

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 地球科學科

第一名

最佳團隊合作獎

080511

「霧」會大了

學校名稱：臺中市南屯區大新國民小學

作者：	指導老師：
小五 童士維	童進昌
小五 黃思唯	彭士峯
小五 陳尚宏	
小五 黃惇暉	
小五 廖惇培	
小五 李 翰	

關鍵詞：霧、相對溼度

得獎感言



能夠代表學校參加如此盛大的比賽，覺得十分的開心。

回想一年前童老師和彭老師帶領我們研究「霧」，我們從上網查資料開始、接著學習製作圖表、查閱書籍以及如何整理資料。過程中，有時遇到無法解決的難題而感到很困擾。經過老師的指導後，才慢慢掌握訣竅。在這段科學學習之旅中我們的知識增進不少，也體認到從事科學研究時應有「大膽假設、小心求證，努力再努力」的嚴謹態度，原來做研究不是一件簡單的事。

最後真的很感謝老師、學校和我們的家人。謝謝老師辛苦的指導，學校幫我們購買器材，還有家人的支持，才能順利完成這個研究。沒有他們，我們根本不可能得第一名，也不會有在頒獎會場尖叫的經驗，我們真是太愛這個「霧」會了！

~「霧」會大了~

摘要

本研究以實測的資料分析與在實驗室中製造人造霧的條件為兩大研究方向。經過一年半的實測以及實驗分析，得到以下的結論：

- 一、家鄉一年中晚上出現霧的次數以冬末初春較多。
- 二、當有霧時，多數氣溫約在 15-25°C 間；相對溼度多在 80% 以上；而風速幾乎在 3m/s 以下。
- 三、晚上有霧形成前的白天氣溫會較無霧時約低 3°C、相對溼度多 5% 以上、風速約低 0.5m/s。
- 四、若晚上十點有霧、氣溫介於 14°C-27°C、相對溼度 80% 以上、風速低於 2 m/s 時，則隔日出現晨霧的機率可達 52%。
- 五、實驗室製造效果較佳的人造霧條件：250 毫升的量筒內，倒入 150 毫升 45°C 的水，將線香點燃 60 秒當凝結核，後以冰凍舒跑冷卻 90 秒即可。

壹、研究動機

上課時老師提到三義附近經常有濃霧出現，我馬上聯想到在家鄉的清晨或晚上有時也會看到霧。除了好奇外，我們都不太了解什麼是霧，所以決定加以研究。

教材相關單元：五上社會 2-2 氣候變奏曲（翰林版）

貳、研究目的

- 一、調查家鄉的天氣變化情形
- 二、調查家鄉霧的出現次數
- 三、探究有霧時的天氣狀況
- 四、探究霧形成前的天氣變化
- 五、找出能判斷隔天早晨可能有霧的天氣條件
- 六、找出實驗室裡製造人造霧的較佳條件

參、研究設備與器材

鐵杯、溫度計、玻棒、針筒、止血帶、氯化亞鈷試紙、吹風機、乾溼球溫度計、250ml 量筒、線香、木箱、照度計、燈泡、調節器、風速計、銅球、酒精燈。

肆、研究過程與結果

- 說明：1.家鄉位於大肚山台地上，海拔高度最高約 300 公尺，東側緊鄰台中盆地，西側面對台灣海峽，鄉內有平坦微斜的高台面，還有錯綜起伏的斜坡山丘坑谷。(圖 1-1)
- 2.根據以前的經驗，家鄉附近出現霧的時間多半是在晚上或早晨，加上因為白天要上課不能觀測，所以我們主要以晚上（18：00-22：00）為觀測時間。
 - 3.研究中所指的四季為：春（2-4 月）、夏（5-7 月）、秋（8-10 月）、冬（11-1 月）。

一、調查家鄉的天氣變化情形

調查時間：自 97 年 10 月至 99 年 4 月（至今持續觀測中）

調查方法：於在家期間觀測住家 18：00~22：00 的氣溫、相對溼度、風速，以及是否有霧出現等，並於隔日早晨（約 6 點左右）觀察是否有霧的出現。



圖 1-1：家鄉地形圖

討論：針對家鄉產生霧的可能原因，我們認為應該與所在的位置、地形有關，因為家鄉位於台灣西部，且鄰近台灣海峽，白天時容易受海風影響，使得暖溼空氣由海面吹到陸地。入夜以後，因為輻射冷卻的影響使得氣溫降低而容易產生霧。

探究一：調查一天中家鄉晚上的天氣變化情形

方法：依實測所得資料，將 98 年各時段氣溫、相對溼度、風速加以平均並算出年平均，找出其間的天氣變化情形。

結果：如表 1-1 及圖 1-2、1-3、1-4。

表 1-1：家鄉晚上的天氣變化情形

時間	18：00	19：00	20：00	21：00	22：00	平均
氣溫 (°C)	22.6	21.9	21.7	21.5	21.2	21.8
相對溼度 (%)	78.8	81.1	82.8	82.9	84.3	82.0
風速 (m/s)	1.3	1.0	0.8	0.8	0.7	0.9

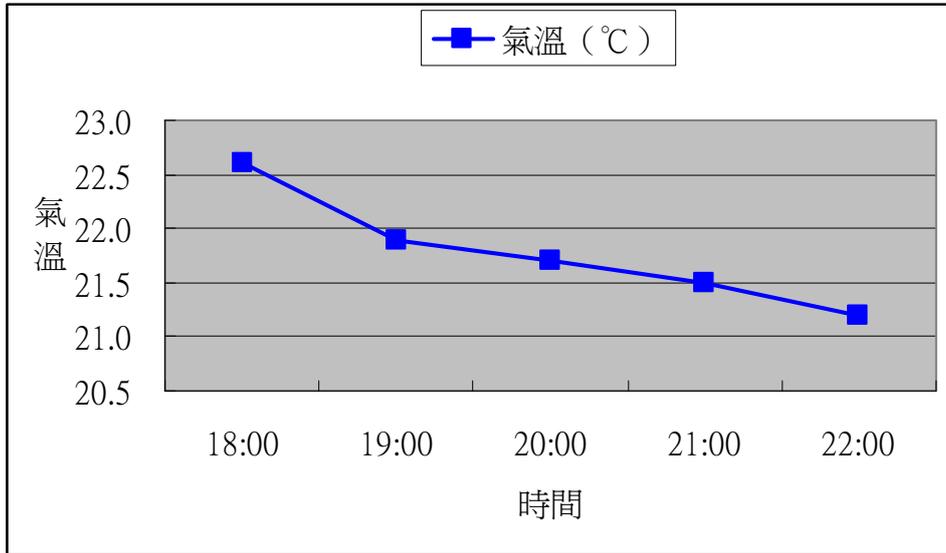


圖 1-2：家鄉晚上的氣溫變化情形

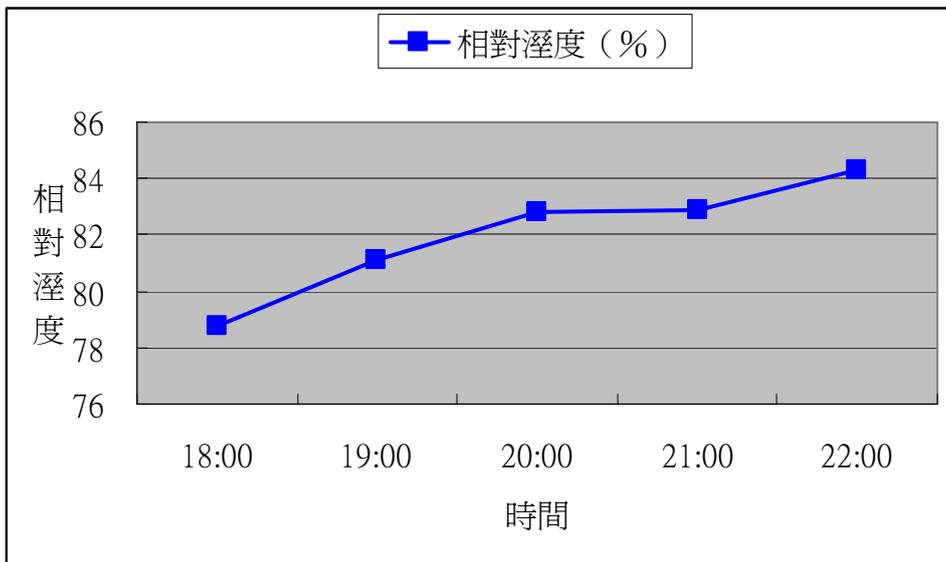


圖 1-3：家鄉晚上的相對溼度變化情形

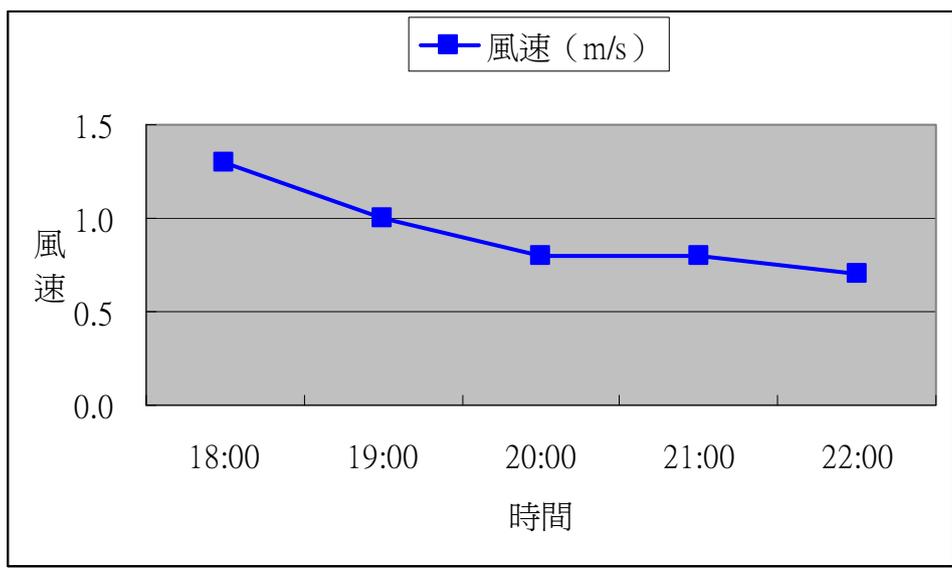


圖 1-4：家鄉晚上的風速變化情形

- 發現：1.一年中家鄉晚上的平均氣溫為 21.8℃、相對溼度為 82.0%、風速為 0.9m/s。
 2.一天中家鄉晚上的氣溫會隨時間越晚越低；相對溼度隨時間經過越來越高；風速則會隨時間越晚越小。

探究二：調查一年中家鄉晚上的天氣變化情形

方法：依實測所得資料，算出 98 年各月份 18:00~22:00 之平均氣溫、相對溼度、風速，比較不同月份的天氣變化情形。

結果：如表 1-2 及圖 1-5、1-6、1-7。

表 1-2：98 年不同月份家鄉晚上的天氣變化情形

時間	98.01	98.02	98.03	98.04	98.05	98.06
氣溫 (°C)	12.8	19	17.8	20.5	23.9	26.2
相對溼度 (%)	79.5	85.3	84.4	81.4	81.5	83.9
風速 (m/s)	1.6	0.8	1.1	0.7	0.4	0.6

時間	98.07	98.08	98.09	98.10	98.11	98.12
氣溫 (°C)	27.5	27.5	28	23.5	19.3	15.4
相對溼度 (%)	78.6	84.7	77.5	82.7	82.0	82.2
風速 (m/s)	0.8	0.6	0.5	1.5	1.6	1.1

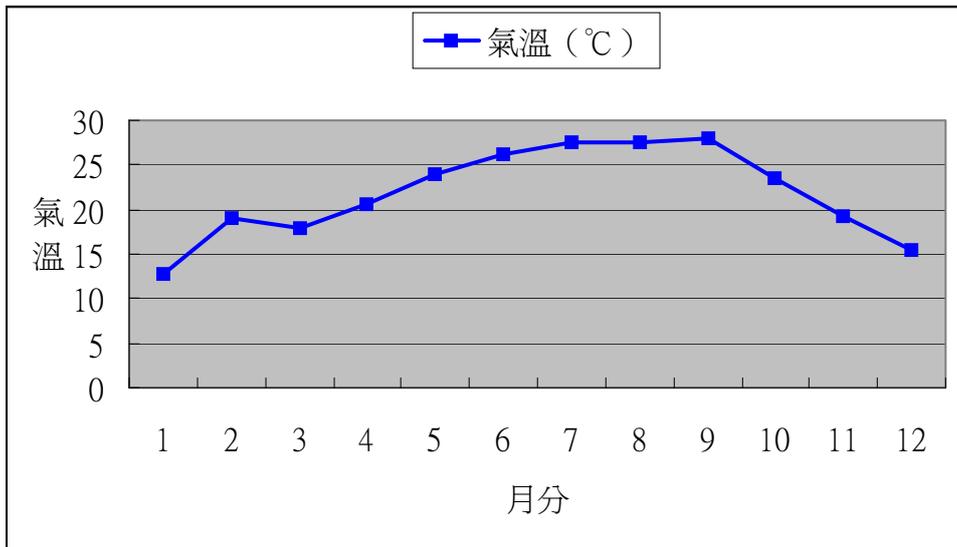


圖 1-5：不同月份家鄉晚上的氣溫變化情形

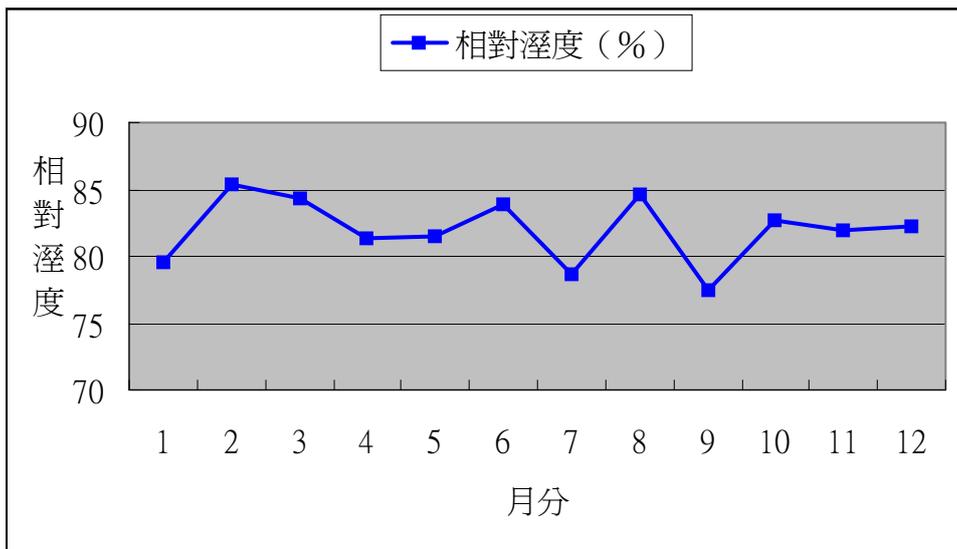


圖 1-6：不同月份家鄉晚上的相對溼度變化情形

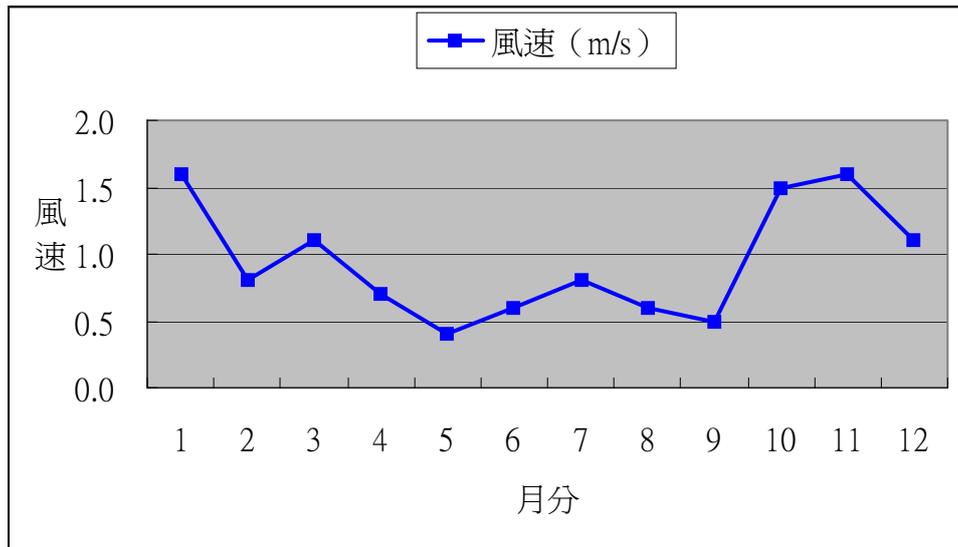


圖 1-7：不同月份家鄉晚上的風速變化情形

發現：一年中家鄉晚上：

1. 平均氣溫大致以夏、秋較高、冬季較低。
2. 平均相對溼度的變化四季大都維持在 75% 到 85% 之間。
3. 風速以冬季較大。

二、調查家鄉霧的出現次數

探究三：調查家鄉在不同時間出現霧的次數

方法：將調查所得資料，統計 97.10~99.4 各月份不同時段霧的出現次數。（計算晚上霧的出現次數，若為兩個不同時段以上有霧，則以 1 次計。）

結果：如表 2-1、2-2 及圖 2-1、2-2、2-3。

表 2-1：97 年 10 月到 99 年 4 月各時段出現霧的總次數

霧	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
合計	24	28	41	42	62

表 2-2：不同月份出現霧的次數統計

時間	97.10	97.11	97.12	98.01	98.02	98.03	98.04	98.05	98.06	98.07
晚上	1	2	4	5	11	7	6	1	1	0
早晨	4	2	2	2	9	6	9	7	2	0

時間	98.08	98.09	98.10	98.11	98.12	99.01	99.02	99.03	99.04
晚上	3	1	0	1	5	6	9	10	9
早晨	4	2	0	6	4	7	6	5	7

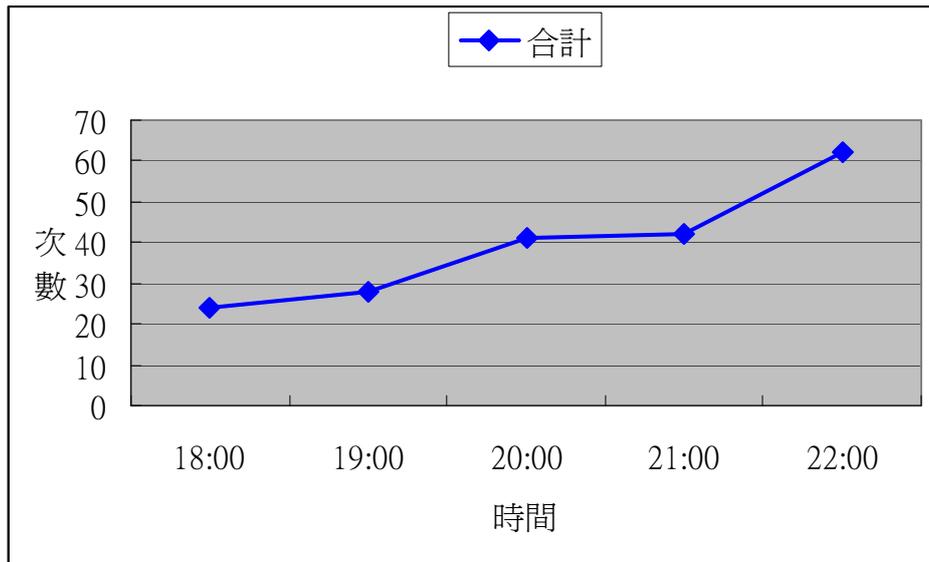


圖 2-1：97 年 10 月到 99 年 4 月不同時段出現霧的次數統計

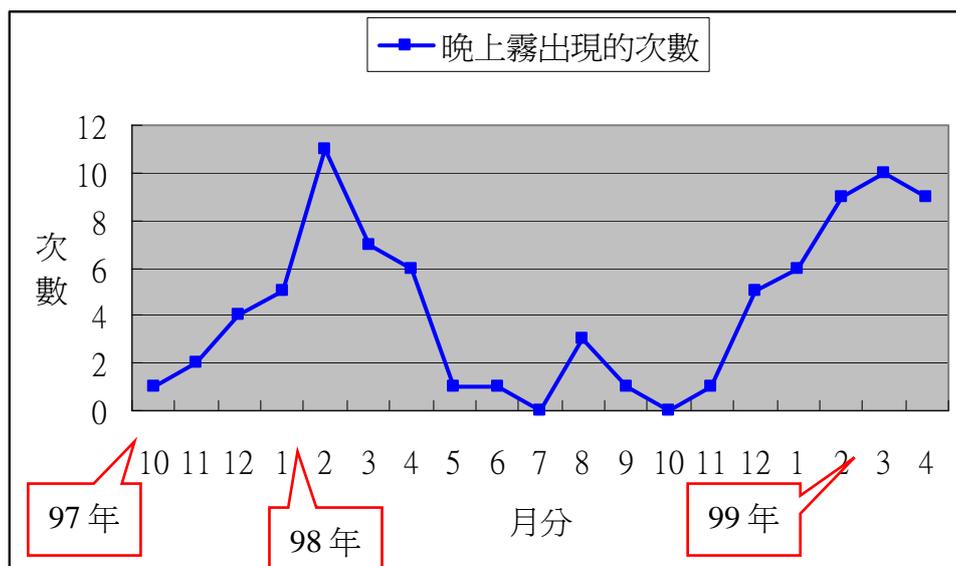


圖 2-2：不同月份晚上出現霧的次數統計

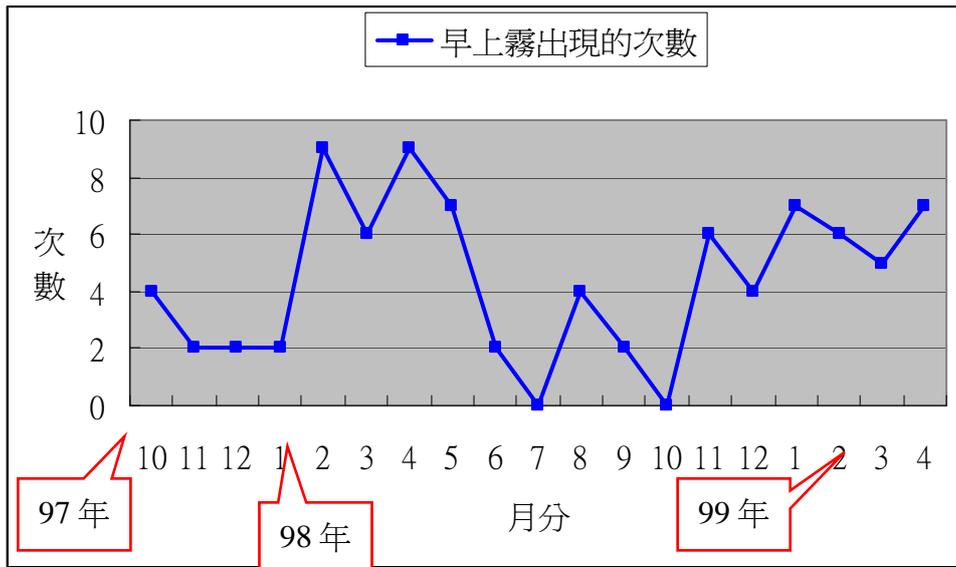


圖 2-3：不同月份早上出現霧的次數統計

- 發現：
- 1.晚上時，時間越晚出現霧的次數就越高。
 - 2.一年中冬末初春晚上出現霧的次數較多。
 - 3.晨霧大致以春季較多。

討論：1.在判定是否有霧時，我們討論了很久，後來決定以是否能看清遠方的水塔來當做判斷有沒有霧的依據，當遠方的水塔看不見時，就代表當時有霧。另外，我們也會以能否看到遠方屋頂上的避雷針和馬路上的路燈是否產生光暈來輔助判斷。



遠方的水塔



遠方的水塔不見了



避雷針

- 2.時間越晚出現霧的次數越多，與探究一的結果相對照，我們可找出越晚越容易成霧的原因可能是由於氣溫越晚越低；相對溼度越晚越高；風速越晚越小的關係。
- 3.至於冬末初春較容易成霧一事，這經過實測後統計的結果與我們所研讀的資料大約相同，其理由大致如下：在冬末初春季節交替的時候，因為氣溫逐漸回升，可是地表卻仍冰冷，若遇到寒流來襲，空氣中水氣遇到冰冷地面就會凝結成小水滴，若當時沒有強風吹散，就容易形成霧。

三、探究有霧時的天氣狀況

探究四：探究有霧時的氣溫、相對溼度及風速

方法：依實測所得的資料，找出有霧的時段的氣溫、相對溼度及風速的資料，作出有霧當時氣溫、相對溼度、風速的折線圖。

結果：如圖 3-1、3-2、3-3（圖中資料編號為挑出實測資料中有霧的時段後給予的編號）。

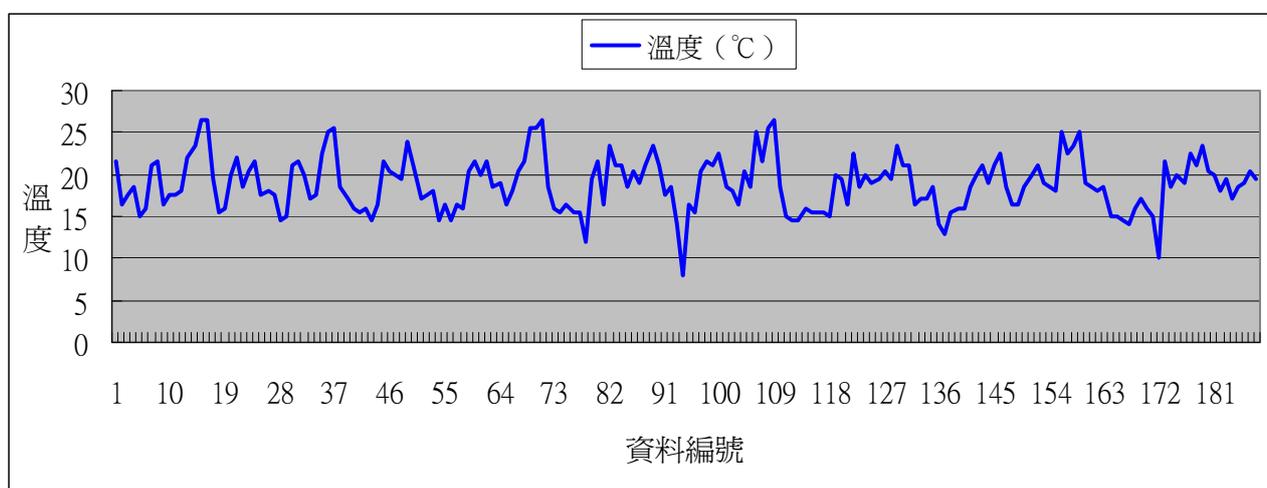


圖 3-1：有霧時的氣溫

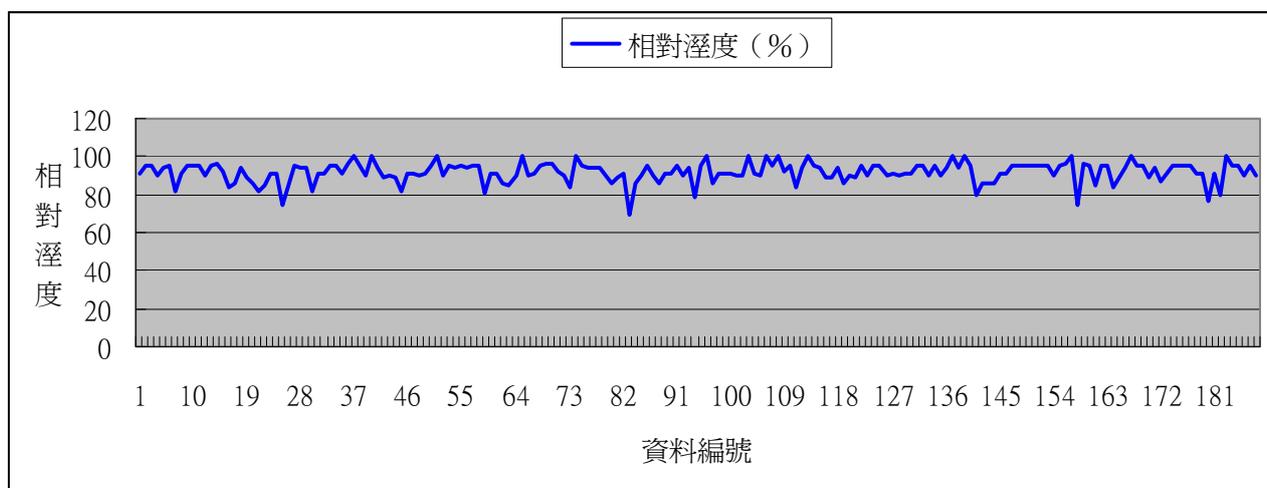


圖 3-2：有霧時的相對溼度

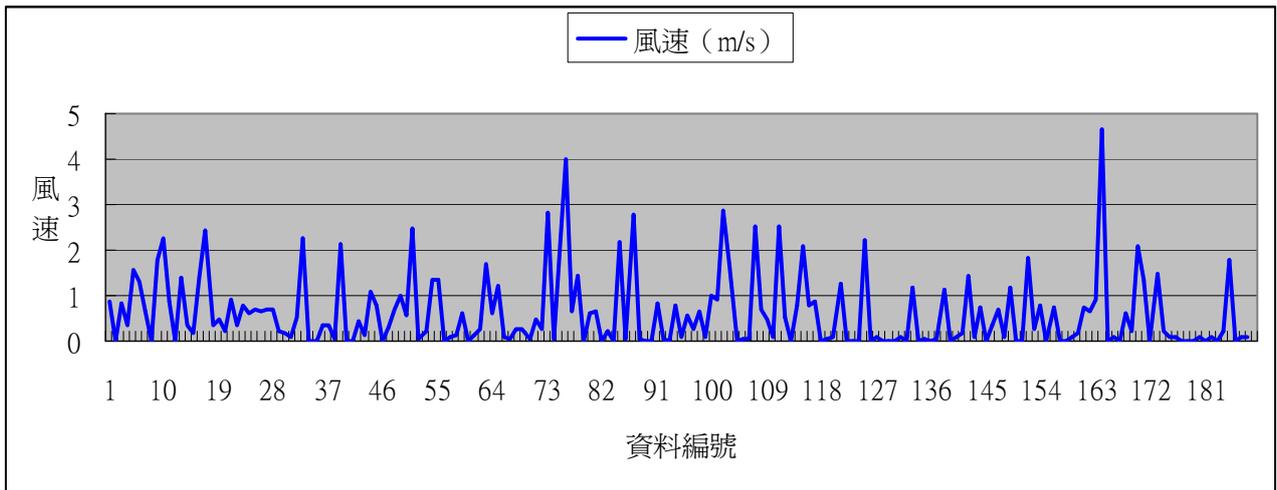


圖 3-3：有霧時的風速

發現：當家鄉有霧形成時，多數氣溫約在 15-25°C 間；相對溼度多在 80% 以上；而風速幾乎在 3m/s 以下。

探究五：探究其他地方有霧時的天氣因素與家鄉有霧時是否相似

方法：利用假日請爸爸帶我去戶外做實地觀測，若遇有霧出現的地方，則記錄其當時的氣溫、相對溼度與風速，再將測得的資料與家鄉資料做比較。

結果：如表 3-1。

表 3-1：其他地方出現霧時的氣溫、相對溼度與風速

時間	時刻	地點	氣溫 (°C)	相對溼度 (%)	風速 (m/s)
980715	1921	嘉義隙頂	24.8	86.2	0.3
980715	2000	嘉義梅園樓	23.5	85.5	0.4
980716	1145	阿里山	23.1	71.7	0.0
980716	1443	塔塔加遊客服務中心	21.3	71.8	0.1
981114	1403	南投頭社水庫	20.2	78.2	0.4
981209	1620	九分二山地震紀念碑	12.8	79.3	0.1
981227	1610	台北擎天崗	13.0	92.8	0.8
990123	1510	三義慈濟山	13.1	89.1	1.0
990124	1540	三峽熊空休閒農場	19.1	84.4	0.0
990125	1725	桃園虎頭山公園	16.4	77.5	0.0
990128	1516	三貂角燈塔	18.6	87.3	3.2

註：有色塊的部分表示是與家鄉有霧時的天气因素屬相似的地方。

發現：1. 不同地方有霧時的天气狀況與家鄉有霧時大致相同。

2. 不同地方有霧時的相對溼度有部分比家鄉還低，但至少都在 70% 以上。

討論：爲什麼在戶外所測得的相對溼度較低？由於我們測量其他地方大多在空曠的山區，因此較家鄉容易觀察到薄霧，而產生薄霧時溼度較低，所以導致所測的相對溼度較家鄉低。不過我們仍可從相對溼度發現，充分的水氣仍是有霧形成時的重要條件。



四、探究霧形成前的天氣變化

探究六：探究家鄉晚上有霧形成前的白天天氣變化情形

方法：從梧棲氣象站（離家鄉較近的氣象站）中取得的資料，依在家鄉晚上的實測分成有霧及無霧兩部分資料，然後分別將氣溫、相對溼度、風速按不同時間（6：00-22：00）加以平均，觀察家鄉晚上有霧形成前白天的天氣有什麼不同。

結果：如圖 4-1、4-2、4-3。

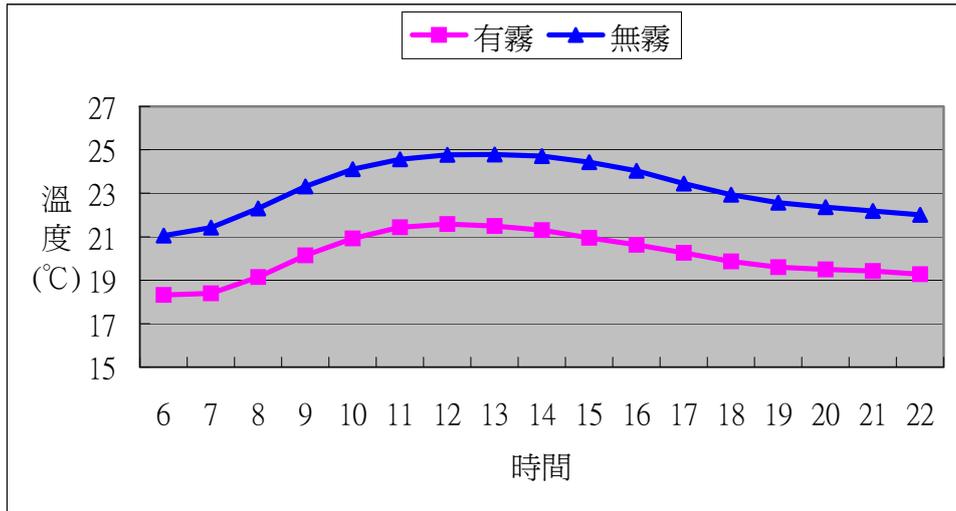


圖 4-1：晚上有霧形成前的氣溫變化

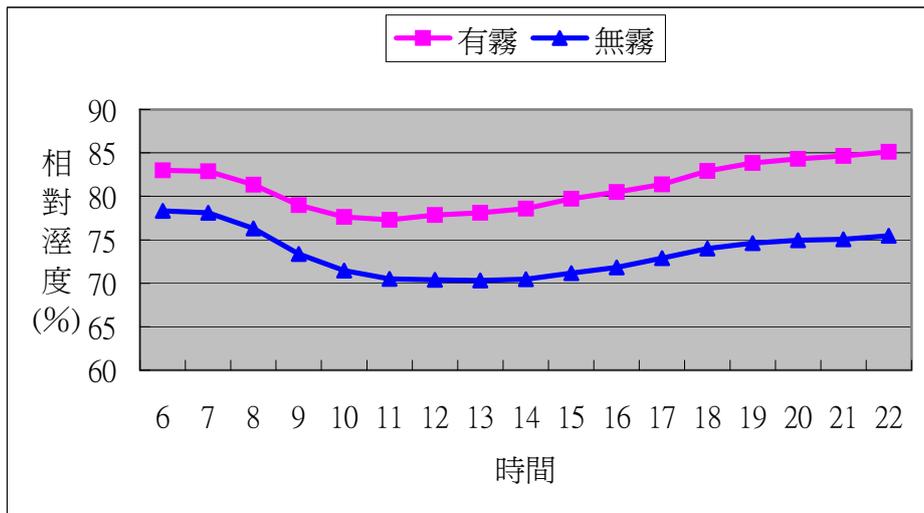


圖 4-2：晚上有霧形成前的相對溼度變化

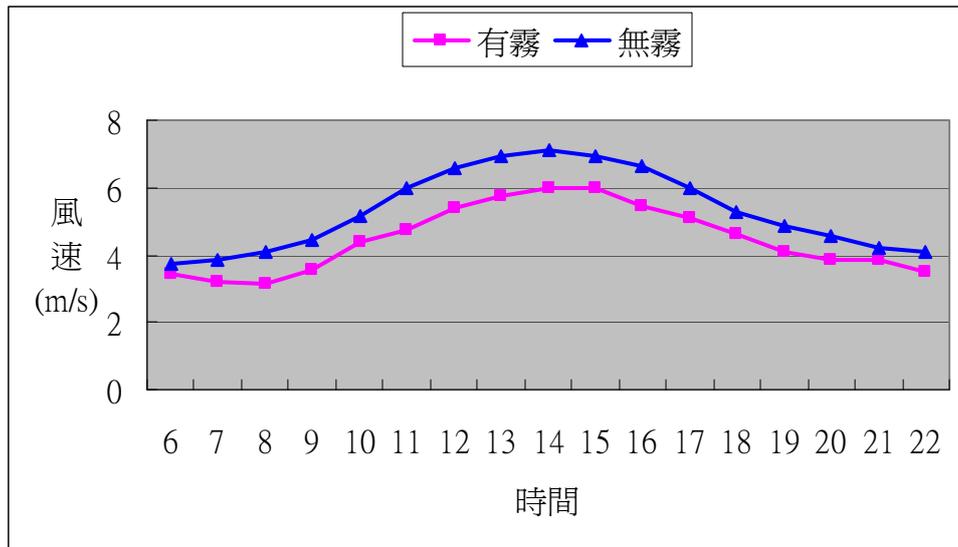


圖 4-3：晚上有霧形成前的風速變化

- 發現：1. 梧棲氣象站晚上所測的氣溫、相對溼度及風速隨時間的變化情形大致和家鄉一致。
 2. 不論晚上是否有霧，兩者白天天氣的氣溫、相對溼度與風速的變化情形大致相同。
 3. 晚上有霧與無霧的白天天氣比較結果如表 4-1。

表 4-1：晚上有霧與無霧時的白天天氣比較

	氣溫	相對溼度	風速
晚上有霧時的白天天氣	較低 (約低 3°C)	較高 (約高 5%)	較低 (約低 0.5m/s)
晚上無霧時的白天天氣	較高	較低	較高
備註	—	1. 時間越晚 相對溼度差 越大。 2. 無霧時的 相對溼度均 不超過 80%	越晚兩者風 速會越接近

五、找出能判斷隔天早晨可能有霧的天氣條件

探究七：找出能預測早晨有霧的可能天氣條件

- 方法：1. 從 97.10~98.9 實測資料中找出早晨有霧的日期，然後分析前一天晚上 22:00 的天氣狀況，分別作出氣溫與相對溼度、風速的關係圖。
 2. 從關係圖中找出當晚 22:00 能影響隔日早晨出現霧的可能氣溫、相對溼度及風速。
 3. 從可能的條件中計算隔日早上有霧的機率。

結果：如圖 5-1、5-2、表 5-1。

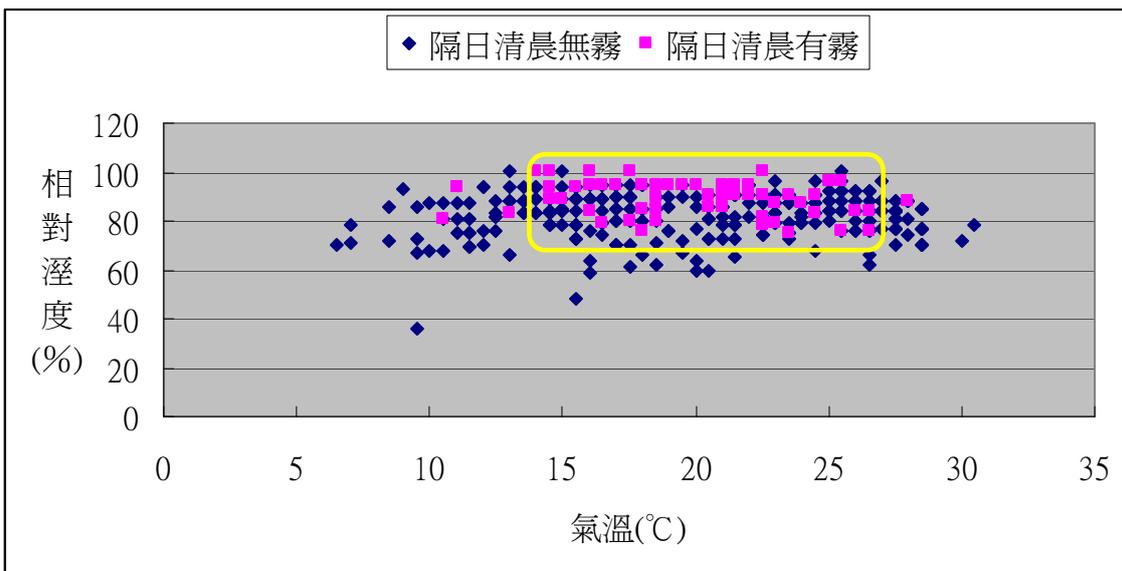


圖 5-1：隔日清晨有霧時，22：00 的氣溫與相對溼度關係圖。

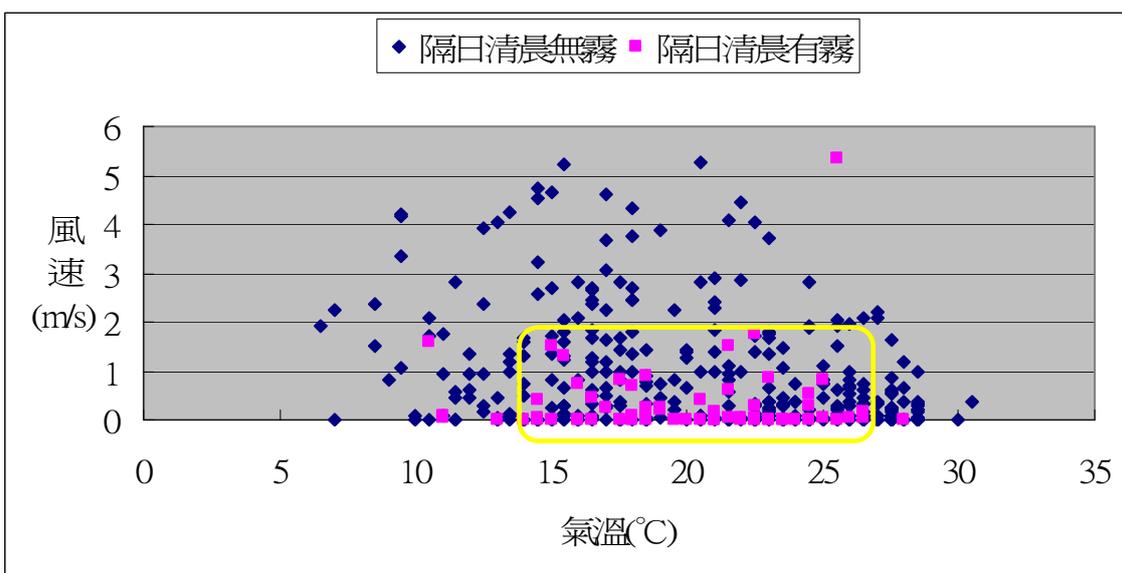


圖 5-2：隔日清晨有霧時，22：00 的氣溫與風速關係圖。

表 5-1：預測隔日清晨有霧的機率（三條件預測）

晚上 10 點天氣： 1.氣溫介於 14°C ~ 27°C 之間。 2.相對溼度在 80% 以上。 3.風速在 2m/s 以下。	隔日清晨有霧的機率	隔日清晨無霧的機率
完全符合上述三項條件	24%	76%
任一項不符合上述三項條件	6%	94%

發現：1.當晚 22:00 能影響隔日早晨出現霧的可能條件：氣溫介於 14°C ~27°C；相對溼度在 80%以上；風速在 2m/s 以下；。

2.在當日 22:00 完全符合隔日清晨有霧的條件下，隔日出現晨霧的機率為 24%；但在任一項條件不符合的情形下，則預測隔日清晨有霧的機率低至 6%，反之，若以此預測隔日清晨無霧的機率更是可以高達 94%。

討論：1.經由實測時的經驗發現，如果晚上 10 點有霧，那麼隔日早晨出現霧的機率也不低。所以我們將當晚有霧設定為上述三個條件外的第四個條件，結果發現提高了預測清晨有霧的機率至 52%，如表 5-2。雖然原先以為以原有的三條件加上當晚有霧的條件，可以將隔日出現晨霧的機率大大提高，後來思考其原因才領略到，原來在當晚有霧的情況下，原先的三條件多數都已符合，然而符合三條件的天氣，未必就能造就出霧啊！

表 5-2：預測隔日清晨有霧的機率（四條件預測）

晚上 10 點天氣： 1.氣溫介於 14°C ~27°C 之間。 2.相對溼度在 80%以上。 3.風速在 2m/s 以下。 4.有霧。	隔日清晨有霧的機率	隔日清晨無霧的機率
完全符合上述四項條件	52%	48%
任一項不符合上述四項條件	11%	89%

2.資料分析的過程中，我們也對晨霧和當日天氣是晴是雨的關係產生好奇，因此特別做了一個統計，結果如圖 5-3。我們發現有晨霧的日子，通常當天是晴天（晴天約是 88%，而雨天則僅占約 12%），似乎驗證了我們收集到的氣象諺語「十霧九晴天」。

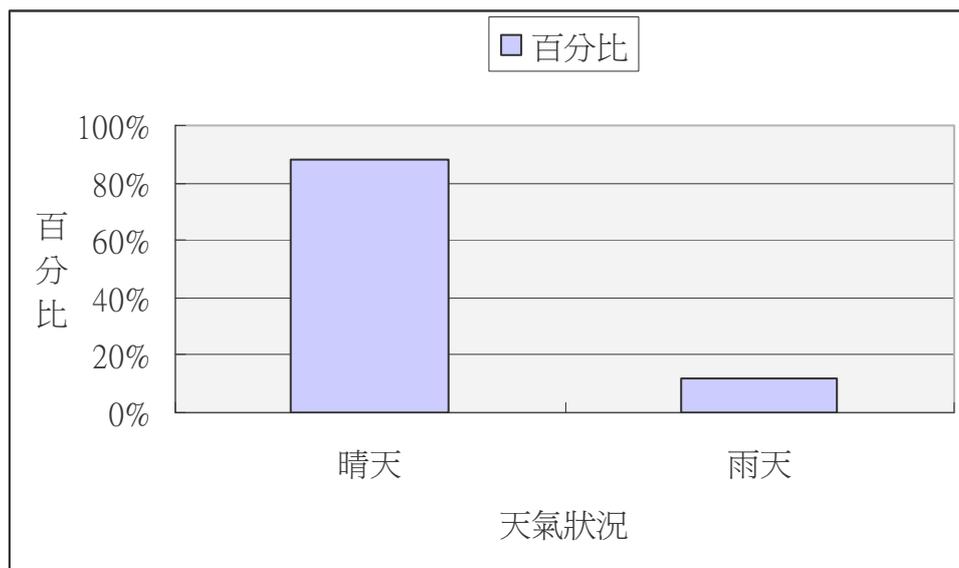


圖 5-3：當天早晨有霧的白天天氣狀況

探究八：驗證預測晨霧條件的正確性

方法：以 98.10~99.4 的實測資料，實際檢驗探究七中用來預測晨霧發生的四個條件的正確性。
結果：如表 5-3。

表 5-3：驗證預測隔日清晨有霧的條件的正確性

	預測隔日早晨有霧	預測隔日早晨沒霧
正確率	60%	89%
錯誤率	40%	11%

發現：在 98.10~99.4 的預測中，發現預測隔日早晨會有霧的正確率達 60%，預測隔日早晨沒霧的正確率達 89%。

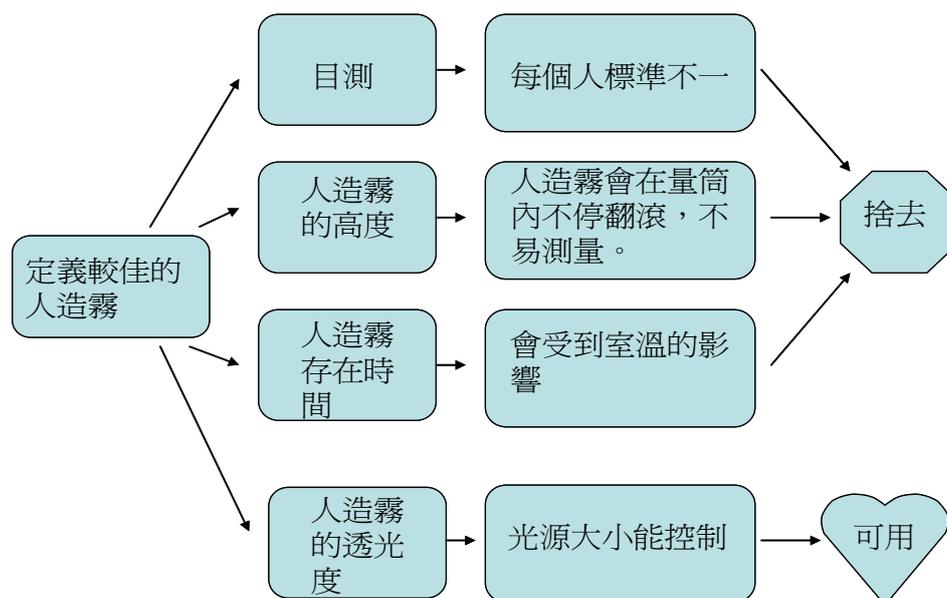
討論：在第一年的統計資料中，發現以可以產生晨霧的條件來預測隔日可產生晨霧的機會可達 52%，再由 98.10~99.4 的預測來驗證，發現預測隔日早晨有霧的正確率可達 60%，顯見用來預測早晨有霧的四個條件應是可以的。

六、找出實驗室裡製造人造霧的較佳條件

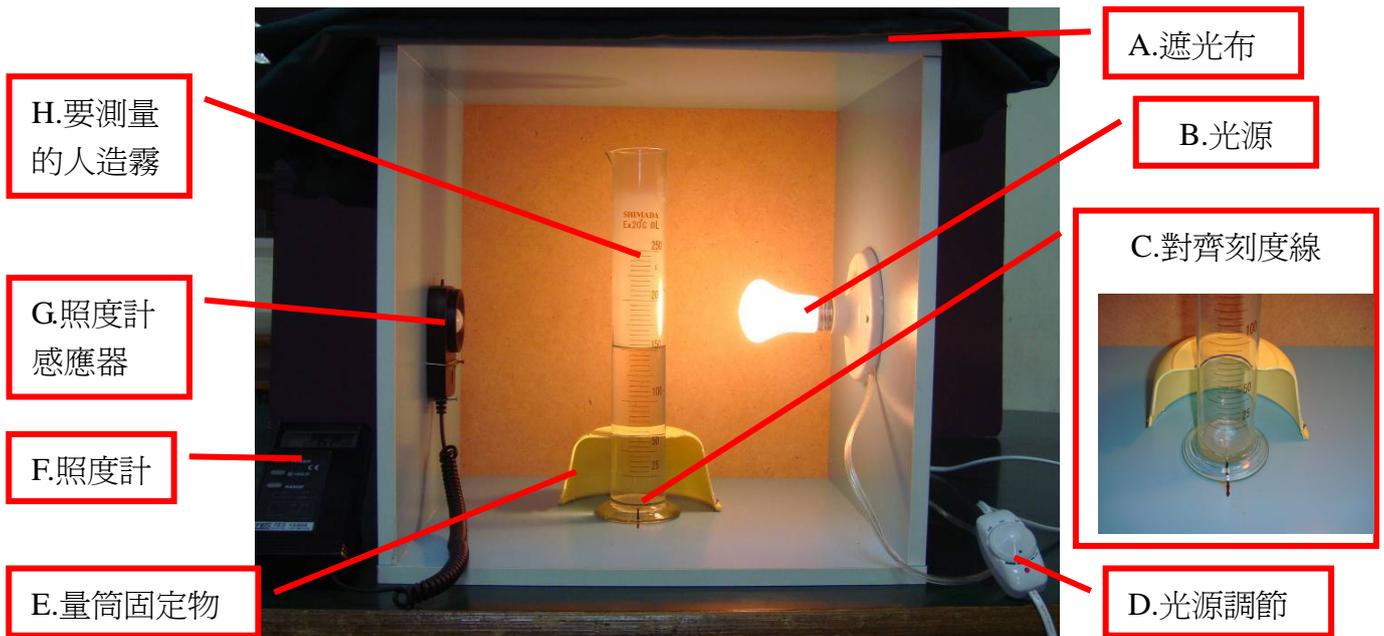
說明：爲了對霧有較深入的了解，我們在實驗室中開始嘗試製造人造霧，經過不斷的修正改良、測試，發現容器還是以直筒狀的量筒產生的效果較佳，但不是每一次都成功，因此爲了能找出製造效果較佳的人造霧條件，於是我們以霧的形成關鍵爲核心，逐一設定問題，然後以實驗作深入探討。

問題一：如何找出「較佳」的人造霧？

討論：1. 針對何謂「較佳」的人造霧，一開始我們有以下的想法，但在實際操作後，最後我們決定以人造霧的透光度的大小來做爲判斷的依據。



2.實驗的儀器設計及說明如下：



- A：為了確保外面的光不會影響實驗數據，在不開燈且布幕蓋上時，照度計測得的數字是 0。
- B：選用 Philips 的黃色光燈泡，功率為 60W，燈泡使用一段時間後，若發現有閃爍現象(照度計數值大幅度不停的跳動)，則更換新的燈泡。
- C：實驗時，我們發現量筒不同的面向會影響到數據的變化。因此，將量筒上的刻度線對齊儀器上的刻度線，就可以讓量筒每次進去擺放的位置都相同。
- D：可以調整光源的亮度，每次實驗時都將光源調整到 800Lux。
- E：讓量筒每次靠著固定物擺放，使量筒每次擺放的位置相同。
- F：測量前將照度計調整到 2000Lux 的範圍刻度，測量所得的數據即為該次實驗的照度。數據越大，代表成霧效果越差；數據越小，代表成霧效果越佳。
- G：實驗時，用來感應每次光源穿透樣品後的照度偵測器。
- H：實驗後的人造霧。

問題二：實驗完成後，量筒內的煙霧會不會只是煙而不是霧？

- 方法：1.取 3 個 250 毫升的量筒，其中兩個分別倒入 100 毫升的熱水、冷水，而另外一個則不作任何處理。
- 2.點燃 3 根線香分別放入上述三個量筒內，同時將量筒上方封上塑膠袋 30 秒的時間。
- 3.抽出線香，在塑膠袋上方放上冰袋，時間為 3 分鐘。
- 4.以吹風機將氯化亞鈷試紙吹乾成藍色，然後置入針筒內，並套上止血帶。
- 5.移開冰袋及塑膠袋，以上述針筒在量筒內抽取 50 cc 的煙霧量。
- 6.觀察針筒內氯化亞鈷顏色的變化。

結果：如圖 6-1。

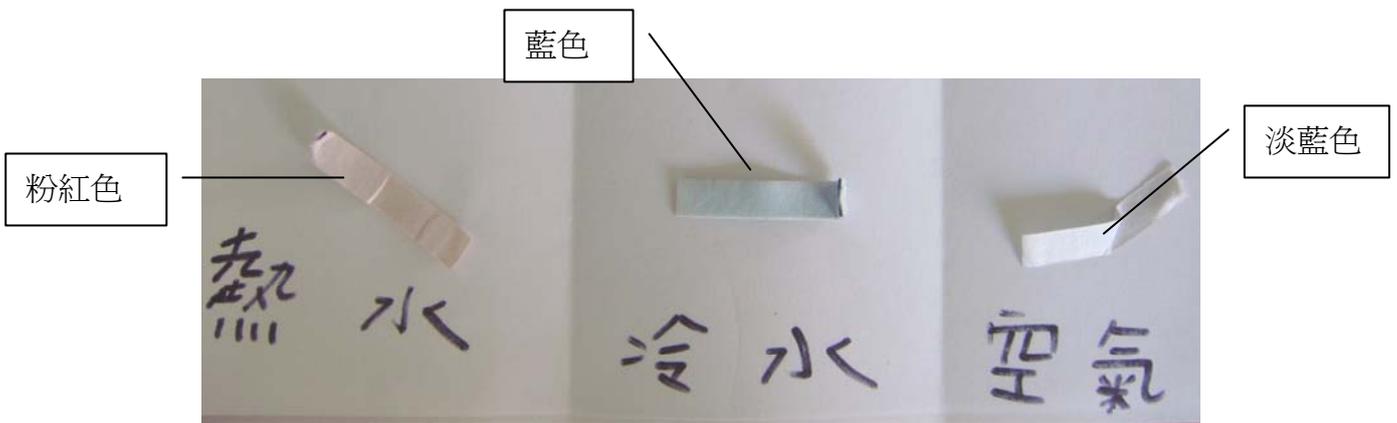
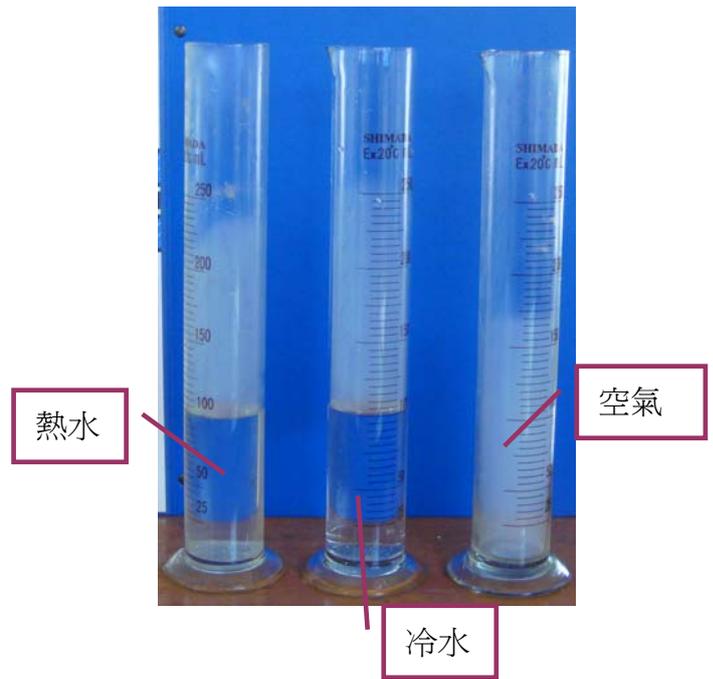
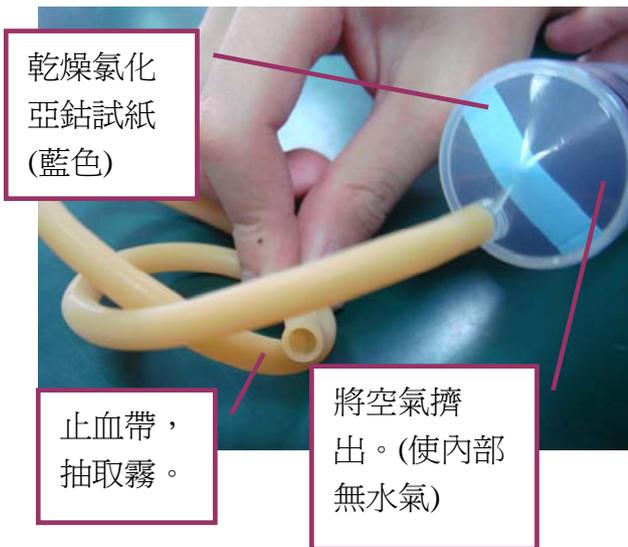


圖 6-1：氯化亞鈷測試煙霧的結果

發現：抽取熱水內所形成的煙霧，發現會讓針筒內的氯化亞鈷試紙變成粉紅色，冷水內的煙霧沒有使試紙明顯的變色而呈現藍色，至於空氣中的煙霧使氯化亞鈷試紙變成淡藍色。

討論：1.熱水內所形成的煙霧與我們一般常見的霧相似，是由水蒸氣凝結所形成的小水滴所組成的霧，而冷水內雖然有許多煙霧，但多數只是線香的煙。

2.熱水內的氯化亞鈷試紙變色是不是因為受到熱水的水氣影響？我們以熱水做成的人造霧和單純只有熱水的量筒做比較，結果如右圖，因此氯化亞鈷試紙變色的主要原因並不是熱水的水氣，而是人造霧裡的小水滴，再次證明煙霧裡不只是煙，還有霧。

3.除了上述的方法可用來證明實驗中所產生的煙霧是人造霧之外，我們還曾用了以下的方法(如表 6-1)測試，但是結果並不理想。

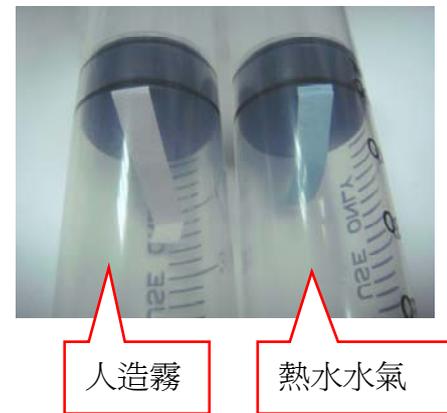


表 6-1：測試實驗煙霧是否為霧的方法。

測試方法	想法	作法	測試結果
1.直觀法	用眼睛直接判斷是煙還是霧，煙會往上跑，霧不會。	眼睛直接觀察判斷	量筒上方有冰塊，煙霧都會向下沉。
2.包裹法	霧是小水滴形成的，遇到熱會變成水蒸氣就看不見，但是煙不會。	在量筒外包上熱毛巾	量筒內的煙霧都往外冒出量筒。
3.置入法	霧是小水滴形成的，遇到熱會變成水蒸氣就看不見，但煙不會。	量筒內置入一顆熱銅球	熱銅球所到的地方煙霧迅速消失。可以證明是由水滴形成的霧。 但實驗過程較危險。
4.檢驗法	氯化亞鈷試紙是測量水的試紙，遇到水會變成粉紅色。所以霧是小水滴形成的會使試紙變粉紅色。	以氯化亞鈷試紙檢驗(作法如上)	可以證明是由小水滴形成的霧。



問題三：乾溼球溫度計中兩者的溫差和露點的關係？

測量時間：98 年 10 月 6 日-98 年 12 月 7 日 每日上午 8 點及中午 12 點 30 分。

方法：1.將溫度計置於鐵杯中，然後倒入 100 cc 的水。

2.在鐵杯中慢慢加入小冰塊，並用玻棒均勻攪拌，直到杯壁外側出現霧狀水滴為止。

3.記錄此時鐵杯內溫度計的溫度(露點)。

4.重複上述步驟 1-3，至少三次以上，然後將所得溫度加以平均。

5.記錄此時位於通風處的乾溼球溫度計中乾球及溼球的溫度。

6.比較相同氣溫下，乾球及溼球的溫度差和露點的關係。

結果：如表 6-2。

表 6-2：乾溼球溫度計的溫差與露點的關係

乾球溫度(°C) \ 露點(°C)	兩球溫度差(°C)				
	1	2	3	4	5
乾球溫度 25.5°C	--	22.2	21.1	19	--
乾球溫度 19.0°C	--	--	15.6	14.6	13.3

註：--表示未有符合條件的實測數據資料

發現：同一氣溫下，當乾溼球溫差越大時，所測得的露點也相對較低。

討論：1.當乾溼球的溫差越大時，表示當時的相對溼度越低，所以露點的溫度也必須下降才能使空氣中的水氣飽和而在鐵杯外側凝結成露。

2.在實驗時，冰塊一次不能放太多，否則溫度下降速度太快而酒精溫度計無法即時反應當時的溫度，而使得測量的數據會比當時應有的露點還要高。另外攪拌要均勻，不然水的上下層溫度不同，使測量的露點會依溫度計所在的位置而有差異。

問題四：冰袋不易放置於量筒上，有否更好的替代品？

方法：1.在 250 毫升的量筒，倒入 100 毫升溫度約 45°C 的水。

2.將點燃的 1 根線香放入上述量筒內，同時將量筒上方封上塑膠袋 60 秒的時間。

3.抽出線香，在塑膠袋上方放上冰袋，時間為 60 秒。

4.移開冰袋及塑膠袋，將量筒放入已調整好的照度箱內。

5.測量並記錄量筒內人造霧的透光度大小。

6.重複上述 1-5 步驟，共作 3 次，然後加以平均。

7.重複上述 1-6 步驟，但將冷卻物依次改為冰桶、冰凍的舒跑。

結果：圖 6-2。

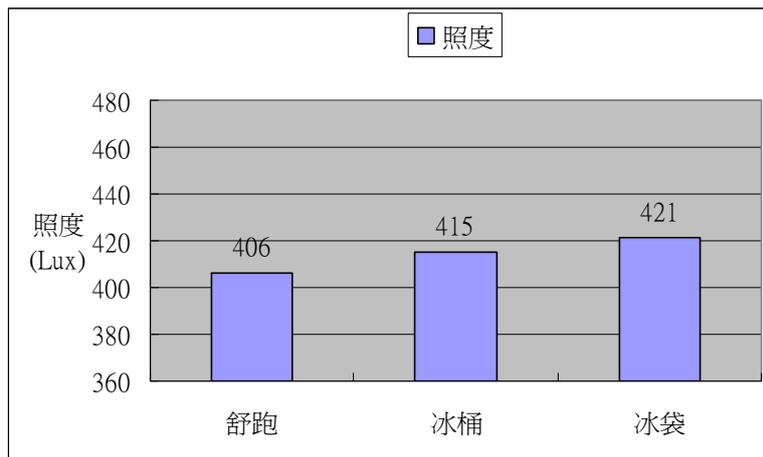


圖 6-2：不同的冷卻物品對人造霧的影響

發現：舒跑成霧的效果最佳，且在量筒上最為穩定；而冰桶其次，冰袋則較差。

討論：1.由於冰袋內的冰塊容易散佈不均勻，且與量筒的接觸面積不易控制，因此我們使用 250ml 的鋁箔包舒跑來代替，意外發現得到較好的實驗結果。

2.我們猜想是不是跟它們表面的溫度有關係。舒跑的溫度-18℃最低，冰桶-4℃次之，冰袋 1.5℃最高，所以舒跑使得量筒內的水蒸氣較快凝結成小水滴，使產生人造霧的效果最好。

舒跑



冰桶



冰袋



說明：爲了找出實驗室裡製造人造霧的較佳條件，我們大致依以下方法的步驟進行實驗，並在每次實驗之後依實驗結果，控制較佳的變因數值，然後逐一改變所要操縱的變因，進而找出製造人造霧的較佳條件。

方法：1.在 250 毫升的量筒，倒入 100 毫升溫度約 45℃ 的水。

2.將點燃的 1 根線香放入上述量筒內，同時將量筒上方封上塑膠袋 60 秒的時間。

3.抽出線香，在塑膠袋上方放上冰凍的舒跑，時間爲 60 秒。

4.移開舒跑及塑膠袋，將量筒放入已調整好的照度箱內。

5.測量並記錄量筒內人造霧的透光度大小。

6.重複上述 1-5 步驟，共作 3 次，然後加以平均。

實驗一：找出實驗室裡製造人造霧的較佳水溫

結果：表 6-3、圖 6-3。

表 6-3：不同水溫對人造霧的影響

(單位：Lux)

	15°C	25°C	35°C	45°C	55°C	65°C	75°C
第一次	452	447	421	399	405	418	443
第二次	458	452	428	408	402	416	434
第三次	444	448	427	412	411	423	439
平均	451	449	425	406	406	419	439

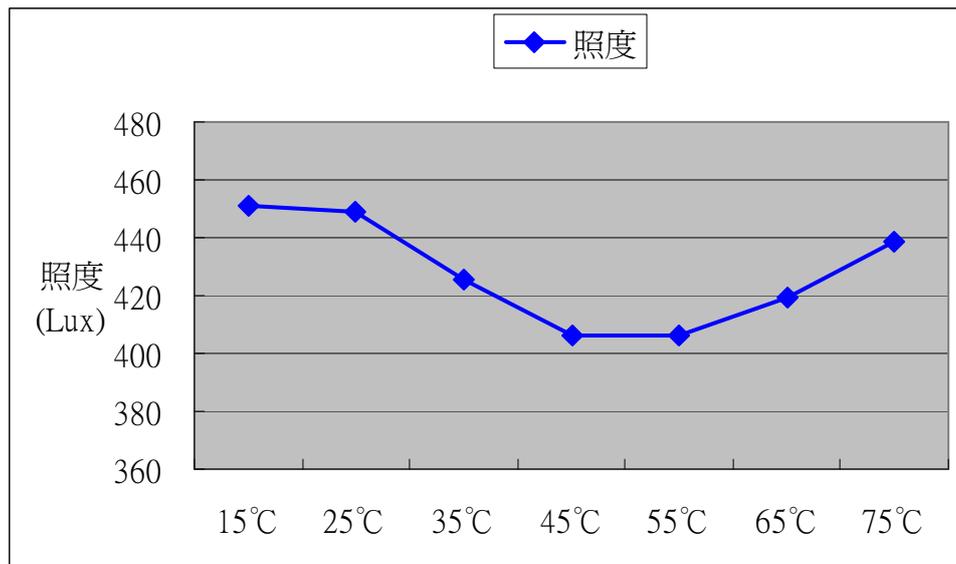
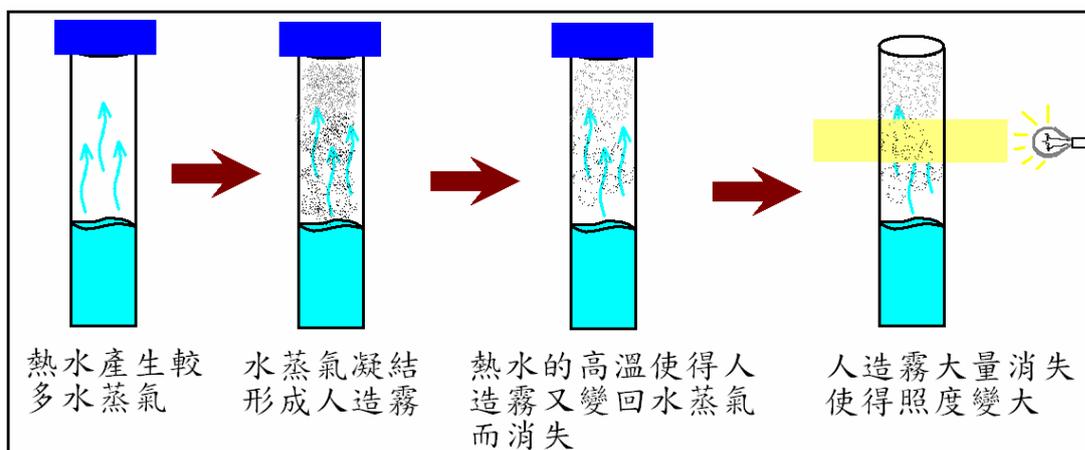


圖 6-3：不同水溫對人造霧的影響

發現：水溫在 45°C 及 55°C 時成霧效果最佳；低於 45°C 時，溫度越低成霧效果越差；溫度高於 55°C 時，溫度越高成霧效果也越來越差。

討論：1.雖然 45°C、55°C 的效果差不多，但考量到安全性的問題，因此選擇 45°C 來做實驗。
2.實驗前，我們猜測溫度越高水蒸氣越多，所以產生人造霧的效果越好。但是結果卻不是這樣，後來我們推論如下：



實驗二：找出實驗室裡製造人造霧的較佳水量

結果：表 6-4、圖 6-4。

表 6-4：不同水量對人造霧的影響（單位：Lux）

	25ml	50ml	100ml	150ml
第一次	413	412	399	380
第二次	415	423	408	388
第三次	414	420	412	381
平均	414	418	406	383

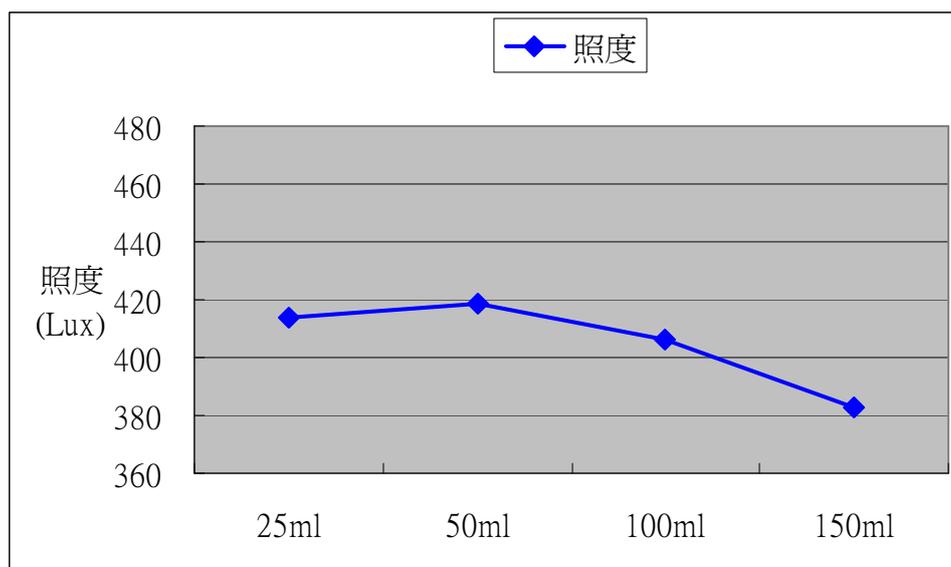


圖 6-4：不同水量對人造霧的影響

發現：水量以 150ml 時的成霧效果最佳；100ml 次之，50ml 及 25ml 則較差。

討論：我們猜測是否水量本身就影響照度計所測得的結果，因此只在量筒內裝入特定量的水，然後測其照度。由結果圖 6-5 中可以看出實驗的水量對實驗結果並不會有很大的影響。

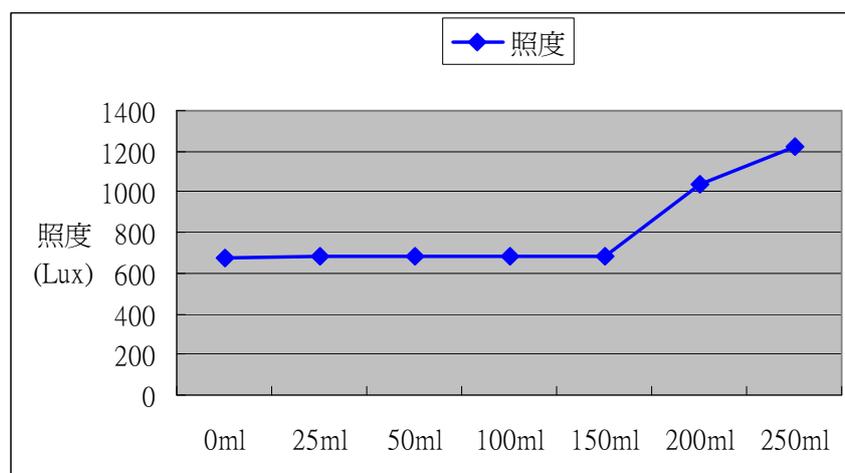


圖 6-5：量筒內不同水量對於照度的影響

實驗三：找出實驗室裡製造人造霧的較佳線香數

結果：表 6-5、圖 6-6。

表 6-5：不同的線香數對人造霧的影響（單位：Lux）

	1 枝	2 枝	3 枝	4 枝
第一次	380	375	386	372
第二次	388	377	388	379
第三次	381	386	383	379
平均	383	379	386	377

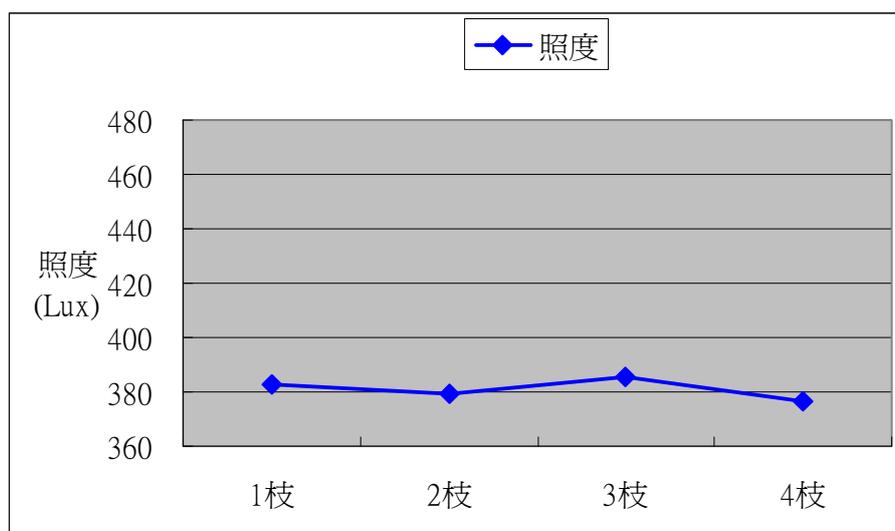


圖 6-6：不同的線香數對人造霧的影響

發現：線香的多寡對於成霧效果並沒有很明顯的影響。

討論：在實驗的過程中，線香數 3 或 4 枝時，線香在量筒 60 秒內就陸續熄滅。線香數太多會導致燃燒不完全且使整個實驗室煙霧瀰漫極度不環保，所以我們改用 1 枝香燃燒的時間長短來控制量筒內「凝結核」的多寡。

實驗四：找出實驗室裡製造人造霧的較佳線香點燃時間

結果：表 6-6、圖 6-7。

表 6-6：不同線香點燃時間對人造霧的影響（單位：Lux）

	30 秒	60 秒	90 秒	120 秒	150 秒	180 秒
第一次	396	380	379	391	393	426
第二次	385	388	385	393	396	412
第三次	392	381	384	393	407	424
平均	391	383	383	392	399	421

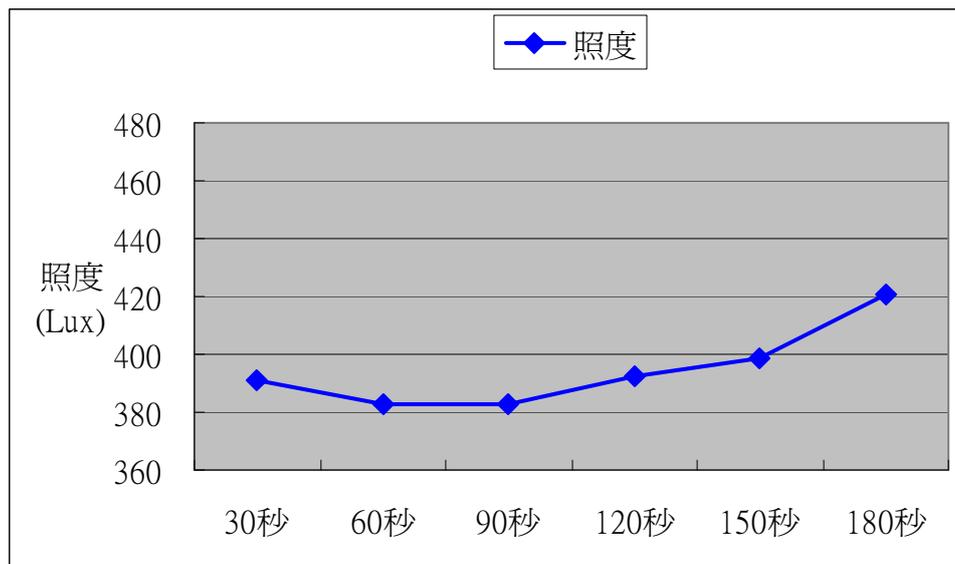


圖 6-7：不同線香點燃時間對人造霧的影響

發現：線香點燃的時間以 60 秒及 90 秒時的成霧效果最佳，而後隨時間的拉長成霧效果反而越來越差。

討論：由於 60 秒與 90 秒的效果差不多，在環保的考量下，後續實驗我們仍採用 60 秒來當做控制凝結核的多少的因素。

實驗五：找出實驗室裡製造人造霧的放置舒跑較佳時間

結果：表 6-7、圖 6-8。

表 6-7：不同放置舒跑時間對人造霧的影響（單位：Lux）

	30 秒	60 秒	90 秒	120 秒	150 秒	180 秒
第一次	385	380	363	377	395	387
第二次	367	388	370	375	385	388
第三次	381	381	381	376	391	397
平均	378	383	371	376	390	391

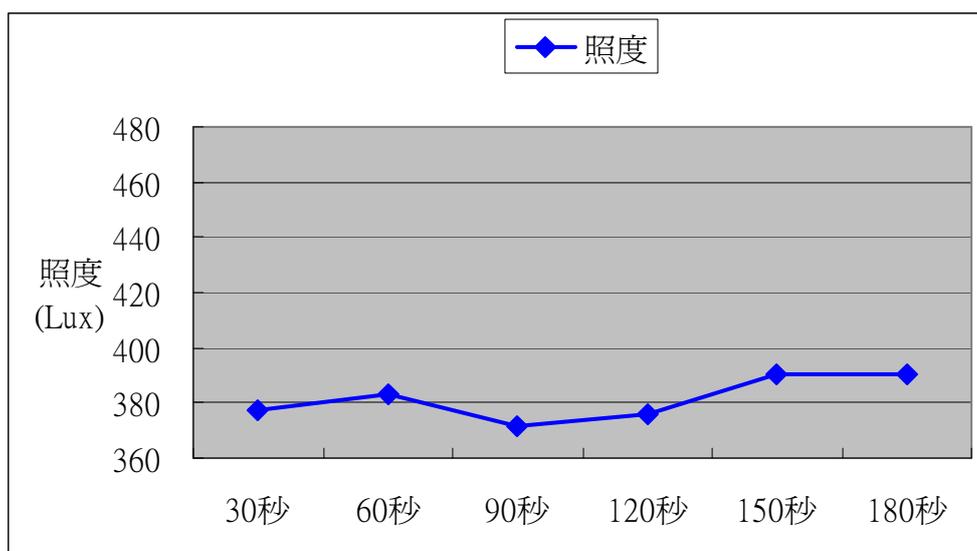


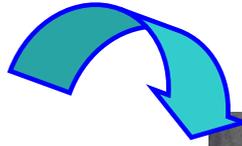
圖 6-8：不同舒跑放置時間對人造霧的影響

發現：冰凍的舒跑放置時間以 90 秒的成霧效果較佳。

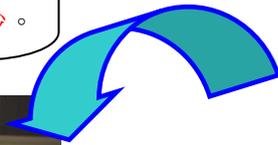
討論：由所有的實驗結果，我們發現並不是水溫越高、線香點燃時間越久(凝結核越多)、冰凍時間越長，所製造的人造霧效果就會越好，而是有一定的範圍。這樣的發現讓我們覺得很特別。最後，我們建議想要製造出效果較佳的人造霧可依以下程序：



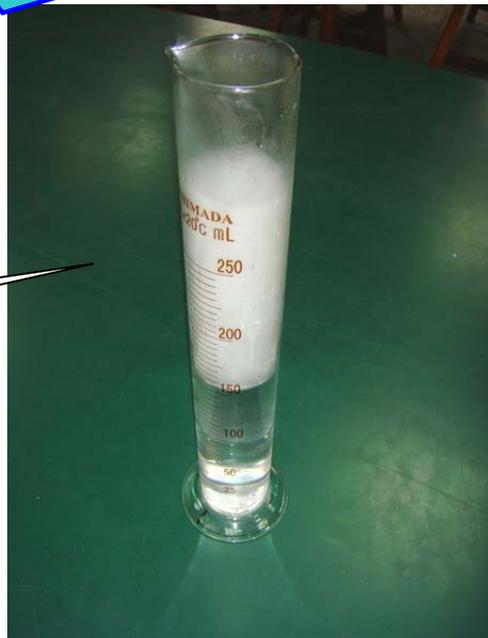
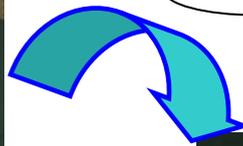
在 250 毫升的量筒內，倒入 150 毫升溫度約 45°C 的水。



點燃 1 根線香放入上述量筒內，同時將量筒上方封上塑膠袋，封住的時間為 60 秒。



抽出線香後，在塑膠袋上方放上冰凍的舒跑，放置的時間為 90 秒。



移開舒跑及塑膠袋，即可清楚看到人造霧在量筒內不斷上下的翻滾。

伍、結論

- 一、家鄉一天中晚上的年平均氣溫為 21.8°C、相對溼度為 82.0%、風速為 0.9m/s。
其中氣溫會隨時間越晚越低；風速會隨時間越晚越小；相對溼度則隨時間經過越來越高。
- 二、家鄉一年中晚上平均氣溫以夏、秋較高、冬季較低；平均相對溼度四季多維持在 75%到 85%之間；風速以冬季較大。
- 三、家鄉晚上 10 點出現霧的次數明顯比其他測量時段的次數多。
- 四、家鄉一年中冬末初春晚上出現霧的次數較多；晨霧的次數以春季最多。
- 五、當有霧形成時，多數氣溫約在 15-25°C 間；相對溼度多在 80%以上；而風速幾乎在 3m/s 以下。
- 六、不同地方有霧時的天氣狀況與家鄉有霧時大致相同，雖然相對溼度有部分比家鄉還低，但至少都在 70%以上。
- 七、晚上有霧形成前的白天氣溫較無霧時約低 3°C、相對溼度多 5%以上、風速約低 0.5m/s。
- 八、若晚上十點有霧、氣溫介於 14°C-27°C、相對溼度 80%以上、風速低於 2 m/s 時，則隔日出現霧的機率可達 52%，但在任一項條件不符合下，則隔日清晨有霧的機率低至 11%；實際檢驗預測隔日早晨有霧的正確率為 60%。
- 九、當有晨霧的日子，通常當天多是晴天的（晴天約是 88%，而雨天則僅占約 12%），驗證了我們收集到的氣象諺語「十霧九晴天」。
- 十、同一氣溫下，當乾溼球溫度計中乾溼球溫差越大時，所測得的露點也相對較低。
- 十一、我們建議想要製造出效果較佳的人造霧可依以下程序：
 - (一)在 250 毫升的量筒內，倒入 150 毫升溫度約 45°C 的水。
 - (二)點燃 1 根線香放入上述量筒內，同時將量筒上方封上塑膠袋，封住的時間為 60 秒。
 - (三)抽出線香後，在塑膠袋上方放上冰凍的舒跑，放置的時間為 90 秒。
 - (四)移開舒跑及塑膠袋，即可清楚看到人造霧在量筒內不斷上下的翻滾。

陸、參考資料

- 中央氣象局全球資訊網。<http://www.cwb.gov.tw/>
- 臺灣科學教育館。全國中小學科學展覽會。<http://www.ntsec.gov.tw/m1.aspx?sNo=0000167>
- 高源清（民 70）：科學教授-氣象地理篇。臺北市：故鄉出版社。
- 蔣德免（民 78）：氣象學編序教本。臺北市：國立編譯館。

【評語】 080511

本研究深入淺出，有系統的整合各項資料，驗證霧氣的實驗設計，頗具創意。解釋家鄉霧的成因，以歸納、邏輯的科學方式，來探討研究主題的目的，可圈可點。團隊成員默契頗佳，對本研究之各項基礎常識均能掌握。