

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 生活與應用科學科

佳作

080819

200 多年前生活智慧大公開-探討鹿港『曲巷  
冬晴』防風科學之玄機

臺中市西區忠孝國民小學

作者姓名：

小五 陳正軒 小五 賴泓宇 小五 羅智元  
小五 張醫凡 小五 賴冠華 小四 吳健豪

指導老師：

廖偉良 周崇仁

# 200 多年前生活智慧大公開

## 探索鹿港「曲巷冬晴」防風建築科學之玄機

### 壹、摘要

本研究可以說是從「**巷道來風**」研究探索彰化鹿港的「**九曲巷**」的建築之玄機及「**曲巷冬晴**」的**生活智慧**。

從發現兩邊高樓聳立，風力突然會變大，經詳細穿梭大街小巷注意觀察，發現在不同的地點，風力大小的確會有不同，對風為什麼會**變大變小**？是否受**高樓的影響**？略有所得，爲了進一步解開此謎，首先從設計製作風力計開始進而設計**6**個實驗來驗證風撞到建築物後流動特性及各種型態的巷道會產生不同風分佈情形及風力變化情形；進而探討巷道建物高低、巷道寬窄、長短對風力強弱，風力流動情形，及巷道風通過連續彎道對風力變化的情形。

同時從網站資料得知彰化鹿港的風情--「**曲巷冬晴**」。

爲了進一步瞭解「**九曲巷**」的生活智慧，特地到鹿港的「**全盛巷**」實地觀察、實測，研究-----。使大家對鹿港的特色及二百多年前防風建築科學有更進一步的認識。

總而言之，在二百多年前，鹿港爲了阻擋冬季強烈的海風（九降風），**巷道設計採用 T 型交叉方式，狹窄多折，建築房屋每建十間左右，巷道便一曲**，這樣便能斷風沙，釀造春暖，連現代建築師對先民的建築科學都嘖嘖稱奇。

### 貳、研究動機

冬天每天早晨從家到師院做晨跑時，走到 **XX 師院** 附近（兩邊高樓聳立）時，**風力突然會變大**。經詳細觀察發現在不同的地點風力大小的確會有不同。

風力爲什麼會**變大變小**呢？是受**高樓的影響**嗎？爲解開此謎，約了同學去請教老師，老師鼓勵我們進行實驗，同時指示我們對鹿港的『**曲巷冬晴**』加以探索。

### 參、研究目的

- 1、風力計的設計與製作
- 2、探討空氣流動特性與受到建築物及地形、障礙物等影響。
  - A、探討風撞到建築物後**流動特性**（流向、風力變化）
  - B、探討當建物構成各種**型態巷道**後，會產生不同**風分佈**情形及**風力變化**情形。
  - C、探討巷道建築**高低、巷道寬窄、長短**對**風力**的影響，及**風力流動**情形。
  - D、探討巷道風通過**連續彎道**對**風力變化**的情形。
- 3、實地印證建物和風的關係
  - A、本校附近大街小巷實地觀察、實測、探討。
  - B、探索**彰化鹿港**的『**曲巷冬晴**』在強大的海風下不會受海風侵襲的玄機。

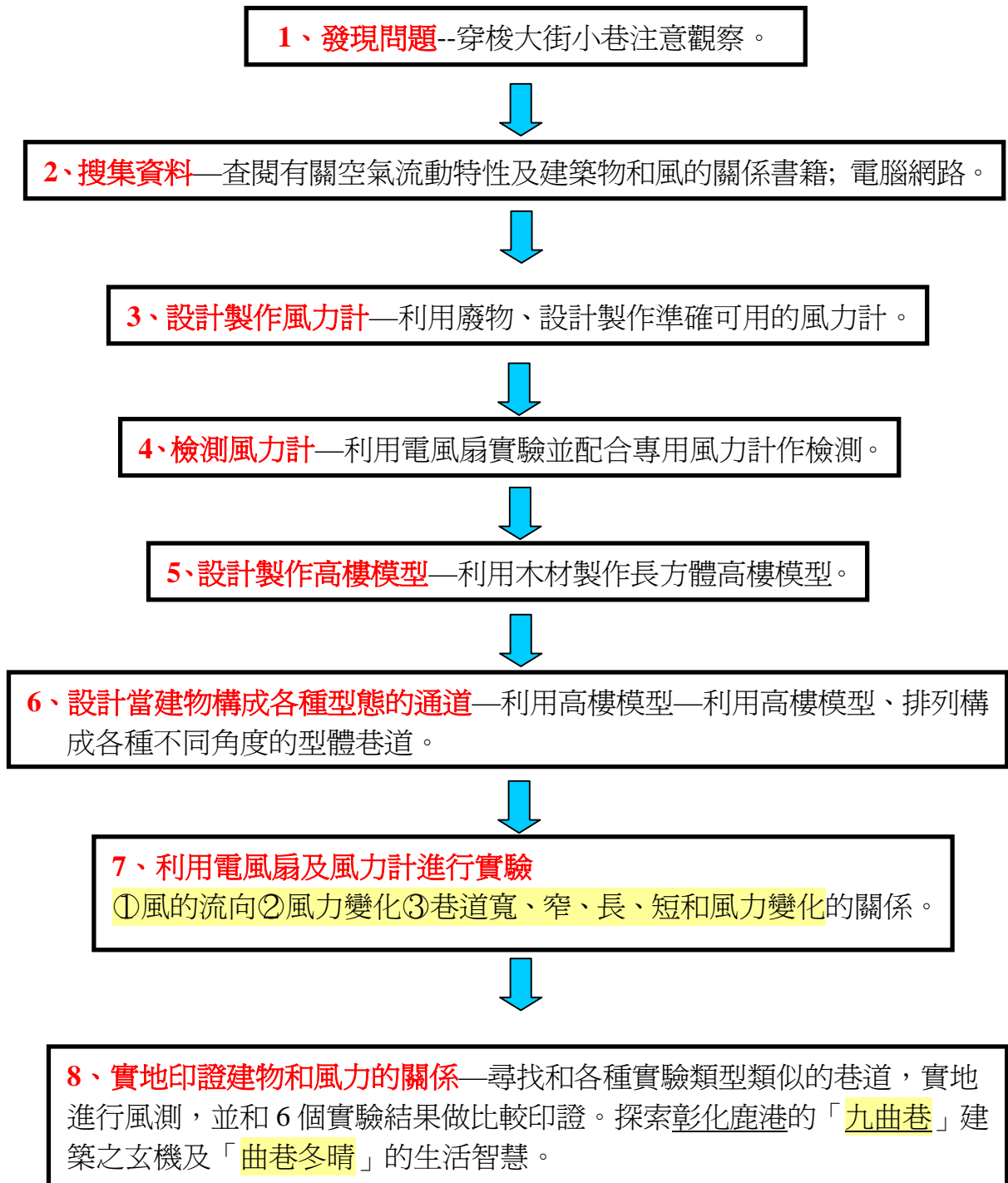
## 肆、研究設備器材

自製風力計、專用風力計、長方體木箱（10\*10\*30cm、10\*10\*15cm）各 40 個、電扇、香。

## 伍、研究過程：

### A 計劃：

### 研究歷程表



## B、過程

### 研究一 準確可用的風力計設計與製作

因此我們努力突破設計出下列風力計

#### 一、A 型風力計

甲、方法：利用木板鐵絲、膠帶、橡皮筋、吸管、棉線。如下結構製作

#### 乙、結果：

- 1、風力使風車轉動而拉動指標（棉線和橡皮筋相接處）
- 2、以風力能把棉線拉動指標上的格數表示風力強弱。
- 3、每次以風車停止時（風車力量拉動橡皮筋極限時）為觀察點。

#### 丙、發現：

- 1、有橡皮筋拉住絲線，並可明確指出風力大小數據。
- 2、橡皮筋和絲線連接處的指標較難固定。
- 3、較易損壞。

#### 二、B 型風力計

甲、方法：利用滑軌和橡皮筋的拉力，如下圖製作。

#### 乙、結果：

- 1、滑軌固定在木板上非常牢固。
- 2、指標固定在滑軌上的受風盤木板支架，牢固又數據明確。
- 3、橡皮筋，可隨風力大小變換（增減）橡皮筋。

#### 丙、發現：

- 1、操作方便，結果明確又耐用。
- 2、可以利用電扇配合市面上專用風力計，劃定風力指標刻度，便有專用風力計的功能。

### 三、C型風力計

#### 甲、方法：

1.利用塑膠質整理帶(止進不退裝置)及橡皮筋拉力製作。

#### 乙、結果：

此型風力計效果最理想，可以明確顯出最高風速。

#### 丙、發現：

有橡皮筋拉出絲線，塑膠質整理帶只進不能退，可以明確指出最大風力數據。

### 四、D型風力計

#### 甲、方法：

1、如B型風力計製法，只是滑軌長一點(30cm)，底盤較粗大，受風盤也較大。

2、利用三夾板及三腳架製作風力計架子。(三腳架採用能自由伸縮調整高度)

#### 乙、結果：

此型風力計雖然較笨重，但適合在室外大街小巷實測風力。

#### 丙、發現：

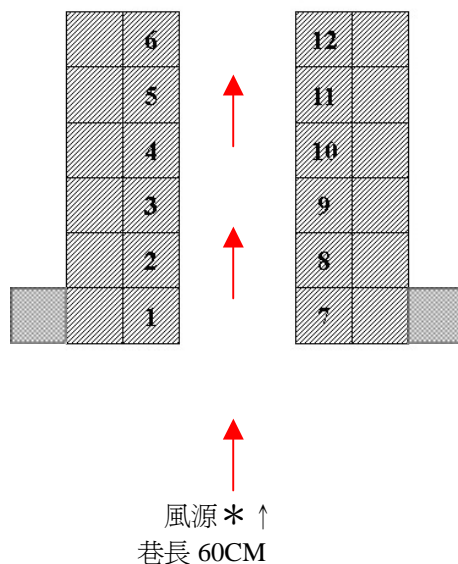
1、屋外風力較強，需採用較粗的橡皮筋。(可以增加橡皮筋數)

2、不同地點實測風力，風力計都需保持水平，高度也一樣，結果才能正確(指同一巷道)

### 研究二 自製風力計的檢測

甲、方法：1、利用電扇實測自製風力計並與專用風力計相互配合檢測再對照。

2、利用建物模型排成巷道，並畫出距巷口 10cm，30cm，60cm 實驗地點，分別用弱風、強風做檢測。



## 乙、結果：

### A.自製風力計檢測結果記錄表

風力計 檢測地點		巷口 0cm				離巷口 30cm				離巷口 60cm				
結果	風力弱	次數	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均
		結果	8.6	7.8	9.1	8.5	7.7	7.5	7.3	7.5	10.8	9.8	10.9	10.5
	風力強	次數	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均
		結果	10.8	11	12.4	11.4	9.6	9.4	9.5	9.5	13.2	12.5	11.8	12.5

### B.專用風力計檢測結果紀錄表

風力計 檢測地點		巷口 0cm				離巷口 30cm				離巷口 60cm				
結果	風力弱	次數	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均
		結果	2.1	1.98	2.16	2.08	1.8	1.88	1.87	1.85	2.2	2.4	1.76	2.12
	風力強	次數	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均
		結果	2.5	2.3	2.97	2.59	2.1	2.2	1.76	2.02	2.7	2.9	2.92	2.84

## 丙、分析：

- 1、自製風力計實測風力結果和專用風力計效果相同，祇是自製風力計之數字只能供比較，而專用風力計之數字係真正風力數據。
- 2、兩種風力計對照結果相吻合，證明我們所設計自製的風力計是準確可用的。

### 研究三 探討風撞到建築物後流動特性及風力變化情形。

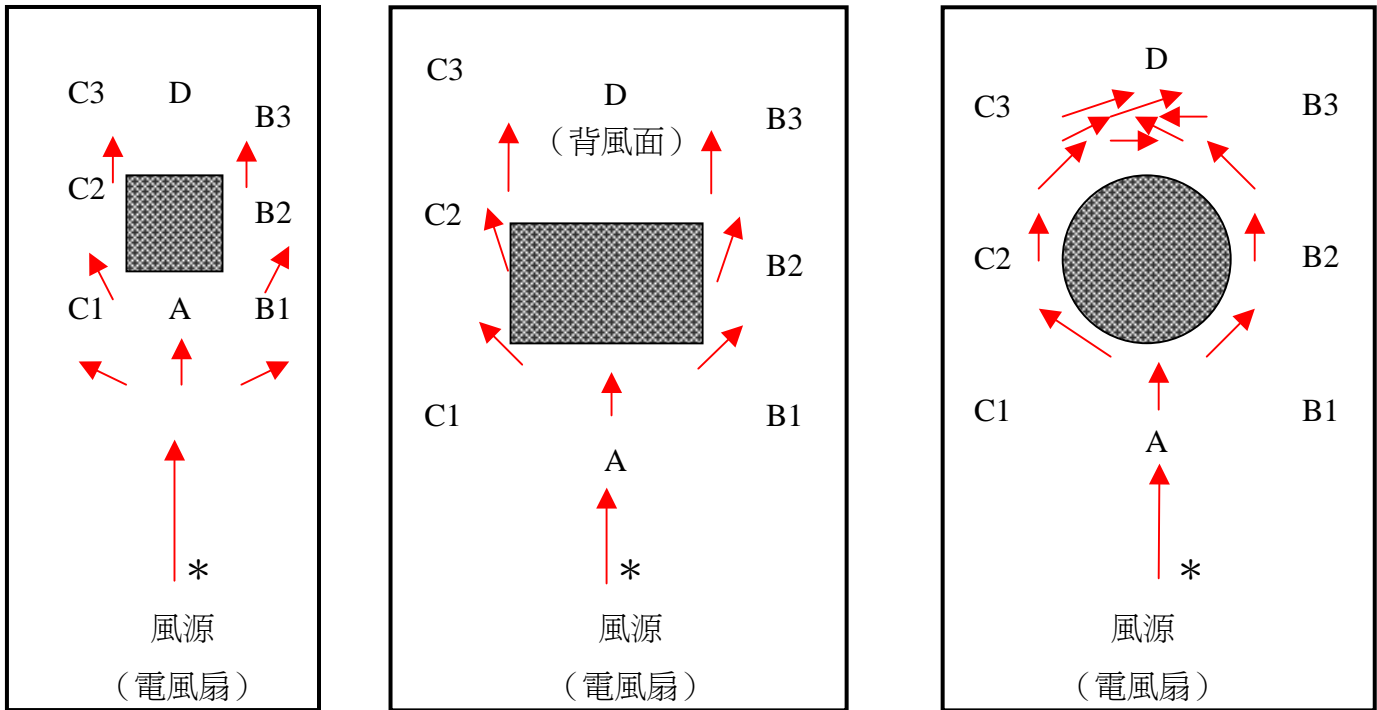
註：因空氣（風）是無色無味的東西，我們不易觀察到，藉著燒香白煙的流動，使我們容易觀察到空氣流動（風）的現象。

- 甲、方法：**
- 1、利用長方體小木箱排成正方體、長方體、圓柱體建物模型體。
  - 2、檢測點分別在建物前、左側、右側及後面，分 A（迎風面）、B1（左側前）、B2（左側中）、B3（左側後）、C1（右側前）、C2（右側中）、C3（右側後）、D（背風面）八個測風點。
  - 3、檢測方法如研究二，分別做風（空氣）流動情形及風力變化情形實驗。

4、分別記錄比較分析。

**乙、結果：**

(一)、風撞到建物時，風向變化情形，觀察燒香的白煙流動情形，如下圖：



(二) 風撞到建物時，風力變化情形

風力變化情形記錄表

建物別	建物受風面窄								建物受風面寬								建物受風面圓							
	A	B1	C1	B2	C2	B3	C3	D	A	B1	C1	B2	C2	B3	C3	D	A	B1	C1	B2	C2	B3	C3	D
風力	2.59	2.1	2.2	2.3	2.35	2.5	2.6	0	2.59	2.01	2.1	2.2	2.25	2.35	2.4	0	2.59	2.2	2.3	2.35	2.4	2.1	2.05	2.1
備註	利用強風、專用風力計測試																							

**丙、發現：**

- 1、風撞到建物牆壁會反彈，並向四方分散。
- 2、正方體、長方體建物後方沒有風。
- 3、大樓受風面越窄，背風面的面積越小，受風面越寬，背風面的面積越大。
- 4、大樓受風面寬，建物左右兩側風力會增強，大樓窄則沒有。
- 5、風撞到圓柱體後，在圓柱體後會有旋流。

研究四 探討風通過直線巷道、無尾巷道（死巷）和轉彎巷道後風流動情形及風力變化情形

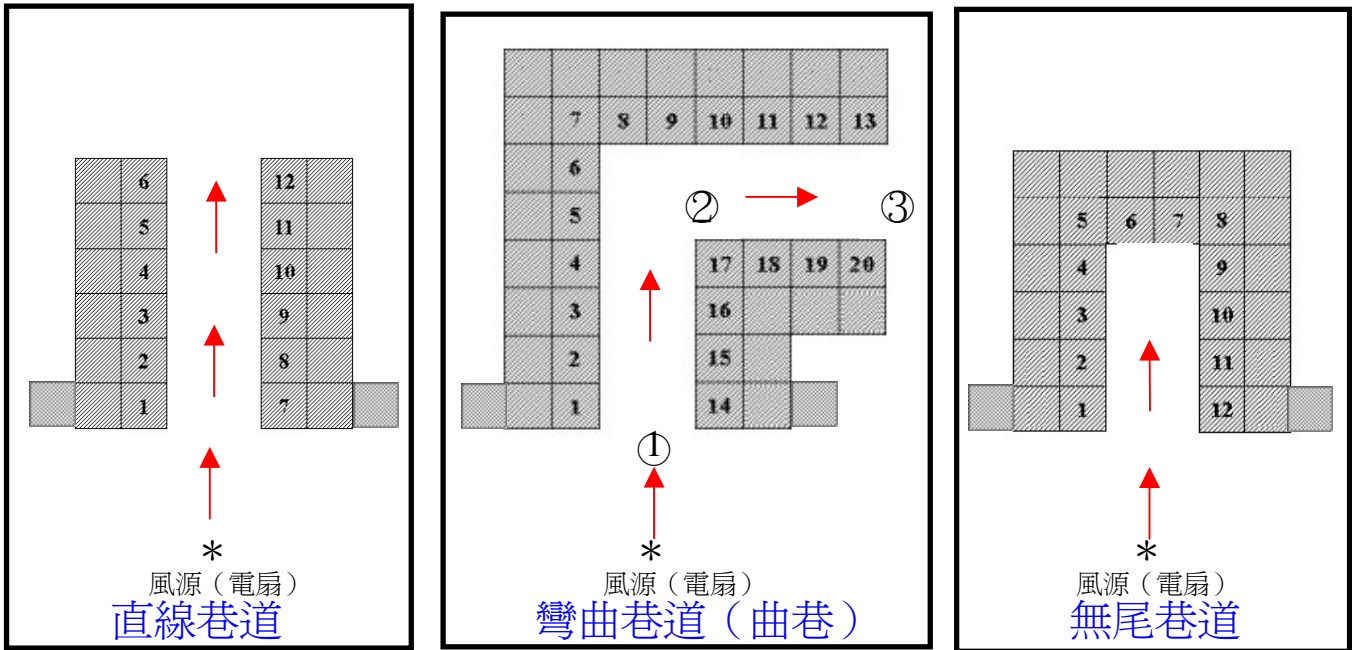


- 甲、方法：**
- 1、利用長方體小木箱排成直線巷道、無尾巷道（死巷）和轉彎巷道。
  - 2、以燒香的白煙放在風源前，觀看白煙的流動情形。
  - 3、以電風扇為風源，在巷道定點①~④放置風力計檢測。
  - 4、用自製 B 型風力計及專用風力計檢測風力。
  - 5、利用點燃蠟燭，觀看火焰變化情形(弱風)。

**乙、結果：**

**A. 風流動情形記錄圖**

風力：弱風



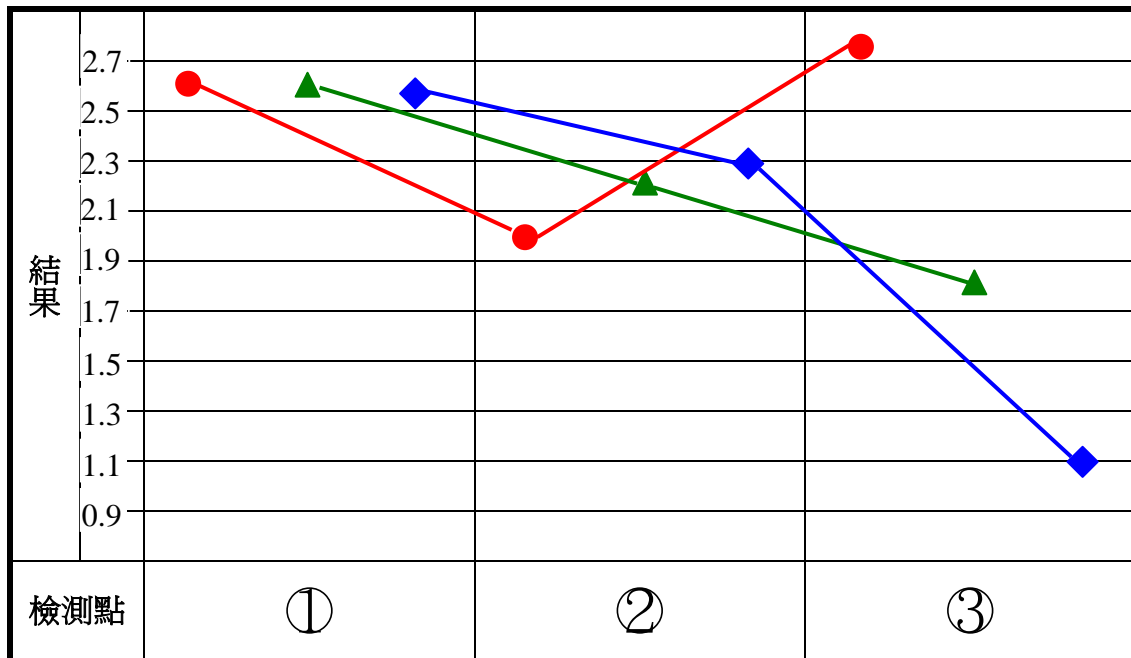
**B. 風力變化紀錄圖表（一）（自製風力計）** 風力：強風



註：● 代表直線巷道，▲ 代表轉彎巷道，◆ 代表無尾巷



風力變化紀錄表（二）（專用風力計）風力：強風



註：● 代表直線巷道，▲ 代表轉彎巷道，◆ 代表無尾巷

### 丙、發現

- (1) 直線巷道離巷口越遠風力變大的情形越大。
- (2) 彎曲巷道②號處風力會變大但到③號風力就變小。
- (3) 無尾巷道②號處風力明顯變小。

### 研究五 探討巷道的寬度、長度、高度和風力變化的關係

#### 甲、方法：A，直巷道巷道寬度

1. 利用長方體小木箱排成長 60cm、高 30cm 的直巷道，巷寬分別為①15cm ②25cm ③35cm。
2. 分別在檢測點①、②、③...，利用電扇做成風源分別用自製 B 型風力計和專用風力計做實驗檢測。
3. 分別紀錄並製成圖表做分析。

#### B，直巷道巷道高度（兩旁建築物高度）

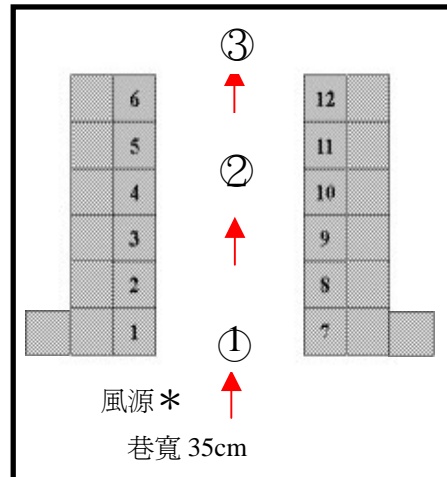
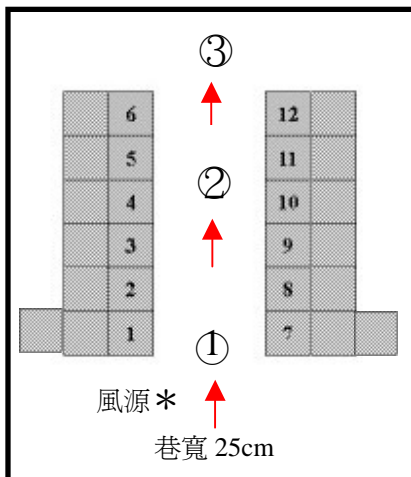
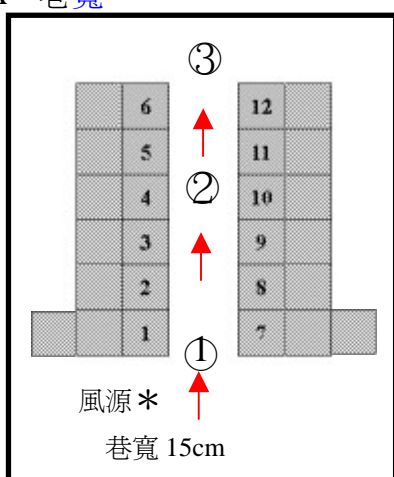
- ①利用長方體小木箱排成長 60cm、寬 20cm 的直巷道，巷高分別為①15cm ②30cm ③45cm，再如實驗 A 方法進行。

#### C，直巷道巷道長度

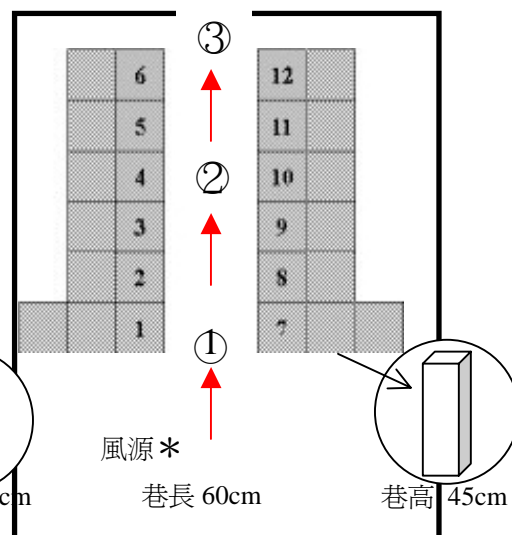
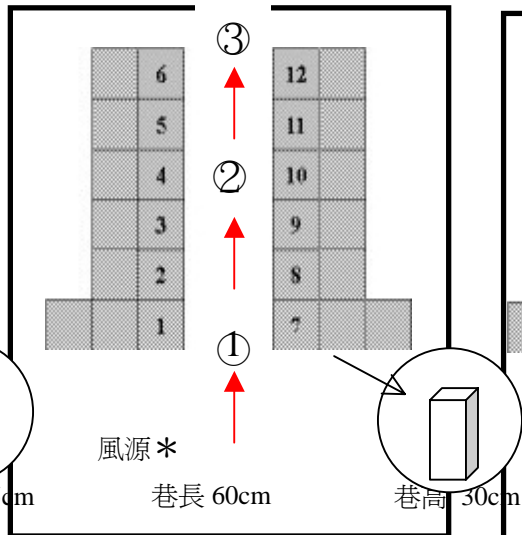
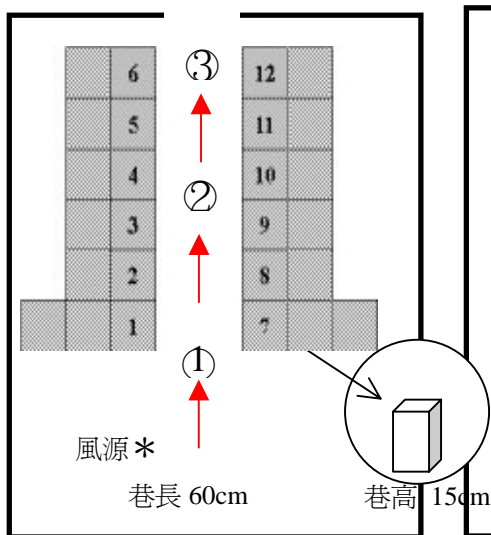
- ①利用長方體小木箱排成寬 20cm、高 30cm 的直巷道，巷長分別為①40cm ②60cm ③80cm，再如實驗 A 方法進行。

乙、結果：

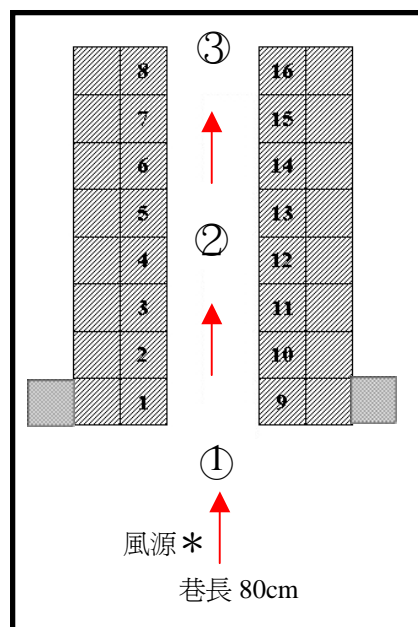
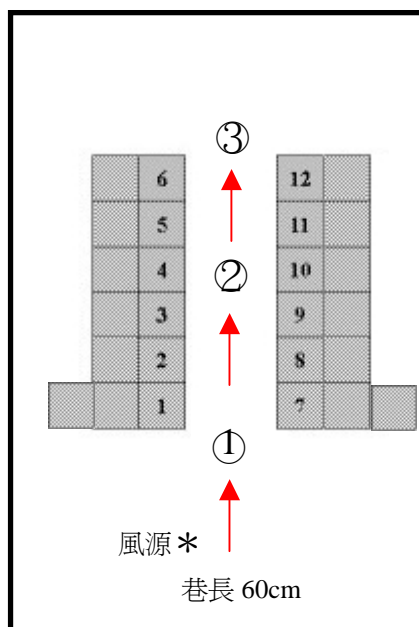
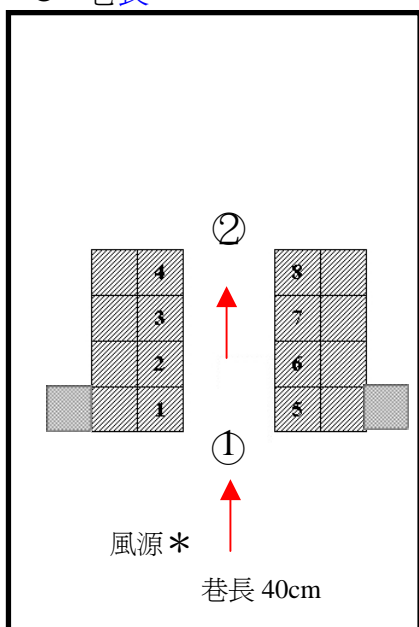
A、巷寬



B、巷高



C、巷長



巷道寬度、長度、高度和風力變化關係實驗結果記錄圖表

項目	寬 度			高 度			長 度		
	大 35cm	中 25cm	小 15cm	大 45cm	中 30cm	小 15cm	大 80cm	中 60cm	小 40cm
結果 比較名次	3	2	1	1	2	3	1	2	3
備註	風力：強風 風力計：專用風力計						1 代表風力最大		

丙、發現：

- (1) 直通巷道，巷道寬度和巷道內的風力變化情形成反比。
- (2) 直通巷道，巷道高度和巷道內的風力變化情形成正比。
- (3) 直通巷道，巷道長度和巷道內的風力情形成正比。

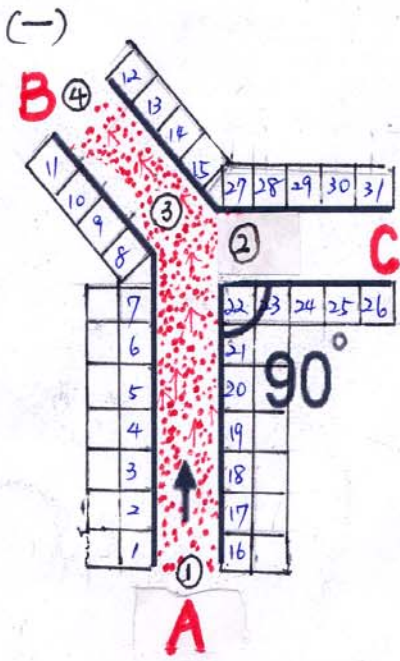
研究六 探討風流入巷道岔道內的分佈情形及風力變化情形。

- 甲、方法： 1. 利用長方體大小木箱排成岔巷道（如下列圖形）  
2. 如研究四實驗方法進行檢測。

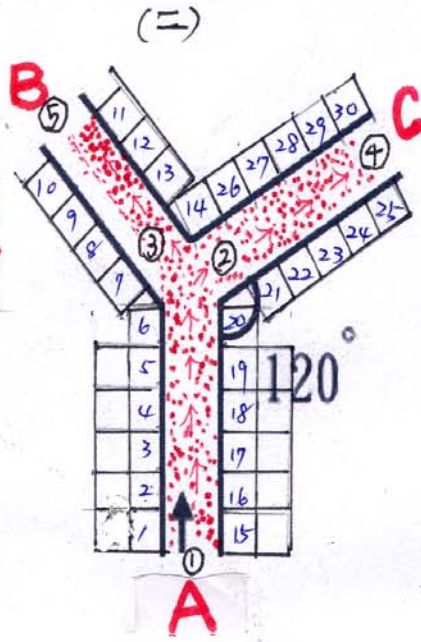
乙、結果：

註：A、B、C 巷道寬度均為 20cm。

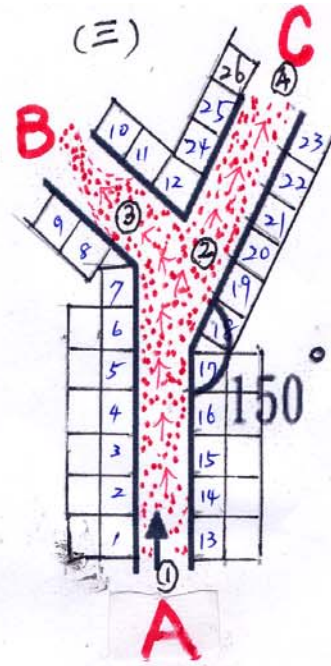
**A、風力分布情形** 風源：電風扇



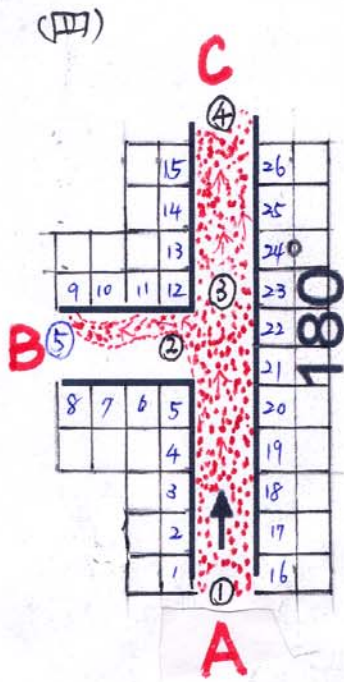
風源



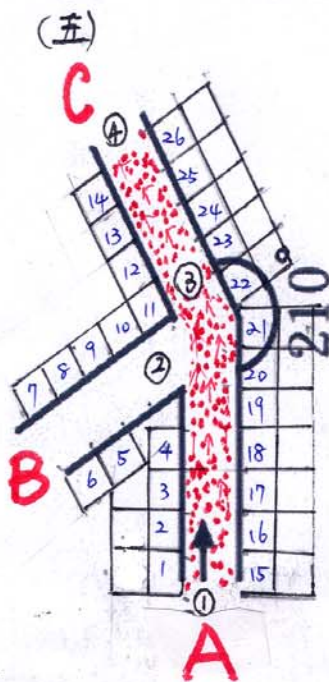
風源



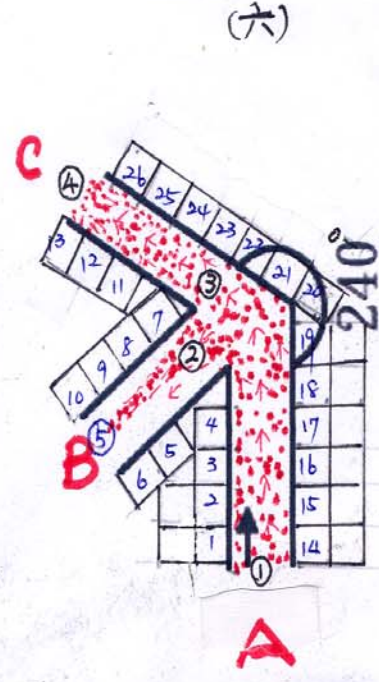
風源



風源



風源



風源



### 丙、發現：

圖（一）風由 A 巷口吹入，沿著 B 巷道右側風力較大，左側只有很微弱的風，但到巷口④有均勻的風出現。（左、右）

圖（二）風由 A 巷口吹來，沿著 B 巷道右側風力較大，B 巷口左側的風都很微弱，風繼續延右側流動而造成左小右大的情形。

圖（三）風由 A 巷口吹入，由於風直接撞到 C 巷道，所以反彈後就充滿 C 巷道，而風經此岔道會在 B 巷道中形成彎曲的氣流。

圖（四）風由 A 巷口吹入，A 巷、C 巷成一直線，遇到左側的 B 巷道岔道處，會在 B 巷道中形成角度較小的彎曲氣流。

圖（五）風由 A 巷口吹入，由於風直接撞到 C 巷道而產生  $>150^\circ$  的入射角，所以反彈後就充滿 C 巷道，在 B 巷道岔道口出現風力微弱的現象。

圖（六）風由 A 巷口吹入，撞到 C 巷道反彈後會與原來的風混雜，而造成岔道處風力紊亂且反向流入 B 巷道中。

### B、風力變化情形

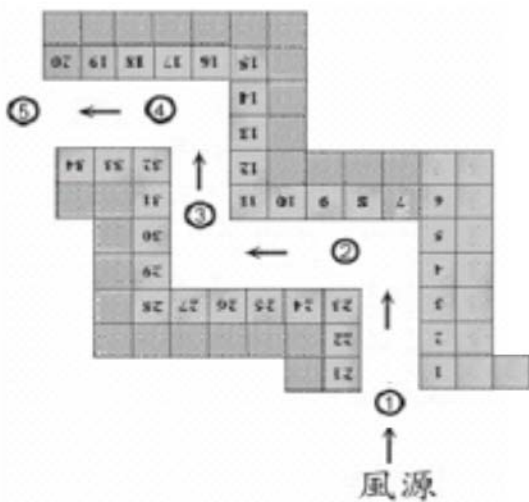
巷道岔道內風力變化檢測結果記錄圖表

項目	檢測點	①	②	③	④	⑤	備註
	岔道類型						
結果	岔道（一）	2.53	0	2.3	2.1		風力計： 專用風力計 風力： 強風
	岔道（二）	2.51	2.1	1.58	1.84	1.65	
	岔道（三）	2.54	2.42	2.3	2.2		
	岔道（四）	2.52	0.81	2.4	2.1	1.14	
	岔道（五）	2.48	0.2	2.31	2.1		
	岔道（六）	2.56	0.56	2.24	2.15	0.2	

### 研究七 探討巷道風通過連續彎道對風力變化的情形。

- 甲、方法：
1. 利用長方體小木箱排成連續彎道（如下面圖形）
  2. 如研究四實驗方法進行檢測。

## 乙、結果



↑  
風源

連續彎道風力變化情形檢測結果記錄圖表



註：● 代表無蓋 ▲ 代表有蓋 風力：強風

- 丙、發現：
1. 風進入巷道後的風力都大為減弱。
  2. 單向連續彎曲設計的巷道，更不利於風的流通。
  3. 彰化鹿港的「九曲巷」就是利用此原理建築房屋之時，每十間左右路便一曲，一來風力即被建築物所阻而分散，冬天寒意逼人、但「九曲巷」內則靜暖如春，證明曲巷有著不受海風侵襲的功用。

研究八 實地印證建築物和風的關係。

甲、方法：(A)、本市大街小巷，不同巷道（限風的來向和巷道走向相同）利用自

製 C 型風力計實地檢測風力的變化情形。

(B)、探索彰化鹿港的「九曲巷」建築之玄機。

## 乙、結果：

### A、本市巷道實地檢測結果

穿梭大街小巷  
觀察、研究、實測

**日誌**

實測紀錄表

本市建市之初街道方位之取向何風向關係探討紀錄

- ①訪問氣象所記錄
- ②訪問市府記錄

### B、彰化鹿港「九曲巷」建築玄機

九曲巷地圖

鹿港 **九曲巷**  
觀察、研究、實測

**日誌**

實測紀錄表

訪問鹿港鎮公所記錄  
訪問鹿港鎮老人會記錄

## 陸、討論

一、二百多年前先民防風建築科學（鹿港「九曲巷」）的探討。

1、由電腦網路所得—大部分的鹿港老街中的巷道大多可稱為「九曲巷」。它是鹿港巷道的一大特色。其中以「金盛巷」在「九曲巷」方面的特色表現最明顯。同時也保存的最為完整，因此在此研究中，就以「金盛巷」作為研究對象。

2、由金盛巷實地觀察，現有保存下來的古代民居所得發現：

(1) 巷道：狹隘彎曲多折，設計原則為 T 型交叉方式和一般的十字交會方式不一樣，十分特別巧妙。

(2) 房屋：建築時，採迂迴方式排列建築，每建 10 間左右路便一曲。

二、鹿港「九曲巷」的生活智慧。

由實地檢測結果：

印證：九曲巷的曲折雜亂隨者產生了幾個功能。

1、防風防砂：巷道狹隘彎曲多折，強勁的風力被建築物所阻而分散，削弱了風力。

2、防盜匪：鹿港接近河岸洪口，時有海盜出沒，由於巷道曲折，可以防止海盜土匪的侵擾。

3、形成一種特殊的生活空間—冬天寒意迫人，但進入「九曲巷」內則靜暖如春，成為左鄰右舍往來交談及孩童嬉戲玩耍的最佳空間。



三、本市街道設置之初，是否有避開東北季風來向的考量？

我們穿梭學區內(舊市區)大街小巷，首先利用風向器，測定風向來選擇測試地點，發覺本市建市時(日本統治期)對舊市區街道走向規劃和東北季風風向有關，引起我們研究興趣。

結論：

- 1.本市市街最先是棋盤型再擴展成輻射型設計。
- 2.街道的走向和東北季風的風向不同，大概有避風的考量。

(詳細探討過程請看附件)

### **柒、研究結論**

- 1、大家所搜集設計製作的風力計，都無法簡單明確顯現出明確的數據不理想也不完美。
- 2、我們所設計的風力計不易對很微弱風的測定，應設法找到更精準的測微風風力計。
- 3、風是直線進行的，遇障礙物會轉彎轉向，造成同時間風向不同。
- 4、風撞到較高的建築物，風必定四散，致使風越強。
- 5、樓層低的建物對四週風力影響不大，大致維持在原受風的狀況。
- 6、建物高低，在建物附近的風向都會向建物左、右兩側偏向。
- 7、風撞到較寬的建物，風會往四周分散，且擋風面較寬，使風力更為增強。
- 8、大樓寬、窄和背風面的面積成正比。
- 9、直巷道巷道兩旁建物的高度，巷道的寬度、巷道的長道、巷道的長度會影響巷內風力的變化。
- 10、單向連續轉彎彎曲設計的巷道，不利於風的流通，使原來的強風變小變無。
- 11、巷道內有銳角與鈍角的分岔巷道，出現時，風會向角度較大（鈍角）的方向流去，在形成銳角方向的巷道幾乎無風。
- 12、當有分岔巷道正對主風道時，流入分支道中的流量隨夾角的不同，流量會有差異。
- 13、當巷道角度成直角（ $90^\circ$ ）時，在垂直風向的岔道內的風力非常微弱，可見空氣無法垂直轉彎。
- 14、風通過單向的彎道（L型）時，風力可在轉彎處突然增加，但若遇到

單向的連續彎道，則第一個轉彎處就被阻擋了。

- 15、大樓旁有小巷，風由正前方吹入時，經過小巷左側中，左側後，風力會增強。
- 16、風由寬巷進入窄巷時，風力都會增強；若由窄巷進入寬巷，則風力明顯的減弱。
- 17、風吹入巷道，風力會集中在巷道中間，致使風力增強。
- 18、蠟燭火焰對風非常敏感，由觀察火焰的走向，可以看出空氣的流動情形。
- 19、本研究最得意的是：
  - A、日常生活用品製作實驗器。
  - B、研究工作不停，如風力計的製作，在地方展一週前才研發出 C 型。地方評分前一天才發現利用蠟燭火焰來觀察風的走向。

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會  
評 語

---

國小組 生活與應用科學科

佳作

080819

200 多年前生活智慧大公開-探討鹿港『曲巷  
冬晴』防風科學之玄機

臺中市西區忠孝國民小學

評語：

本作品探討建築物排列對風的影響，且自製風力計與模擬巷道，兼具創意與動手能力，且作品持續改良並到鹿港實地驗證，故推薦為佳作。