19
高雄 PM2.5	PM2.5	42	153	111	基隆 PM2.5	PM2.5	36	109	77
台中 PM2.5	PM2.5	46	129	129	新竹 PM2.5	PM2.5	35	105	100
嘉義 PM2.5	PM2.5	23	87	82	台南 PM2.5	PM2.5	57	138	125
屏東 PM2.5	PM2.5	16	76	48	屏東 PM2.5	PM2.5	59	124	136
花蓮 PM2.5	PM2.5	26	105	85	台東 PM2.5	PM2.5	49	116	113
澎湖 PM2.5	PM2.5	17	100	75	金門 PM2.5	PM2.5	95	95	100
馬祖 PM2.5	PM2.5	19	102	71	馬祖 PM2.5	PM2.5	48	53	42
金門 PM2.5	PM2.5	41	108	99	馬祖 PM2.5	PM2.5	58	95	85

註: (1) 日期單位: 2013 年 1 月 17-19 日; (2) 單位單位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

其次，當東北風到了中央山脈南端，若可以越過地形較低矮的恆春半島時，在地轉作用影響下，以東北東風向進入其西南方海域。兩股氣流在外海合流，而沿岸則為尾流區(Wake area)，水平風速微弱。伴隨的沉降作用以及微弱風速等氣象條件下，使得PM2.5等污染物不易擴散，濃度因而居高不下。

臺灣西半部陸地在中午過後迅速增溫，臺灣西半部沿岸的西北風，逐漸轉為西風、西南風。西風或西南風可將臨海地區之工業區所排放的污染物，傳輸到屏東、美濃等內陸，但因輻合而被抬升後，離開地面。午夜後，內陸和東側山區則因為迅速降溫，穩定的逆溫層於焉生成，使得地表風速微弱，且山麓改吹下坡風性質的東風。無風和沉降性質的東風，多導致污染物擴散不易。1月19日後，臺灣西半部中部以南，隨高壓系統逐漸移出，地表風速轉為偏弱，隨此高壓系統傳入的境外污染物，其擴散條件更加不良，臺灣西半部各區域空氣中懸浮微粒濃度值持續升高，呈現惡化的空氣品質。承上述，1天24小時內，高屏空品區PM2.5濃度都偏高(表3-1)，全部測站都超過WHO規範的 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 警戒值，威脅民眾的健康。上述天氣型態的發展，類似於高壓出海型。1月20日，當島嶼東側和巴士海峽東風發展出南風分量時，全島迅速增溫，污染事件結束。此時因為與地形的交互作用和高層短波槽的移入，琉球東方海面和臺灣附近分別發展出一分裂高壓和

東風槽線。後者導致南方暖溼空氣迅速北抬，有利於結束污染事件。

四、個案分析與討論

本研究透過WRF-Chem綜觀尺度(解析度81km)，涵蓋範圍以東亞、臺灣綜觀解析度為主，探討此案例期間東亞地區與臺灣地區大氣PM_{2.5}濃度，在空間與時間上的趨勢變化。圖4-1左側所示，自1月17日起，隨著冬季高壓系統逐漸於30°N處，向東南方向移動，PM_{2.5}濃度隨著天氣系統漸漸南下擴散，沿著中央山脈影響臺灣西部。

透過WRF-Chem綜觀尺度(解析度27km)，其PM_{2.5}濃度較高處區域，依序從金門、馬祖外島處，延伸到臺灣西部與澎湖群島。東北風與中央山脈協同效應影響之下(Saide et al., 2011)，對臺灣西部空氣品質的影響，大於東半部。1月18日臺灣西部PM_{2.5}濃度上升，本研究模擬結果，基本上能掌握相對污染物之時、空趨勢變化。

為瞭解境外擴散對臺灣地區PM_{2.5}時間與空間上的貢獻程度，本研究將MODIS資料庫導入為WRF-Chem模擬初始資料，其模擬結果稱為「基準案例」，藉以與未引用MODIS監測資料庫的案例模擬結果，稱之為「無MODIS案例」，顯見WRF-Chem模式對於大氣擴散與化學反應的傳輸反應趨勢的掌握還不錯(圖4-2)。來加以區隔相關結果討論如下：

五、結論

冬季期間因強烈大陸冷氣團南下，導致臺灣地區空氣品質快速惡化。大陸性冷氣團自蒙古發源後，一路南下經中國大陸北京、河北一帶進而東移出海後影響臺灣區域。高壓系統伴隨著強烈東北季風將懸浮污染物南帶到臺灣、福建附近，且沿著臺灣海峽或臺灣東岸繼續往南吹。影響臺灣的空氣污染品質。

隨冬季高壓系統逐漸移出，臺灣西部中部以南，地表風速轉為偏弱。隨此高壓系統傳入的境外污染物，其擴散係更加不良，臺灣西部各區域空氣中懸浮微粒濃度值持續升高，呈現惡化的空氣品質。

透過WRF-Chem模式模擬並將東亞排放源資料庫REAS為模擬解析初始資料，發現境外擴散對於冬季臺灣地區PM_{2.5}濃度貢獻26.7-47.3%，也說明冬季期間大陸冷氣團其境外擴散的影響不容小覷。

冬季高PM_{2.5}污染現象多半發生在東亞高壓系統於30°N移出，隨著高壓系統強度與臺灣複雜地形產生的背風效應，懸浮微粒濃度隨著天氣系統(大陸冷高壓)與中央山脈地形協同效應引導逐漸南下，這說明了冬季境外擴散導致臺灣西部形成高濃度PM_{2.5}現象發生(圖4-1)。

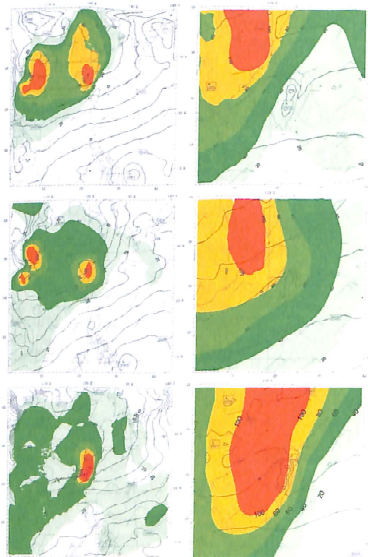


圖 4-1 WRF-Chem 模擬 PM_{2.5} 濃度分佈圖

註：(1)左圖解析度 D1：27 公里；右圖解析度 D2：9 公里

(2)起始時間為 2013 年 1 月 17-19 日(每 6 小時)

透過WRF-Chem模擬，臺灣西部大氣多半為下沉乾燥，且具低逆溫層，懸浮微粒濃度累積時間較其他測站長，惟因林園測站瀕臨出海口擴散效果較好，高污染濃度持續時間較其他測站短，透過模式模擬測站濃度趨勢發現高相關值多半為此天氣類型上下風處亦或地形分布與協同效應機制相似(透過模式模擬發現臺灣西部隨著背風的冷乾下降氣流逐漸南下，導致污染物由北向南擴散，產生很高的地面懸浮微粒濃度，形成地形性下洗(terrain downwash)效應(圖4-2)。並將MODIS提供的事件發生日2014年1月17-19日TERRA(MOD08_L2)和AQUA(MYD08_L2)衛星C5版本氣溶膠產品，其中兩個資料：(1)550 nm的氣溶膠光學厚度值(AOD)；(2)細粒子對光學厚度值的貢獻(FMF)為模擬解析初始資料，發現境外擴散對於冬季臺灣地區PM_{2.5}濃度貢獻26.7-47.3%，也說明冬季期間大陸冷氣團其境外擴散的影響不容小覷。

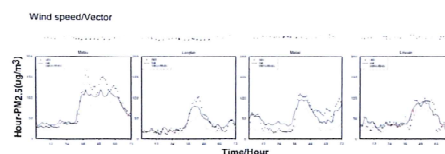


圖 4-2：事件日測站實測與 WRF-Chem 模式模擬 PM_{2.5} 趨勢變化暨風場圖(X：監測值，紅線：引用 MODIS 衛星資料，黑線：未引用 MODIS 衛星資料)

六、參考文獻

行政院環保署，(2014)：中華民國臺灣地區環境保護統計年報，行政院環保署，臺灣。
宋偉國，楊宏宇，張乃斌，徐新益，(1999年12月)：數值模式模擬之邊界層特性與高屏地區污染物相關性分析，第六屆海峽兩岸環境保護研討會。
李成才，毛節泰，劉啟漢，(2003)：利用 MODIS

遙感大氣氣溶膠及氣溶膠產品的應用，北京大學學報(自然科學版)，第 39 期，107-117 頁。

李成才，毛節泰，劉啟漢，(2003)：利用 MODIS 研究中國東部地區氣溶膠光學厚度的分佈和季節變化特徵，科學通報，第 48 期，2094-2100 頁。

李成才，毛節泰，劉啟漢，(2005)：利用 MODIS 資料遙感香港地區高分辨率氣溶膠光學厚度，大氣科學，第 29 卷第 3 期 335 頁
段婧，毛節泰，(2008)：氣溶膠與雲相互作用的研究進展地球科學進展，第 23 卷第 3 期：252-261 頁。

洪崇軒，羅國誠，李家偉，袁中新，林啟燦，甯蜀光，吳文聖，謝富傑，林永偉，(2011年5月13-14日)：石化產業密集設置區鄰近區域於氣壓下沉季節大氣含硫異味物質之流佈特性分析，2011年(第25屆)環境分析化學研討會。

洪崇軒，羅國誠，(2007年5月3日)：應用 WRF-CHEM 數值模式於區域氣象條件與空氣污染物濃度之模擬，高雄第一科技大學工學院 2007 年教師研發成果研討會。

夏祥鼈，(2006)：全球陸地上空 MODIS 氣溶膠光學厚度顯著偏高。科學通報，第 49 期，2297-2303 頁。

袁中新，洪崇軒，李家偉，甯蜀光，(2010)：高污染石化工業區有害空氣污染物(HAPs)排放指紋特徵分析、擴散流佈調查、健康風險評估及改善策略研析計畫，環保署/國科會空污防制科技研究合作計畫。

章澄昌，周文賢，(1995)：大氣氣溶膠教程，北京，氣象出版社。

陳本清，楊燕明，(2005)：臺灣海峽及周邊海區 MODIS 氣溶膠光學厚度有效性驗證，海洋學報，第 27 卷第 6 期，170-176 頁。

鄧學良，潘德爐，何冬燕，(2009)：衛星遙感中國海域人為和沙塵氣溶膠時空分佈的研究。海洋學報，第 31 卷第 4 期：58-68。

- Levy, R.C.; Remer, L. A.; Martins, J. V., (2005): Evaluation of the MODIS aerosol retrievals over ocean and land during CLAMS. *J. Atmos. Sci.*, 62(4): 974-992
- Lo, K.-C.; Hung, C.-H., (2012): The development and application of weather research forecast chemistry model, *International Journal of Advancements in Computing Technology*, 4, 138-145.
- Lo, K.-C.; Hung, C.-H., (2014): Deteriorating ambient air quality resulted from invasion of foreign air pollutants. *ICEBESE 2014: International Conference on Environmental, Biological and Ecological Sciences and Engineering*, Kyoto, Japan, May 29-30.
- Lo, K.-C.; Hung, C.-H., (2015): Forming high O₃ concentration in the ambient air of Southern Taiwan under the effects of western pacific subtropical high. *Advances in Meteorology*, 1-14, doi:10.1155/2015/352630.
- Peckham, S. E.; Grell, G. A.; McKeen, S. A.; Barth, M., (2012) *WRF-Chem Version 3.4 User's Guide*, NOAA Earth System Research Laboratory, National Center for Atmosphere Research, Boulder Colorado, USA.
- So, C. K.; Cheng, C. M.; Tsui, K. C. (2005) : Weather and environmental monitoring using MODIS AOD data in Hong Kong, China, *The First International Symposium on Cloud-prone & Rainy Areas Remote Sensing*, Chinese University of Hong Kong.
- Taiwan EPA. (2013) *Taiwan Emission Data System 8.1*. Taiwan Environment Protection Administration, Taipei, Taiwan.
- Tsai, H.-H.; Ti, T.-H.; Yuan, C.-S.; Hung, C.-H.; Lin, C.-T., (2009) "Ionic species correlation analysis of particulate matter at inland and offshore sites in south Taiwan- Effect of sea-land breeze and northeastern Monsoon", *The Chinese Journal of Process Engineering*, 9, 243-247.

Combining MODIS optical telemetry technology to enhance the WRF-Chem atmospheric concentrations of fine particulate ability to resolve

Kuo-Cheng Lo¹ Cheng-Chih Lin¹ and Chung-Hsuang Hung²

¹Department of Military Meteorology, Air Force Institute of Technology, Kaohsiung 820, Taiwan

²Department of Safety, Health, and Environmental Engineering, National Kaohsiung First University of Science and Technology, Kaohsiung 811, Taiwan

ABSTRACT

In this study, in particular the trend in Taiwan neighboring region and the winter high pressure system for the change, the use of WRF-Chem Meteorology and Air Pollution model combines the scale Image Spectrometer (MODIS) monitored daily Atmospheric aerosol optical depth (AOD) and the fine particle proportion (FMF) implementation of data assimilation, related case studies for simulating the concentration of PM_{2.5} trend analysis, we found that import scale imaging spectromcter (MODIS) Atmospheric aerosol optical depth (AOD) and the proportion of fine particles (FMF) data will effectively enhance the WRF -Chem model simulations PM_{2.5} concentration trends closer to the actual observations.

Keyword: WRF-Chem 、 MODIS 、 AOD 、 FMF 、 PM_{2.5}