

小尺度氣象網格即時監測概念個案

林博雄¹ 徐仲毅¹ 賴彥任² 顧靜恆³ 許光裕⁴

¹臺灣大學大氣科學系

²臺灣大學實驗林管理處

³臺灣網路資訊中心

⁴翰昇環境科技股份有限公司

一、前言

芬蘭 Vaisala 公司於 2004 年發展推出的新一代的小型氣象感測整合組件 WXT510 (圖 1, Vaisala, 2004), 分別以超音波感測原理之風向風速感測元件 (WINDCAP) 和雨滴撞擊感測平面 (RAINCAP), 安置在溫度濕度遮罩上方, 取代傳統的螺旋槳風車風速風向計和傾斗式雨量計, 大幅縮小現有天氣觀測組件的體積和安裝難度。若能確認其資料的可靠性和不同季節天氣型態的考驗, 將能實現都市環境、森林水文、遊憩管理等小尺度氣象網格的建置與即時監測的理想, 試驗成果將能帶給中央氣象局、林務局、國家公園、公路交通甚至民間企業物流管理, 在氣象即時監測與資料庫需求的新思維。

基於以上動機, 本研究首先探討臺灣大學大氣科學系/環境保護署合作管理的 Met-One 氣象站(以下簡稱 NEMO), 和芬蘭 Vaisala WXT510 的同地同時觀測的資料比對; 其次, 透過臺灣網路資訊中心 IPv6 網路建置發展計畫之 Live-E 計畫, 於臺灣大學實驗林溪頭營林區建置 4 套 WXT510 氣象感測套件, 透過電腦網路即時性特色, 來測試森林尺度氣象網格即時監測的概念。這一小尺度氣象網格即時監測先驅實驗, 將可提供未來建置更大空間範圍、更高監測空間密度與更短傳輸時間之氣象網格參考。

二、觀測比較

表 1 和圖 2 綜合 NEMO 和 WXT510 兩者在臺灣大學大氣科學系觀測坪的實驗比對的基本資訊和現況; 風場比對方面, NEMO 的 MetOne 風速風向計置放於 10 m 鐵塔頂部, 然而 WXT510 的溫濕度感測又必須和 NEMO 溫濕度計同一高度, 因此本研究將 WXT510 安置在離地 2.5 m 高度, 其一旁再增加一套 Young 公司 5305 風車型風速風向計, 以利資料比對。這些感測元件精確度分別見於 MetOne 公司、Young 公司和 Vaisala 公司官方網站。觀測比對時間分別是 2005 年 11 月 17 日至 12 月 30 日與 2007 年 2 月 1 日至 3 月 2 日, 均採一分鐘平均值記錄。圖 3 是 WXT510 和 NEMO 溫度、相對濕度、風速、風向和雨量等 5 種參數的相關性分析, 除了風向之外, 所有氣象變數的相關係數均高於 0.8, 風向的相關性稍微偏低的理由是部份時間兩套系統的風向剛好在 360 度(北方)的兩側。此外, WXT510 的 WINDCAP 啟動風速和 RAINCA 的微量雨量靈敏度, 均優於現有的風車風速風向計和傾斗式雨量筒, 因此 WXT510 可用以監測氣象變數的微弱變化和瞬間突變之特色。

三、溪頭森林即時氣象網建置和初步成果

臺灣網路資訊中心(TWNIC)IPv6 網路建置發展計畫之中, 有一項子計畫是藉由參與日本Live-E計畫 (<http://www.live-e.org/>), 透過 WXT510 和 ECHELON internet server 來展示網路即時監看地球環境的概念。TWNIC 擬透過這一跨國性合作計畫, 在臺灣設立幾處 WXT510 即時氣象觀測點, 成為 Live-E 計畫的一員; 截至 2007 年 5 月為止, 共有 207 個 WXT510 即時氣象資料顯示在網頁 <http://weather.hongo.wide.ad.jp/WDshow/WDshow.aspx> 之中。本研究在 TWNIC 和 Vaisala 台灣代理商翰昇公司贊助下, 將其中 4 套 TWNIC 布設於臺灣大學實驗林溪頭營林區, 提供臺灣大學實驗林管理處進行森林遊憩管理應用和森林微氣象研究的先驅試驗。圖 4 是這 4 套 WXT510 在溪頭森林遊樂園區的布點位置, 它們的即時氣象資訊經由無線和有線網路的聯通下, 世界各個角落的人可以透過電腦瀏覽器登入到 <http://wxt510.cook-team.org> 網站分享。研究人員則可進一步要求取得過去資料來分析探討森林微氣象, 在不同林分、不同森林空曠度和海拔高度的溫度、濕度、風場和降雨量的小尺度差異。上述網站還進一步連結到溪頭森林園區銀杏林(圖 4 的 #162)所進行的更小空間尺度(5~10m 間距)的無線感測網路(賴等, 2007; <http://163.22.181.7/xoops224/modules/tiny2/>)。林務局也將在 2007 年 6 月在南投蘆山到花蓮銅門的「能高越嶺古道」架設 3 套 WXT510 系統, 本研究將持續觀察整理它們在臺灣山林步道系統的微氣象監測效果, 並進一步推廣到城市便利商店氣象網的建置。最後, TWNIC 在臺灣大學大氣科學系設置的 WXT510 (圖 5) 將持續和現有的 NEMO 系統進行長期比對校驗, 做為 WXT510 資料應用的參考站。

參考文獻：

- 賴彥任, 邱祈榮, 魏聰輝, 沈介文, 林清儒, 2007: 以無線感測網路技術進行森林微氣象觀測之先驅實驗。投稿 *大氣科學*。
- Vaisala, 2004: Multiple Measurements in a Single Instrument—New possibility for weather measurement. *Vaisala News*, 166, 27-29。

表一：NEMO 與 WXT510 氣象系統在臺灣大學大氣科學系觀測比對。

Parameter (unit)	WXT510	NEMO	Correlation
Temperature (°C)	THERMOCAP	MetOne 083D	0.99
Relative Humidity (%)	HUMICAP	MetOne 083D	0.99
Wind speed (m/s)	WINDCAP	YOUNG5305	0.81
Wind direction (degree)	WINDCAP	YOUNG5305	0.70
Rainfall (mm)	RAINCAP	MetOne 300	0.98

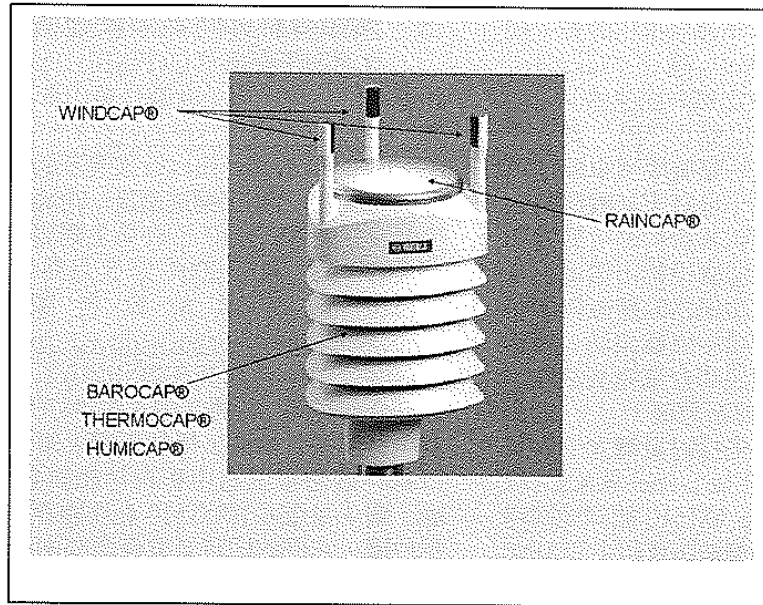


圖 1：Vaisala WXT510 外觀與感測器部位。



圖 2：臺灣大學大氣科學系觀測坪 NEMO 氣象鐵塔與實驗支架上的 WXT510 與 Young 5305 螺旋槳式風速風向計。

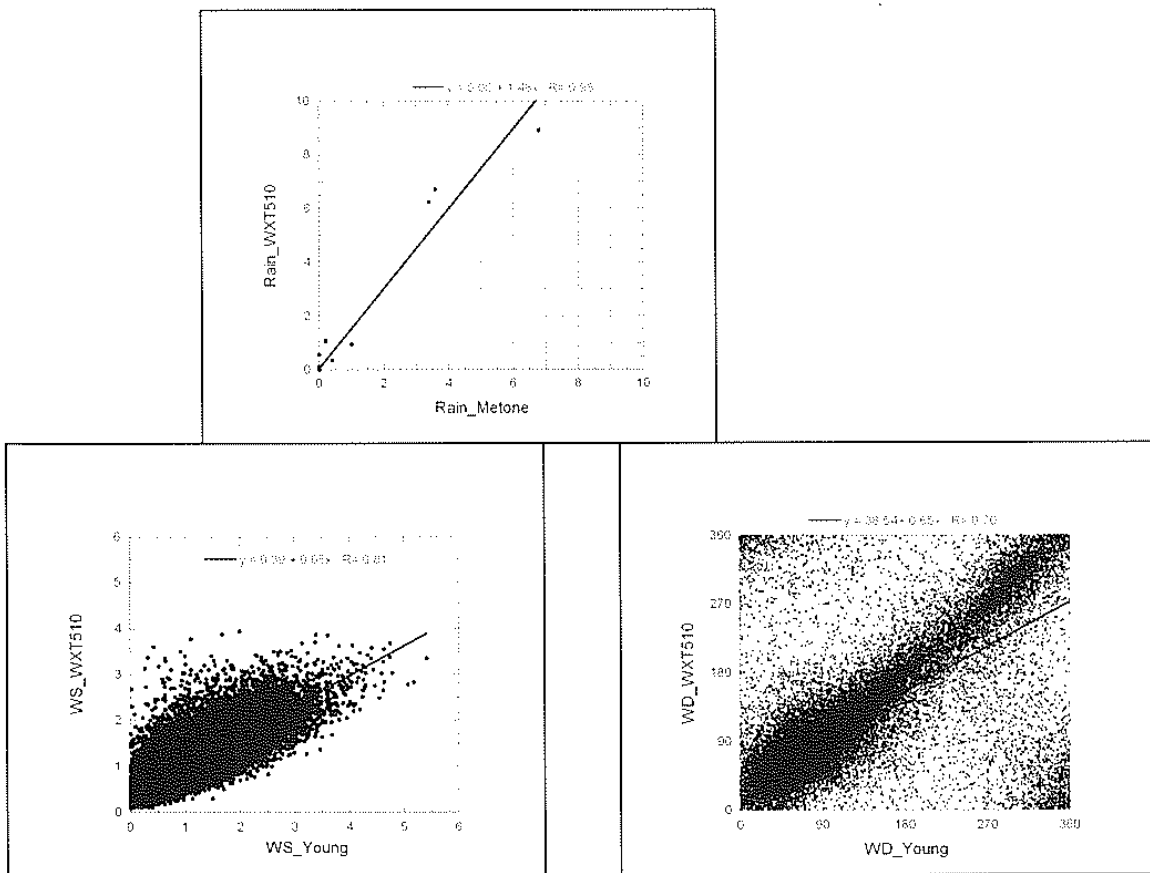


圖 3：WXT510(縱軸)和 NEMO(橫軸)的溫度、相對濕度、雨量、風速和風向等 5 種參數的散布圖與線性相關分析。

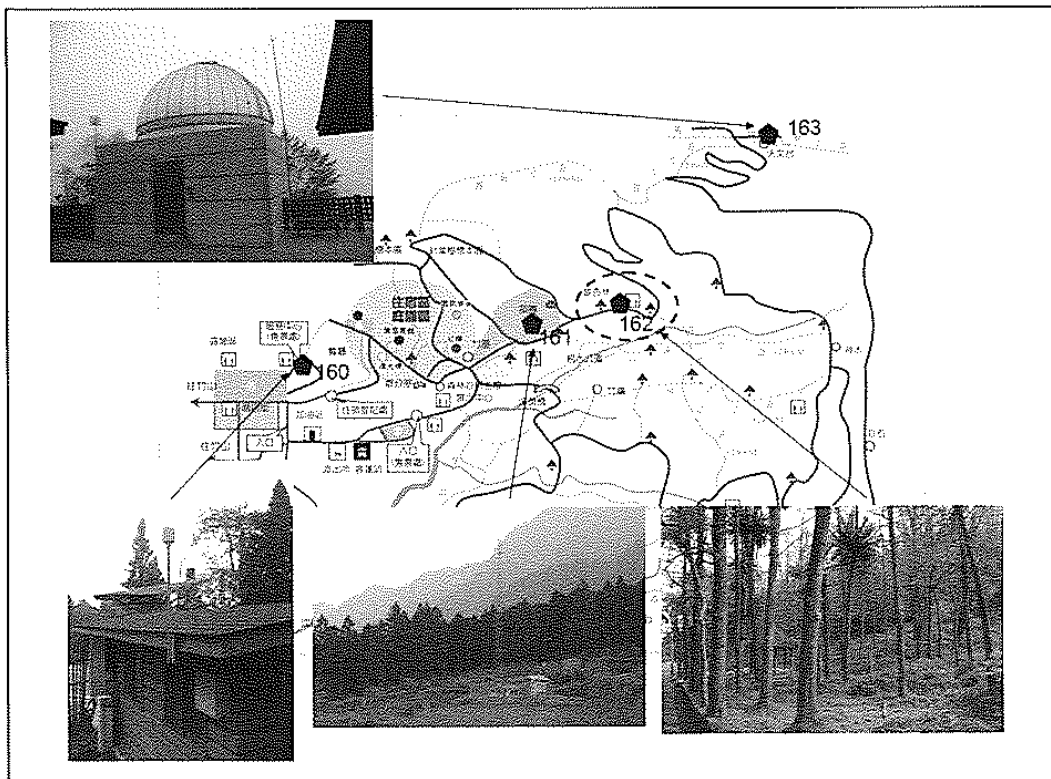


圖 4：臺灣網路資訊中心提供的四套 WXT510(#160~#163)在溪頭森林遊樂區的監測位置。虛線區域另有臺大實驗林的無線感測微尺度氣象網。

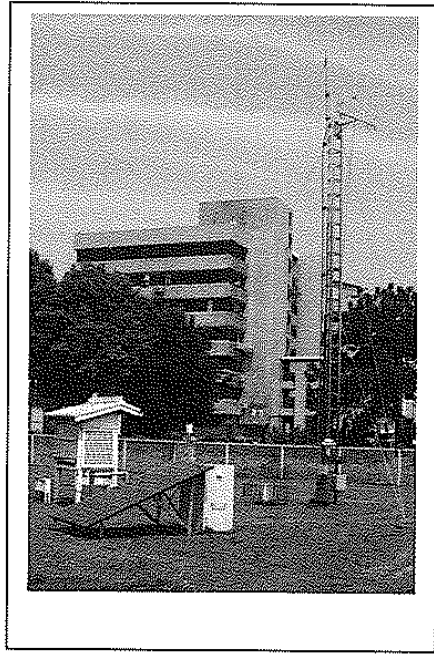


圖 5：臺灣大學大氣科學系觀測坪 NEMO 氣象鐵塔與臺灣網路資訊中心 WXT510。