

# 本院2001年年輕學者研究著作獎得獎人 研究成果簡介

## 一、數理組

### 颱風動力理論、數值模擬同化及預報

吳俊傑

台灣大學大氣科學系教授

就學術觀點而言，颱風是流體力學在大自然所展現的絕妙特例。颱風系統包括旋轉渦流、位流、層化流體、熱力濕對流、獨特的颱風眼動力、狀似星雲系軸臂的不對稱螺旋雨帶、大氣與海洋交互作用等物理過程，都是極具挑戰的重要科學問題。另外就實用觀點而言，颱風是自然界最具破壞力的天氣系統之一，也是台灣地區最嚴重導致災變之天氣現象。如何提升我們對於颱風的瞭解及預報能力，乃是國內大氣科學研究的最重要課題之一。有鑑於此，行政院國科會亦將颱風防災之研究列為國家型研究計畫。個人之研究即配合及協助國家型颱風防災研究計畫之發展，以颱風之動力探討，模擬預報改進及四維同化研究為主軸，希望透過一系列的研究工作，一方面深入探索颱風學理，一方面則結合學術成果加以應用，有效改善颱風預報。寄望對於科學本質及社會民生皆能有具體貢獻與回饋。以下即以數篇論文代表個人近年研究成果與重點概述：

1. Wu, C.-C., and Y. Kurihara (1996; *J. Atmos. Sci.*)

此論文首先使用高解析度的颱風數值模式

進行詳細的真實個案位渦度收支計算，以瞭解颱風與其環境之交互作用—即經由颱風中心水汽凝結釋放潛熱所導致的高層負位渦可反饋影響颱風運動之機制。此研究結果清楚顯示斜壓過程以及背景風切對於颱風運動的影響，為颱風運動之動力理論提出全新的詮釋，亦使颱風運動理論更趨完備。此研究也是透過位渦度的概念及其反求方法以瞭解颱風運動的開創性論文。

2. Wu, C.-C., and Y.-H. Kuo (1999; *Bulletin of Amer. Meteor. Soc.*)

颱風是台灣地區最嚴厲的天氣現象，而颱風研究也是國內及國際大氣科學研究的重大議題。颱風受到台灣地形影響而導致其路徑、強度變化及特殊風雨分佈。本研究詳細探討颱風受到地形影響之動力因素，透過賀伯颱風之數值模擬，刻畫出一條未來透過數值模擬及特殊觀測資料同化以改進颱風研究之新方向。

3. Wu, C.-C., and H.-J. Cheng (1999; *Mon. Wea. Rev.*)

什麼是控制颱風強度變化的主要物理機制乃是目前颱風研究的最重要議題之一。此論文透過資料分析以瞭解環境風切、角動量通量、海表面溫度、外流層及位渦等因素對於颱風強度的影響。對於影響颱風強度的關鍵物理過程提出清楚的輪廓。我們後續的模擬研究當可進一步對於颱風強度的研究難題提供新的答案。

4. Wu, C.-C., H.-C. Kuo, H.-H. Hsu, and B J.-D. Jou (2000; *Terristrial, Atmospheric, and Oceanic Sciences*)

中華衛星三號(COSMIC)為六顆微衛星構成之星系衛星，透過其4個GPS天線所接收之24顆GPS衛星L<sub>1</sub>及L<sub>2</sub>頻段訊號及其在穿透地球大氣時之時間延遲量及傳播路徑偏折角度，可以反演出電離層及大氣層之電子密度、溫度、壓力及水汽含量等資料，對於天氣及太空天氣預報具很大潛在助益。此論文詳盡探討台灣地區天氣及氣候研究之現況及瓶頸，並提出GPS/MET資料之主要影響及重要研究方向。

5. Wu, C.-C., M. Bender, and Y. Kurihara (2000; *J. Meteor. Soc. Japan*)

此研究透過一獨特設計的颱風模式預報實驗，評估颱風預報模式的表現。透過系統性偏差分析與校正，及系集統計預報方法，對於颱風的可預報度問題，提出深具參考價值的新指標。另外，此論文結果凸顯初使化過程對於颱風模式預報的重要性，我們也因此協助中央氣象局改進其初使化過程，及數值颱風路徑預報準確度。

6. Wu, C.-C. (2001; *Mon. Wea. Rev.*)

此論文為第一個透過高解析度颱風模擬探討真實颱風在接近及通過台灣地形過程之生命週期演變過程。研究中顯示葛拉絲颱風在登陸前呈氣旋式偏折之路徑及受到乾空氣滲入中心導致颱風強度減弱之情形。論文亦提出地形導致不對稱對流加熱區，致使颱風路徑與理論乾濕模式不同之機制。此看法為過去理論模式對於颱風路徑受地形影響與實際觀測不一致之問題提供適切的新詮釋。

總而言之，很幸運過去在國外求學及工作，有機會站在巨人的肩膀上，一方面接受薰陶，一方面也在絕佳的研究環境中歷練成長，因此能在颱風動力理論上提出略有貢獻的新見解。而回到國內則是一位年輕學者進行獨立及

團隊研究的新試練。基於颱風資料的缺乏，為求突破，這幾年個人的研究嘗試使用及發展高解析度的數值模擬及同化模式，讓颱風重現在電腦的虛擬世界裡。透過深入的分析，我們對於有關颱風移動、發展、強度演變及與地形交互作用的動力原理具有新的認識：

■我們已瞭解現階段颱風數值模式模擬結果的系統性偏差特徵，也進而透過初始資料改善及系統性偏差校正，改進颱風數值預報的準確度。

■另外，我們也透過高解析度數值模擬瞭解颱風及其周圍環境的交互作用及回餽機制。

■目前我們正透過更完整的模擬同化系統，將新一代衛星遙測的大氣資料同化至颱風數值預報系統中，期盼讓電腦所異想的颱風世界更加真實。這項工作將會是颱風理論及預報研究的重大新突破！



吳俊傑

學經歷：

國立台灣大學大氣科學系學士(1986)

麻省理工學院地球、大

氣及行星科學系博士(1993)

美國麻省理工學院地球、大氣及行星科學系博士後研究員(1993)

美國普林斯頓大學大氣及海洋科學客座研究員(1993-1995)

國立台灣大學大氣科學系副教授(1994-2000)

國立台灣大學大氣科學系教授(2000-迄今)