

利用超輕飛機進行大氣邊界層熱力場與太陽輻射量垂直剖面觀測

林博雄¹ 黃培育¹ 盧濟明²

¹臺灣大學大氣科學系

²富瑋股份有限公司

一、前言

大氣觀測可區分為現場(in situ)和遙感(remote)兩大領域,目前全球高空現場觀測是以汽球搭載無線電探空儀的一維垂直剖面觀測為主。雷達和衛星這些遙測平台雖然可以涵蓋不同時空尺度的大氣現象,但也需要飛機臨場的現場觀測資料為參考標準。舉凡雲物理與氣膠、城鄉空氣污染採樣分析、海陸風與局部風場環流、中尺度降水系統結構、海面溫度遙測等等,飛機觀測平台在這些不同的時間和空間尺度基礎和應用研究議題上,都扮演獨特的資料蒐集角色。國內大氣科學學門早於1987年TAMEX期間邀請NOAA-P3飛機參與實驗觀測(周,1987;羅,1987);1990年環保署租用荷蘭大氣環境顧問公司Piper Chieftain雙引擎螺旋槳飛機(環保署,1991),針對台灣都市與特定工業區進行空氣品質調查。氣象局與空軍也曾因應台灣乾旱現象執行人造雨作業(中央氣象局,1995;劉,1991)。1998~2005年期間國科會和氣象局則利用Aerosonde無人飛機進行颱風穿越觀測試驗(林等,2002)。2001年第七屆全國大氣科學研討會「學門座談」曾討論飛機觀測的應用議題。2003年7月到2006年12月,國科會和中央氣象委託台灣大學租用漢翔航空公司ASTRA噴射飛機,進行了153小時465份dropsonde飛行觀測作業(吳等,2003)。綜合以上資訊,臺灣地區利用飛機進行大氣科學觀測已有不同方式的嘗試。然而,飛機觀測所費不貲,由空中勤務到地面勤務的複雜程序,以及儀器掛載安裝都需要嚴格驗證過程。某些科學議題的空中觀測需求不需要制式飛行器平台的搭載,舉例來說,德國IMK-IFU的Dr. Wolfgang Junkermann就以FZK-ENDURO超輕飛機(ultralight)進行一系列的邊界層低空大氣環境觀測(Junkermann,2001)。臺灣的航空管制相當嚴苛,現階段民用航空局已經逐步開放航空器管理辦法和超輕型載具飛行管理辦法。本文動機在於展示如何有效運用超輕飛機進行低層大氣的太陽輻射量、氣溫與濕度垂直剖面觀測,為國內的大氣環境觀測提出創新方法。

二、A22 超輕飛機與機載設備

2005年二架烏克蘭Aeroprakt公司A-22超輕飛機(圖1)由富瑋公司進口臺灣與現地組裝,其採用無鉛汽油做為燃油,機翼可拆卸由公路拖運,作業成本低廉其基本特徵詳列於表1。由臺灣大學大氣科學系研製的無人飛機名片盒型飛控電腦,改裝做為A22機載感測器的記錄器,這些感測器(資料)包括機艙頂部GPS天線(飛行高度和經緯度)、機翼斜撐桿下的

SHT15感測晶片(氣溫與濕度),以及飛機尾桿上下兩端的LICOR-200感測元件(太陽輻射通量),這些資料均以1Hz頻率記錄在可抽取的MMC記憶卡片上(圖2)。目前A22以屏東高樹鄉隘寮溪畔的南華機場做為起降基地,飛行觀測範圍以民用航空局劃定的飛行運動空域為限。2006年11月A22在機場上空空域進行ICE公司生產的CaCl₂液劑空中燃燒測試飛行成功(圖3;經濟部,2006);這一先驅觀測實驗提供臺灣地區暖雲造雨以及大氣邊界層特性研究之參考。

三、太陽輻射量垂直剖面觀測實驗

2007年2月6日3:20~4:10pm雲層高度~1800公尺,本文作者在A22飛機尾桿中段安裝二套Licor 200太陽輻射通量器,分別朝上和朝下量測向下(downward)與向上(upward)太陽輻射通量。A22以機場跑道上空之氣柱(air column)為量測目標,以1000英尺高度間距盤旋上升和下降,每當通過跑道上空時必須保持姿態的水平(圖4),來量測大氣邊界層熱力場與向下、向上太陽輻射量之垂直剖面。圖4顯示,由地面到雲底溫度剖面是近乾絕熱溫度遞減率,向下太陽短波輻射量則是~10.6Wm⁻²/100m,向上與向下太陽輻射量比值在800公尺以下和以上各約5和4。

本文所探討的超輕飛機觀測過程和資料品質仍有許多瑕疵和尚待改進的空間,現階段我們以「先求有、次求美」的實做方式,漸進地在臺灣地區推動這類型空中飛行觀測的方法,以期開啓台灣大氣科學觀測的新方向,提升研究內容的立體化。

參考文獻:

- 經濟部水利署,2006:人造雨技術發展長期策略擬定—造雨研究發展成效模式評估。
- 中央氣象局,1995:台灣地區人造雨實地作業及評估報告。
- 行政院環境保護署,1991:台灣地區空氣品質及固定污染源排放航空測定。EPA-80-F102-09-51。
- 林博雄,李清勝,林民生,李憲乾,2002:無人飛機探空及其在天氣觀測上的應用。氣象學會會刊,43,7-22。
- 吳俊傑,郭鴻基,林博雄,葉天降,陳台琦,洪景山,劉清煌,林沛練,2003:「颱風重點研究」暨「侵台颱風之飛機偵察觀測實驗」。氣象學會會刊,43,7-22。
- 周仲島,何台華,1993:參加「海洋大氣偶合反應實驗」(TOGA-COARE)飛機觀測紀要。氣象學會會刊,34,53-58。

羅國維, 1987: 氣象飛機簡介。氣象學會會刊, 28 (2), 2-3.
 劉廣英, 1991: 空軍氣象部隊的最近 15 年。氣象預報與分析, 129, 1-12.
 Junkermann, W., 2001: An Ultralight Aircraft as Platform for Research in the Lower Troposphere: System Performance and First

Results from Radiation Transfer Studies in Stratiform Aerosol Layers and Broken Cloud Conditions. *J. Atmos. Oce. Tech.*, 18, 934-946.

表 1：烏克蘭 Aeroprakt 公司 A-22 超輕飛機基本特徵

翼展	9.5 m
長度	6.2 m
高度	2.4 m
淨重	375 kg
油箱容積	90 Liters
耗油量	14 Liter/hr
巡航速度	~155 km/hr
起降跑道長度	80 m/ 50 m
最大航程距離	~1500 km
引擎馬力	80 hp/120 hp



圖 1：烏克蘭 Aeroprakt 公司 A-22 超輕飛機。

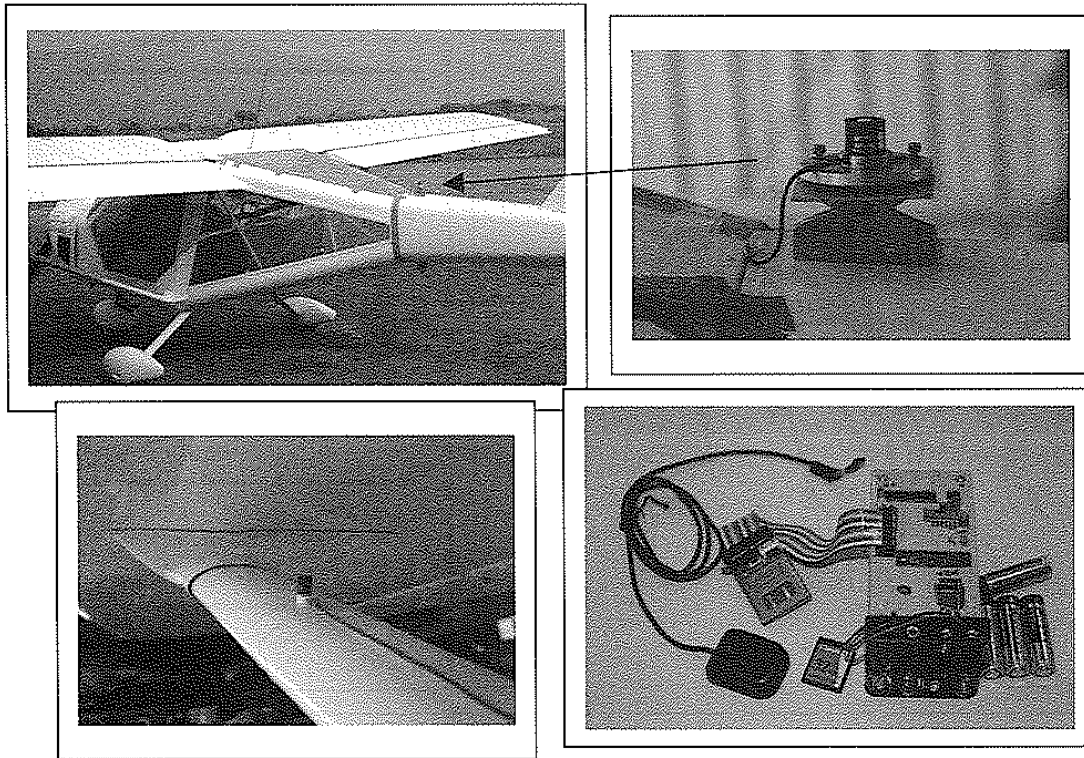


圖 2：A-22 飛機尾桿上下兩端的 LICOR-200 太陽輻射計，機翼斜撐桿下的 SHT15 感測晶片(氣溫與濕度)，以及 1Hz 頻率資料記錄器、GPS 天線和抽取式 MMC 記憶卡。



圖 3：A22 於屏東南華機場上空進行CaCl₂ 霧劑空中燃燒測試飛行。

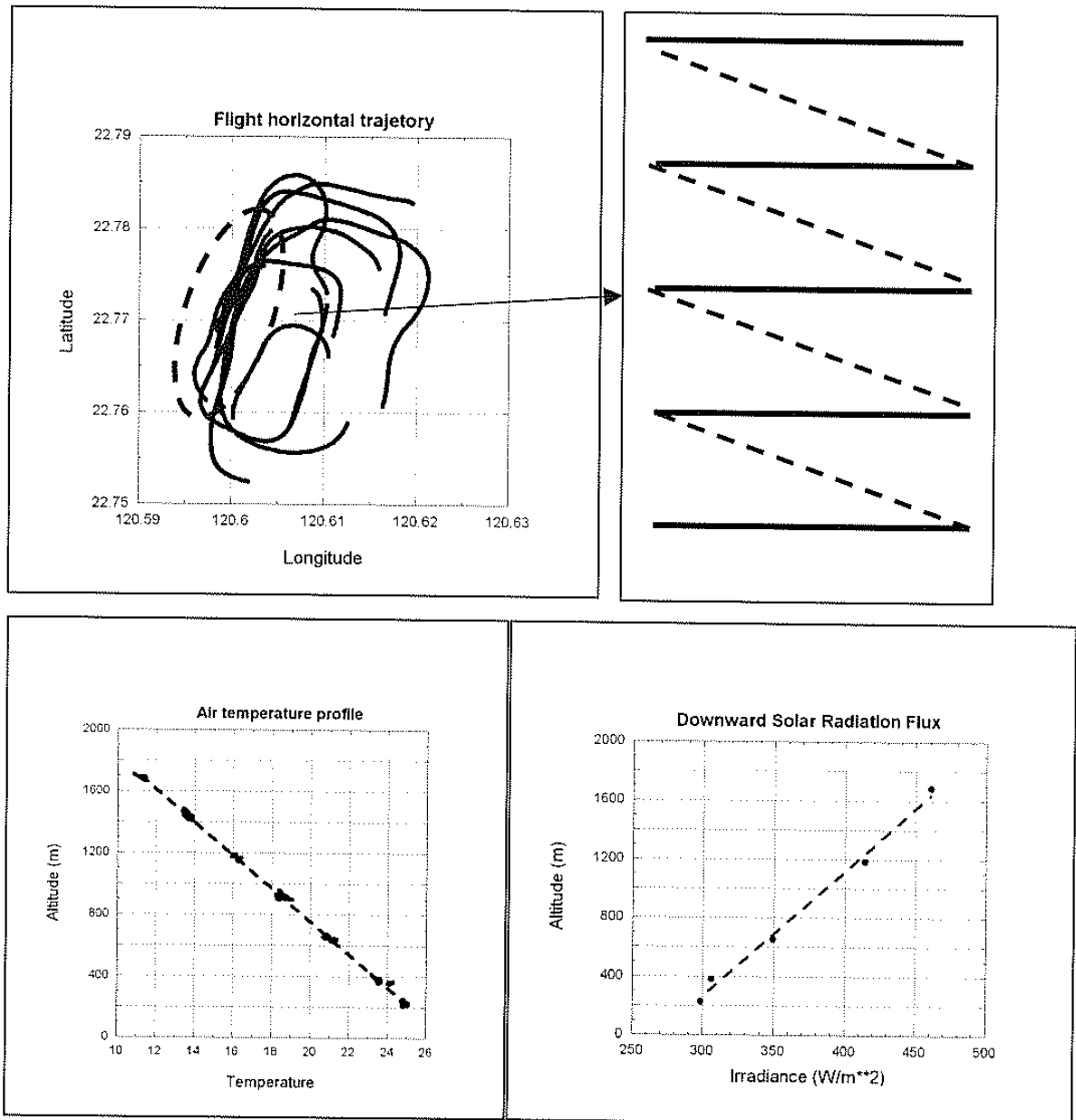


圖 4：A22 於屏東南華機場上空的水平軌跡(左上)，A22 盤旋升降示意圖(右上)，以及其所量測的溫度(左下)和向下太陽輻射量(右下)的垂直剖面。