

赴西德參加國際山地氣象及ALPEX研討會並 參訪歐洲中期天氣預報中心觀感

劉廣英

(空軍氣象聯隊)

一、前言

早在去年10月28日NCAR的Joachim P. Kuettner 博士曾函告國內氣象界，今(78)年6月5—9日在西德的Garmisch-Partenkirchen 將舉行「國際山地氣象與阿爾卑斯實驗計畫研討會」(International Conference on Mountain Meteorology and ALPEX)，他希望國內有人提供論文，並且允諾若趕不上論文截止前的11月15日，只要通知他，大會仍願意接受我們的論文。Dr. J. P. Kuettner 是國際知名專門策劃大型國際氣象觀測實驗計劃的能手，在TAMEX 展開初期，他特別前來台北協助我們擬訂如何去處理推展實地作業(Field Operation)的問題，且在完成第一次密集觀測(IOP-1)才返回美國，使與會的我方人士學習到不少如何處理每一次密集觀測的步驟與方法，對TAMEX 計畫的成功實在功不可沒。

台灣地區梅雨期所要討論的豪雨等天氣問題，地形效應扮演很重要的角色，這與歐洲阿爾卑斯山脈對氣流及天氣系統所產生的效應是一致的，故早在1982年3—4月國際間即在歐洲展開這樣的大規模實驗觀測計畫，而Kuettner 博士亦是很重要的策劃者。這次研討會的國際組主席就是Dr. J. P. Kuettner，所以他深知TAMEX 的問題與ALPEX 有相同之處，故特別來信邀請我們參加。

雖然民國76年梅雨並不十分明顯，但在中美雙方工作人員嚴密守視下，仍完成了十三次的密集觀測，蒐集了不少珍貴的資料。事後國內外的氣象專

家更會根據上述資料檔進行各種研究。作者與徐天佑先生，在國科會補助下亦曾仔細分析了IOP-8 一次夾帶豪雨的中尺度低壓系統及其發展的機制。分析結果顯示除了中緯度氣團與赤道來的暖濕氣流間的交互作用外，中央山脈的地形效應實為該次低壓發展之重要原因之一。吾人得知有這樣的研討會將在西德舉行，當即按照大會規定將該文整理後投寄應徵，並蒙大會安排發表宣讀。國科會以(78)台會合字080555 號同意補助，空軍總部並以(78)賦秩4776 號令核准與會，並同意於會後赴英國參訪歐洲中期天氣預報中心(The European Centre for Medium-Range Weather Forecasts: ECMWF)，所蒐集資料可提供今後改進本軍氣象作業參考。

二、山地氣象及ALPEX研討會

近年來國際對於山地氣象亦即地形對大氣影響之研究越來越重視，阿爾卑斯山脈是歐洲最主要的山脈，與亞洲的西藏高原、美洲的洛磯山脈共同影響北半球的近地層和大氣環流。WMO(1980) 所出版GARP 一系列報告中有一冊專論「地形對近地氣流的影響」(Orographic effects in planetary flow)，其中引述南歐之旋生分布，由而可見義大利北部平原及近海地區，因受阿爾卑斯山脈影響，出現頻率較高。其中有的是背風旋生(Lee Cyclogenesis)有的則是鋒面受山脈阻擋而變形之新生波動，與中央山脈所造成之系統變化及旋生亦相當類似。而前些年亦有以西藏高原天氣現象為研究重心的國際山地氣象研討會在大陸舉行，並出版兩巨冊厚達2000 頁之專書。歐

洲則早在1982年3-4月份就舉行了國際參與以阿爾卑斯山脈為中心及附近範圍之實地觀測實驗(ALPEX)。總之，由於重要山脈對全球或局部地區天氣系統之影響甚鉅，研究者已為數甚多。此次研討會，亦以地形效應為重點，並另將阿爾卑斯山實驗結果之分析列為單元之一，是以無論就全球而言或僅以歐洲而言，均為一極重要的學術會議。

本次大會在西德度假聖地 Garmisch-Partenkirchen 市議會大廳舉行，時間自六月五日至九日中午共計四天半。與會共有：美、西德、奧、法、義、瑞、南、加、澳、紐、西、英、以、波、蘇格蘭、大陸以及我國共92位作者所提出的論文77篇，分別在9個宣讀組與兩個張貼組中發表。按大會的規定，宣讀論文在白天進行，每篇文章使用20分鐘，另有5分鐘的討論時間，而張貼的論文則在晚間討論，討論前亦有5分鐘的報告時間。在整個四天半的會期中，除第三天下午大會安排了登阿爾卑斯山活動外，每天進行十個小時的論文宣讀與討論，相當勞累，好在各篇論文均甚精彩，而會場條件亦佳，故並不以為苦。

本次研討會主要由德國航太研究機構、巴伐利亞經濟及交通部、德國氣象學會、世界氣象組織(WMO)所贊助，美國氣象學會(AMS)協助，並由航太機構之大氣物理部門和慕尼黑大學氣象學院出面負責安排，與會先行印發僅有摘要之彙編乙冊(174頁)，全文事後將以專刊發行。本次大會所發表之論文均極具水準，由其內容之規畫可分為下列主題，計有：

1. 山地二及三維氣流(I)；
2. 拉力及山岳流；
3. 山地二及三維氣流(II)；
4. 山地對數值天氣預報的影響；
5. 地形對鋒面的影響；
6. 山岳旋生(I)；
7. 山岳旋生(II)；
8. 熱力引起的山岳環流、對流及降水；
9. 山岳引起的強風及其他。

在上述各節中計有三篇邀請的大作分別是：

1. 美國耶魯大學的 R. B. Smith 教授的「過山及繞山氣流的理論概念」。
2. 瑞典籍 ECMWF 主任 L. Bengtsson 博士的「山岳及其對數值預報模式的影響」(參閱圖一)。
3. 西德慕尼黑大學的 J. Egger 教授的「背風旋生理論的比較研究」。

華人參加這次研討會也有三篇分別是：

1. 來自大陸的高洪斯(音譯)所發表的「西藏高原之氣象場對北太平洋海溫距平之反應」，原安排在第三節宣讀，因正逢天安門事件，洪員並未出席這次研討會。
2. 由作者和徐天佑所發表的「TAMEX 期間中尺度低壓發展之個案研究」，安排在第五節宣讀。在作者上台發表論文前，大會國際組主席 J. P. Kuettner 博士還作了特別介紹，作者也在報告本文前，亦特先對台灣地區中尺度實驗(TAMEX)做了簡要說明。
3. 由在美國麻州 Lowell 大學任教之湯學博士發表「三維山谷風之數值實驗」，該文安排在第二節張貼部分。湯學長早期曾在空軍服務，過去也常返國提供資料貢獻所學，這次 TAMEX 後續研討會，湯博士更風塵僕僕返國發表「TAMEX 期間台灣區中尺度環流之發展」盛情感人。

三、歐洲中期天氣預報中心(ECMWF)簡介

不管是實作或模式的發展，歐洲中期天氣預報中心(European Centre for Medium-Range Weather Forecasts: ECMWF)在世界的氣象界有其崇高的評價和地位，這單位很特殊是一個國際性共同合作的機構，有人稱之為「歐洲氣象中心」(European Meteorological Center)，最簡單之稱呼為EC。過去在美國國家氣象局之NMC(National Meteorological Center)服務之余燦旺博士回國之演講曾提及在EC已能於十天前預測美國東部的旋生實例，對系統的掌握大家都公認EC模式是最佳的

。這次作者到歐洲開會機會實在難得，故事先亦安排好參觀ECMWF，所以會後即經慕尼黑轉赴英國。

ECMWF座落在倫敦附近的萊丁(Reading)，由歐洲各國共同支持的國際組織，成立於1975(民國64年)的11月1日，歷史雖尚淺，但根據世界氣象組織(WMO)的評估，該中心的數值預報準確率獨步全球，是天氣預報成績最好的機構。目前他們使用CRAY X-MP 超級電腦以波譜模式(Spectral Model)製作十天及以內的預報，但仍維持一組人全力從事改進模式之研究。除參訪EC之外，作者亦曾與英國皇家氣象廳(UKMET OFFICE)的負責人有過四小時的會晤，得知該組織隸屬國防部，但成員均為文職，目前亦使用CDC CYBER-205 超級電腦從事模式運算製作預報。

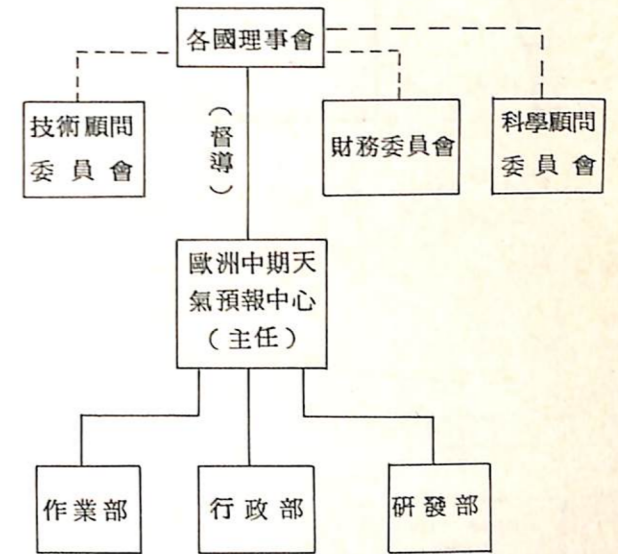
ECMWF 在歐洲為一國際性組織，其經費按會員國國民平均所得之比例分配，其預算經費在1985-1987年間所佔分配比如表一所示：

表一 ECMWF 在 1985 - 1987 年間經費分配百分比

會員國	經費分配百分比
比利時	3.06
丹麥	1.82
西德	22.41
西班牙	5.96
法國	18.43
希臘	1.23
愛爾蘭	0.53
義大利	11.33
南斯拉夫	2.16
荷蘭	4.64
奧地利	2.17
葡萄牙	0.72
瑞士	3.17
芬蘭	1.51
瑞典	3.44
土耳其	1.76
英國	15.66

由上表可知最大的出資國為西德，法國次之，英國再次之(每年大約支付150萬英鎊)，三國所佔經費已超過一半達56.5%，所以他們的發言權亦最大。由該表也可知除南斯拉夫外，絕大多數的共黨國家並未參加該一組織共享成果。

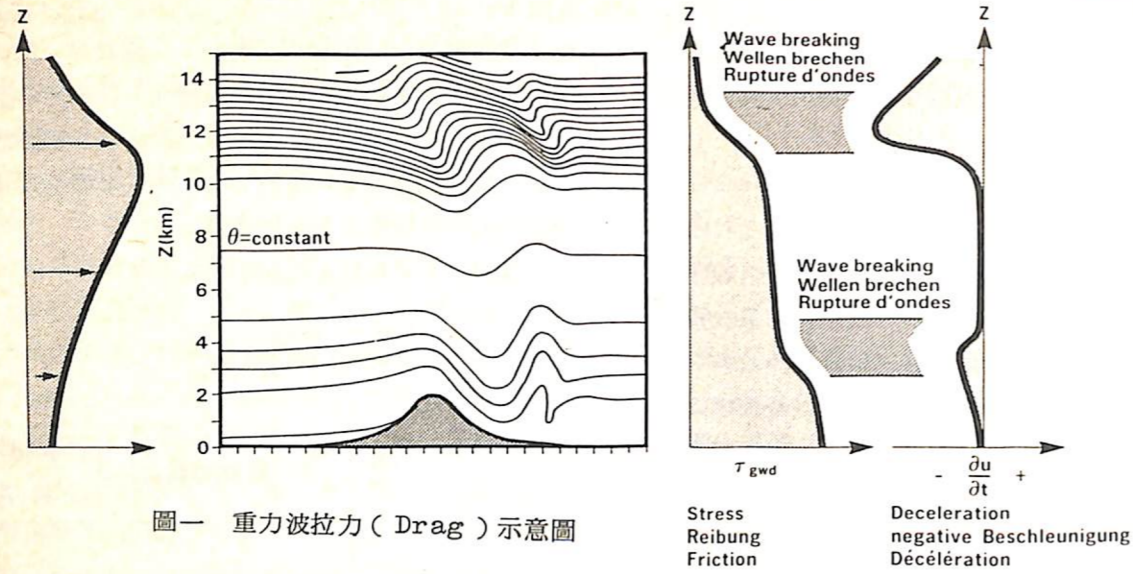
ECMWF 的組織架構如圖二所示：



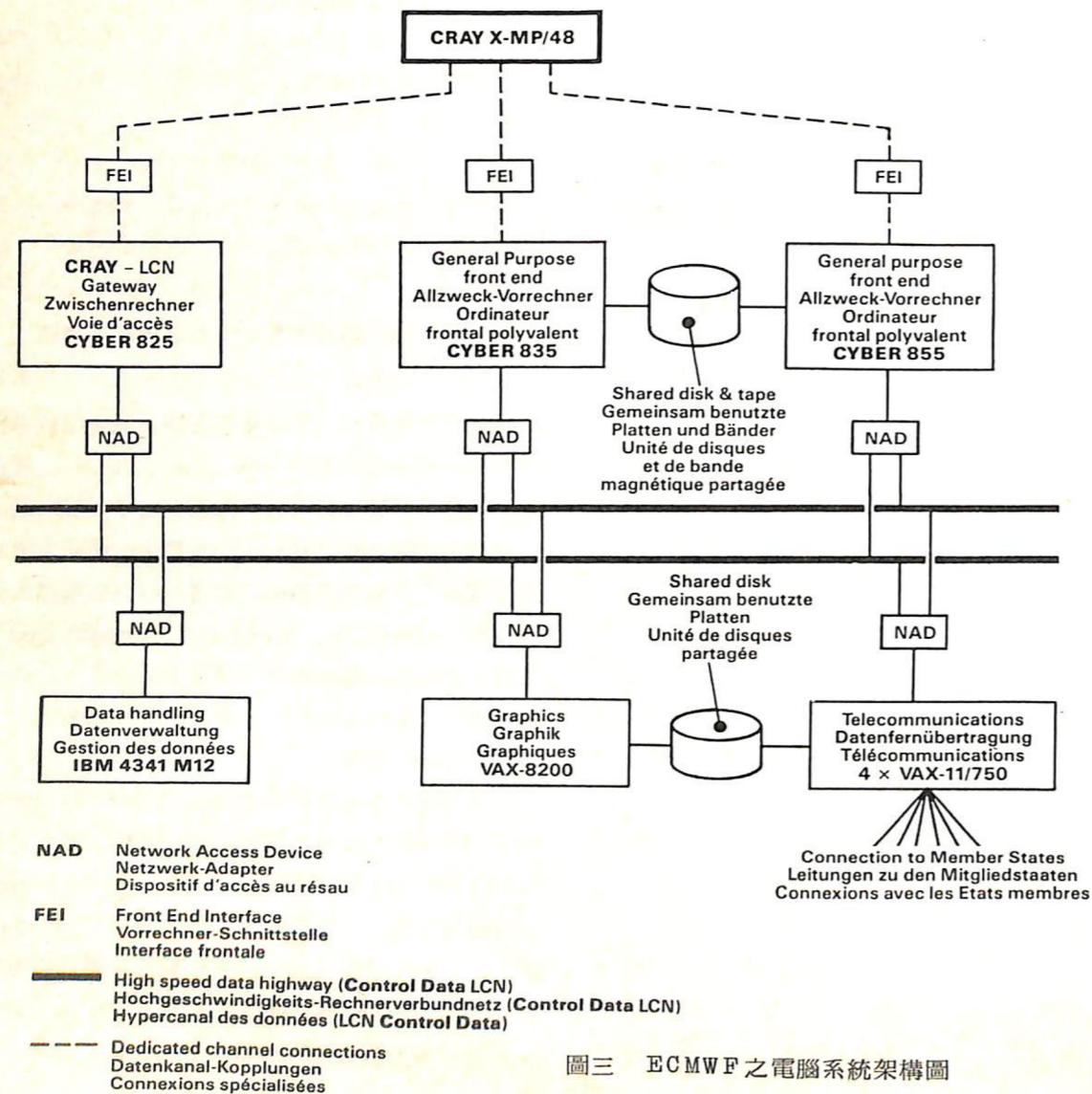
圖二 歐洲中期天氣預報中心之組織架構圖

其組成的各單位負責人均來自各國，如各國理事會理事長由丹麥的A.C. Wiin-Nielsen；技術由瑞士的M. Hang；財務由西德的U. Gärtner；科學由英國的B. Hoskins擔任主席。ECMWF是受到各組成國之理事會所督導，中心設主任一人，目前由瑞典的Dr. Lennart Bengtsson擔任，作業部由芬蘭的D. Söderman；行政部由西德G. Schultes；研發部由英國的D. Burridge負責。

ECMWF 作業部使用CRAY X-MP/48型為主機，CYBER 825擔負控管(Gateway)，並使用CYBER 835及855為前、後置(Front-End)電腦的任務。而後續的資料處理使用IBM 4341-M 12型，繪圖使用VAX-8200型及傳輸使用四部的VAX-11/750型控制，其架構如圖三所示，各型電腦之詳細記憶及儲存容量則如表二。



圖一 重力波拉力 (Drag) 示意圖



圖三 ECMWF之電腦系統架構圖

表二 ECMWF 所使用各型電腦系統之詳細資料數據

Details of the ECMWF computer system			
Computer	Memory	Disk or tape storage	
Cray X-MP/48	64 Mbytes 256 Mbytes (SSD)*	21 disk units	10.3 Gbytes
Cyber 835	4 Mbytes	24 disk units	10.3 Gbytes
Cyber 855	4 Mbytes	9 tape units	
IBM 4341	8 Mbytes	5 disk units cartridge tapes	12.5 Gbytes 105 Gbytes
VAX 11/750	6 Mbytes	2 disk units 1 tape unit	0.33 Gbytes
2 X RC 8000	384 Kbytes each	1 tape unit 2 disk units	0.132 Gbytes
(4 Vax 11/750)	(4 Mbytes each)	(8 disk units)	(3.1 Gbytes)

* Solid-state storage device

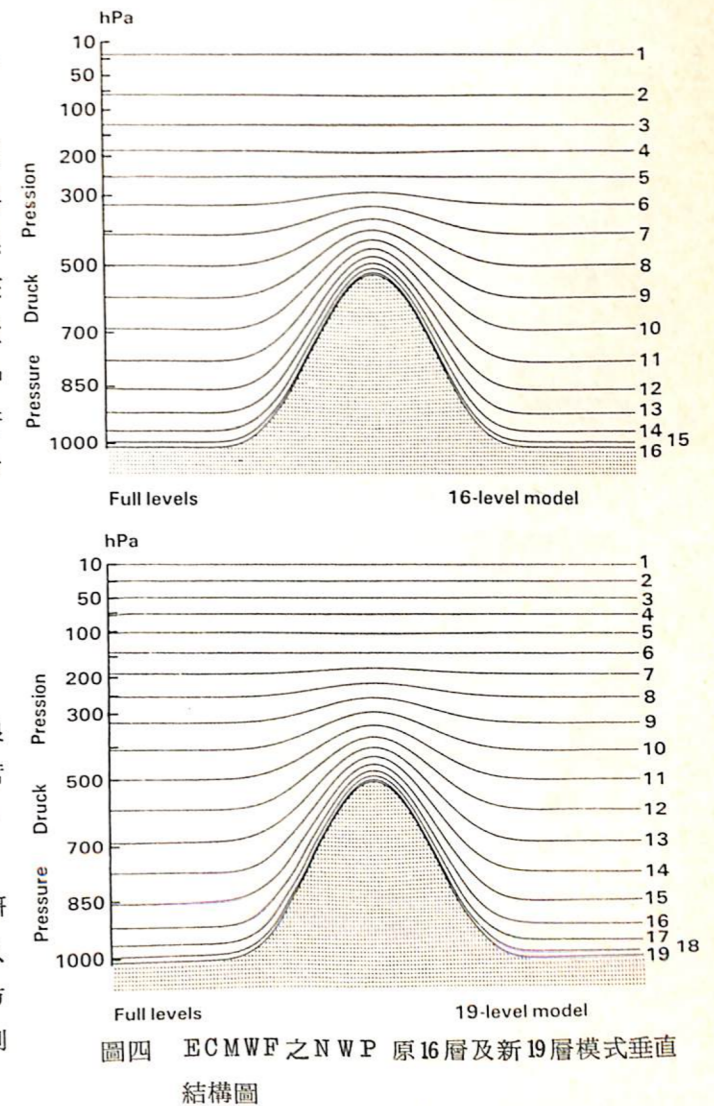
ECMWF 所有的值勤人員均透過工作站 (Work Station) 執行任務, 在此架構下該中心的人員認為工作相當順手。

ECMWF 的資料, 電腦系統除供自己計算使用外, 並經由網路與各會員國氣象單位相連, 亦即各國可充份利用其資料, 並按分配時間使用其電腦系統。除此外 EC 亦提供人員訓練及諮議性服務, 至於所有的產品更是自動傳送至各會員國, 可說是歐洲地區數值天氣預報及氣象資料的樞紐; 而國內中央氣象局透過其 G T S 線路, 每天均可處理 EC 所廣播的資料, 其 N W P 產品的出圖量甚多可供參考。

四、感想與建議

此次參加了 ALPEX 研討會及參訪 ECMWF, 所見心得良多, 簡述如下:

1. 這次的研討會內容充實, 在專業上個人受惠良多, 其大會工作人員的熱誠及效率之高, 出席之專家學者認真的研討態度, 令人印象深刻, 值得我們效法之處甚多。
2. 多鼓勵學者專家參加歐洲國家主辦之國際性研討會, 由於歐洲人工作處事方式有異於美國人, 而且他們的科技亦有其獨到之處, 透過多方面接觸相信值得借鏡之處對我們必可產生有利的貢獻。



圖四 ECMWF 之 NWP 原 16 層及新 19 層模式垂直結構圖

3. 瞭解歐洲中期天氣預報中心 (ECMWF) 及英國之氣象作業方式與電腦架構，對我們精進案的規劃頗有助益。作者認為ECMWF之所以有如此好的成績，主要原因有二，即人員素質高（薪資亦高）與硬體設備好；另外歐洲社會採取集中方式開發數值天氣預報 (NWP) 的作法，亦為促使該中心領先全球的主要原因，如其作業模式的垂直解析度原已高達16層，1986年又增加到19層如圖四所示即為明證。
4. 有效協調ECMWF爭取技術協助或轉移，國內中央氣象局使用EC之產品已有多年，而該中心為歐洲所共有，政治色彩較淡，而其資料、技術及研發則屬世界一流，預報成果更屬全球

第一，絕對值得爭取。同時該中心負有人員訓練的責任，並辦有年度性技術研討會，如果能直接參與，獲益將甚可觀。

5. 此行赴歐，正逢大陸天安門事件，歐洲民心受此衝擊有明顯轉變，對我有利，由研討會及EC與會人士之主動關切，相信如果充份掌握此一條件，集合大家（連同商界與觀光旅遊人士）之力量，必可開拓我國與歐洲更友好的關係。

總之，古諺云：「行萬里路勝讀萬卷書」，由出席本次研討會再次證明此言不虛，願我氣象同仁利用公餘多充實自己並爭取各種機會參與研究發展工作及相關研討會，則於公於私均將有所助益。