

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組地球科學科

080502

臺北市松山區民權國民小學

指導老師姓名

王寶勛

顏稚仁

作者姓名

楊子賢

鄭坤霖

陳柏翰

陳柏安

壹、摘要

我們從想了解學校內部哪一處是最好的放置氣象觀測站的探索開始，製作了 1：100 的學校模型，並且發明一種簡單製作，可靠，有效的小風標來進行實驗，利用這些小模型與儀器，以及我們設計的實驗方法；分區得分法，找出我們學校裡面最佳，而且比較不會受到建築物影響的架設觀測站的位置。

接著我們發現觀測坪應該距離附近建築物的高度四倍以上的規定有不足的地方，根據我們的實驗結果發現，建築物的寬度影響觀測站風向的變化，比建築物的高度影響來的顯著，風向受到寬度的影響，並不單純只在四倍距離而已。

最後我們更製作了大台北地區 1：30000 的模型，並且模擬內部的風場變化，更利用中央氣象局，以及台北市近三十個小學的氣象觀測資料來分析驗證我們的實驗結果，找出大台北地區各個小區域受到山脈地形影響下風場改變的模式，來跟我們的模擬相互檢驗，讓我們能夠更清楚地掌握地方區域受到地形影響的風場變化的情形。

貳、研究動機

學校有一個自動氣象觀測儀器，我們發現風速風向的資訊和中央氣象局的資訊有很大的不一樣，而老師也說過建築物可能會影響到觀測的結果，因此，我們想深入地去了解建築物是怎麼影響到風場的變化呢？另外哪裡是學校裡面最好的設置觀測儀器的位置呢？

之後，我們更進一步地想要知道台北地區附近的風場，有沒有受到附近山脈的影響呢？而又是怎麼影響的呢？

參展作品與教材之相關性：『自然與生活科技』第十冊第六單元“台灣的天氣”及第五冊第四單元“天氣觀測”。

參、研究目的

- 一、 做出學校建築物大小的比例模型，然後模擬各種不同的風速、風向，觀察模型裡面風場的不同變化。
- 二、 觀察研究哪一個區域是最好的設置風向器的位置。
- 三、 除了觀察學校的風場變化之外，還想要進一步了解建築物是如何影響風的變化，並且提出改良的方法。
- 四、 我們也在相關的書籍中看到，測站觀測坪應該距離附近建築物的高度的四倍以

上，才是符合規定的，我們也想從模型實驗中，去檢驗這樣的規定是不是合理的。

- 五、 製作出台北市附近山脈的模型，模擬不同風向時，台北地區內部的風場變化。
- 六、 利用中央氣象局和台北市近三十個小學的風向觀測資料，找出大台北地區風向受到地形影響下，真實的變化模式，再跟我們的模擬結果作交叉比對，相互驗證。

肆、研究設備及器材

電風扇、吸管、大頭針、西卡紙、保力龍板、紙黏土、珍珠板、捲尺、方格紙、碼錶、風速計、以及其他製作模型的工具、台北地區地形等高圖、積木

中央氣象局的：彭佳嶼，富貴角，淡水，以及台北市校園氣象臺裡面一到三月的逐時風向資料

軟體：PhotoImpact、Excel。

伍、研究過程、方法與結果

隨著實驗的不同進度，根據先後順序可以簡單地分為五個部分：一、製作模型的方法和如何設計製作風標的預備實驗。二、我們學校模型的實驗。三、建築物的高度與觀測位置實驗。四、大台北地區風場資料分析。五、大台北地區模型的實驗。

一、預備實驗的製作方法

(一) 量測學校建築物的長寬高：

我們採用正常的走路跨步法來量測學校的長度與寬度，同一個長度我們量測六次，再分別去除數據最高和最低的兩個數據，把剩下來的四個數據平均，就是結果。

而高度我們是從樓梯間手扶台的空隙中，垂下捲尺，並且分工合作地量測學校建築物的高度，再加上頂樓估計的厚度，如此便可以量到學校建築物的高度。

(二) 決定模型比例的大小：

台北地區模型

台北地區約有 60 km×60 km那麼大，我們想把模型控制在 2m ×2m 的範圍內，所以**長寬比例**為 **1 cm : 300m**。

但是如果高度比例為 1 cm : 300m，那麼台北地區模型的最高高度將不到四公分，跟我們的小風標高度接近，因此我們把**高度**的比例定為 **1 cm : 100m**。我們會在討論的地方，加以說明為什麼我們相信可以做這樣子變動的理由。

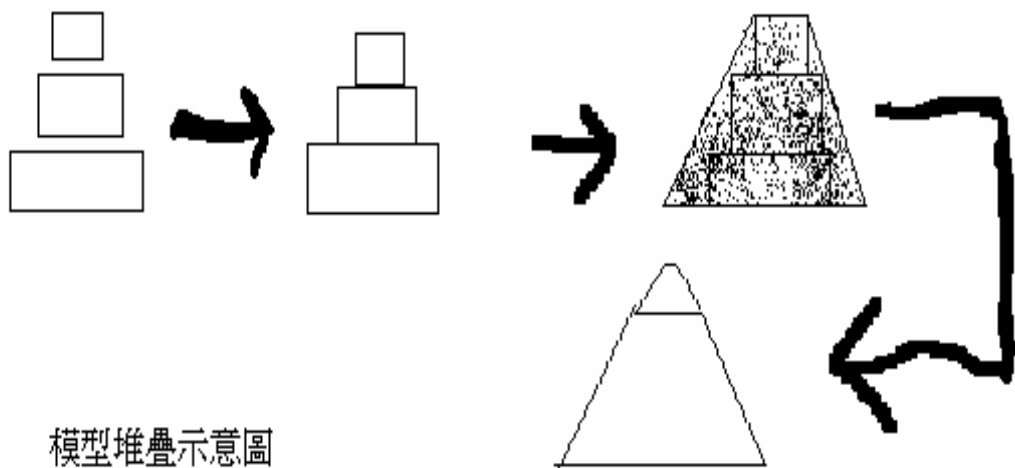
(三) 製作模型

1. 學校模型部分

用保力龍板，依照建築物模型的長寬高的縮小比例長度，切割疊合而成，在製作好的保力龍板外面，鋪上一層紙黏土增加重量。

2. 台北地區模型部分

以登山用的等高圖來製作模型，而我們的保力龍剛好是 2.5 cm厚，所以以 2.5 的倍數高度（250、500、750、1000、1250）割下，疊好。外表再鋪上一層紙黏土，增加重量而且修整模型的表面。



(四) 製作風標

我們的實驗步驟裡面，風標是告訴我們風向資訊最重要的小儀器，因此我們希望製作出來的風標能夠符合我們預期的要求。

1. 靈敏度：我們認為靈敏度是最重要的，因為實驗時風可能很微弱，所以希望風標 能夠很靈敏地偵測到風。
2. 正確性：我們的風標要能夠正確地指出風向。
3. 穩定性：風標要能穩定堅固，不容易壞掉，而風標也不能夠一直轉動而不知道風的方向。

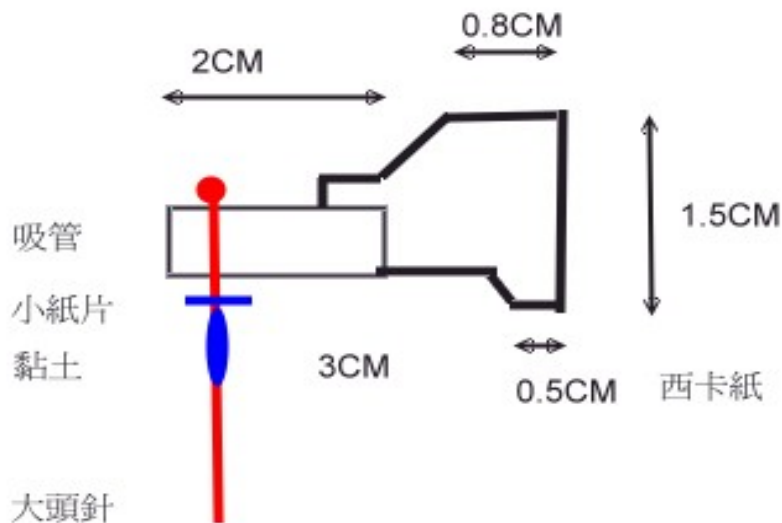
根據我們預期的要求，在不斷改良下，我們製作了不同代的風標：

第一代風標：我們採用了常見的竹子小牙籤，當作小桿子，將一條棉線綁在牙籤上面。

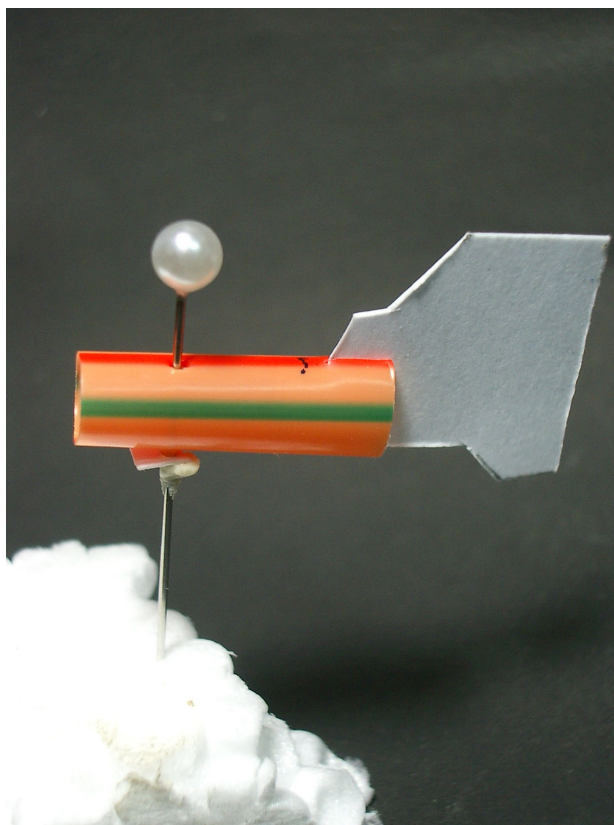
第二代風標：我們將塑膠袋剪成適當的長條狀，接著用牙籤穿過小塑膠紙條，上下用紙片固定。

第三代風標：我們最後參考了學校實際的風標，以它的外表來作風標，我們的做法是，將大頭針穿過吸管，而吸管後方插上跟學校風標一樣的尾翼，後面的尾翼我們做了各式各樣大小不同的比例，我們發現尾翼越高，風標的靈敏度越高，但是也會比較不穩定，而尾翼越長，則越容易轉動，但是製作上卻容易前後兩方不平衡而下垂。

最後我們將尾翼的大小定為：



風標圖



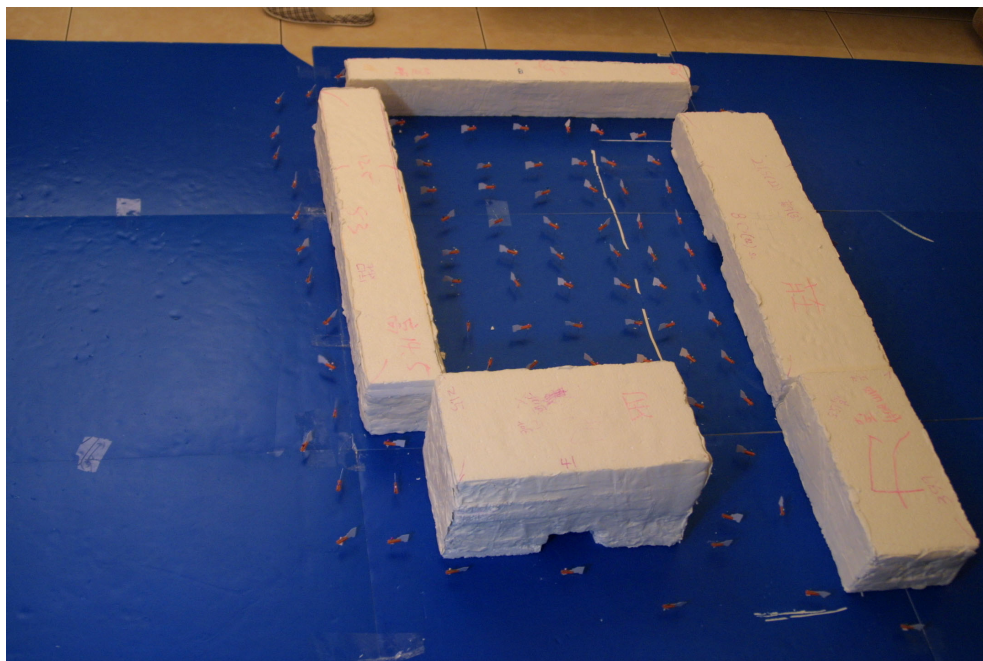
實際風標圖

二、我們學校模型的實驗

(一) 學校模型的風場實驗

1. 實驗過程與方法：

我們將學校模型依照我們量測的數據，將模型配置好放入鋪有珍珠板的地板上，珍珠板上則以約每十公分的間隔插上一枝小風標，模擬的風源則是三台去除前方會改變風向葉片的電風扇，並且寬度都大於模型的寬度，而參考了學校的平均風速後，得到的結果約為每秒 2 公尺，因此我們也把每一個實驗都控制電風扇離建築物模型距離為 170 公分，也就是我們利用風速計測量我們的電風扇，170 公分之後的風速也為每秒兩公尺。提供了穩定固定的風源之後，接著改變電風扇與模型之間的角度來模擬不同方向角度的風。



實體照片配置如上圖

我們目前分別實驗了來自八個方向的風：分別為東風、西風、北風、南風、東北風、西北風、東南風、和西南風。

2. 實驗結果：

我們在實驗一裡面，的確可以看到模擬來自不同的風向時建築物對風的影響，但是風標會隨著時間而作改變，很難客觀而科學地把它呈現出來，於是開始做實驗二。

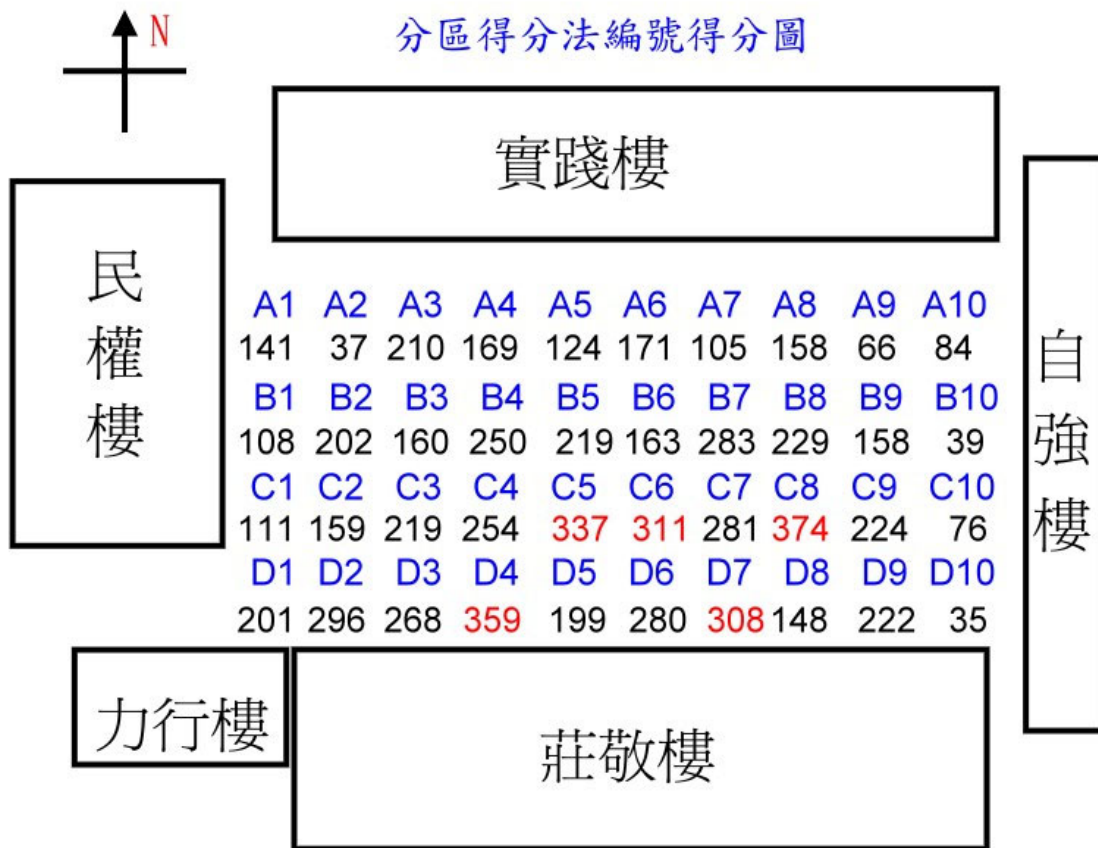
(二) 分區得分法實驗

1. 實驗過程與方法

在上個實驗裡面，雖然可以觀察到不同區域的變化，但是風向卻仍然會隨著時間而改變，而相同位置上風向的正確性，也會受到因為來自不同風向的風而有著不同的表現，因此，實驗一不能夠很客觀地描述，到底那一塊區域才是最好的風向觀測儀器的設置位置，所以，我們後來又想了一個方法，我們把它叫做，分區得分法。

我們將學校模型裡面的風標分成四十區，分別紀錄在 90 秒鐘裡面，以一秒為間隔，當這個風標轉到正確的風向，則得到一分，不是正確的風向則不得分也不扣分，然後分別實驗來自八個方向的風，最後把不同區域的風標所得到的總分加起來，得分最高的，就表示最能夠正確地量測到風向。

2. 實驗結果

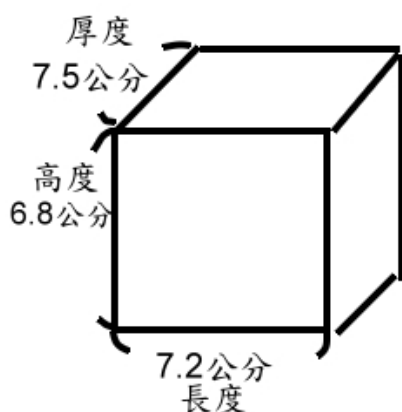


學校內部空間設置氣象站最好的位置圖，以紅色表示，藍色是編號，黑色是所得的分數。
由分區得分法我們找出最好的氣象觀測站放置地點為 C8 區。

三、建築物的高度與觀測位置實驗

從文獻資料上，我們看到觀測坪規定必須和附近建築物的距離，最少應該距離建築物高度的四倍以上，我們想驗證文獻上的說法，並且想知道建築物的長度、高度和厚度是不是也會影響到風場變化呢？而影響的關係又是如何？

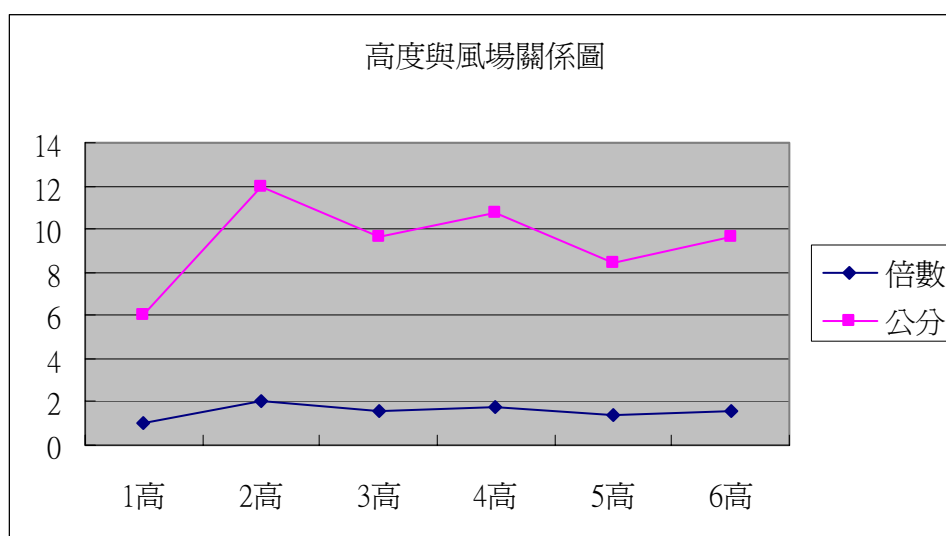
因此實驗三中，我們利用了小積木分別實驗組合出不同高度、長度、寬度的建築物模型，而我們的一單位小積木長是 7.2 公分，厚 7.5 公分，高是 6.8 公分，在模型後方插上小風標，並且量好距離，用實驗觀察，在幾倍的距離，風向儀器，不會受到建築物的影響，而正確地量測到風向。



一單位小積木示意圖

(一) 建築物高度對風場變化的影響

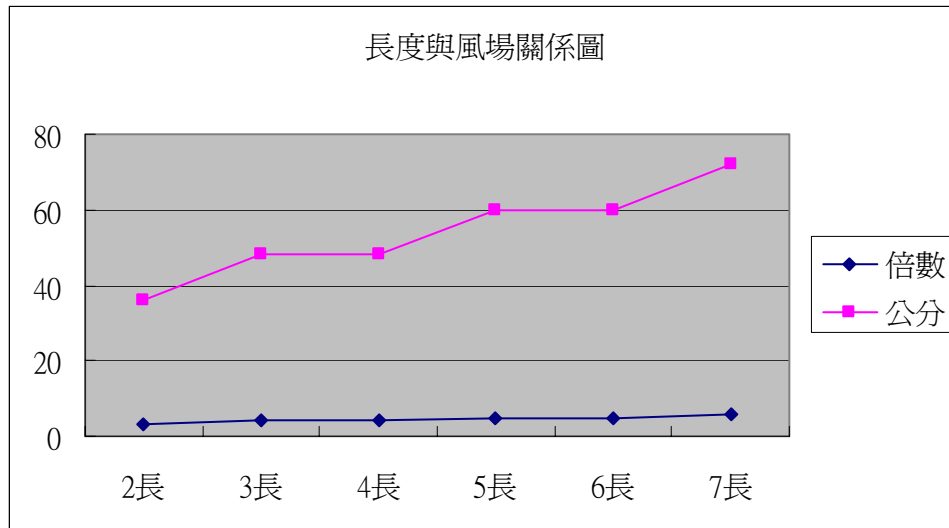
我們以一個單位長的積木開始，一次增加一個積木單位的高度，逐漸加高到六倍為止，實驗結果如下圖



在實驗中我們發現，只把建築物的高度增加，並不會讓建築物後方的風場變化也跟著增加，反而會維持在一個範圍之內，就不再隨著建築物高度的增加而增加了。

(二) 建築物長度對風場變化的影響

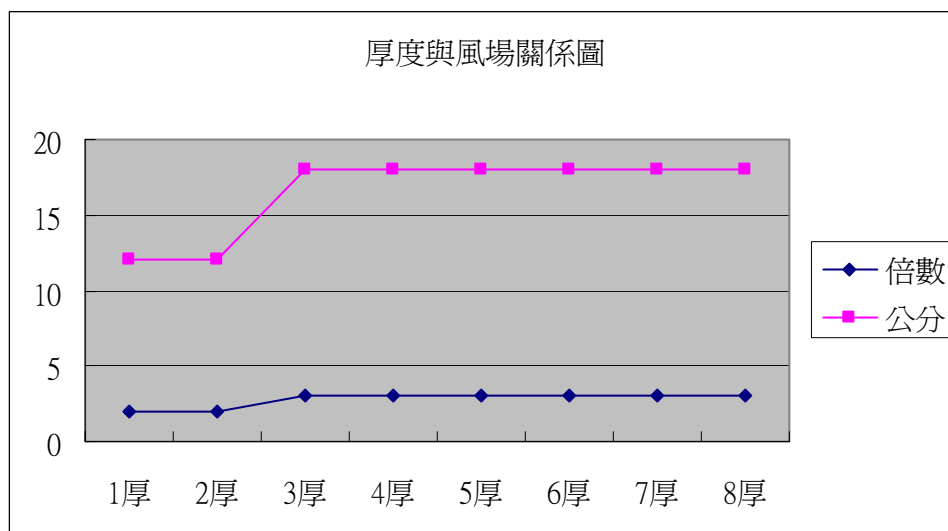
我們以一個單位長的積木開始，一次增加一個積木單位的長度，逐漸增長到七倍為止，實驗結果如下圖



在長度與風場的關係圖中，很清楚地發現隨著建築物長度的增加，影響到後方風場變化的距離，倍數也跟著增加。

(三) 建築物厚度對風場變化的影響

我們以一個單位長的積木開始，一次增加一個積木單位的厚度，逐漸加高到八倍為止，實驗結果如下圖



實驗結果可以發現，隨著建築物厚度的增加，受影響的風場一開始會隨著厚度的增加而增加，但是到三倍厚度之後，就不會再有明顯地改變，而維持在一定的位罝。

四、大台北地區風場資料分析

我們利用台北市校園氣象臺的氣象測站之逐日逐時風向資料，和我們向中央氣象局申購而來的富貴角、彭佳嶼以及淡水一月到三月的逐日逐時風向資料作進一步的分析比對，希望能夠找出大台北地區風場單純受到地形山脈影響下，風向會有什麼樣子的偏轉情形。

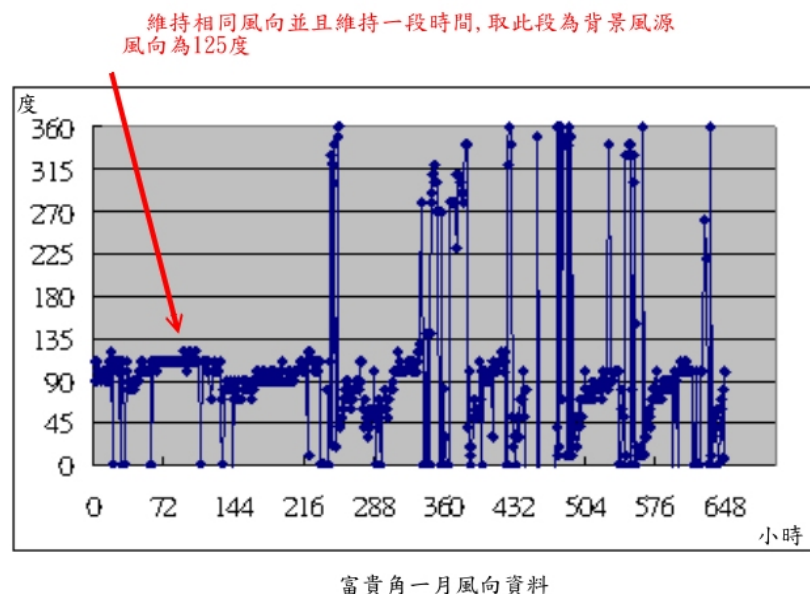
我們選擇的日期是一到三月，原因是台北市校園氣象臺的資料是從去年十二月才開始有觀測資料，因此我們選擇的日期範圍是一到三月。

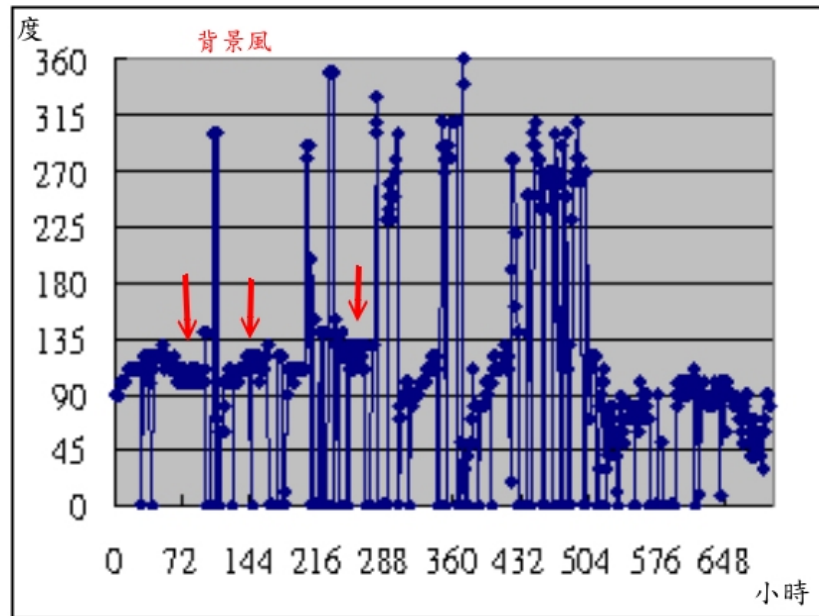
但是當我們要分析台北地區受到地形影響，各個區域會有什麼改變模式時，我們並不能確定當天，甚至當時是吹什麼風向，真實的環境中，會有不同的天氣系統影響到台灣，因此我們將利用在海面上的彭佳嶼的風向資料，台灣最北部的富貴角風向資料，和台灣西北方的淡水風向資料作為背景風的氣象站資料，做出了一種分析方法，來找出背景風，來進行分析。

分析的方法：

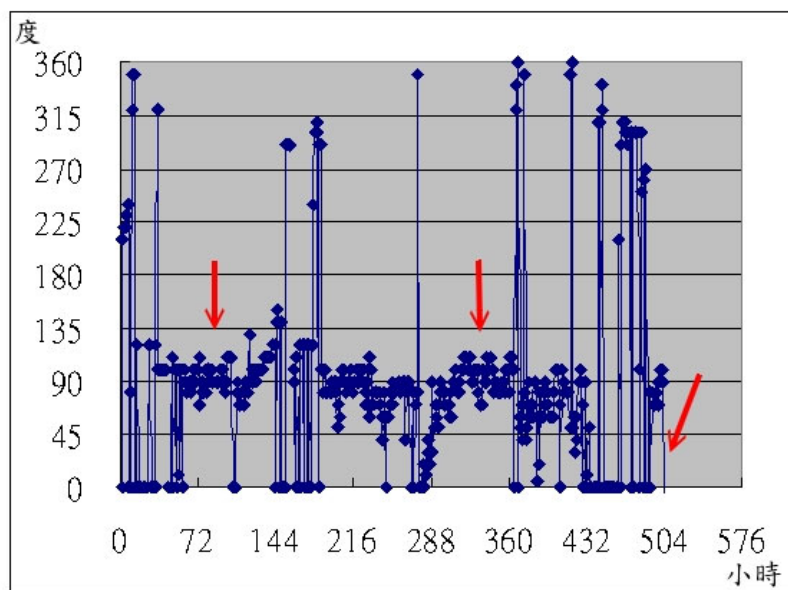
1. 將富貴角、彭佳嶼以及淡水氣象站的資料輸入電腦，製作成 Excel 的檔案。
2. 將資料繪製成折線圖，找尋富貴角以及彭佳嶼風向有沒有在一段時間內方向一致，而且維持六個小時以上。如果有，就定這段時間台灣北部地區，有一個單一方向，持續而穩定的風源，並且應該沒有天氣系統影響到台灣北部。
3. 以這段時間為基準，再進行台北校園氣象臺的風向資料分析。
4. 將相同的背景風取出，作每個個案的分析，找出風場受到地形影響的模式變化。
5. 觀察分析結果，進行討論分析

分析過程及結果：





二月富貴角風向圖



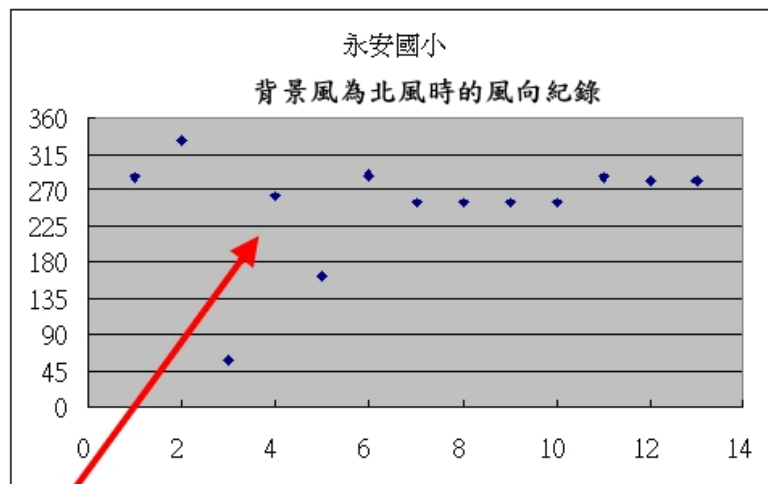
富貴角3月10日到30日風向資料

從一月到三月的背景風分析，我們可以分析出一月中有 2、3 兩日，二月中有 10、11、 17、18 四日，三月中有 18、28、29 三日，共有北風、西北風、東風、東南風、東南東風、南風的背景風向。有了背景風之後，我們再將有相同背景風的時段挑選出來，作分析比較，觀察是不是有相同的變化模式。

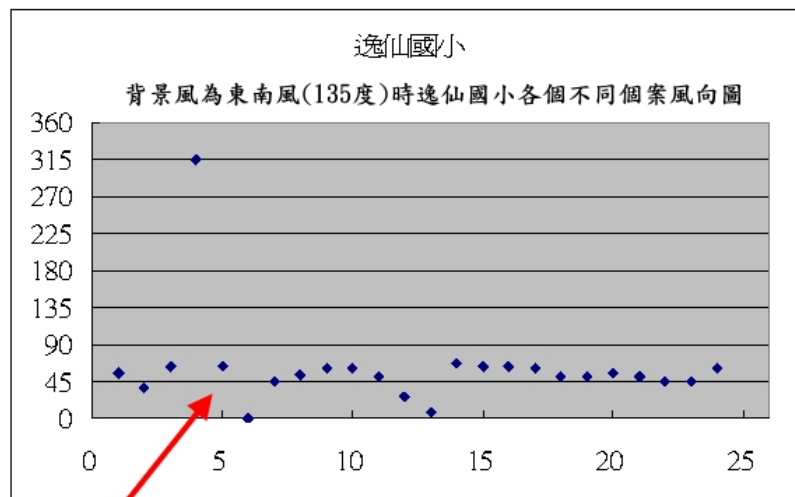
背景風為北風 0 度時：

總共有二月 10、11，二月 17、18，三月 28、29 背景風為北風，把台北市校園氣象臺風向資料的這些時段資料製作成 Excel 圖表，當背景風是北風時，風向應該為 0 度，如果氣象站的風向不同，且觀測站沒有問題，則我們相信此測站不會受到影響，如果不是 0 度，且每個個案風向都有一致性時，我們相信這個區域的風向是會受到地型的影響而改變。

分析範例如下圖



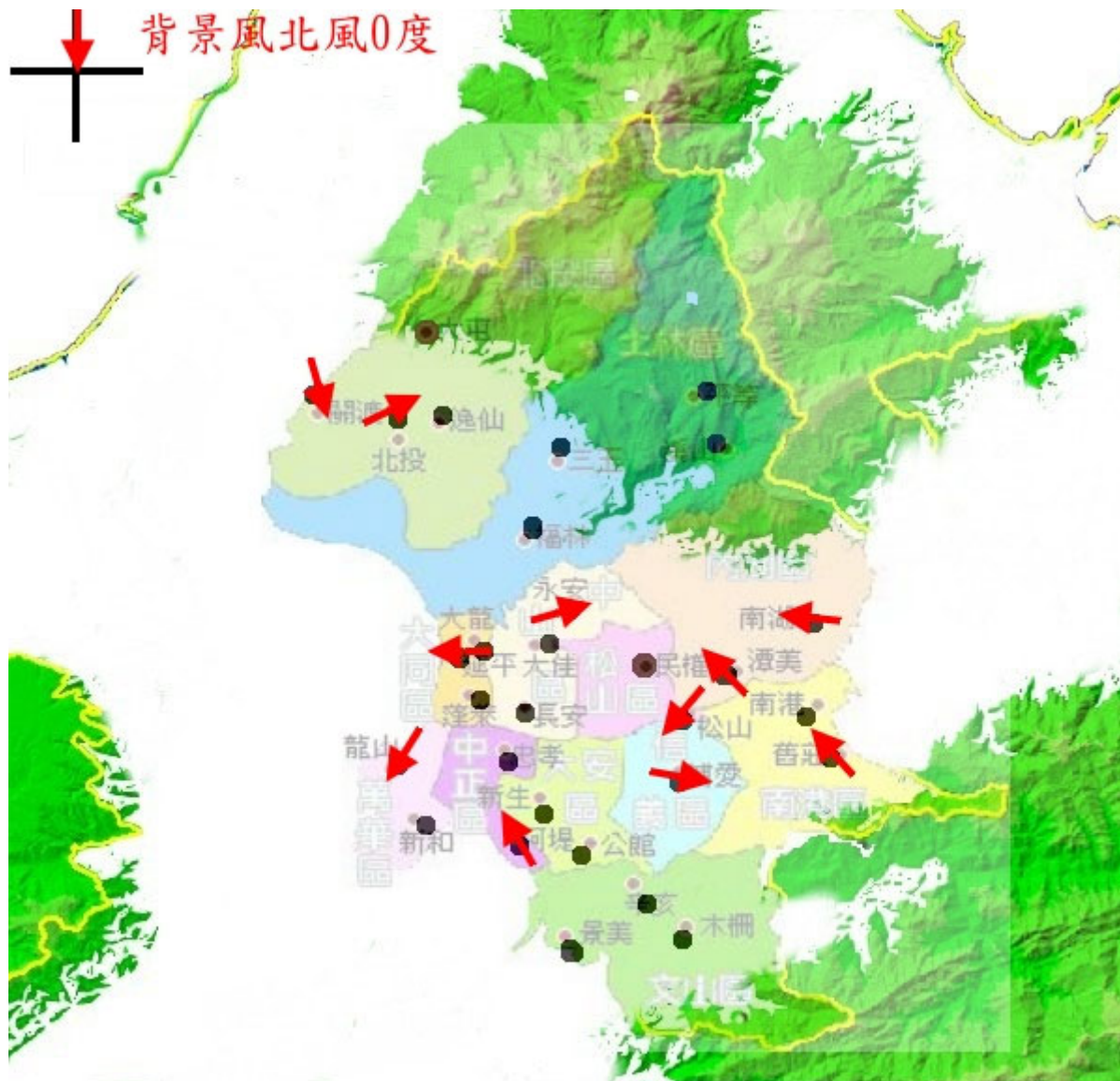
背景風為北風時，風向應該為 0 度
但是在永安國小卻發現大多的風向
都很一致地偏轉成為 270 度左右的
風



這張圖顯示當背景風為 135 度時
在逸仙國小這區域的風向會偏轉
成為 50 度左右的風

因此紀錄東南風時逸仙國小的
風向模式偏轉為 50 度

總合結果如圖：



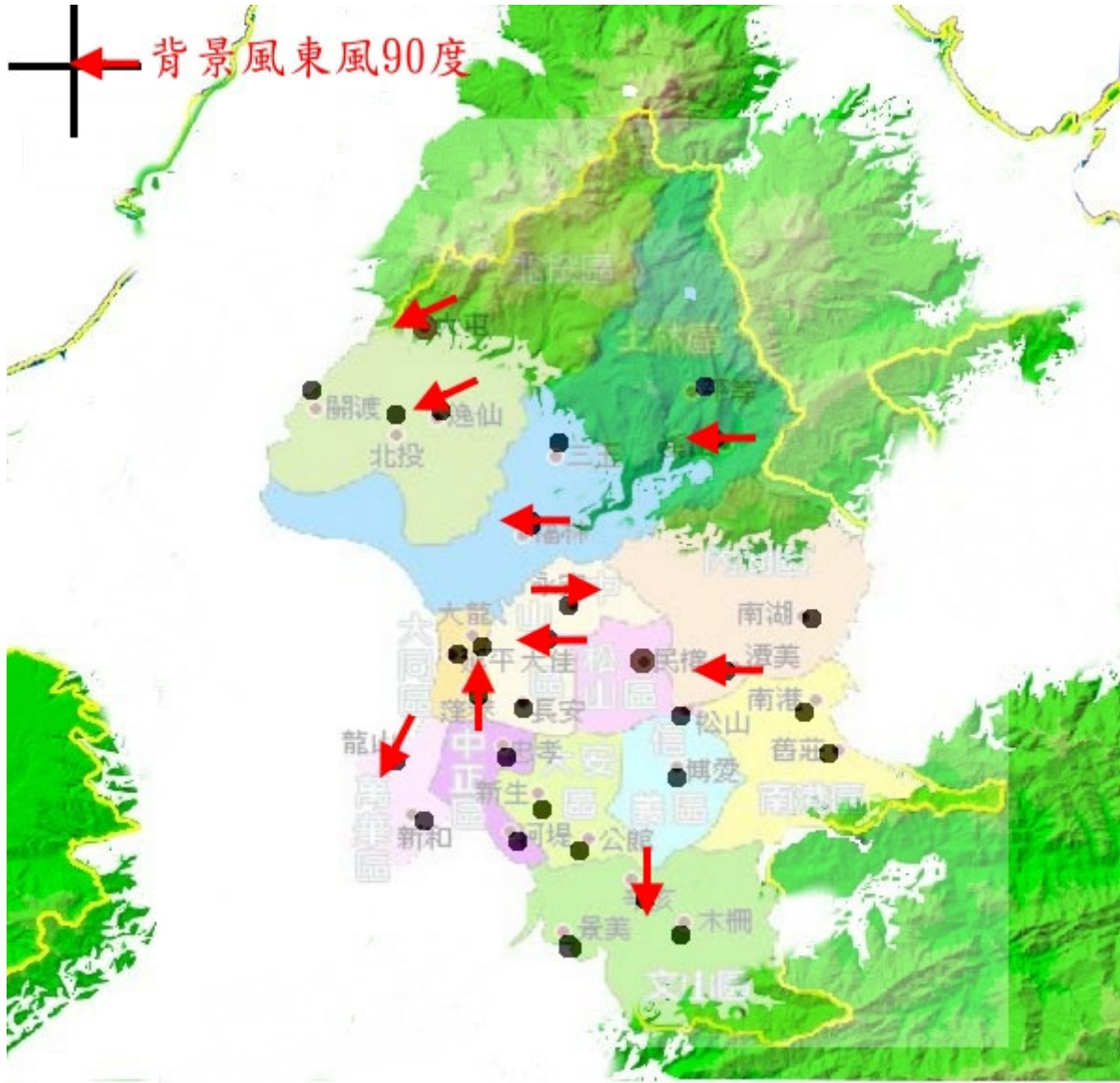
北風變化分析圖

背景風為北風時，陽明山的東邊會順著基隆河谷風向會從 0 度偏轉成為 90 度，而陽明山西側，如關渡則會偏轉成為 345 度，在我們模型的北風實驗裡，我們的實驗結果在天母地區為偏轉成為東風，而在背景風的分析中也發現，北投國小為往東邊偏轉的模式。

背景風爲東風 90 度時：

總共有一月 2、3，二月 10、11、17 背景風爲東風。

實驗結果：



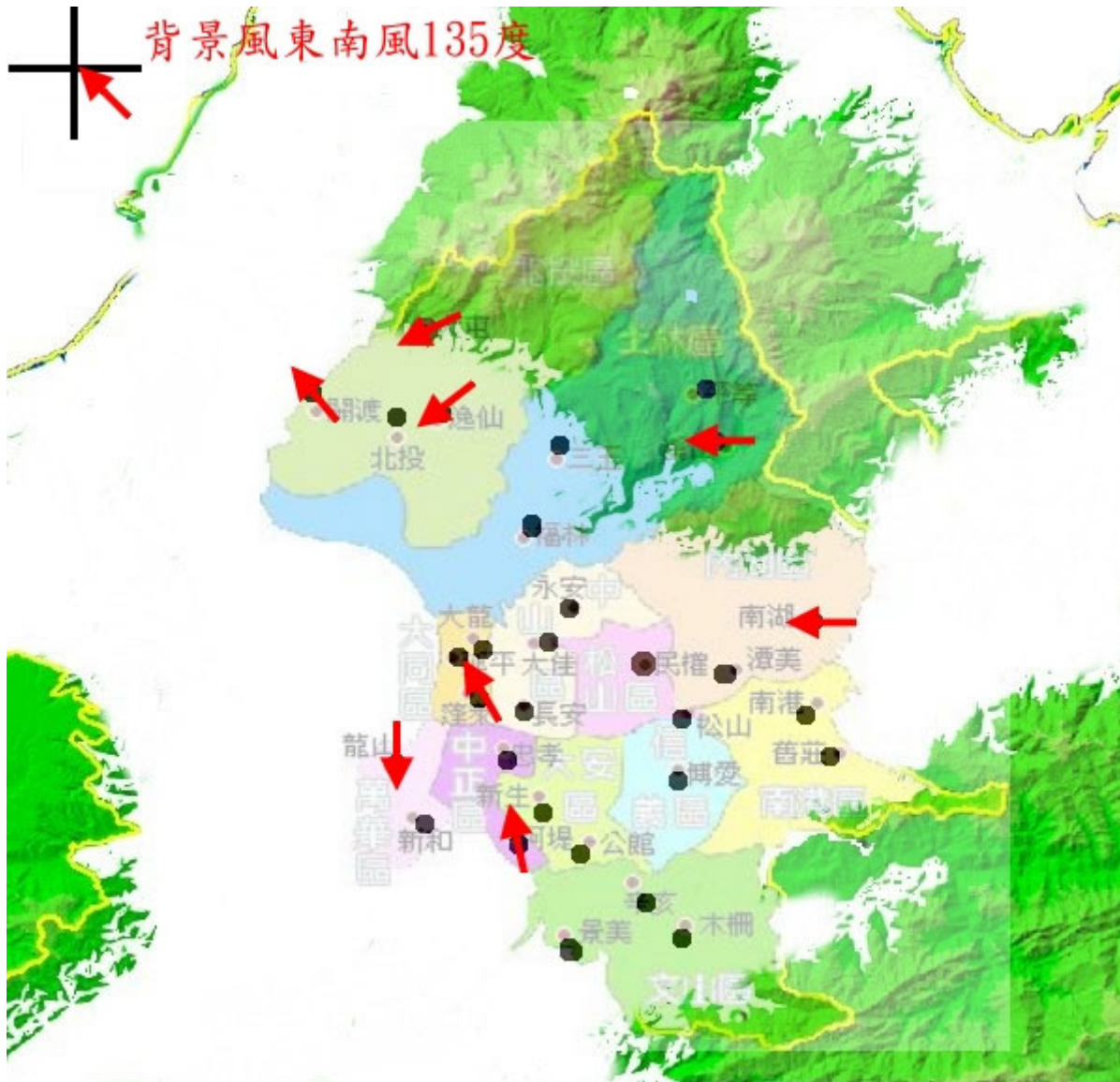
東風變化分析圖

當背景風為東風時，可以發現市區的許多氣象站比較不會受到影響，推測是跟基隆河谷地勢比較低，不會受到地形影響的緣故，然而在逸仙、大屯兩個區域裡，正好是在背風區，分析顯示此處風向會受到地形影響偏轉改成為 65 度的風向，在市區的南方，如辛亥國小則會偏轉成為北風，龍山國小地區風向會偏轉成 30 度。

背景風為東南風 135 度時：

總共有二月 11、17 背景風為東南風。

實驗結果：



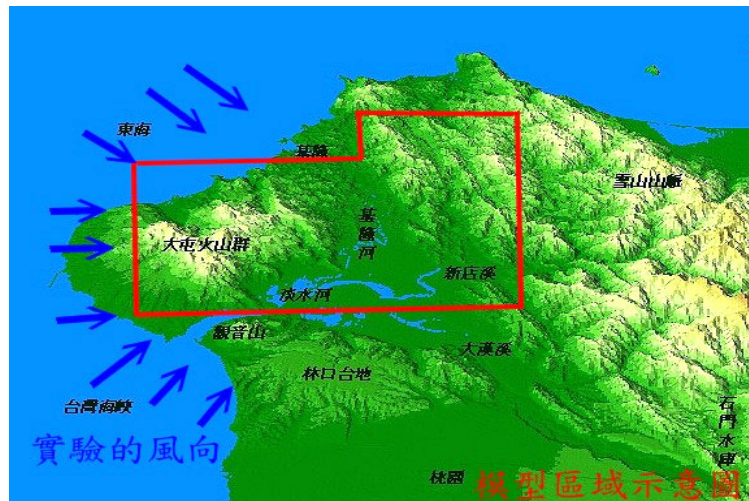
東南風變化分析圖

背景風為東南風時，我們分析出來的模式並不多，資料點也不夠多，不過大致上會發現某些區域還是會有特定的風向模式。

五、大台北地區模型實驗

在分析完台北市的數據之後，我們發現我們的資料點跟擁有的背景風資料都不多，因此我們便想製作出大台北地區的模型，並且模擬不同方向的風，先藉由觀察我們的模型模擬結果跟真實情況的統計作分析，如果一致的話，那麼我們便認為我們的模型是有效的，便可以藉由我們的這套模型，來針對不同風向對大台北地區的影響，作出模擬與預報的預測。

我們製作的模型範圍示意圖如下：



方法：

我們將 30 個小學的氣象資料標示在模型裡面，並且放上風標。再將剩下的風標，平均配置放入到模型內。

我們分別模擬了三個不同的風向，北風、東北風、西北風，接著觀察台北地區模型內部風場的變化。

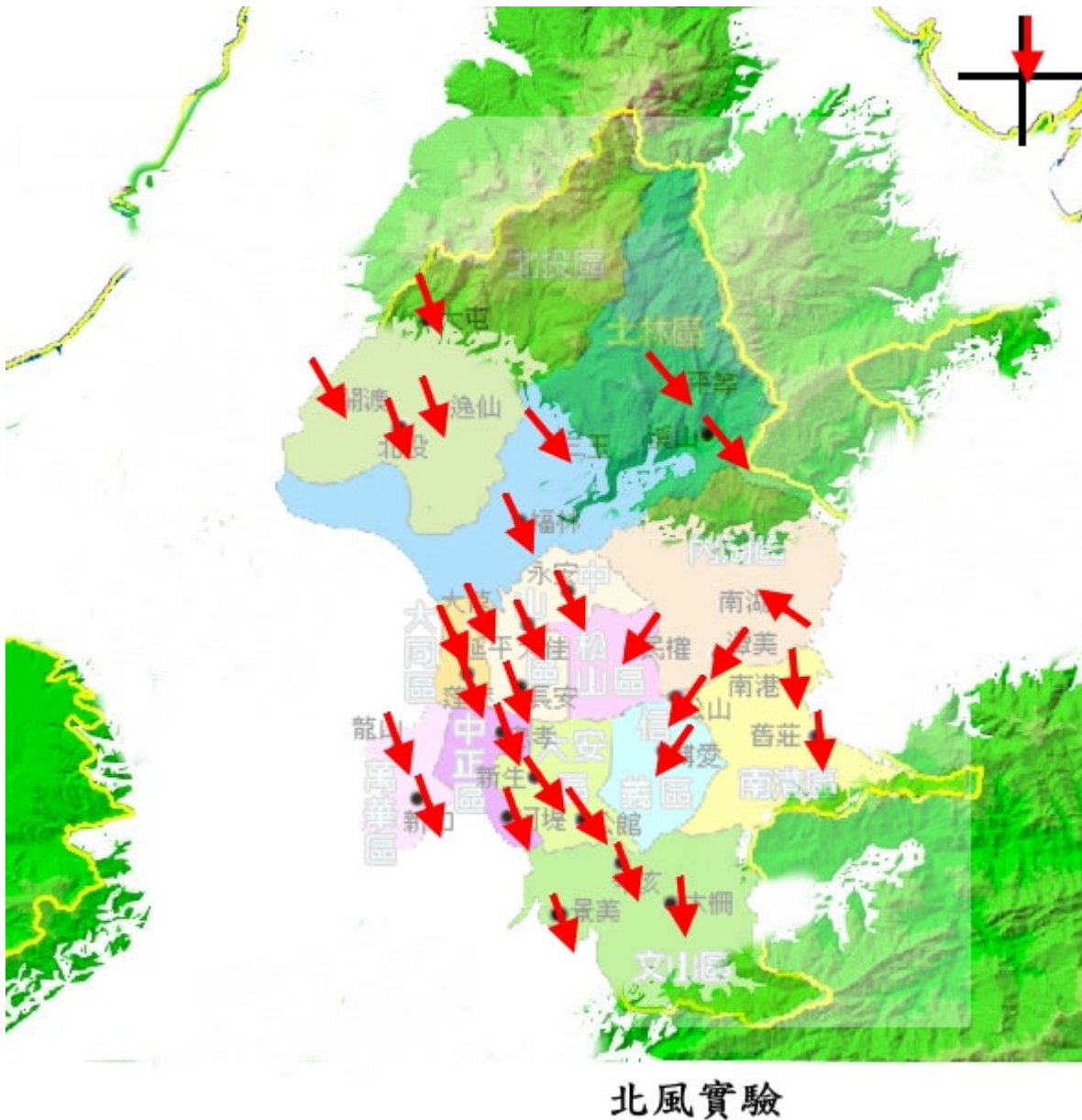


台北市校園氣象台觀測站分布圖

結果：

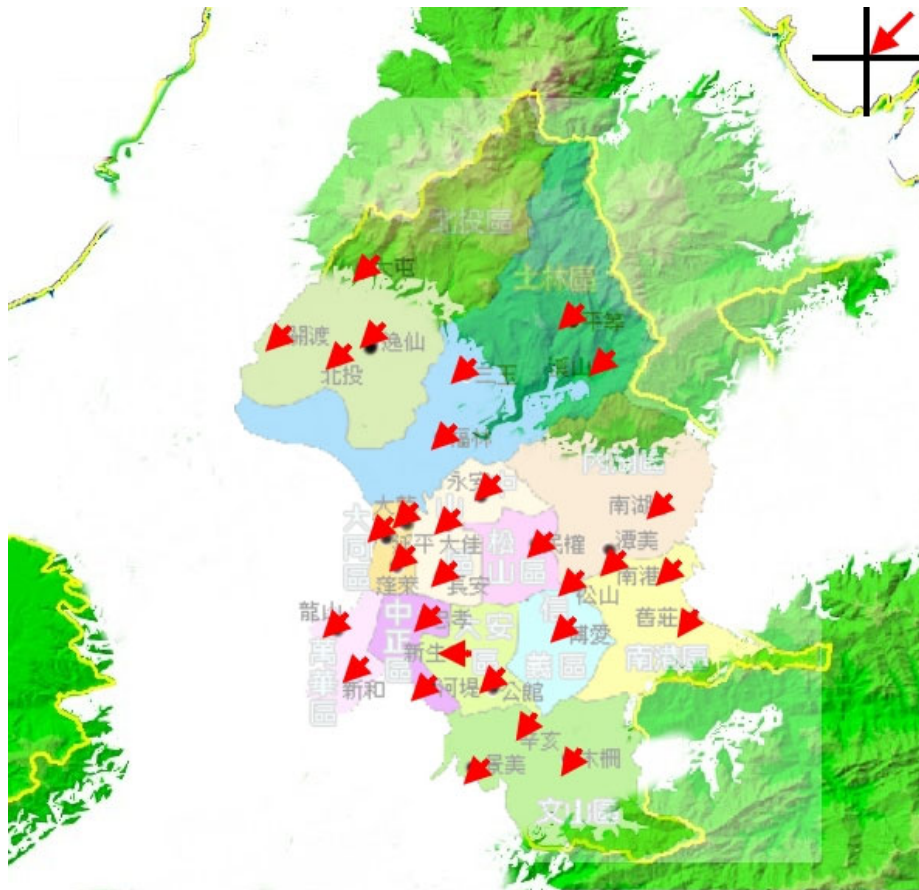
我們發現台北地區模型實驗風標的測量結果跟學校模型有很大的不一樣，風標並不會一直旋轉，基本上是比较穩定的，因此紀錄上比较容易，所以我們可以直接紀錄下不同位置風標的風向變化。

模擬北風實驗結果：



模擬北風實驗中，我們發現北風吹過陽明山時，台北市的西邊，風向會改變成西北風，東邊會改變成爲東北風，而我們的實驗顯示出，天母北投地區容易偏轉成吹西風。

模擬東北風實驗結果：



東北風實驗

東北風實驗中我們發現，模型裡台北市區的風標大多都吹向東北方，似乎比較沒有受到影響。



北風實驗照片

（小黃色長方形是標籤紙，標明有實際觀測資料的測站位置）

陸、討論：

我們的實驗是希望能用我們製作的模型來模擬實際上學校裡面不同建築物對風場會有什麼樣的變化，因此，如果我們能夠越準確地控制模型，那麼我們對於我們的實驗也就會更有信心，於是我們首先想要討論我們製作模型時，會有什麼樣可能的誤差出現。

一、 討論模型的誤差：

(一) 量測的誤差

(二) 製作的誤差

保力龍的切割比我們想像中的困難許多，因此後來我們製作出來之後，有些地方可能會和要製作的長度，差距到 3 公分以上，造成不小的誤差，不過我們最後有用紙黏土修正這個問題。

(三) 細節的誤差

我們的模型，只有注重長寬高，但是實際上學校裡面，還有其他我們模型所沒有的東西存在，這些也都有可能影響到風向的變化，這是我們實驗裡面，跟真實建築物比較起來最可能造成誤差的要素，所以我們在學校模型的風場實驗裡，放置了密集的風標，我們認為我們能夠越密集的描述每個點的風場，將來判斷測站位置的正確性也就越好。

二、 討論風標的製作與形狀大小：

(一) 風標的長度

我們在製作風標時發現，如果我們的風標的長度越長，則越容易被轉動，因此，如果我們希望風標的靈敏度越高，那麼加長風標的長度是可以增加靈敏度的方法。

(二) 風標的尾翼

我們在一開始實驗製作理想的風標時發現，風標尾翼如果面積越大，則受風面積越大，就會更靈敏，但是卻也會讓風標太容易轉動，而比較不穩定，後來根據我們的試驗結果發現，只要尾翼的高度高，就仍然相當靈敏，這點對於我們設計風標，有很大的幫助。

三、 討論台北模型的比例問題：

我們在製作台北地區模型時，把模型的長寬度比例定為 1：30000，但是高度的比例卻定為 1：10000，不一樣的模型比例在實驗上是有可能產生誤差的，然而受限於我們的實驗場地，與風標的大小，我們卻決定讓高度比例跟長寬比例不相同，根據實驗三：建築物的高度與觀測位置實驗的探討，發現建築物的高度的確會影響到建築物後方的風場變化，但是建築物的長度對風場的變化有更顯著的影響，因此，我們認為模型的長度比例，比高度來的重要，所以我們將高度的比例改變了。

四、 討論風場分析：

風場分析中我們雖然有約三十個小學測站資料，但是資料往往有缺漏，不過仍然有不錯的氣象站資料很齊全，在我們的分析中，並不考慮局部地區的天氣變化，已經假設當天都吹以富貴角與彭佳嶼的風向了，因此可能會有誤差存在。

柒、結論：

- 一、 我們製作的風標是能有效地作實驗，這樣一來，我們仍然可以做其他的實驗來了解不同地區的風場變化
- 二、 風向受到建築物長度的影響很顯著，會隨著長度的加長而使後方風場的改變更遠，高度卻在加大到三倍之後，就不再有明顯變化，也不會隨著高度增加而使後方風場改變更遠，厚度對風場的影響在三倍厚之後，風場就不受改變。因此我們建議在設置氣象觀測站時，除了規定附近建築物的高度之外，更應該規定建築物的長度範圍。
- 三、 學校建築物最好的設置氣象觀測站的地點是在第 C8 區，但是附近的幾區也都表現不錯。
- 四、 我們目前所能分析的風向資料只有一到三月，分析出來的背景風向並不多，個別風向的個案也不多，但是做出來都能夠發現不錯的變化模式，另外我們的大台北地區模型實驗和有相同背景風的個案情形也有特徵上的相似處，因此對於我們的模型的形狀、大小、比例有很大的信心，我們將會利用模型再模擬不同的方向，來預測小區域風場受到地形變化的影響模式。
- 五、 大台北地區各地受到風場變化的情形為，北風時北投地區會偏轉成為東風，東邊會偏轉成為東風，東北風，背景風為東風時，大致上都吹東風，只有大屯逸仙這個區域會受到地形影響偏轉成為 65 度。

捌、參考資料及其他：

- 一、 劉明揚, 大氣測計學, 一版, 台北市, 國立編譯館, 2001.6
- 二、 中央氣象局網站 <http://www.cwb.gov.tw>
- 三、 台北市校園氣象臺 <http://weather.aiclass.com.tw/EZWeather/Index.htm>
- 四、 大台北地區地形等高圖

評 語

080502 國小組地球科學科 最佳創意獎

風兒它吻上我的家鄉

能利用日常生活器材自製實驗器材深具創意，精神可嘉。