

地形效應對於降水分佈及強度的影響(3/3)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 96-2111-M-034-001-MY3

執行期間：98年8月1日至99年7月31日

計畫主持人：游政谷

共同主持人：

計畫參與人員：謝瑩薰、蔡嘉倫、鄭凌文、林哲佑、陳澄、顏亦堅、謝佩蓉

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：中國文化大學大氣科學系

中華民國 99 年 10 月 26 日

目錄

目錄.....	I
一、計畫中文摘要及關鍵詞.....	II
二、計畫英文摘要及關鍵詞.....	II
三、研究計畫背景與目的.....	1
四、研究工作執行.....	3
五、研究成果說明.....	4
(一) 颱風環境下之地形降水研究.....	4
(二) 台灣局部環流與地形效應.....	4
(三) 中緯度降水系統與地形效應.....	4
(四) 颱風雨帶地面觀測特徵.....	4
六、研究成果著作(近五年發表著作，2005 年以後).....	5
(一) 期刊論文.....	5
(二) 研討會論文.....	5
(三) 指導論文.....	7
參考文獻.....	9
國科會補助專題研究計畫成果報告自評表.....	12

一、計畫中文摘要

要準確預測地形附近的降水情形，最大的挑戰就是如何評估地形效應對於降水分佈及強度的影響。近年來的觀測與數值模擬研究已經顯示地形降水的複雜度，以及突顯我們對它瞭解的不足。綜觀環境的多樣化、地形地貌及對流（或熱力）引發的環流皆會顯著改變地形降水的物理過程。而山區附近詳細觀測資料的缺乏也是長久以來我們無法深入探討地形降水的主因。

本研究計畫主要的科學目的在於藉著地形附近所收集的高解析度都卜勒雷達資料(包括台灣地區雷達資料與其他中緯度地區實驗計畫所收集的雷達資料)針對不同環境條件來廣泛檢視地形效應對降水分佈及強度的影響，以期增進我們對於地形降水過程的瞭解。而研究方向將同時著重地形上游效應(Upstream Effects)、地形斜坡強迫(Upslope Forcings)與局部環流的探討。

關鍵詞：地形降水，地形上游效應，局部環流，都卜勒雷達

二、計畫英文摘要

One of the most important challenges of predicting rainfall over regions adjacent to mountains is properly assessing the significance of the orography to the precipitation distribution and intensity. Recent observational and numerical studies have revealed the complexity of orographic precipitation and a significant gap in our knowledge of it. Many factors, such as the varied synoptic environment, orographic geometries and the influences of convectively (thermodynamically) generated circulations, can alter the physical processes of orographic precipitation and increase their complexity. The lack of detailed observations over mountains often cause difficulties in documenting these phenomena.

In this study, detailed ground-based and airborne Doppler radar observations collected from the Taiwan area and recent mesoscale field experiments are used to investigate how orographic effects influence the precipitation distribution and intensity in different environmental conditions, in an attempt to improve our understanding of precipitation processes over mountains. Study on the upstream effect, the upslope forcings, and the local circulations will be particularly focused.

Key words : orographic precipitation, upstream effect, local circulations, Doppler radar

三、研究計畫背景與目的

對於要準確預測地形附近的降水情形，最大的挑戰就是如何去瞭解地形效應對於降水分佈與強度的影響。雖然現階段我們對於各種基本的地形降水機制有所認知(如Houze 1993)，然而近年來許多觀測與數值模擬研究已經顯示地形降水過程的複雜度已遠超過我們過去對於地形降水的瞭解(如Houze and Medina 2005；Galewsky and Sobel 2005)。而這些複雜度的產生主要可歸因於多樣化的綜觀環境、複雜的地形地貌及對流所引發環流的影響等等。

我們對於地形降水的瞭解主要受限於缺乏山區附近氣流與降水的詳細觀測資訊，基於此，近年來許多大氣實驗計畫已針對氣候統計上容易發生地形豪雨災害的地理位置(如義大利北部阿爾卑斯山區與美國西岸)進行密集觀測的進行(1993&1995 COAST Bond et al. 1997；1997 CALJET Ralph et al. 1999；1999 MAP Bougeault et al. 2001；2001 IMPROVE II Stoelinga et al. 2003)，這些相關研究成果也拓展了我們對於地形附近降水過程的認識(Braun et al. 1997；Yu and Smull 2000；Chien et al. 2001；Doyle and Bond 2001；Colle et al. 2002；Yu and Bond 2002；Medina and Houze 2003；Neiman et al. 2004)。

不過，過去這些實驗計畫研究主要侷限在中緯度冷季的綜觀環境，在如此相對單純且穩定的環境條件之下，地形降水基本上只與二個因子有關：第一是地形對氣流的動力影響(即地形與氣流的交互作用)，第二是雲物理過程；這二個因子決定了地形降水所應具有的強度與位置(Colle 2004)。當考慮一副熱帶(低緯)環境的海島地形時(如台灣地區)，除了上述二個因子以外，尚須考慮熱力所引發局部環流(如海陸風、山谷風)對地形降水的可能影響(林與郭 1997；林等2003；Feng and Chen 1998；Frye and Chen 2001)；而且台灣暖季常為對流不穩定的環境大氣，此與中緯度冷季常為對流穩定的大氣形成強烈對比。

事實上我們對於對流不穩定度釋放如何影響地形降水的瞭解非常有限，不過它的重要性是被廣泛認知的。例如，對流雲可透過種雲播雲機制(seeder-feeder mechanism)來加強地形降水(Browning et al. 1974；Parsons and Hobbs 1983)；或可透過地形阻礙效應(orographic blocking)在地形上游產生顯著降水(Grossman and Durran 1984)；或可透過與環境氣流交互作用來維持山區的對流降水(Jou 1994；Chen et al. 1999)。這些地形降水機制的重要性不只在於它能夠造成降水強度的加強，而且它能夠顯著增加山區附近的降水效率與降雨累積量(Smith 1982；Kirshbaum and Durran 2004)。在適當的環境配合下，對流不穩定度在山區的釋放會造成洪水災害(Caracena et al. 1979)。

從以上的討論，我們可預期的是，台灣地形降水過程顯然會與中緯度冷季有所迥異，甚至會複雜許多。而在這樣獨特的地理環境架構之下，現階段不論國內外，我們的了解都非常少。事實上，在台灣地區，地形效應對於產生降水甚至豪雨的重要性已被廣泛認知(Lin 1993；張2000；Wu et al. 2002)，然而其確切的降水物理過程仍存在相當大的不確定性，這也導致在實際預報作業上很難掌握到強烈降水的總量與發生的位置。因此，這部分的科學研究議題，是台灣未來可以努力研究發展的方向。

因此，本研究計畫主要的科學目的在於藉著地形附近所收集的高解析度都卜勒雷達資料(包括台灣地區雷達資料與其他中緯度實驗計畫所收集的雷達資料)來廣泛檢視不同環境條件下地形降水分佈及強度與其可能伴隨的物理過程，而研究方向將同時著重地形上游效應(Upstream Effects)、地形斜坡強迫(Upslope Forcings)及局部環流的探討。

四、研究工作執行

第一年(執行期間 96/08/01~97/07/31): 針對發生在台灣複雜地形附近的降水系統, 利用地面都卜勒雷達資料來進行詳細的個案研究分析, 以了解地形效應對於降水分佈與強度的影響; 具有對流中性或不穩定環境大氣條件的降水個案將列為較優先的選取對象。由於在地形附近所收集的雷達資料常包含非大氣現象的地形及地面回波, 這些雜波會顯著降低觀測降水場與風場的正確性。事實上, 對於利用雷達資料研究地形降水而言, 這是一個關鍵且具挑戰性的問題。因此, 如何能夠正確地將這些地面雜波從雷達資料中去除是本研究計畫須面對與克服的問題。

第二年(執行期間 97/08/01~98/07/31): 接續第一年的研究工作, 針對選取研究個案作進一步的診斷分析。除此之外, 本年度的研究工作也會針對中緯度的地形降水系統進行分析, 並會與歐美的雷達專家進行相關的研討與合作。

第三年(執行期間 98/08/01~99/07/31): 接續前兩年的研究工作, 而本年度的研究工作將對所選取的不同個案進行分析與統整, 以增進我們對於發生在不同綜觀天氣與環境穩定度下地形降水過程的基本了解。雖然高解析度數值模式可用來預報地形降水, 然而由於其牽涉複雜物理過程及模式本身的誤差限制, 一般數值模式常常無法精確掌握地形降水的發生位置與強度。基於此, 過去一些研究學者已發展出相對較簡化的地形降水估計診斷模式(如Sinclair 1994; Daly 1994; Smith 2004), 而在較單純的綜觀環境下, 這些模式的實際表現也相當不錯。因此研究計畫在本年度會對於地形降水診斷估計模式進行初步發展。

五、研究成果說明

研究成果可從四方面來做簡短說明：

(一) 颱風環境下之地形降水研究

此部分研究議題著重颱風環流與地形交互作用的瞭解，目前已針對發生在2000年的象神颱風進行雷達資料的分析，相關研究成果已發表至Monthly Weather Review期刊(Yu and Cheng 2008)。

(二) 台灣局部環流與地形效應

此部份的研究工作著重在台灣本島或沿岸發展的降水個案研究分析，目前已針對發生台灣東南沿海對流線進行廣泛檢視，利用綠島雷達的長期觀測資料來嘗試瞭解其氣候統計特性。分析結果顯示東南部局部環流與地形的阻礙效應對於對流線的生成扮演重要角色，而相關研究成果已發表在Monthly Weather Review (Yu and Jou 2005；Yu and Lin 2008；Yu and Hsieh 2009)。

(三) 中緯度降水系統與地形效應

此部份的研究工作著重在中緯度複雜地形下之降水個案分析，目前已利用MAP 實驗計畫飛機(雙)都卜勒雷達觀測對個案IOP#5進行分析，此個案的獨特性在於其具有組織性深對流的中尺度特徵，山區的飛機雷達觀測資料也相當完整，提供研究地形降水機制的好個案。而相關研究成果已發表至Monthly Weather Review期刊(Yu et al. 2007)。

(四) 颱風雨帶地面觀測特徵

利用高時間解析度之地面觀測資料、都卜勒雷達資料及微波降雨雷達(micro rain radar)資料分析2005年龍王颱風兩個雨帶的地面觀測特徵，分析結果顯示雨帶通過氣象站時氣壓呈現類似波動的變化，相關研究成果已發表至Journal of the Atmospheric Sciences期刊(Yu and Tsai 2010)。

六、研究成果著作 (近五年發表著作, 2005 年以後)

(一) 期刊論文

- Yu, C.- K., and C.- L. Tsai, 2010: Surface Pressure Features of Landfalling Typhoon Rainbands and Their Possible Causes. *J. Atmos. Sci.*, **67**, 2893-2911. (SCI)
- Yu, C.- K., and Y.- H. Hsieh, 2009: Formation of the Convective Lines off the Mountainous Coast of Southeastern Taiwan: A Case Study of 3 January 2004. *Mon. Wea. Rev.*, **137**, 3072-3091. (SCI)
- Yu, C.- K., and C.- Y. Lin, 2008: Statistical location and timing of the convective off the mountainous coast of southeastern Taiwan from long-term radar observations. *Mon. Wea. Rev.*, **136**, 5077-5094. (SCI)
- Yu, C.- K., and L.- W. Cheng, 2008: Radar observations of intense orographic precipitation associated with Typhoon Xangsane (2000). *Mon. Wea. Rev.*, **136**, 497-521. (SCI)
- Yu, C.- K., D. P. Jorgensen, and F. Roux, 2007: Multiple precipitation mechanisms over mountains observed by airborne Doppler radar during MAP IOP 5. *Mon. Wea. Rev.*, **135**, 955-984. (SCI)
- 蔡嘉倫與游政谷, 2006: 微波降雨雷達觀測之初步分析與應用。氣象預報與分析, **188**, 29-37。
- Yu, C.- K., and B. J.-D. Jou, 2005: Radar observations of diurnally forced, offshore convective lines along the southeastern coast of Taiwan. *Mon. Wea. Rev.*, **133**, 1613-1636. (SCI)

(二) 研討會論文

- 陳滢與游政谷, 2010: 利用高解析度地面觀測及雷達資料研究颱風雨帶內部擾動及振幅特徵。2010 天氣分析與預報研討會暨第五屆海洋大氣研討會, 台北, 392-397。
- 顏亦堅與游政谷, 2010: 夏季弱綜觀環境下台北盆地午後降水時間與空間之特徵分析。2010 天氣分析與預報研討會暨第五屆海洋大氣研討會, 台北, 462-466。
- 陳滢與游政谷, 2010: 颱風雨帶地面觀測特徵之分析研究。第十屆全國大氣科學研究生學術研討會, 台北, 75-80。
- 顏亦堅與游政谷, 2010: 都會效應對台北夏季午後降水的影響。第十屆全國大氣科學研究生學術研討會, 台北, 99-103。
- Yu, C.- K., and L.- W. Cheng, 2010: Some Unique Aspects of Orographic Precipitation Associated with Typhoon Morakot (2009). International Workshop on Typhoon Morakot (2009), Taipei, 25-26 March 2010.

- Tsai, C.- L., and C.- K. Yu, 2010: Rainband Characteristics of Intense Landfalling Typhoons near Taiwan. International Workshop on Typhoon Morakot (2009), Taipei, 25-26 March 2010.
- Yu, C.- K., L.- W. Cheng, and H.- K. Wang, 2009: Orographic Precipitation Associated with Typhoons. 2009 年海峽兩岸災害性天氣分析與預報研討會，台北，16-28。
- Yu, C.- K., and Y.- J. Yan, 2009: Characteristics of summertime afternoon precipitation in the Taipei urban area during 1998-2007. 7th International Conference on Urban Climate, Yokohama, Japan, 29 June- 3 July 2009.
- Yu, C.- K., L.- W. Cheng, and H.- K. Wang, 2008: Intense orographic precipitation associated with typhoon: Some detailed aspects learned from radar observations: International Workshop on Advanced Typhoon and Flood Research, Taipei, Taiwan.
- 蔡嘉倫與游政谷，2008：龍王颱風雨帶之近地面特徵。天氣分析與預報研討會，台北，107-110。
- 王信凱與游政谷，2008：颱風環境下地形差異對降與強度之影響。天氣分析與預報研討會，台北，147-152。
- 鄭凌文與游政谷，2008：地形降水模式之初步分析與評估。天氣分析與預報研討會，台北，153-156。
- 謝瑩薰與游政谷，2008：台灣東南沿岸外海對流線之個案研究分析。天氣分析與預報研討會，台北，183-186。
- Yu, C.- K., L.- W. Cheng, and H.- K. Wang, 2008: Radar observations of orographic precipitation in the typhoon environment. 5th AOGS Annual Meeting 2008, Busan, Korea, 16-20 June 2008.
- Tsai, C.- L., and C.- K. Yu, 2008: Near-surface characteristics of precipitation, kinematic, and thermodynamic associated with the rainbands of typhoon near Taiwan. 5th AOGS Annual Meeting 2008, Busan, Korea, 16-20 June 2008.
- Hsieh, Y.- H., and C.- K. Yu, 2008: Case study of the offshore convective line along the mountainous coast of southeastern Taiwan. 5th AOGS Annual Meeting 2008, Busan, Korea, 16-20 June 2008.
- Yu, C.- K., L.- W. Cheng, and H.- K. Wang, 2007: Radar observations of orographic precipitation associated with typhoons. Conference on Mesoscale Meteorology and Typhoon in East Asia. 6-8 November 2007, Taipei, Taiwan.
- 林哲佑與游政谷，2007：台灣東南沿海對流線之雷達觀測特徵分析。第九屆全國大氣科學學術研討會，桃園龍潭。
- 蔡嘉倫與游政谷，2007：利用微波降雨雷達分析颱風雨帶近地面之觀測特徵。第九屆全國大氣科學學術研討會，桃園龍潭。
- Yu, C.- K., and C. Y. Lin, 2007: Long-term radar observations of the convective lines off the mountainous coast of southeastern Taiwan. 33rd International Conference on Radar Meteorology, 6-10 August 2007, Cairns, Australia.

- 鄭凌文與游政谷，2006：北台灣地形對颱風降水分佈及強度之影響：象神颱風雷達觀測研究。天氣分析與預報研討會，台北，59-64。
- 林哲佑與游政谷，2006：台灣東南沿海對流線之氣候特徵。天氣分析與預報研討會，台北，3-64。
- 蔡嘉倫與游政谷，2006：台灣北部冬季地形降水之雷達觀測研究。天氣分析與預報研討會，台北，1-14。
- 鄭凌文與游政谷，2006：伴隨象神颱風之地形降水雷達觀測研究。第六屆雷達氣象近期發展研討會，台北，59-64。
- 蔡嘉倫與游政谷，2006：台灣冬季降水分佈之雷達觀測個案研究。第六屆雷達氣象近期發展研討會，台北，33-38。
- 林哲佑與游政谷，2006：台灣東南沿海對流線之雷達觀測統計分析。第六屆雷達氣象近期發展研討會，台北，27-32。
- Yu, C.- K., and L.- W. Cheng, 2006: Radar observations of intense orographic precipitation associated with typhoon Xangsane (2000). 12th Conference on Mountain Meteorology. 28 August-1 September 2006, Santa Fe, New Mexico.
- 游政谷與蔡嘉倫，2006：微波降雨雷達觀測之初步分析。氣象與航空安全研討會，台北，73-76。
- 林哲佑與游政谷，2005：台灣東南沿海對流線雷達觀測之氣候統計特性。天氣分析與預報研討會，台北，93-96。
- 鄭凌文與游政谷，2005：北台灣地形對颱風降水分佈及強度之影響：象神颱風雷達觀測研究。天氣分析與預報研討會，台北，544-547。
- Yu, C.- K., 2005: Radar Observations of Orographically Enhanced Precipitation Embedded within Typhoons: 2nd AOGS Annual Meeting 2005, Singapore, 20-24.
- Jou, B. J.- D., and C.- K. Yu, 2005: Radar Observations of Landfalling Typhoons and Mesoscale Convective Systems over the Taiwan Area: International Training Program for Typhoon and Flood Disasters Reduction, Taipei, 4-1~4-26.

(三) 指導論文

- 陳滢，2010：颱風雨帶地面觀測特徵之分析研究。中國文化大學地學研究所大氣科學組碩士論文，44 頁。
- 顏亦堅，2010：都會效應對台北夏季午後降水的影響。中國文化大學地學研究所大氣科學組碩士論文，53 頁。
- 王信凱，2009：颱風環境下台灣北海岸地形差異對降水強度及分佈之影響。中國文化大學地學研究所大氣科學組碩士論文，74 頁。
- 林哲佑，2007：台灣東南沿海對流線雷達觀測之氣候特徵分析。中國文化大學地學研究所大氣科學組碩士論文，68 頁。

鄭凌文，2006：北台灣地形對颱風降水分佈及強度之影響：象神颱風雷達觀測研究。中國文化大學地學研究所大氣科學組碩士論文，71 頁。

參考文獻

- 林品芳、周仲島與游政谷，2003：北台灣夏季電暴之雙都卜勒雷達分析。大氣科學，**31**，333-354。
- 林熹閔與郭鴻基，1997：1994年南台灣夏季午後對流之研究。大氣科學，**24**，249-280。
- 張保亮，2000：登陸中颱風環流變化分析：賀伯(1996)個案研究。國立台灣大學大氣科學研究所博士論文，158 頁。
- Bond, N. A., C. F. Mass, B. F. Smull, R. A. Houze, Jr., M.-J Yang, B. A. Colle, S. A. Braun, M. A. Shapiro, B. R. Colman, P. J. Neiman, J. E. Overland, W. D. Neff, and J. D. Doyle, 1997: The Coastal Observations and Simulations with Topography (COAST) experiment. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **78**, 1941-1955.
- Bougeault P., P. Binder, A. Buzzi, R. Dirks, R. Houze, J. Kuettner, R. B. Smith, R. Steinacker, and H. Volkert, 2001: The MAP Special Observing Period. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **82**, 433-462.
- Braun, S. A., R. A. Houze, Jr. and B. F. Smull, 1997: Airborne dual-Doppler observations of an intense frontal system approaching the Pacific Northwest coast. *Mon. Wea. Rev.*, **125**, 3131-3156.
- Browning, K. A., F. F. Hill, and C. W. Pardoe, 1974: Structure and mechanism of precipitation and the effect of orography in a wintertime warm sector. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **100**, 309-330.
- Caracena, F., R. A. Maddox, L. R. Hoxit, and C. F. Chappell, 1979: Mesoanalysis of the Big Thompson Storm. *Mon. Wea. Rev.*, **107**, 1-17.
- Chen, G. T.-J., H.-C. Chou, J.-S. Yang, and S.-Y. Chen, 1999: Case study of a spring squall line accompanied by hailstorm occurrence in northern Taiwan. *Atmos. Sci.*, **27**, 257-271 (in Chinese with English abstract).
- Chien, F.-C., C. F. Mass, and P. J. Neiman, 2001: An observational and numerical study of an intense landfalling cold front along the northwest coast of the United States during COAST IOP 2. *Mon. Wea. Rev.*, **129**, 934-955.
- Colle, B. A., B. F. Smull, and M.-J. Yang, 2002: Numerical simulations of a landfalling cold front observed during COAST: Rapid evolution and responsible mechanisms. *Mon. Wea. Rev.*, **130**, 1945-1966.
- Colle, B. A., 2004: Sensitivity of orographic precipitation to changing ambient conditions and terrain geometries: An idealized modeling perspective. *J. Atmos. Sci.*, **61**, 588-606.
- Daly, C., R. P. Neilson, and D. L. Phillips, 1994: A Statistical-Topographic Model for Mapping Climatological Precipitation over Mountainous Terrain. *J. Appl. Meteor.*, **33**, 140-158.
- Doyle, J. D., and N. A. Bond, 2001: Research aircraft observations and numerical simulations of a warm front approaching Vancouver Island. *Mon. Wea. Rev.*,

- 129**, 978-998.
- Feng, J., and Y.- L. Chen, 1998: Evolution of katabatic flow on the Island of Hawaii on 10 August 1990. *Mon. Wea. Rev.*, **126**, 2185-2199.
- Frye, J. L., and Y.- L. Chen, 2001: Evolution of downslope flow under strong opposing trade winds and frequent trade-wind rainshowers over the Island of Hawaii. *Mon. Wea. Rev.*, **129**, 956-977.
- Galewsky, J., and A. Sobel, 2005: Moist dynamics and orographic precipitation in northern and central California during the New Year's Flood of 1977. *Mon. Wea. Rev.*, **133**, 1594-1612.
- Grossman, R. L., and D. R. Durran, 1984: Interaction of low-level flow with the western Ghat Mountains and offshore convection in the summer monsoon. *Mon. Wea. Rev.*, **112**, 652-672.
- Houze, R. A., Jr., 1993: *Cloud Dynamics*, Academic Press, 573 pp.
- Houze, R. A., Jr., and S. Medina, 2005: Turbulence as a mechanism for orographic precipitation enhancement. *J. Atmos. Sci.*, **62**, 3599-3623.
- Jou, B. J.- D., 1994: Mountain-originated mesoscale precipitation system in northern Taiwan: A case study 21 June 1991. *Terr. Atmos. Oceanic.*, **5**, 169-197.
- Kirshbaum, D. J., and D. R. Durran, 2004: Factors governing cellular convection in orographic precipitation. *J. Atmos. Sci.*, **61**, 682-698
- Lin, Y.- L., 1993: Orographic effects on airflow and mesoscale weather systems over Taiwan. *Terrestrial Atmos. Oceanic Sci.*, **4**, 381-420.
- Medina, S., and R. A. Houze, Jr., 2003: Air motions and precipitation growth in Alpine storms. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, special MAP issue, **129**, 345-371.
- Neiman, P. J., P. O. G. Persson, F. M. Ralph, D. P. Jorgensen, A. B. White, and D. E. Kingsmill, 2004: Modification of fronts and precipitation by coastal blocking during an intense landfalling winter storm in southern California: Observations during CALJET. *Mon. Wea. Rev.*, **132**, 242-273.
- Parsons, D. B., and P. V. Hobbs, 1983: The mesoscale and microscale structure and organization of clouds and precipitation in midlatitude cyclones. IX: Some effects of orography on rainbands. *J. Atmos. Sci.*, **40**, 1930-1949.
- Ralph, F. M., and Coauthors, 1999: The California Land-Falling Jets Experiment (CALJET): Objectives and design of a coastal atmosphere-ocean observing system deployed during a strong El-Nino. Preprints, *Third Symp. On Integrated Observing Systems*, Dallas, TX, *Amer. Meteor. Soc.*, 78-81..
- Sinclair, M. R., 1994: A Diagnostic Model For Estimating Orographic Precipitation. *J. Appl. Meteor.*, **33**, 1163-1175.
- Smith, R. B., 1982: A differential model of thermal advection. *Mon. Wea. Rev.*, **110**, 306-309.
- Smith, R. B., and I. Barstad, 2004: A Linear Theory of Orographic Precipitation. *J.*

- Atmos. Sci.*, **61**, 1377-1391.
- Stoelinga, M. T., P. V. Hobbs, C. F. Mass, J. D. Locatelli, B. A. Colle, R. A. Houze, Jr., A. L. Rangno, N. A. Bond, B. F. Smull, R. M. Rasmussen, G. Thompson, and B. R. Colman, 2003: Improvement of Microphysical Parameterization through Observational Verification Experiments (IMPROVE). *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **84**, 1807-1826.
- Wu, C. -C., T. -H. Yen, Y. -H. Kuo, W. Wang, 2002: Rainfall Simulation Associated with Typhoon Herb (1996) near Taiwan. Part I: The Topographic Effect. *Wea. and Forecasting*, **17**, 1001–1015.
- Yu, C.- K., and B. F. Smull, 2000: Airborne Doppler observations of a landfalling cold front upstream of steep coastal orography. *Mon. Wea. Rev.*, **128**, 1577-1603.
- Yu, C.- K., and N. A. Bond, 2002: Airborne Doppler observations of a cold front in the vicinity of Vancouver Island. *Mon. Wea. Rev.*, **130**, 2692-2708.

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本研究計畫主要的科學目的在於藉由利用及分析高解析度都卜勒雷達資料及地面觀測資料，並針對不同環境條件來廣泛檢視地形效應對降水分佈及強度的影響，以期增進我們對於地形降水過程的了解。近年來本研究計畫對於颱風環境下之地形降水、台灣局部環流與地形效應、中緯度降水系統與地形效應以及颱風雨帶的觀測特徵等相關研究成果已發表在 Monthly Weather Review 期刊 (Yu and Jou 2005; Yu and Cheng 2008; Yu and Lin 2008; Yu and Hsieh 2009) 與 Journal of the Atmospheric Sciences 期刊 (Yu and Tsai 2010)。這些研究成果所獲得之相關結論具有實質的拓荒意涵，有助於增加我們對於地形降水的了解，以及提昇台灣中尺度現象與地形降水研究在國際上的視野。

然而現階段對於台灣地形降水確切的物理過程仍存在相當大的不確定性，主要受限於山區觀測資料取得的不易以及山區雷達資料處理的困難，因此這部份的科學議題為本研究計畫未來持續的努力方向。