

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 地球科學科

佳作

080502

掀風倒谷—都市風場峽谷效應的觀察與研究

學校名稱：國立新竹科學園區實驗高級中等學校(國
小部)

作者： 小五 陳禹睿 小五 翁維嘉 小五 黃煜翔 小五 林品諾 小五 彭曼妮 小五 張芷睿	指導老師： 林育生
---	------------------

關鍵詞：峽谷效應、都市風場、狹管效應

摘要

本實驗以透過實地走訪、文獻探討、模型操作，以觀察及分析了解造成新竹人困擾的都市峽谷效應，並希望透過各式實驗讓人們可以更了解這樣的地質現象，並可以了解哪些地點容易發生這樣的現象以小心安全。

而本研究完成後發現當建物形狀符合風場、巷道狹窄至臨界點、街口面朝風及廣大處、周遭沒有可以阻止風運行的建物或巷道旁有許多排列整齊高樓的地方較容易出現峽谷效應。而在我們討論過後建議只要將建物距離加大、房屋間距統一且注意臨界值、巷頭巷尾統一寬度、設立告示牌提醒用路人或在建物興建時加入風道思考設計，即可防止峽谷效應對人們的傷害。

壹、研究動機

新竹，我們的家，有一個很特別的稱號，叫做「風城」。這個稱號可不是隨便說說而已，秋冬季的九降風，吹乾了新竹的米粉和柿子，變成了新竹的特產。隨著市區經濟發展，高樓大廈也越蓋越多。雖然社區大一點是好事，但似乎感覺風又更大了。上網查了才知道，高樓大廈阻礙了風的運行，進而讓風聚集在某個地方，形成「峽谷效應」又稱「狹管效應」。

騎摩托車時，感受尤其明顯。在陣陣強風中，想要維持平衡都很困難。穿厚重衣物增加點重量?沒用。撐傘擋風?沒用。甚至還發生過五六歲孩童抱著柱子，被吹得東倒西歪的事件。面對吹襲而來的強風，大家只好躲在室內足不出戶，漫長的冬日幾乎毫無樂趣可言。這個令人恨得牙牙癢的「峽谷效應」，到底是什麼呢?

「峽谷效應」，是一種在大都會中很常見的現象。城市中，在樓間距密集的狹窄地帶形成類似峽谷的氣流運動，主要危害為局部風力增大導致的大風災害。我們居住的新竹，沖積平原由東南向西北呈「喇叭狀」開敞，無論東北季風或西南季風一進入，風勢即受約束而增強。例如東北季風到此也略轉為北風，加上地形的關係，就像一股「穿堂風」一樣貫入新竹。新竹沿海一帶冬季季風甚強，風害甚烈，民間早就有「新竹風、基隆雨」的諺語。

所以，我們想比較看看市區中，建築物較多及空曠地方的風速、風力有甚麼不同，進而觀察出「峽谷效應」對於都會區人們生活的影響、幫助及壞處。

貳、研究目的與待答問題

研究目的

- 一、了解峽谷效應的原理。
- 二、實際測量及觀察新竹不同區域的風場及內部產生的峽谷效應。
- 三、峽谷效應的模擬與探討。

待答問題

- 一、了解峽谷效應的原理為何?
- 二、實際探勘觀察並研究，不同風場內的峽谷效應的影響為何?
- 三、製作模型並探討不同建築群間距對於峽谷效應的影響為何?
- 四、製作模型並探討不同建築群長度對於峽谷效應的影響為何?
- 五、製作模型並探討不同建築物變型間距對於峽谷效應的影響為何?
- 六、製作模型並探討不同建築物來風角度對於峽谷效應的影響為何?
- 七、製作模型並探討不同建築物高度對於峽谷效應的影響為何?
- 八、製作模型並探討畸形建築物對於峽谷效應的影響為何?
- 九、討論並分析如何避免峽谷效應的產生?

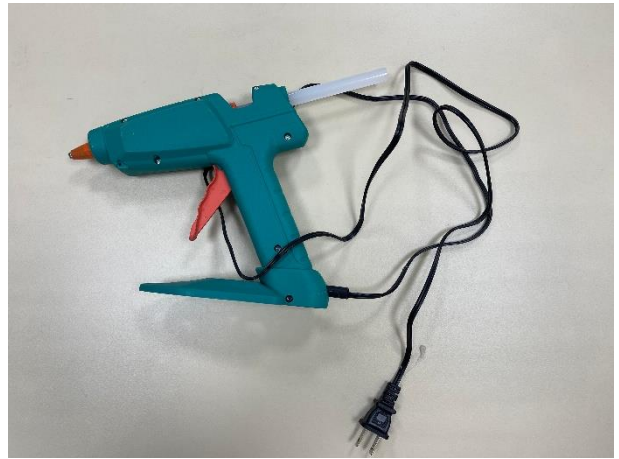
參、研究設備及器材

表一 研究器材表

風速計	厚紙板	壓克力箱	PP 板
捲尺	測距儀	熱熔膠條	熱熔膠槍
長尺	吸管	電風扇	剪刀
防電膠帶	美工刀	紀錄板	地圖



圖一 風速計示意圖



圖二 熱熔膠槍示意圖

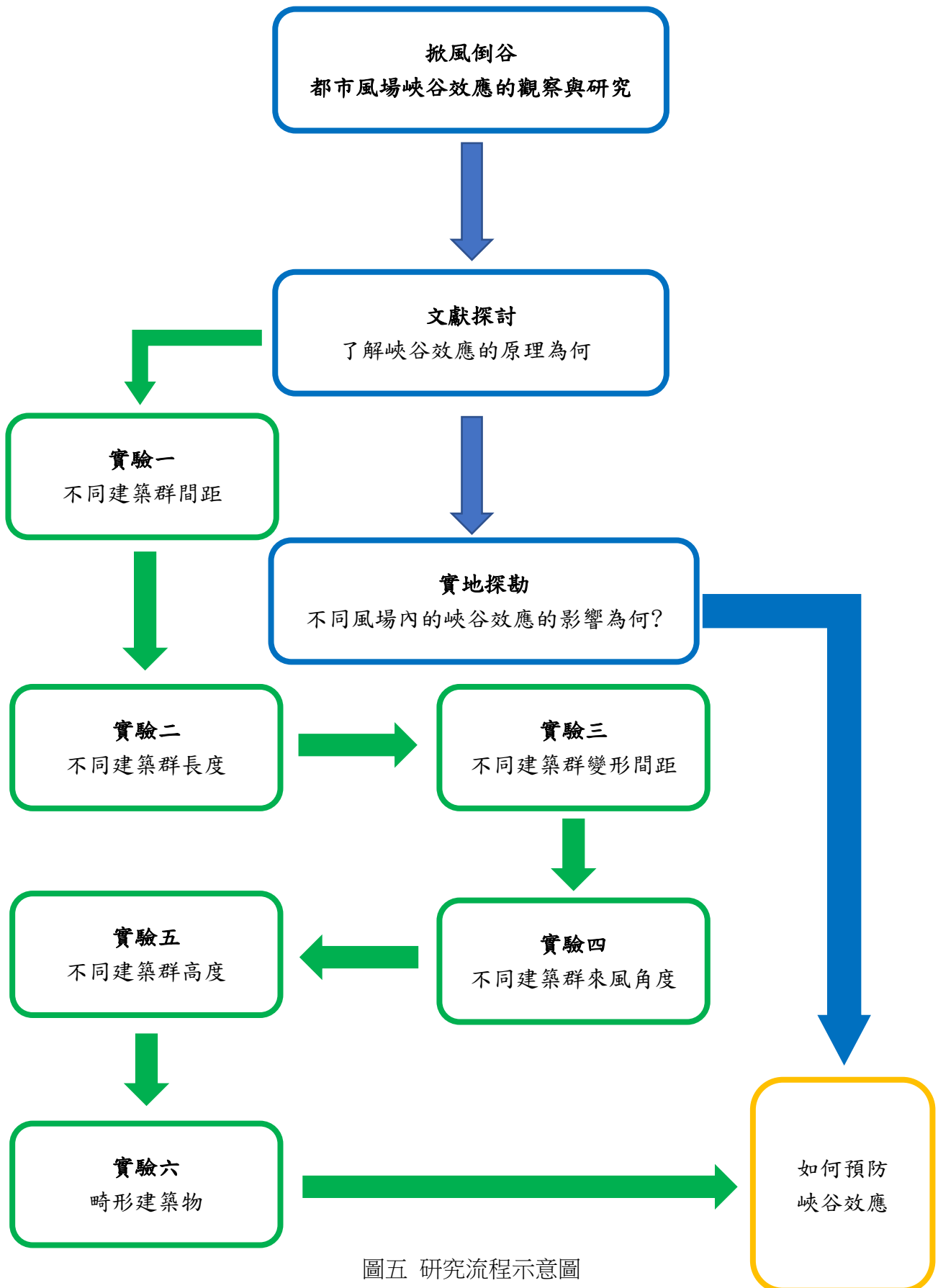


圖三 測距儀示意圖



圖四 吸管材料示意圖

肆、製作過程及方法



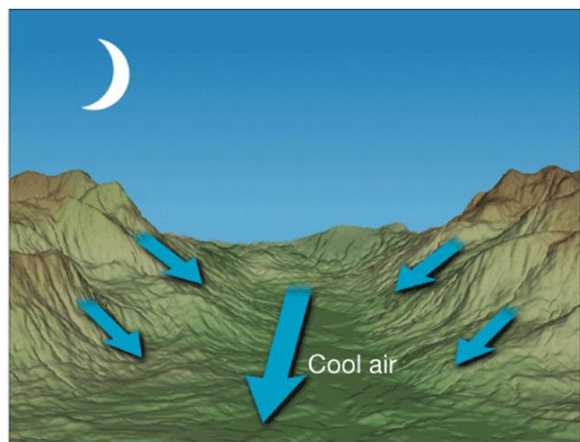
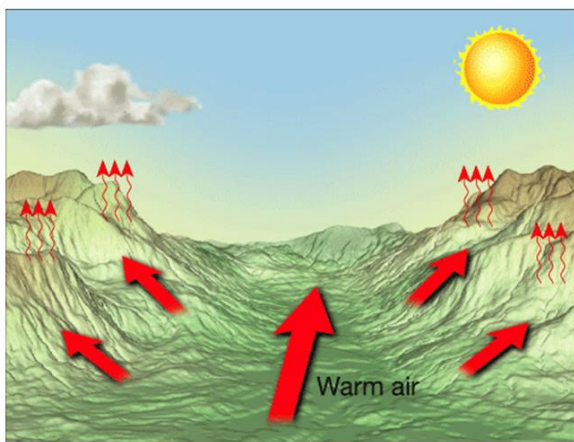
圖五 研究流程示意圖

一、文獻探討

(一)了解峽谷效應的原理為何?

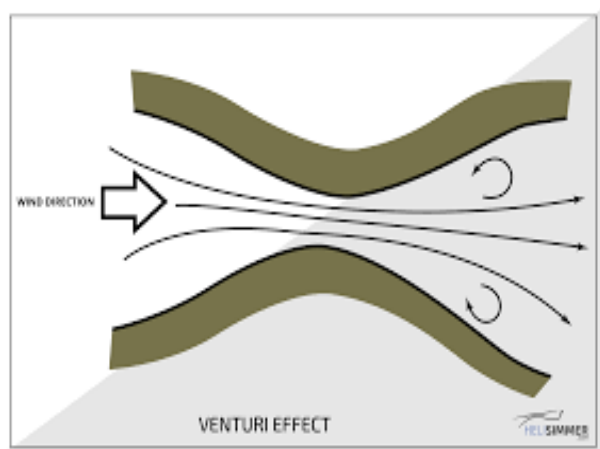
狹管效應，(Valley effect)，又稱為峽谷效應，是指地形峽谷對氣流的影響，當氣流由開闊地帶流入地形構成的峽谷時，由於空氣品質不能大量堆積，於是加速流過峽谷，風速增大，當流出峽谷時，空氣流速又會減緩。

「狹管效應」也叫「峽谷效應」，就像峽谷里的風總比平原風猛烈一樣，城市高樓間的狹窄地帶風力也特強，易造成災害。一些樓間窄地的瞬間風力就大大超過七級，以至於行駛的汽車都會打晃。城市“峽谷風”是各大城市面臨的新問題，有關國際組織早已將其列入大都市面臨的 20 種新的城市災害中。

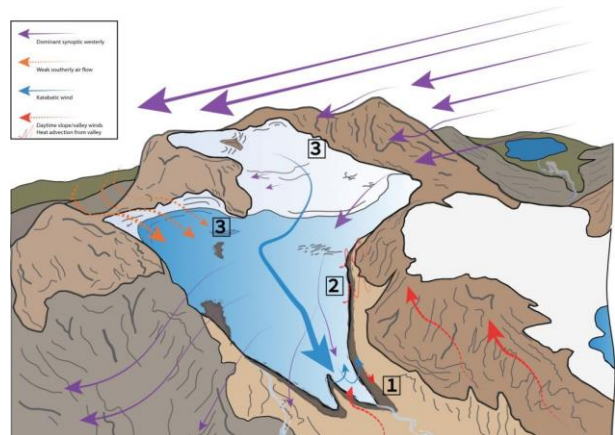


圖六 峽谷效應原理圖

液體在管中流動時，經過狹窄處時流速加快。氣流在地面流經狹窄地形時類似液體在管中的流動，流速也會加快，並因氣體具有可壓縮性，密度也會增大。地球上山地的許多風口和許多地方出現的地形雨都與氣流經過狹窄地形密切相關，由狹管效應而增大的風，稱為峽谷風或穿堂風。



圖七 峽谷效應原理圖



圖八 峽谷效應原理圖

形成條件

- 1、峽谷地形，自然的峽谷地形可對風速產生影響，引發狹管效應。
- 2、高層建築引起狹管效應，就像峽谷里的風總比平原風猛烈一樣，城市高樓間的狹窄地帶風力也特強，易造成災害。

氣象機構測試顯示，在城市颳起六七級大風時，狹管效應能使通過高樓之間的瞬間風力達到 12 級，廣告牌和一些院牆很難抵禦。狹管效應的威力大小，與一個城市高層建築的數量、間距、建築物的位置有著密切關聯。高層建築物越多、體積越大、間距越近，出現「狹管效應」的機會越大，反之則越小。而風速的大小主要會受到兩點影響，第一是天氣系統影響，如寒潮、沙塵暴、颱風等，會引起大範圍、大規模的空氣流動，但這只會出現大風，還不能造成這麼激烈的破壞現象。第二個條件就是當地地形了。許多峽谷地區，大風經過這一地形也就是風口時，經過“狹管效應”的迅速放大，風力將成倍加大，其破壞力十分驚人。

表二 文獻探討整理

篇名	風兒吻上我的家	「風」迴路轉 —以氣流與水流模擬颱風 過山的路徑變化	凌「雲」馭「風」—以霧 化水分子氣流場模型， 模擬颱風在不同環境下的 風場與路徑變化	轉角「呼」見風—探討大 樓模型與風的關係
全國科展 屆數	44	53	55	59
結論及特點	實際製作模型，並以氣象資料分析大台北地區風的特性，並製作風標去預測。	以颱風模擬為主要目標，透過峰及水的模擬颱風路徑及風的大小，主要以沖擊角度作為研究主要變項。	通過設計氣流場模型，並以 led 燈照射觀察，觀察其模擬颱風遇到障礙物的特性。	透過建築物模擬找尋角隅強風，並以多種形狀的建築物進行排列模擬。

而本研究小組在決定要觀察的則是特別會發生在城市中的峽谷效應，因為我們所居住的城市是有著風城之稱的新竹，我們幾個組員都有搭著爸媽的摩托車甚至是汽車，而有突然遭遇強風的部分，在做實驗之前，我們除了上網了解什麼是峽谷效應外，我們還有閱讀之前人們所的文獻，以下是我們整理的作品及其重點和特色。

在做完文獻分析後我們發現做有關於峽谷效應的大多是以颱風為主題去進行，而與我們比較相近的則是目標放在角隅強風，在通過討論後，我們認為我們研究的主要目的可以分成兩個，第一透過實地走訪，找出容易產生峽谷效應的地方再分析，第二透過建築物群的長度及高度的分析，找出峽谷效應在哪一種情形最容易出現並觀察討論。

二、實驗設計

以下本研究將以實驗目的及待答問題進行實驗設計及實驗操作說明

實驗一:不同建築群間距對於峽谷效應的影響為何?

(一)實驗說明:

為了解不同建築物群間距對於峽谷效應的產生有什麼樣的影響所以設計此實驗。

(二)實驗目的及步驟:

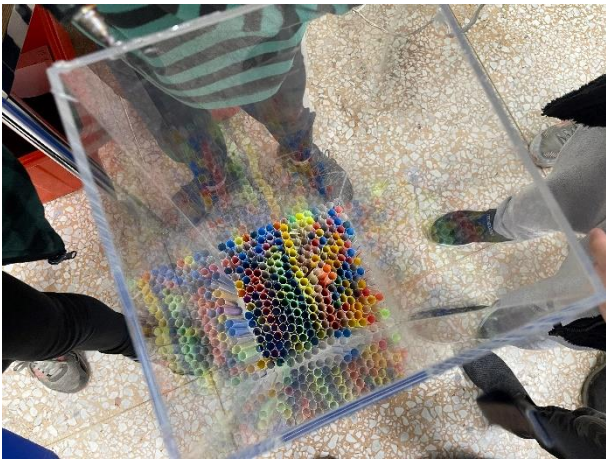
實驗目的:

能夠透過人造模擬自然風場了解不同建築物群間距的峽谷效應。

實驗步驟:

(一)風洞製作

一、為了將人造風源轉為較為自然的風，我們在討論後決定製造一個風洞，用來梳理風的流向並用來模擬自然風。



圖九 風洞製作示意圖



圖十 風洞製作示意圖



圖十一 風洞製作示意圖



圖十二 風洞製作示意圖

二、我們將之前學長姐用來做汽車抓地力實驗的壓克力箱(60公分長)清洗乾淨。

三、並裁切了上底長 20 公分，下底長 35 公分，高為 30 公分的梯形八個，以黏合來做為風洞

的收集風口及解壓縮口。

四、之後根據學長姊留下來的材料裁切長 35 公分及寬 10 公分來作為兩個出口的補強件。

五、利用熱熔膠槍將所有裁切的材料合作黏緊，並於熱熔膠乾掉後，利用防電膠帶進行補強。

六、將買來的大口徑吸管，與組員分工合作，將吸管緊緊地黏在收集風口側的做整風管。

七、等待其膠乾掉就可以準備進行實測。



圖十三 風洞製作示意圖



圖十四 風洞製作示意圖

(二)街區模型製作

一、在經過討論後，我們認為因為我們要做的是看一整群建築所產生的峽谷效應，所以我們不需要製作個別的建築物，而只需要將建築物思考成連結成一整片的樣子，做一個街區模型比較適合我們的實驗。



圖十五 街區模型製作示意圖



圖十六 街區模型製作示意圖

二、我們準備 400 磅厚的西卡紙來作為材料以增加街區模型的硬度，並裁出長 15 公分×寬 15 公分、15 公分×25 公分、15 公分×35 公分、15 公分×45 公分的長方形紙片各一張作為街區

模型的上蓋。

三、我們再利用 400 磅厚的西卡紙裁出長 30 公分×寬 15 公分、長 50 公分×寬 15 公分、長 70 公分×寬 15 公分、長 90 公分×寬 15 公分作為街區模型的牆體，利用熱融膠槍將剛剛上步驟所裁的上課與牆體進行黏合。

四、等待街區模型乾掉後就可以進行實驗了。

(三)自然風場實驗



圖十七 實驗操作示意圖



圖十八 實驗操作示意圖

一、為了了解在沒有街區模型時的風場在距離風洞解壓口多少距離時的自然風速是多少，所以進行此分實驗。

二、在風洞解壓口放上捲尺，並將長度拉至 120 公分。

三、利用風速計以每 15 公分為一單位長度進行測量，並使用兩品牌風速計以減少實驗誤差。

四、每台風速計每單位長度測量各 20 次(測量高度為 15 公分也是風速計站立在桌上的高度)，並在測量完後輸入至電腦，排列大小並刪去前後各十次的極端值平均並討論分析。

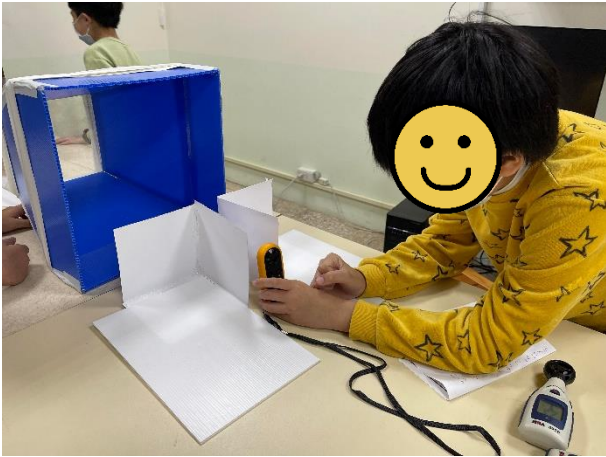
(四)不同建築群間距

一、利用上述分實驗所得到的器具及實驗數據進行不同建築群間距的實驗。

二、此實驗所使用的是長 15 公分×寬 15 公分的建築群，在開始實驗時將其牆體的那一側面向風洞並距離 15 公分，並在後面使用 PP 板及書本作為壓重物固定。

三、在風洞正中央距離解壓口 15 公分處架下牆面，並根據變因測量間距為 5 公分、10 公分、15 公分、20 公分的數據，利用風速計以每 2 秒為一單位時間長進行測量。

四、每台風速計測量變項各 20 次後輸入至電腦，刪去前後各十次極端值後平均並討論分析。



圖十九 實驗操作示意圖



圖二十 實驗操作示意圖

實驗二：不同建築群長度對於峽谷效應的影響為何？

(一)實驗說明:

能夠透過人造模擬自然風場了解不同建築物群長度的峽谷效應

(二)實驗目的及步驟:

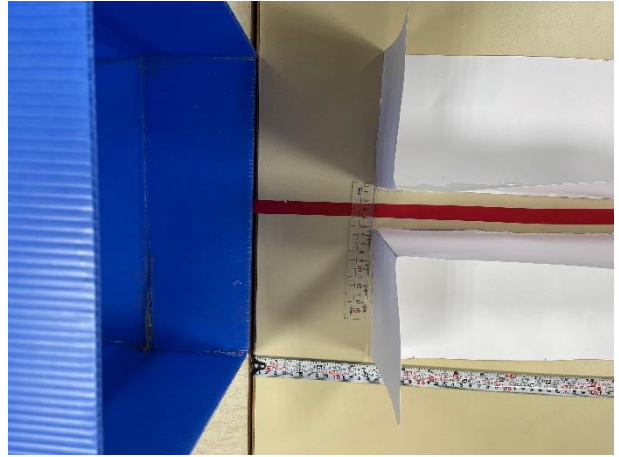
實驗目的:

了解不同建築群長度在模擬自然風場下的峽谷效應為何？

實驗步驟:



圖二十一 實驗操作示意圖



圖二十二 實驗操作示意圖

- 一、利用實驗一所得到的器具及實驗數據進行實驗。
- 二、此實驗所使用的是 15 公分x45 公分的建築群，在開始實驗時將其牆體的那一側面向風洞並距離 15 公分，並在後面使用 PP 板及書本作為壓重物固定。
- 三、在風洞正中央距離解壓口 15 公分處架下牆面作為巷口，並根據變因測量間距為 5 公分、

10 公分、15 公分、20 公分的數據，還有測量深度為距離巷口 0 公分(距離風口 15 公分)、15 公分(距離風口 30 公分)、30 公分(距離風口 45 公分)、45 公分(距離風口 60 公分)，利用風速計以每 2 秒為一單位時間長進行測量。

四、每台風速計測量變項各 20 次後輸入至電腦，刪去前後各十次極端值後平均並討論分析。

實驗三: 不同建築群變型間距對於峽谷效應的影響為何?

(一)實驗說明:

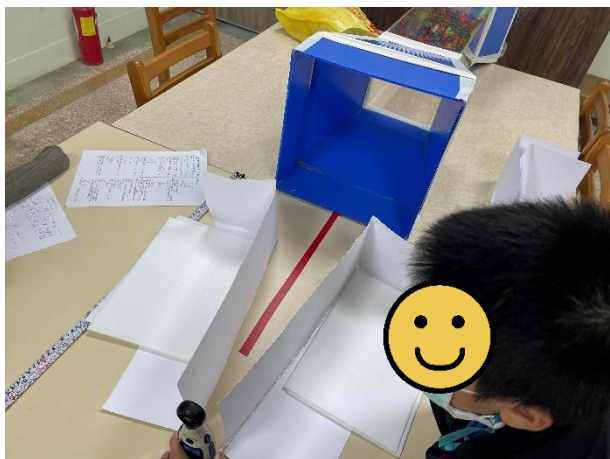
能夠透過人造模擬自然風場了解不同建築物群變型間距的峽谷效應

(二)實驗目的及步驟:

實驗目的:

了解不同建築群變型間距在模擬自然風場下的峽谷效應為何?

實驗步驟:



圖二十三 實驗操作示意圖



圖二十四 實驗操作示意圖

一、利用實驗一所得到的器具及實驗數據進行實驗。

二、此實驗所使用的是 15 公分×45 公分的建築群，在開始實驗時將其牆體的那一側面向風洞並距離 15 公分，並在後面使用 PP 板及書本作為壓重物固定。

三、在風洞正中央距離解壓口 15 公分處架下牆面作為巷口，並根據變因巷口 20 公分(巷尾變項為 15 公分、10 公分、5 公分)、巷口 15 公分(巷尾變項為 20 公分、10 公分、5 公分)、巷口 10 公分(巷尾變項為 20 公分、15 公分、5 公分)、巷口 5 公分(巷尾變項為 20 公分、15 公分、5 公分)，利用風速計以每 2 秒為一單位時間長進行測量巷尾風速。

四、每台風速計測量變項各 20 次後輸入至電腦，刪去前後各十次極端值後平均並討論分析。

實驗四: 不同建築群來風角度對於峽谷效應的影響為何?

(一)實驗說明:

能夠透過人造模擬自然風場了解不同建築物群來風角度的峽谷效應

(二)實驗目的及步驟:

實驗目的:

了解不同建築群來風角度在模擬自然風場下的峽谷效應為何?

實驗步驟:

- 一、利用實驗一所得到的器具及實驗數據進行實驗。
- 二、此實驗所使用的是 15 公分x45 公分的建築群，在開始實驗時將其牆體的那一側面向風洞並距離 15 公分，並在後面使用 PP 板及書本作為壓重物固定。
- 三、在風洞正中央距離解壓口 15 公分處架下牆面作為巷口，並根據變因:與中心線夾 15 度、與中心線夾 30 度、與中心線夾 45 度利用風速計以每 2 秒為一單位時間長、每 15 公分為一單位距離進行測量風速,分別記錄巷口(距離風口 15 公分)、15 公分(距離風口 30 公分)、30 公分(距離風口 45 公分) 、 45 公分(距離風口 60 公分)。
- 四、每台風速計測量變項各 20 次後輸入至電腦，刪去前後各十次極端值後平均並討論分析。

實驗五: 不同建築群高度對於峽谷效應的影響為何?

(一)實驗說明:

能夠透過人造模擬自然風場了解不同建築物群高度的峽谷效應

(二)實驗目的及步驟:

實驗目的:

了解不同建築群高度在模擬自然風場下的峽谷效應為何?

實驗步驟:

- 一、利用實驗一所得到的器具及實驗數據進行實驗。
- 一、此實驗所使用的是 15 公分x45 公分的建築群，在開始實驗時將其牆體的那一側面向風洞並距離 15 公分，並在後面使用 PP 板及書本作為壓重物固定，並利用其他 PP 板立起做為增高牆面(高 40 公分)，並在背後用膠帶固定。



圖二十五 實驗操作示意圖



圖二十六 實驗操作示意圖

三、在風洞正中央距離解壓口 15 公分處架下牆面作為巷口，並根據變因:高度 15 公分、25 公分、35 公分、45 公分，利用風速計以每 2 秒為一單位時間長進行測量風速。

四、每台風速計測量變項各 20 次後輸入至電腦，刪去前後各十次極端值後平均並討論分析。

實驗六: 畸形建築群對於峽谷效應的影響為何?

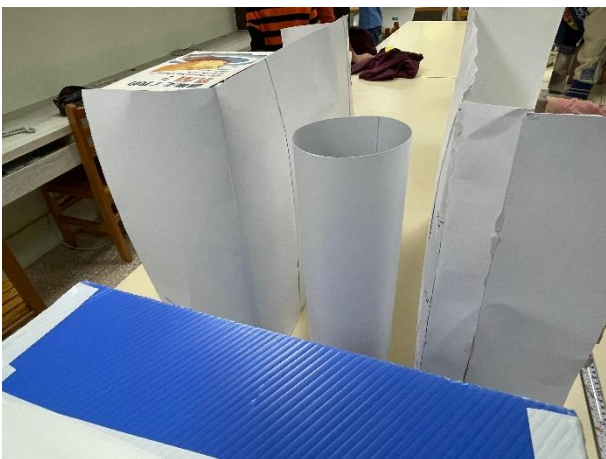
(一)實驗說明:

能夠透過人造模擬自然風場了解畸形建築群的峽谷效應

(二)實驗目的及步驟:

實驗目的:

了解畸形建築群在模擬自然風場下的峽谷效應為何?



圖二十七 實驗操作示意圖



圖二十八 實驗操作示意圖

實驗步驟:

一、利用所準備的西卡紙並裁減成所需要變項形狀:圓柱(直徑 13 公分)、橢圓柱(長軸 21 公分，短軸 13 公分)。

- 二、在開始實驗時將其牆體的那一側面向風洞並且間距是 5 公分，距離風口 15 公分，並在後面使用 PP 板及書本作為壓重物固定。
- 三、並沿著牆體利用風速計以每 2 秒為一單位時間長、每 15 公分為距離單位進行測量風速。
- 四、每台風速計測量變項各 20 次後輸入至電腦，刪去前後各十次極端值後平均並討論分析。

伍、研究結果及討論

以下研究結果部分，將以回答待答問題的方式來進行討論本研究的結果

(一)實際探勘觀察並研究，不同風場內的峽谷效應的影響為何?



為了研究不同風場的峽谷效應我們選擇了爸媽工作附近的新竹某校及爸媽常帶我們去吃飯的金山街和購物的 Costco 商圈進行研究。

我們將地圖中的地點 A:新竹某校分成兩類，一類是窄形地點，另一類是寬形地點；我們對於窄形地點的定義是兩邊牆壁最長距離約為五公尺，而寬形地點則是兩邊牆必須間格 20 公尺以上，在標定好後我們會利用時間拿著風速計去進行測量，我們在測量時會在該地點等待約為 1 分鐘，並高舉雙手慢慢旋轉找尋風的來向，並將最大值記錄下來。

風場 A 觀察與討論

1. 我們將在不同天且不同時段去記錄表三中的地點並整理成表四和表五(請見研究紀錄),再透過表四及表五用其平均所繪製而出的圖三十二及其所計算出來的圖三十三方便分析。

表三 風場觀察地點表



窄一 水溝走廊



寬一 大操場



窄二 c座樓梯



寬二 遊樂場



窄三 圖書館



寬三 小操場



窄四 雙語部天橋



寬四 活動中心廣場



窄五 高中部走廊



寬五 籃球場

2. 從圖三十二中我們可以發現，風速大小似乎與地點是寬是窄無關，兩種地點皆有風速大和風速小的；窄地點風速大的地點有水溝走廊、圖書館、高中走廊，而寬地點有風速大的則有大操場、小操場、籃球場，在我們觀察到這樣的現象後有馬上進行討論，風量會大，可能跟風的來向有關並非地形決定一切。
3. 從圖三十二中可以發現，我們另外測量的地點，無鋒面時的風速較高。因此可以推論，此區在無鋒面時，風速較高，可能是因為該地是由寬到窄的地形，進而形成了峽谷效應。
4. 從圖三十二中可以發現，寬 5 地區的風速較強，經過觀察和討論後，我們推測此區風速會較強，是因為該地四面皆無阻擋，所以各方向的來風都可接應。
5. 從圖三十二中可以發現，窄 2 地區的風速較弱。經過觀察和討論後，我們推測此區風速會較弱，是因為該地三面環牆，來風口極少，導致來風方向難以與巷道走向一致

6. 從圖三十二中，我們可以發現，有鋒面時，較寬的地方風速普遍比較窄的地方大。因此我們經過觀察和討論後，我們推測空曠的地點可接應個方向的來風；而較窄的地方，只能接應 1~2 個方向的來風，所以在實地訪查中，在比較寬的地方容易出現大數據。

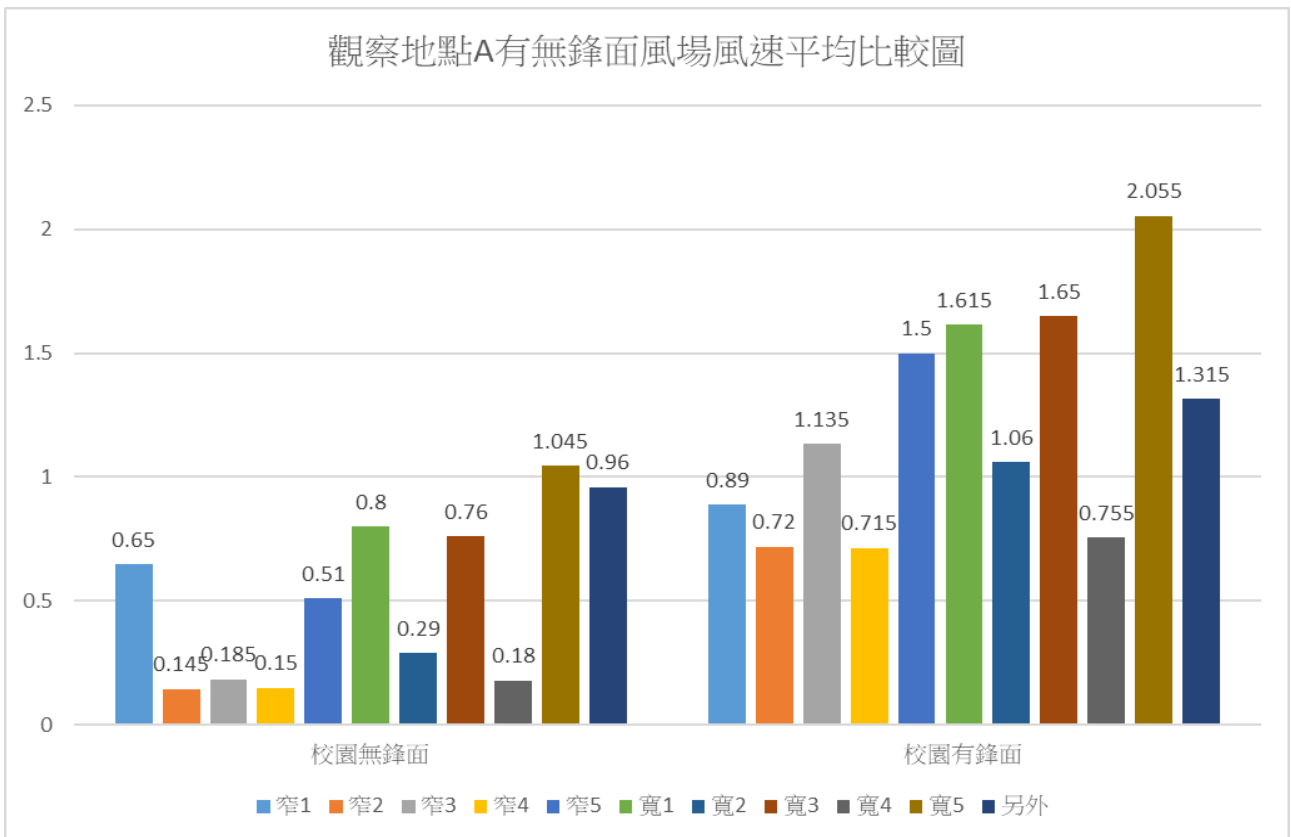


圖三十 風場 A 觀察實驗示意圖

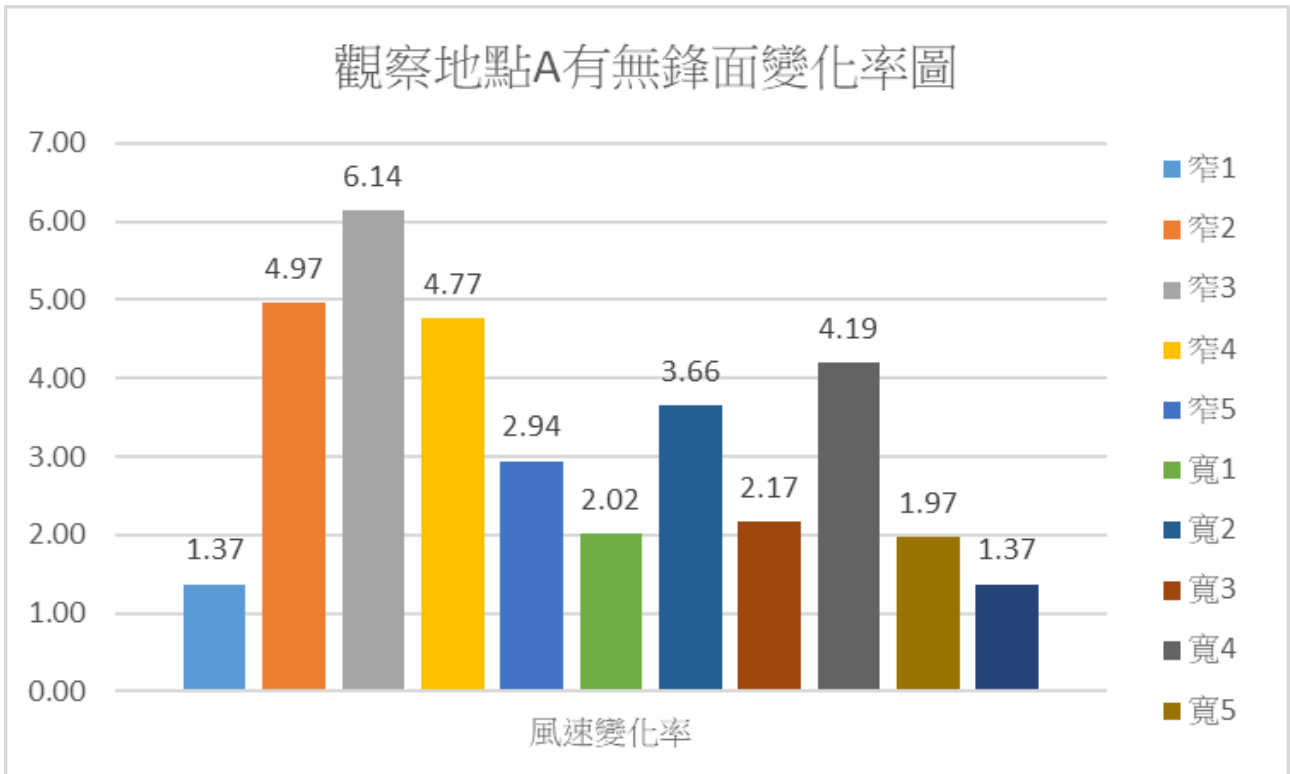


圖三十一 風場 A 觀察實驗示意圖

7. 從圖三十三中可以發現窄地點當有鋒面而且風向正確時，會比無鋒面時的風速變化量來的大，所以我們推論有鋒面而且風向正確時，風速會比無鋒面得來的高，另外我們也推論當封面風向證確實窄地點所產生的峽谷效應較為明顯。
8. 從圖三十三中可以發現變化率較高，不代表風速較大，而是風速相差大，相差較大的地點平日風速雖小，而在鋒面來時風速較大，但容易讓人感受強風危險。



圖三十二 觀察地點 A 有無鋒面風場風速平均比較圖(單位:m/s)



圖三十三 觀察地點 A 風場風速觀察紀錄平均變化率圖(單位:%)(算法:有鋒面/無鋒面)

表八 風場觀察地點表



金山街口



金山街口



全聯路口



金山街中段



金山街公園



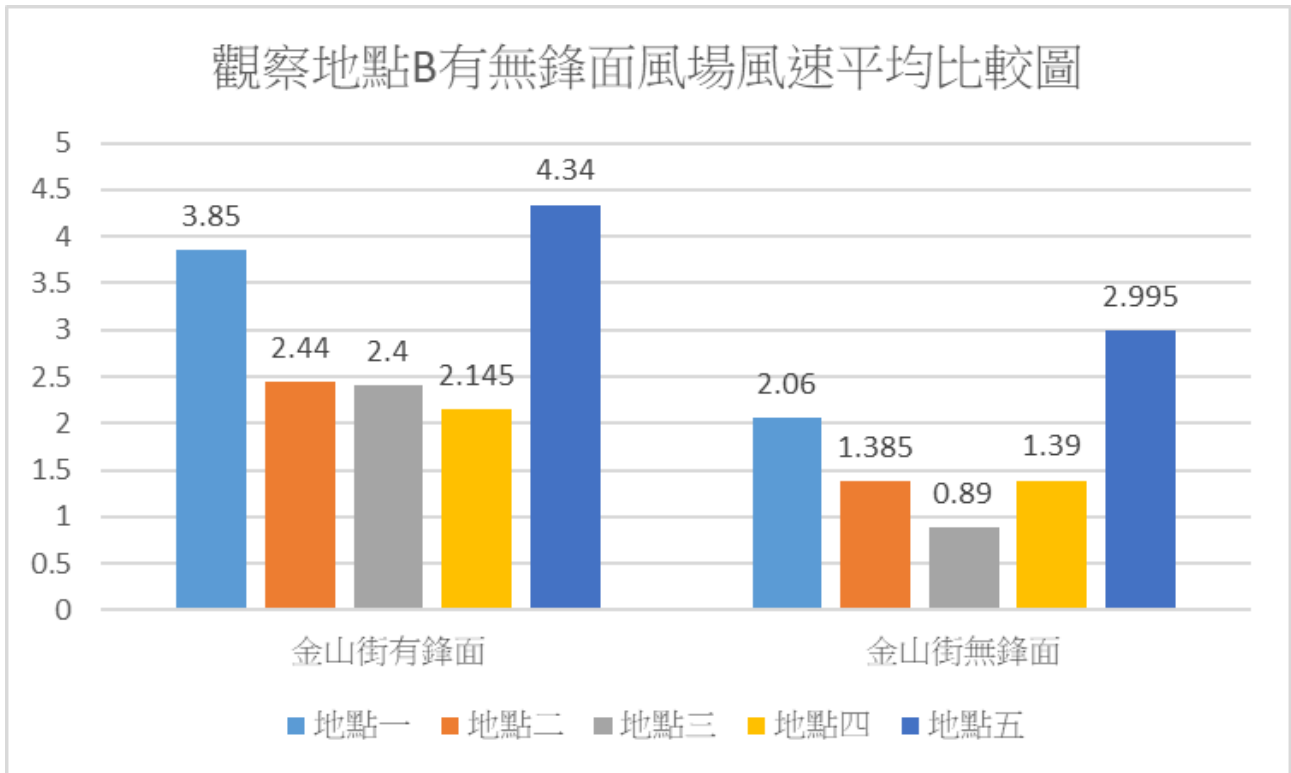
金山面公園

風場 B 觀察與討論

1. 我們將在不同天且不同時段去記錄表八的位置並整理繪製而出的圖三十四及表六、表七(請見研究記錄),再透過表六及表七及用其平均計算出的圖三十五方便我們分析。
2. 從圖三十五中可以發現,不管是有鋒面還是無鋒面時,地點五的風速皆強於其他地點。
3. 從圖三十五中可以發現,第三、四點(金山街中後段)的風速相較於其他地點會特別低。
4. 從上述發現中可以推論,地點五風速會特別強,是因為該地是一個狹窄街道,且前方有廣闊區域。而地點五同時也是五個地點中唯一正對風口方向的。(詳細地形見圖二十八)
從上述發現中可以推論,地點四由於是巷尾處,且離風口較遠,所以風速較弱。(詳細地形見圖三十四)

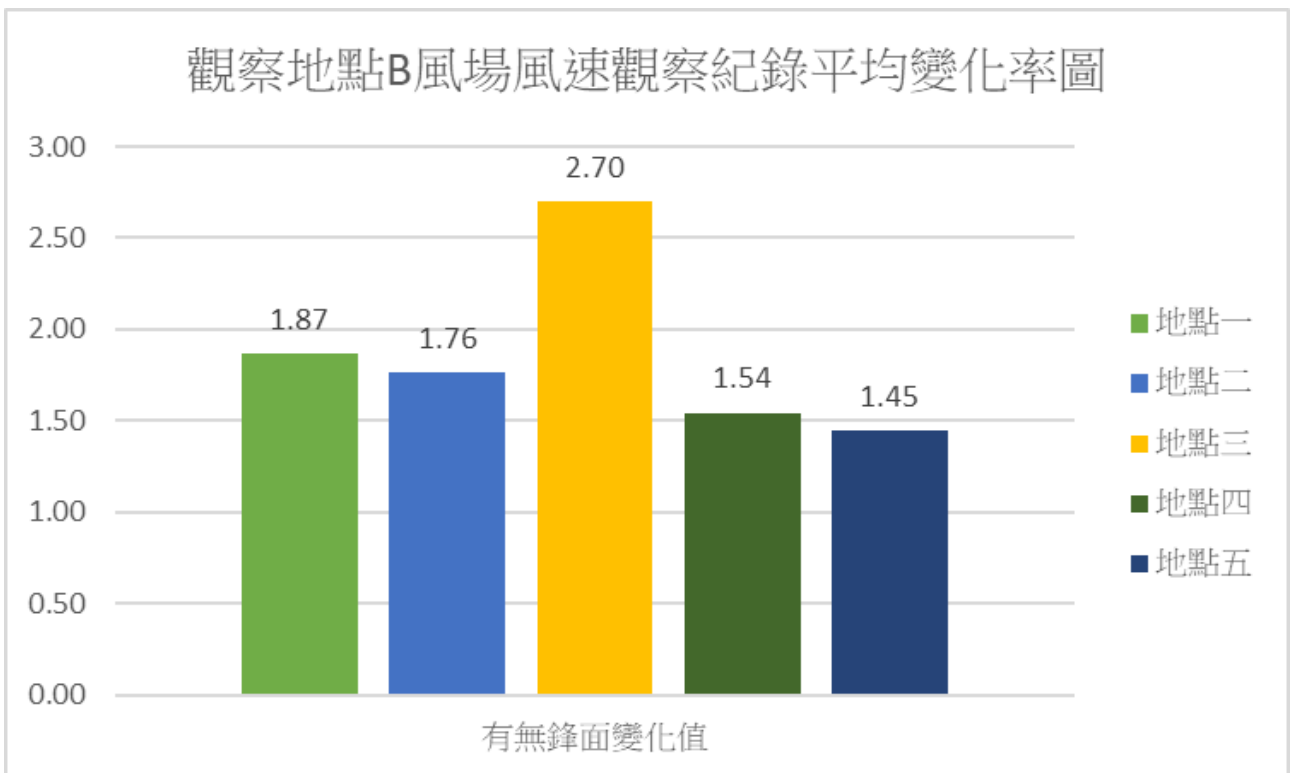


圖三十四 地點 B 風場風速觀察紀錄圖(藍色箭頭為此風場常見風向)



圖三十五 觀察地點 B 有無鋒面風場風速平均比較圖(單位:m/s)

5. 在圖三十六中我們發現金山街的數據相比校園的數據，在有無鋒面的變化量較小，我們討論後發現是因為金山街的起始風速較高所以上升的倍率會比校園低。



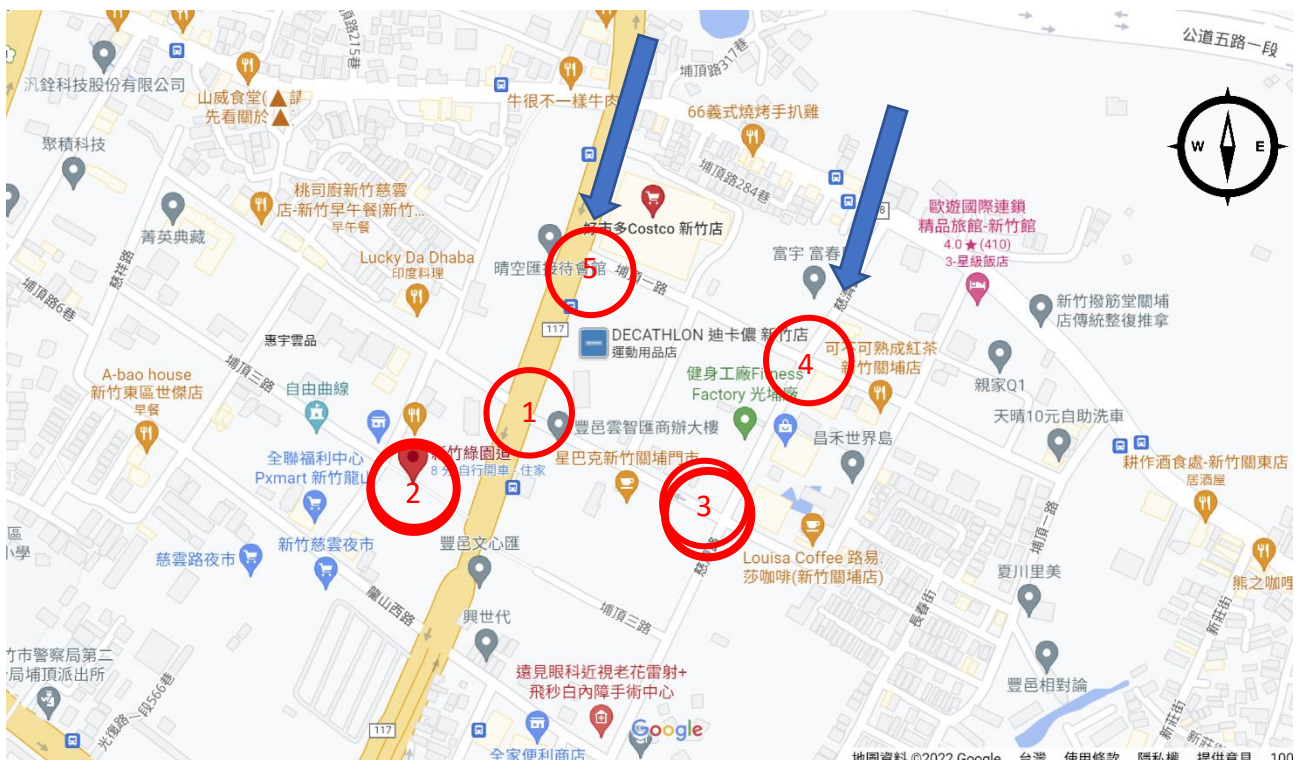
圖三十六 觀察地點 B 風場風速觀察紀錄平均變化率圖(單位:%) (算法:有鋒面/無鋒面)

6. 從圖三十六，我們可以發現地點三的有無鋒面變化量較高，經由討論之後我們推論，是因為地點三的起始風速較低且因為峽谷效應把整條街的風速提高，因此地點三的風速變化量較高。

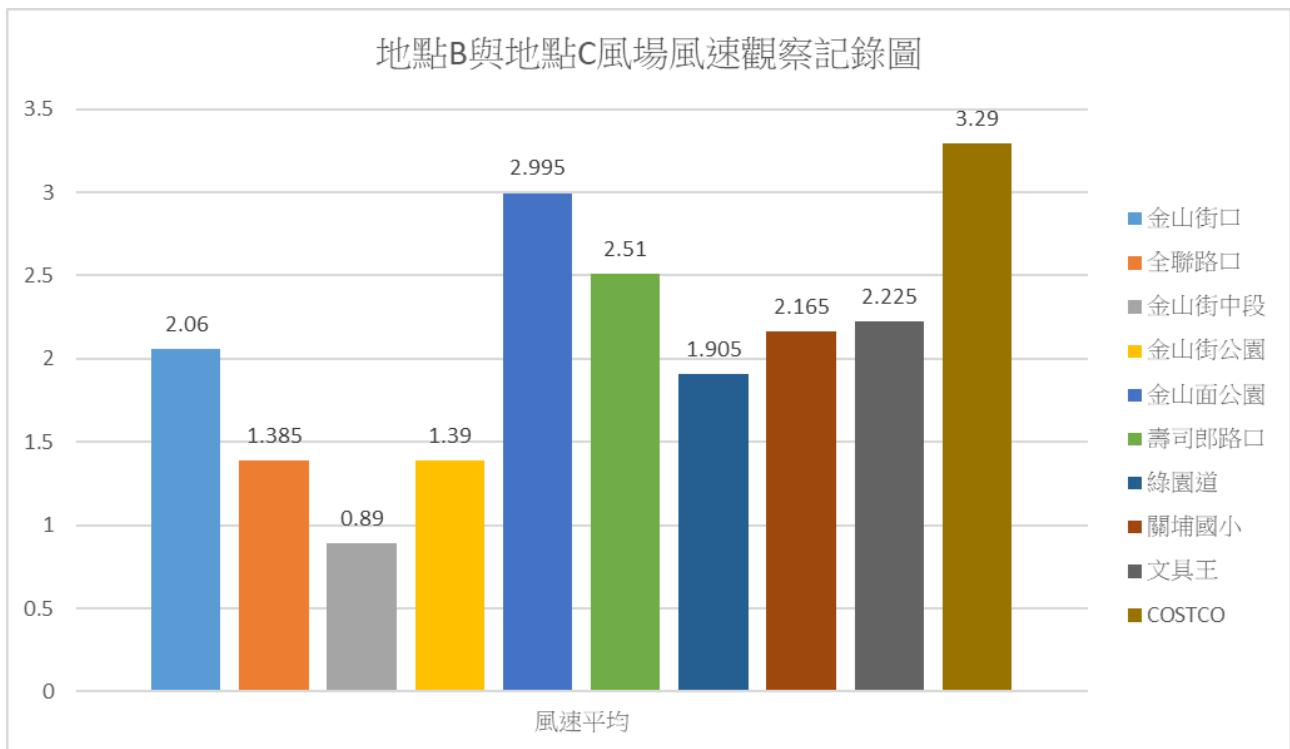
在經歷過場地 A 及場地 B 的實際走訪後我們在小組中討論，根據我們居住地點的不同，我們討論並決定到組員中討論最常遇到令人困擾且常常突如其來有強風的地點 C 進行實地探訪。

風場 C 觀察與討論及綜合比較

1. 本實驗藉由實地走訪觀測圖三十七的地點，製作出表九(請見研究紀錄)後將數據與之前金山街的表六轉為比較圖圖三十八。
2. 從圖三十八中可以觀察發現與討論，Costco 商圈的平均風速是比金山街的風速來的高。
3. 經過我們討論及推論，Costco 商圈的風速會更高是因為該區街道排列較為整齊，所以風速更強，而這點我們是經學校、金山街和 Costco 商圈而推論的，因為學校走道很不整齊，而金山街比學校更整齊，然後 Costco 商圈最為整齊。
4. 從圖三十八中，可以發現 Costco 商圈的地點五和金山街的地點五風速特別快 因此我們經實地訪查與討論，該地點是因是由寬到窄，且過程中沒有建築物阻擋，進而容易產生峽谷效應。
5. 從圖三十八中，可以發現金山街的風普遍較弱，因此我們經觀察與討論 我們推論金山街沒正對風向，使中間的峽谷效應不明顯，但風場 C 位置五有正對風向，使他成為本實驗觀察中風速最大的地方。



圖三十七 地點 C 風場風速觀察紀錄圖(藍色箭頭為常見風向)



圖三十八 地點 B 與地點 C 風場風速觀察記錄比較圖(單位:m/s)

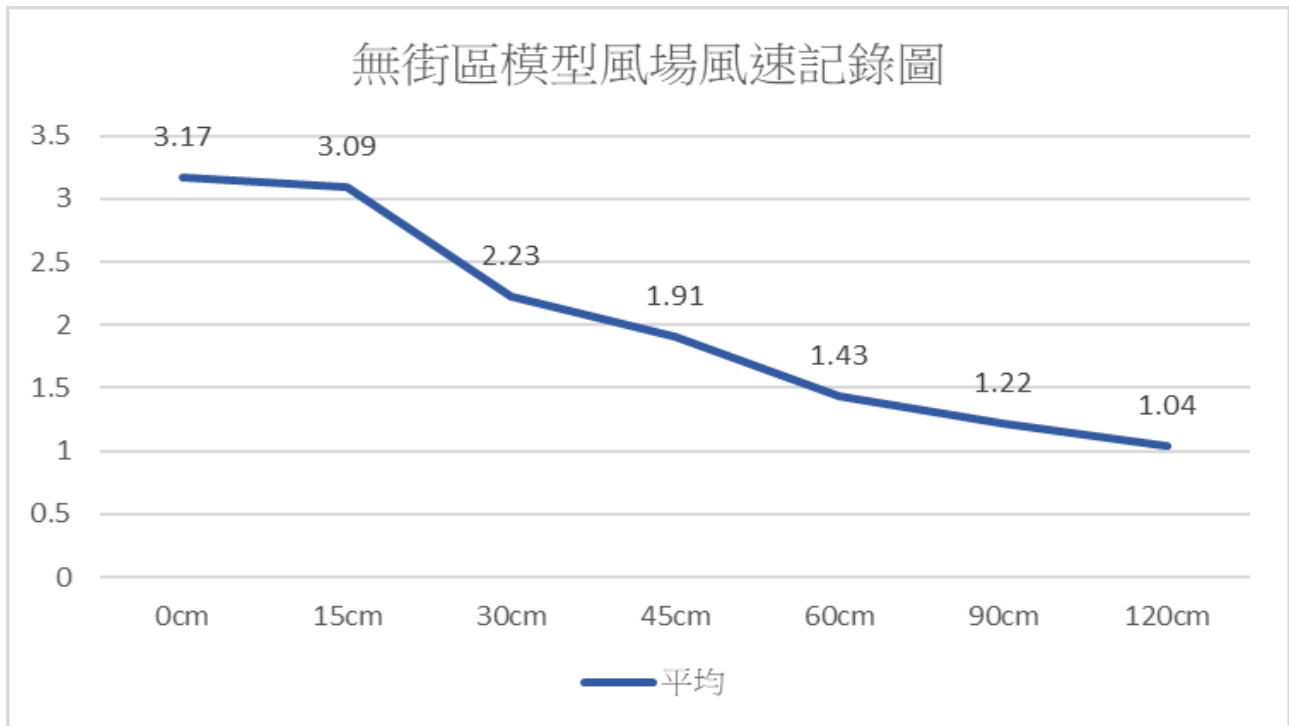
(二)製作模型並探討不同建築群間距對於峽谷效應的影響為何?

本問題將藉由實驗一的研究成果來進行回答，本實驗主要分成兩部分，第一部分是沒有街區模型時的風速記錄，第二部分是有街區模型長 15 公分×寬 15 公分，在開始實驗時將其牆體的那一側面向風洞並距離 15 公分(高度 15 公分)，測量其巷尾(離風口 30 公分，離巷子口 15 公分)的風速，並以街區模型相間距離為變項，分別是 20 公分、15 公分、10 公分、5 公分，進行實驗與記錄刪去極端值，留下中間數值平均進行分析與討論。

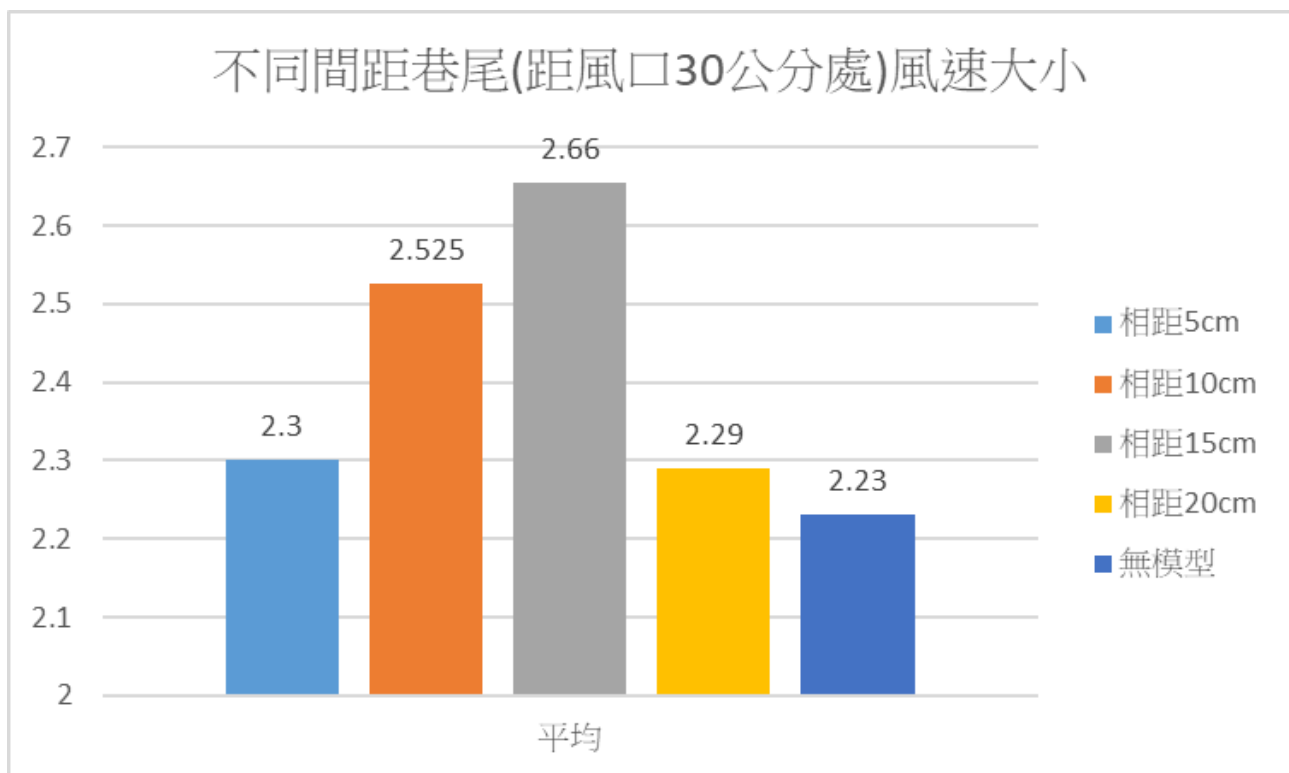
觀察與討論

1. 我們進行實驗並記錄後，輸入到電腦中排序後刪去極端值，以作出表十及表十一(請見研究紀錄)，並透過計算其平均且較好去分析繪製成圖三十九及圖四十。
2. 我們從表十及圖三十九中我們可以看到如同我們所預期的一樣，整體風場的風速會隨著距離而慢慢下降，特別是 15 公分至 30 公分這一段可以很明顯的感受到風速急速的下降。
3. 從圖三十九中我們可以看到風在過了一段距離之後，風速會急遽下降，我們在觀察後推論，多數情況下，在沒有模型時，可能會無法使風聚集，會讓風慢慢散掉，進而使風速下降，從圖三十九中可以推論，當風速下降到一定程度，風速下降幅度會縮小。
4. 從圖四十中我們可以經過討論並推論，建物間的風速並非如同我們所想的間距越小風速越大，而是有一定的間距才會出現最大風速。
5. 從此實驗中，我們可以觀察發現，並不是街區模型的建築越近，其巷尾(距離風口 30 公分)所產生的峽谷效應就越強，他反而像是有一定的極限值，而本實驗在巷尾產生的峽谷

效應最強者則是為間距 15 公分的街區模型，而需要注意的是，從此實驗可以觀察到，在風向正確時，從寬廣(出風口寬 35 公分)到狹窄地點所產生的峽谷效應皆會使風速增加。



圖三十九 無街區模型風場風速記錄圖(單位:m/s)



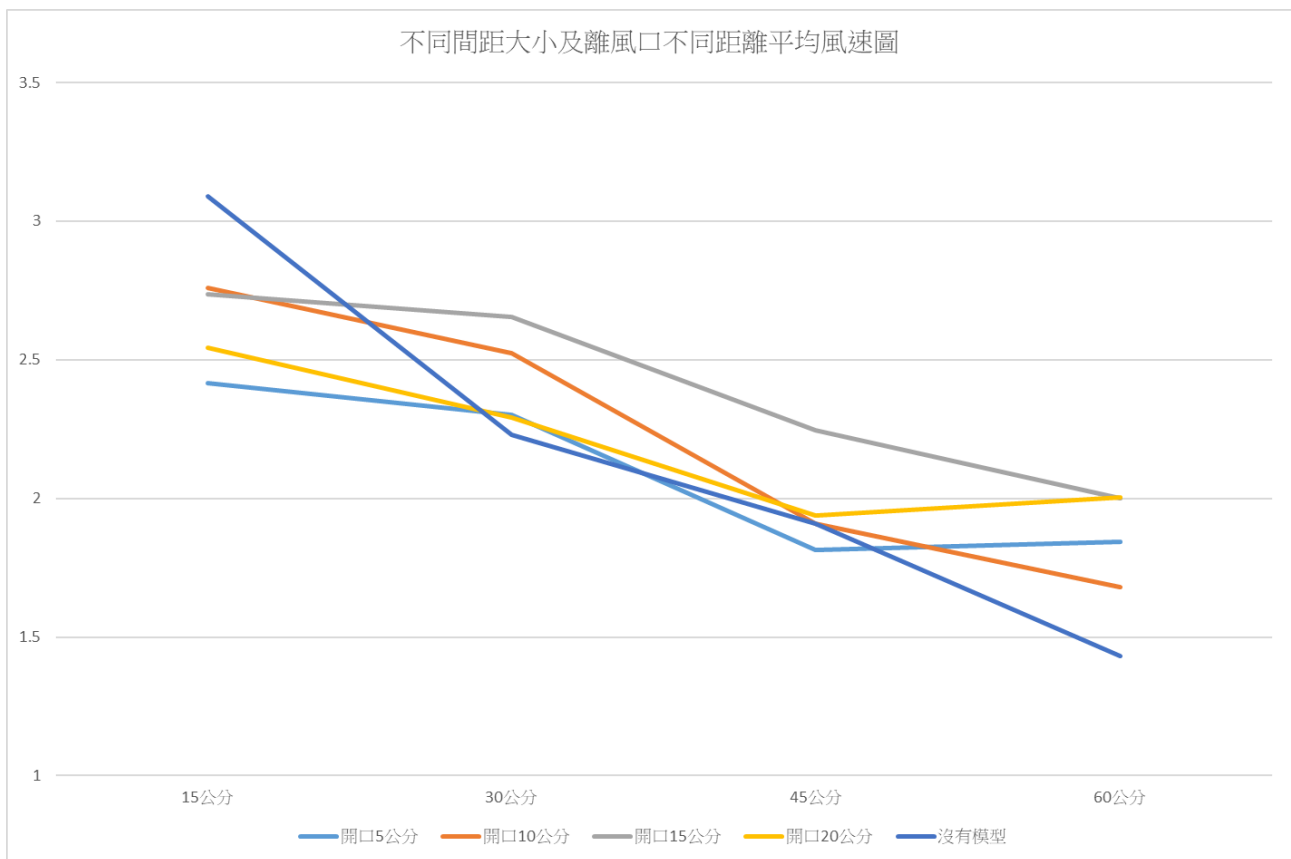
圖四十 不同間距巷尾(距風口 30 公分處)風速大小圖(單位:m/s)

(三)製作模型並探討不同建築群長度對於峽谷效應的影響為何?

本問題將藉由實驗二的研究成果來進行回答，本實驗的變項是在不同的距風口距離:15 公分、30 公分、45 公分、60 公分，在高度 15 公分處以不同間距大小的街區模型做為控制變因來了解所產生的峽谷效應影響為何。

觀察與討論:

1. 我們進行實驗並記錄後，輸入到電腦中排序後刪去極端值，以作出表十二、表十三、表十四及表十五(請見研究紀錄)，並透過計算其平均且較好去分析繪製成圖四十一。
2. 我們從圖四十一可以很明顯看到在不同間距距風口 15 公分處也就是巷口時，以沒有阻擋物風速為最大，但是在剛過風口後不久沒有街區模型進行阻擋的，風速一下子就衰弱了，但有街區模型作為阻擋的風速衰弱情形比沒有街區模型進行阻擋的要來的好上許多，甚至一直到距風口 60 公分還是比沒有阻擋的風速要高。
3. 從圖四十一中，我們可以發現，沒有街區模型的風速會隨距離變遠，風速會大幅下降，有街區模型時，會下降的曲線會比較平緩，且我們可以發現，並不是間距越接近越可以保留住風量，在巷口 15 公分時迅速下降的曲線最為和緩在接下來 10 公分、20 公分最後是 5 公分。



圖四十一 不同間距大小及離風口不同距離平均風速圖(單位:m/s)

4. 從本實驗及圖表中可以推論，整條風道的風速取決於風口大小而且風口大小並不是巷口越大越好或是越小好，而是有一個臨界值。會決定整街道風速大小。
5. 從此實驗中我們可以推論，峽谷效應是在較寬廣地方的空氣要流入較狹窄地方區域時，

讓氣流產生加速的狀況，而從此實驗我們可以推論開始加速的地方並不會是在障礙物口，而是稍微往後一點，我們推論根據不同間距地形，應該有其最大值的出現點。

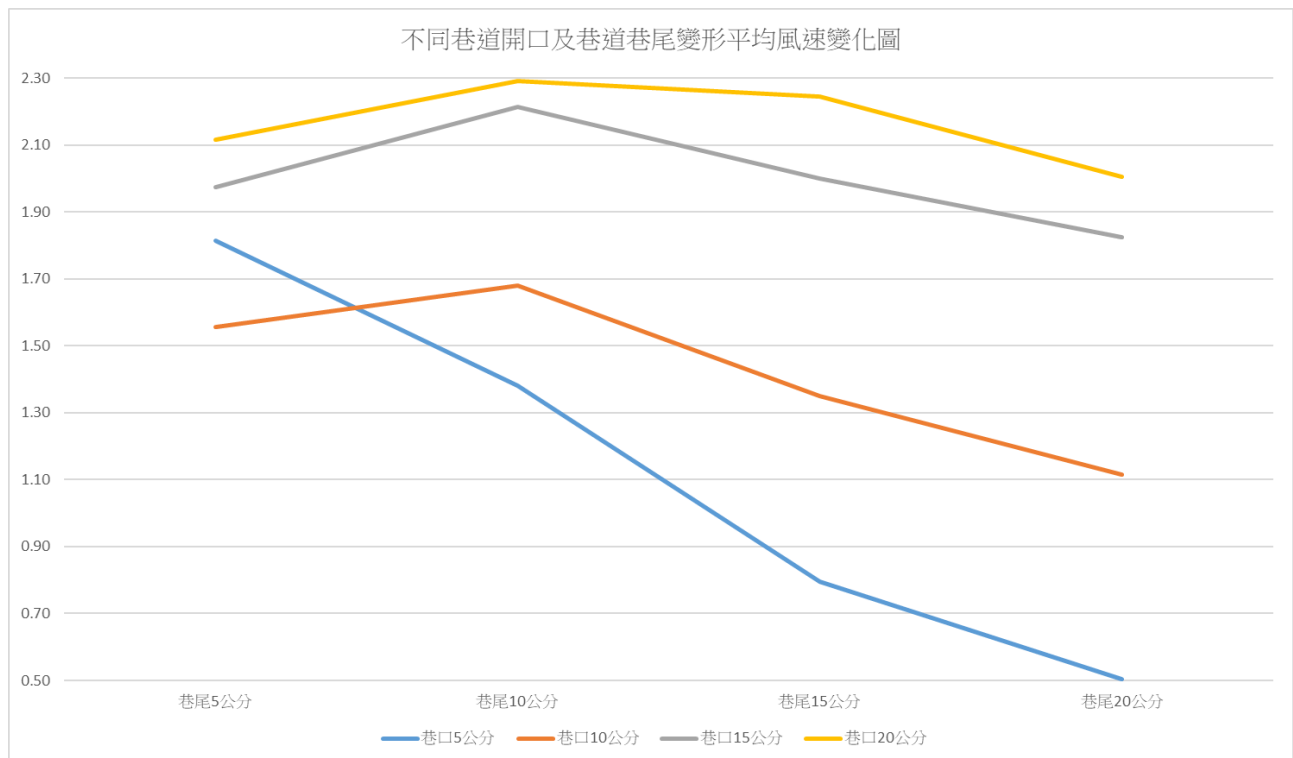
6. 我們從此實驗推論有產生峽谷效應的巷道，其風速會趨於一定，比較不會馬上就散亂掉導致風速下降。

(四)製作模型並探討不同建築物變型間距對於峽谷效應的影響為何?

本問題將藉由實驗三的研究成果來進行回答，本實驗的變項是巷口 20 公分(巷尾變項為 15 公分、10 公分、5 公分)、巷口 15 公分(巷尾變項為 20 公分、10 公分、5 公分)、巷口 10 公分(巷尾變項為 20 公分、15 公分、5 公分)、巷口 5 公分(巷尾變項為 20 公分、15 公分、5 公分)並以測量高度 15 公分來了解所產生的峽谷效應影響為何。

觀察與討論:

1. 本實驗將巷道尾端寬度作為變因，進行實驗並記錄後，輸入到電腦中排序後刪去極端值，以作出表十六、表十七、表十八及表十九(請見研究紀錄)，並透過計算其平均且較好去分析繪製成圖四十二。
2. 在本次實驗得數據及圖四十二中，我們發現巷口五公分時，風速會跟巷尾變寬而下降，我們發現風速會因為巷口從窄到寬而變小，我們推論是巷尾風速的大小與巷口進風量有關。



圖四十二 不同巷道開口及巷道巷尾變形平均風速變化圖(單位:m/s)

3. 在本次實驗得數據及圖四十二中，巷口十公分跟巷口五公分有相似之處，風速都會跟著巷尾變寬而下降，但有趣的是，巷道變形由寬到窄時，風速也會跟著下降。
4. 在本次實驗得數據及圖四十二中，當巷口為十五公分時，大部分跟之前一樣，風速會跟

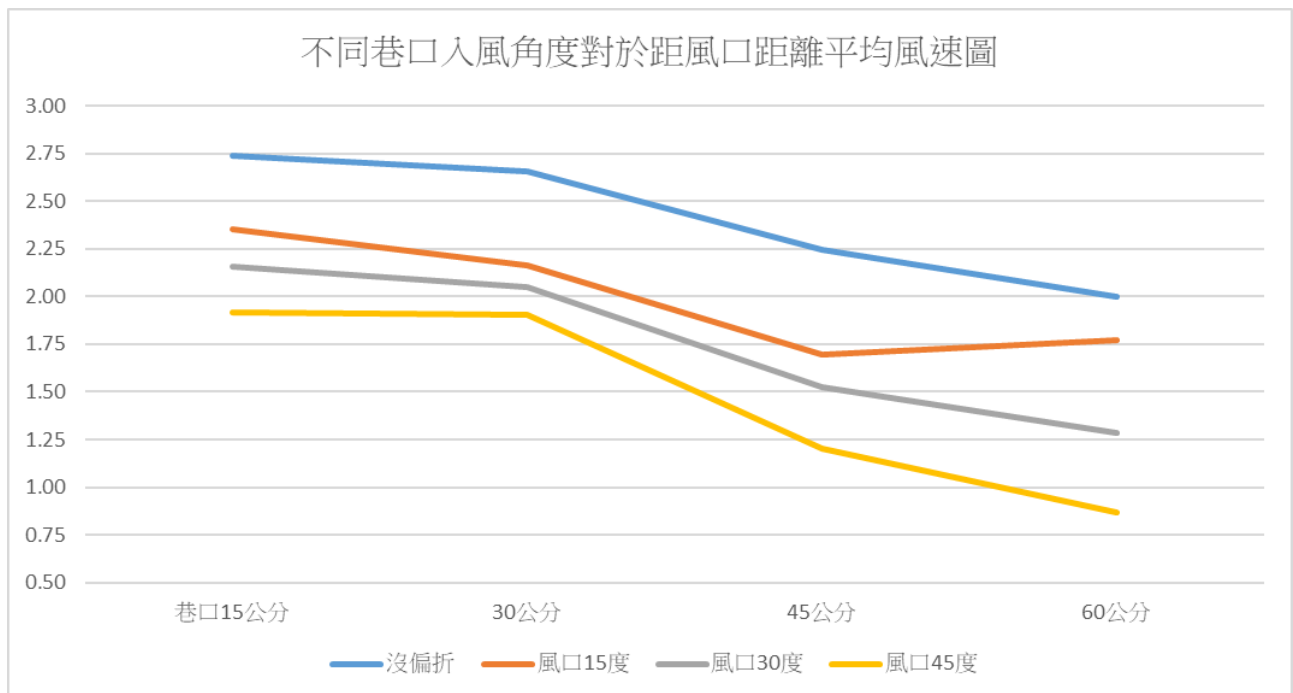
巷尾變寬而下降，但當巷道變形間距由寬變窄時，巷尾十公分的風速高於巷尾五公分的風速，我們從此推估討論變形間距應該有一個臨界值。

5. 在本次實驗得數據及圖四十二中，我們從圖表中發現二十公分可以證明我們的推論，巷口由寬到窄的變形應該有一個臨界變形值，巷尾太寬或太窄的風速就會降低，而我們發現在本實驗中臨界變形值為巷尾間距十到十五公分左右，巷口則需大於這個數值。
6. 由上述分析中，我們可以推論，要有較大的峽谷效應，巷口必須要有一定寬度，巷尾要至一定程度的變形，而本實驗的最佳巷口寬度是二十到十五公分。
7. 而本實驗在經過討論及計算後發現，當巷口與巷尾間距的比值為 4/3 至 2 之間時，我們所觀察到的峽谷效應會最為明顯，風速也最大，而在巷口與巷尾間距比值超過 2 之後，其風速就會下降，而也透過此計算我們可以了解我們實驗中所觀察到的巷口巷尾變形比值大小為 1.3-2 之間。

(五)製作模型並探討不同建築物來風角度對於峽谷效應的影響為何?

本問題將藉由實驗四的研究成果來進行回答，本實驗的變項是測量與中心線夾 15 度、與中心線夾 30 度、與中心線夾 45 度利用風速計以每 2 秒為一單位時間長、每 15 公分為一單位距離進行測量風速，分別記錄巷口(距離風口 15 公分)、15 公分(距離風口 30 公分)、30 公分(距離風口 45 公分)、45 公分(距離風口 60 公分)及以高度 15 公分來了解所產生的峽谷效應影響。

觀察與討論:



圖四十三 不同巷口入風角度對於距風口距離平均風速圖(單位:m/s)

1. 本實驗是將來風角度設為變因，進行實驗並記錄後，輸入到電腦中排序後刪去極端值，以作出表二十、表二十一及表二十二(請見研究紀錄)，並透過計算其平均且較好去分析繪製成圖四十三

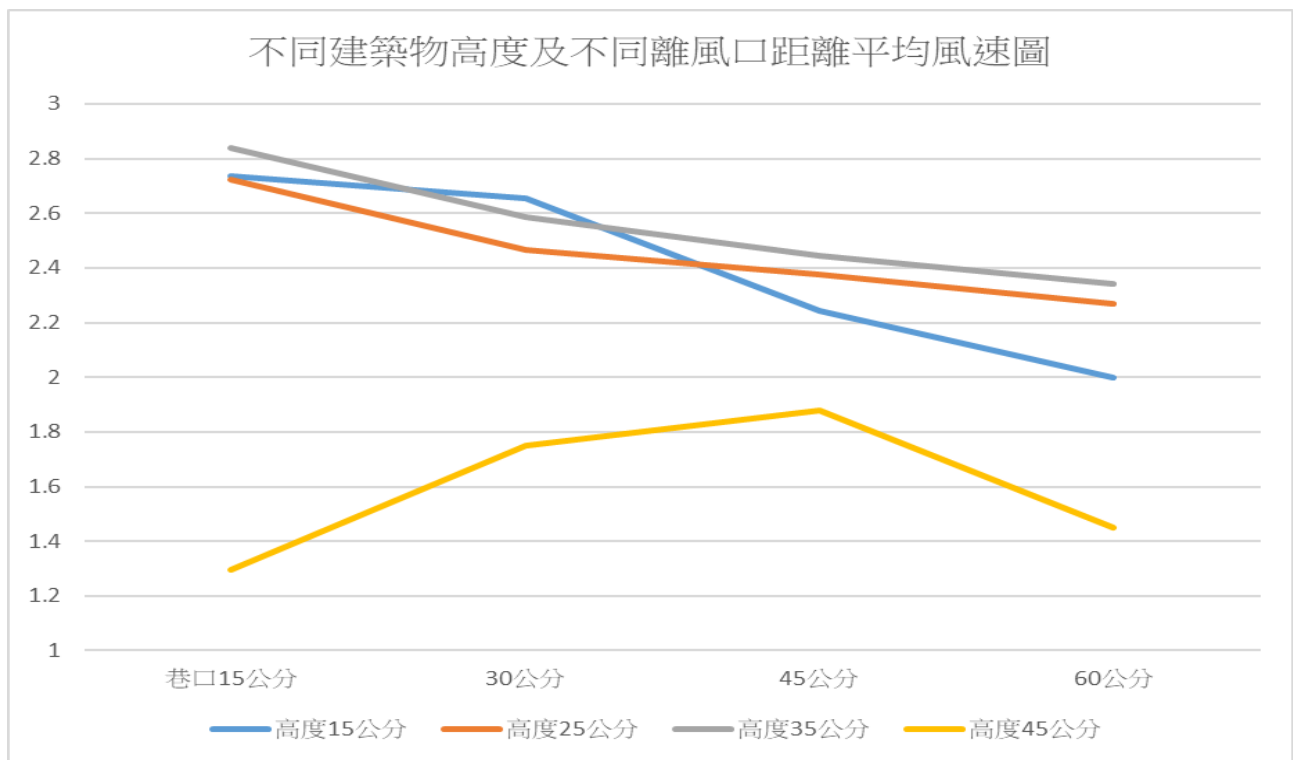
2. 在我們的圖四十三中，我們可以發現當來風角度變大，風速會變小，因此我們可以推論，因來風角度變大，街口的迎風面會變小，進而使進風量變少，所以我們推論風速應該跟風流量有關，因此來風面正對街口時，風會變大。
3. 在我們的實驗中，我們可以推論峽谷效應和來風角度極為相關，當來角度正對街口，峽谷效應最為明顯，所以我們應該多注意街口來風的角度對於峽谷效應的影響。

(六)製作模型並探討不同建築物高度對於峽谷效應的影響為何?

本問題將藉由實驗五的研究成果來進行回答，本實驗的變項是不同建築群高度分別是 15 公分、25 公分、35 公分、45 公分及不同距離風口距離來了解所產生的峽谷效應影響為何。

觀察與討論:

1. 本實驗將不同高度的建築物設為變因，進行實驗並記錄後，輸入到電腦中排序後刪去極端值，以作出表二十三、表二十四、表二十五及表二十六(請見研究紀錄)，並透過計算其平均且較好去分析繪製成圖四十四。
2. 從圖四十四中可以發現，當高度為 15、25、35 公分時，離巷口越近風速最大，離巷口越遠則風速越低，而在高度 45 公分時，巷口風速最低，距離巷口 45 公分風速最高而 45 到 60 公分逐漸下降，且整體風速數據與其他高度相差許多，我們推論，當高度在出風口尺寸（35 公分）內時離風口越遠風速會越來越低，而當高度在出風口尺寸（35 公分）以上時，一開始風口風速最低會隨著距離越來越快，但有其極限距離，本實驗由 45 公分開始下降。



圖四十四 不同建築物高度及不同離風口距離平均風速圖(單位:m/s)

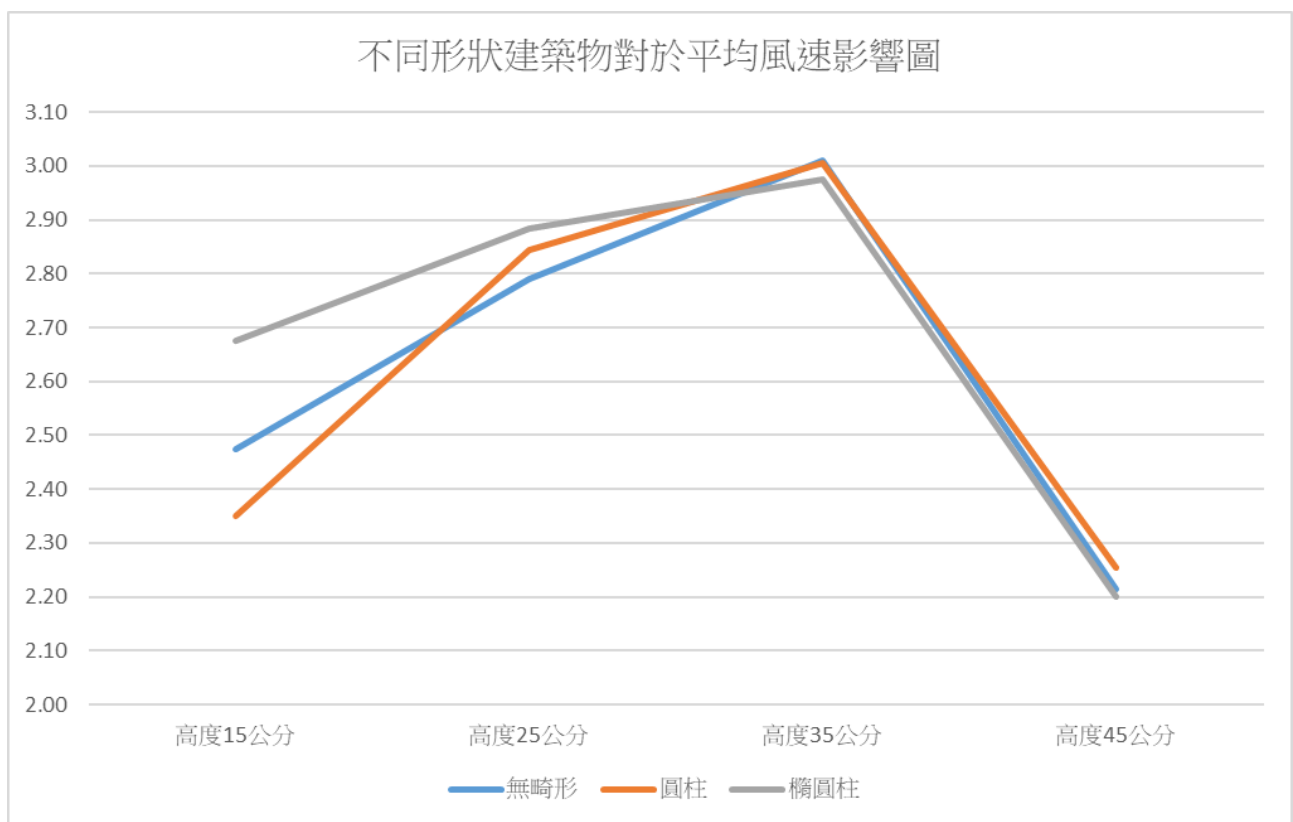
3. 從圖四十四中可以發現，當高度為 45 公分時風速會上升，由此推論，在高度 45 公分時

風速計較測不到風，而到測量點較後時，風往外擴散，風速計較測的到風。

- 我們從實驗及圖四十四中發現，高度 35 公分及 25 公分大部分風速都高於高度 15 公分，我們推論高度也會影響峽谷效應發生，就類似於都市中的大樓風。從圖四十四中可以發現，當高度為 45 公分時風速會上升，由此推論，在高度 45 公分時風速計較測不到風，而到測量點較後時，風往外擴散，風速計較測的到風。
- 我們從實驗及圖四十四中發現，高度 35 公分及 25 公分大部分風速都高於高度 15 公分，我們推論高度也會影響峽谷效應發生，就類似於都市中的大樓風。

(七)製作模型並探討畸形建築物對於峽谷效應的影響為何?

本問題將藉由實驗六的研究成果來進行回答，本實驗的變項是不同形狀建築物，分別是圓柱(直徑 13 公分)、橢圓柱(長軸 21 公分,短軸 13 公分)及不同高度來了解峽谷效應影響為何。



圖四十五 不同形狀建築物及不同高度平均風速圖(單位:m/s)

觀察與討論:

- 本實驗將不同形狀的建築物設為變因，進行實驗並記錄後，輸入到電腦中排序後刪去極端值，以作出表二十七、表二十八及表二十九(請見研究記錄)，並透過計算其平均且較好去分析繪製成圖四十五。
- 從我們的圖四十五中，我們可以發現，巷口和高度 15 公分時，圓柱的進風量較少，橢圓柱的進風量較多，但是當高度為 25 公分時，圓柱的進風量會大於一般建築物，因此我們推論，不同形狀的建築，進風量大小也會有所不同，也會跟著高度有所改變。
- 從此實驗中，我們可以發現，峽谷效應的明顯程度取決於有無風經過，因此當高度超過

風口大小時，風速就會相對較低。不管是任何形狀的街區模型，皆可發現此現象。

(八)討論並分析如何避免峽谷效應的產生?

本問題在我們完成實地觀察及實驗之後，我們分析及討論整理並回答此問題如下:

峽谷效應容易發生在何處?

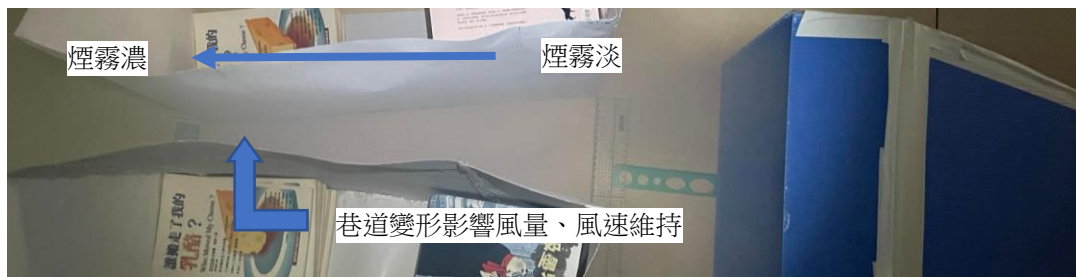
1. 從實地訪查與實驗中，我們發現建物形狀會限制風，容易使風聚集在同一區，形成峽谷效應。
2. 從實地訪查與實驗中，發現當巷子從寬變窄，風會變大，但是並不是越窄越好，而是有其變形臨界值。
3. 從實地訪查與實驗中，發現房子街口若面朝風的方向，風會變大。
4. 從實地訪查與實驗中，發現當風場周圍沒有可阻止風運行的東西，風會變得較大。
5. 從實地訪查與實驗中，發現當巷子的旁邊有許多高樓排列重複整齊時，風速就會變快。

如何防止峽谷效應?

1. 我們發現及推論若將建物距離加大，讓風有較多空間行進不能壓縮，可防止峽谷效應。
2. 從實地訪查與實驗中，我們可以從數據中發現如果巷頭和巷尾是由大到小，風會突然增強。所以要規劃巷道，巷頭和巷尾統一寬度。
3. 從實地訪查中，我們可以發現在突然會有風速提升的地方，機車騎士和行人容易發生危險，所以可以設立告示牌，提醒用路人。
4. 從實地訪查與實驗中，我們可以從數據中發現且建議，在大樓或建物興建時除了原本該考量的美觀安全，也建議要考慮風道問題，以避免產生過強的峽谷效應發生危險。

陸、結論

- 一、在本研究中，發現距離風口越遠，風速較弱。四面皆無阻擋的地方，較為寬廣的地方，由於可接收來自四面八方的來風，所以風速較強。但當有鋒面且風向正確時，窄小的地方風速會較無鋒面時來的強。而且街道排列整齊的地方，風速也大多較強。
- 二、在本研究中，發現建物間距並非如同推測一般，是間距越窄風速越強，而是有其臨界值，實驗中的使風速變強的最好建築群模型間距為 15 公分。且由於有模型時，會無法使風聚集，所以無模型時則風速最弱。
- 三、在本研究中，發現整條街道的風速取決於巷口大小和起始風速。而且風口大小並不是越大越好或是越小越好，而是有其臨界值。
- 四、在本研究中，發現要有較大的峽谷效應，巷口必須要有一定寬度，巷尾要至一定程度的變形。本實驗的最佳寬度是巷口 20 到 15 公分。
- 五、在本研究中發現當巷口與巷尾間距的比值為 4/3 至 2 之間時，我們所觀察到的峽谷效應會最為明顯，風速也最大，而在巷口與巷尾間距比值超過 2 之後，其風速就會下降。



圖四十六 風流實驗擷取圖

- 六、在本研究中，峽谷效應和來風角度極為相關，當來風角度正對街口，峽谷效應最為明顯，而來風角度越大，風速會最小。實驗中的最佳角度為 0 度，也就是正對風口。
- 七、在本研究中，測量點距離偏後面時，風向外擴散，使風速變弱。由於風速有其臨限值，本實驗在測量點高度為 35 公分時最高。可以推論高度也會影響峽谷效應發生，就類似於都市中的大樓風。
- 八、在本研究討論結果中，我們可以發現，巷口的高度較低時，圓柱的進風量較少，橢圓柱的進風量較多，因此我們推論，不同形狀的建築，進風量大小、風速也會有所不同，也會跟著高度有所改變。
- 九、在本研究中，我們發現當建物形狀符合風場、巷道狹窄至臨界點、巷口及巷尾的間距比值接近臨限值、街口面朝風及廣大處、周遭沒有可以阻止風運行的建物或巷道旁有許多排列整齊高樓的地方較容易出現峽谷效應。而在我們討論過後建議只要將建物距離加大、房屋間距統一且注意臨限值、巷頭巷尾統一寬度、設立告示牌提醒用路人或在建物興建時加入風道思考設計，即可防止峽谷效應對人們的傷害。

柒、未來研究

本實驗在完成後，經過小組討論，發現還有許多不足之處，將在下方紀錄並提醒

- 一、實地走訪更多地形，獲得更多不同種地形之風速變化數據。
- 二、利用其他材質製作模型，彌補紙製模型的不足及其造成的實驗誤差值。
- 三、結合實驗數據，並向師長請教雷諾數並實驗計算後找出現實中符合的建築群並驗證我們的推論。

捌、參考文獻

楊子賢等。風兒吻上我的家。中華民國第四十四屆中小學科學展覽會作品說明書

謝仁祥等。「風」迴路轉—以氣流與水流模擬颱風過山的路徑變化。中華民國第 53 屆中小學科學展覽會作品說明書

郭宜玟等。凌「雲」馭「風」—以霧化水分子氣流場模型，模擬颱風在不同環境下的風場與路徑變化。中華民國第 55 屆中小學科學展覽會作品說明書

王德名等。轉角「呼」見風—探討大樓樓型與風的關係。中華民國第 59 屆中小學科學展覽會作品說明

【評語】 080502

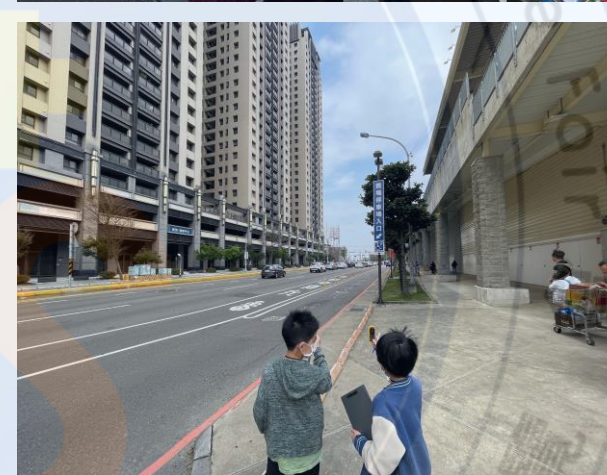
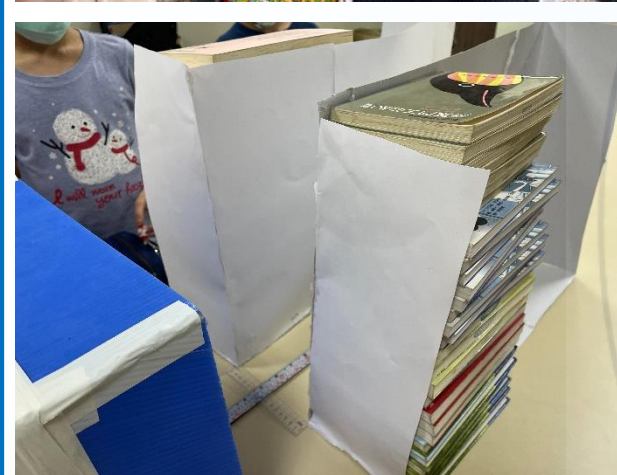
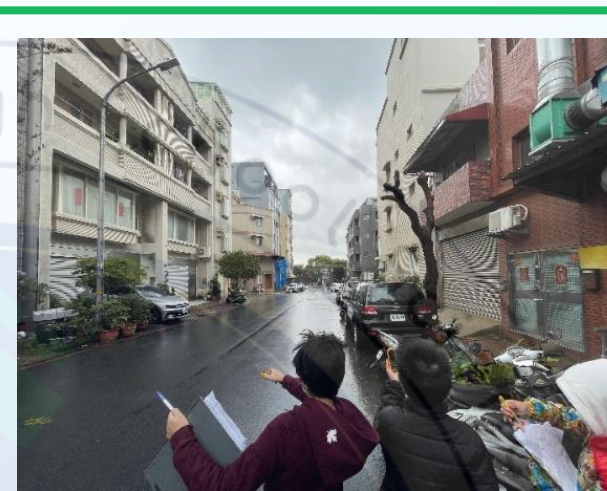
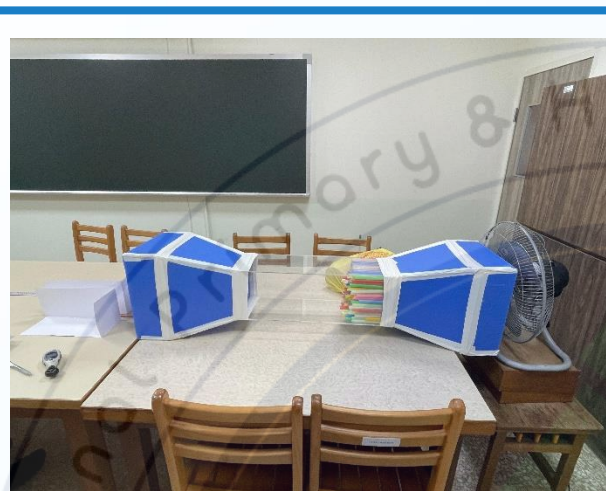
研究題目貼近生活，概念非常好，能以自製簡易風洞與街區模型進行實驗室內探討，並於街區實地考察，蒐集大量數據並統整現有資料，工作量繁重，精神可嘉。建議可進一步說明在野外觀測有無考慮來風角，另外，若能考慮現地狀況，製作及探討與實際街區配置相同的模型應可更佳。

作品簡報

掀風倒谷

都市風場峽谷效應的觀察與研究

組別:國小地球科學組

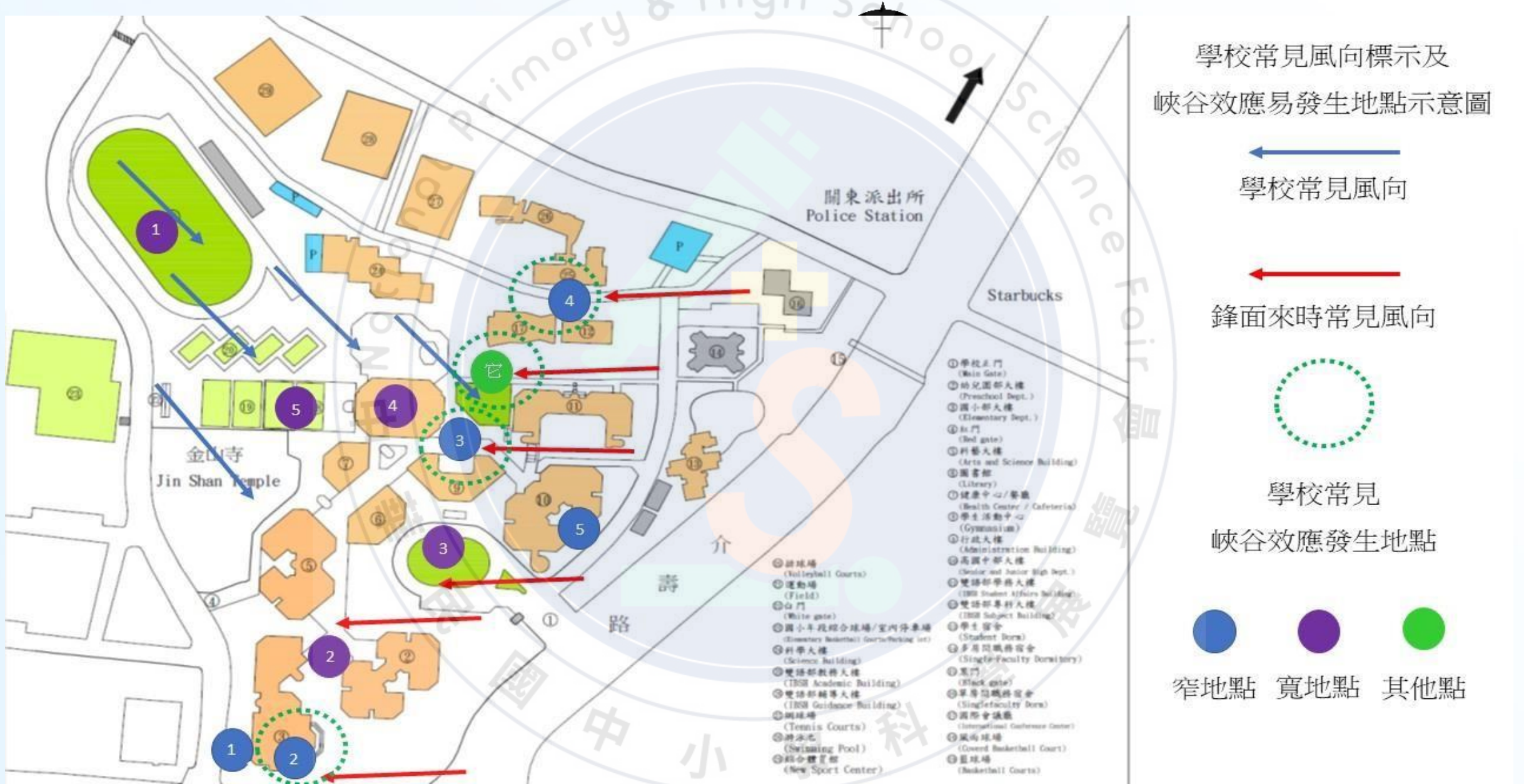


模擬實驗

都市風場峽谷效應的觀察與研究

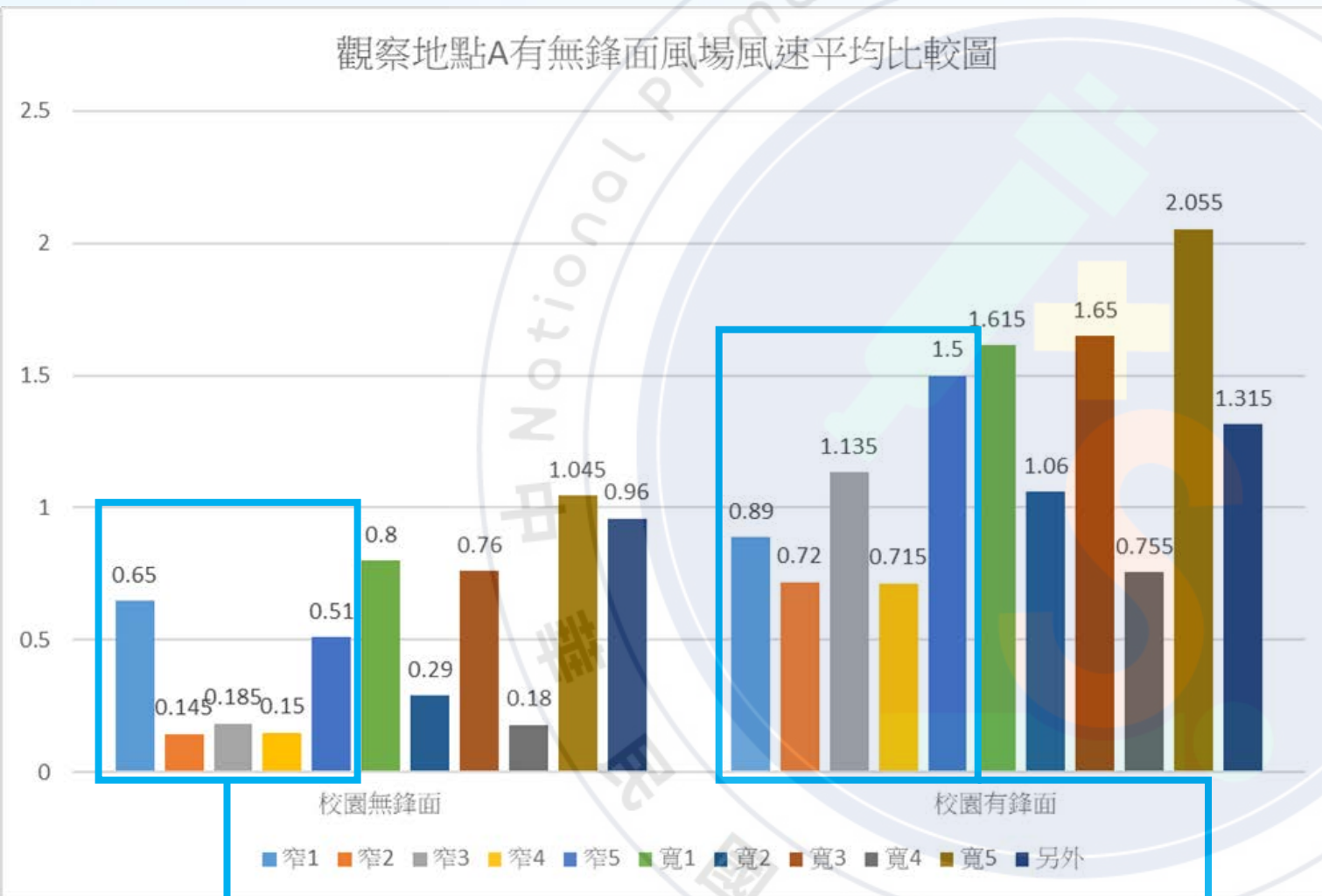
實地觀察

實驗一 實際探勘觀察並研究不同風場內的峽谷效應的影響為何?



實地觀察:風場A有無鋒面比較圖(單位:m/s)

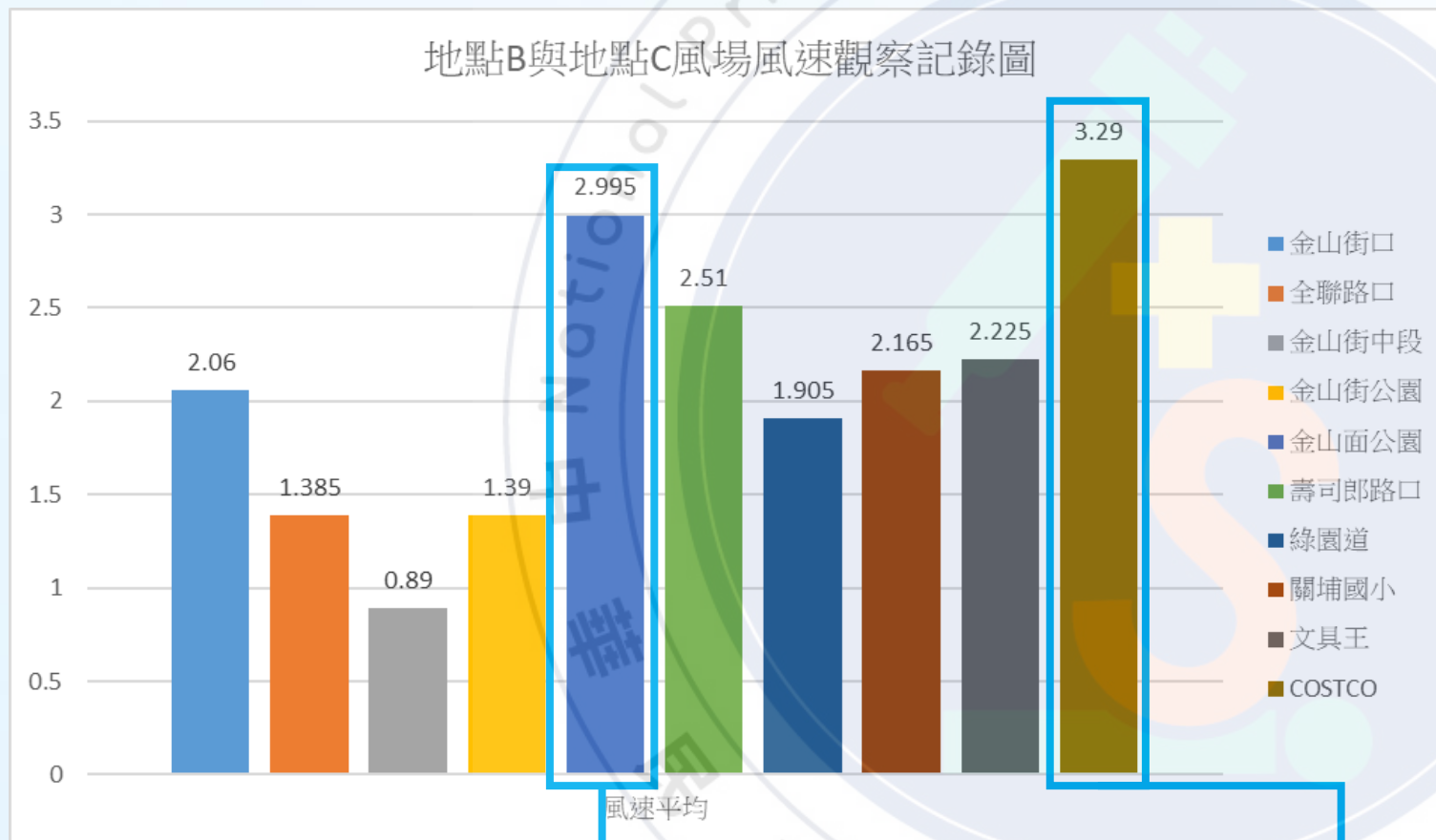
觀察地點A有無鋒面風場風速平均比較圖



◆ 我們發現有鋒面時，較寬的地方風速普遍比較窄的地方大。因此我們經過觀察和討論後，我們推測空曠的地點可接應個方向的來風；而較窄的地方，只能接應1~2個方向的來風，所以在實地訪查中，在比較寬的地方容易出現較大數據。

◆ 我們發現狹窄處當有鋒面而且風向正確時，會比無鋒面時的風速變化量來的大，且我們觀察到變化量較高，不代表風速較大，而是風速相差大，相差較大的地點平日風速雖小，而在鋒面來時風速較大，容易讓人感受強風危險的感覺。

實地觀察:風場B與風場C風速比較圖(單位:m/s)



◆ 經過我們討論及推論，Costco商圈(風場C)的風速會更高是可能因為該區街道排列較為整齊，所以影響風速，讓其更強，而這點我們是經過觀察學校(風場A)、金山街(風場B)和Costco商圈(風場C)而推論，因為學校建築物布局很不整齊，金山街比學校更整齊，而在本實驗中Costco商圈最為整齊，我們認為街道的形狀及變化可能會影響風速大小。

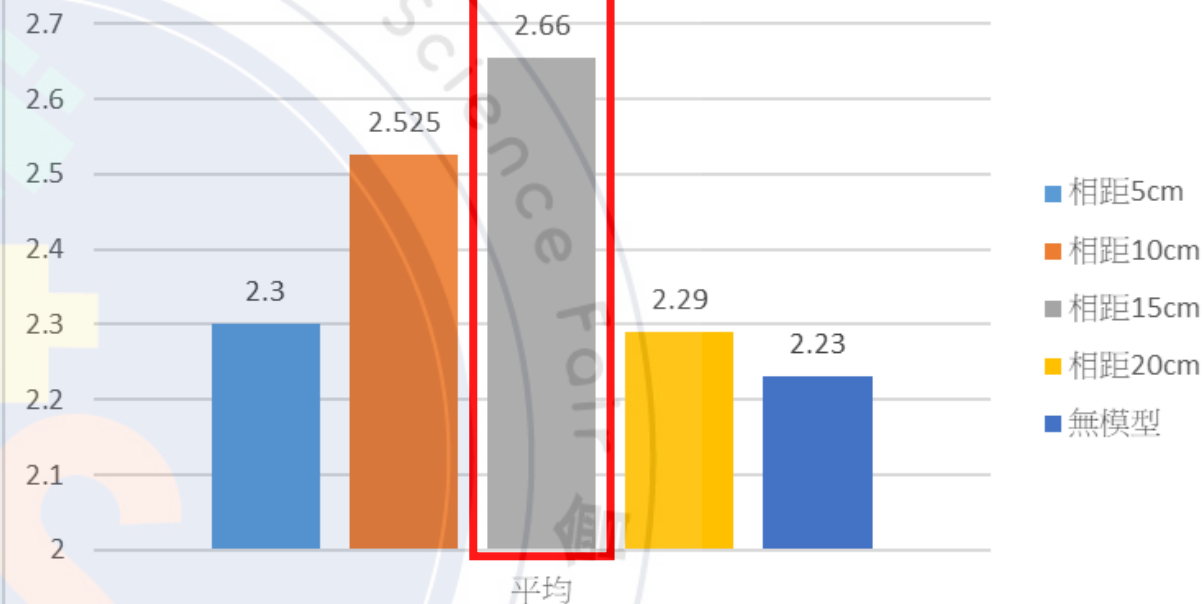
◆ 從此我們可以發現 Costco商圈的地點五和金山街的地點五風速特別快 因此我們經實地訪查與討論，該地點是因是由寬到窄，進而產生峽谷效應。

實驗二 製作模型並探討不同建築群間距對於峽谷效應的影響為何？

無街區模型風場風速記錄圖

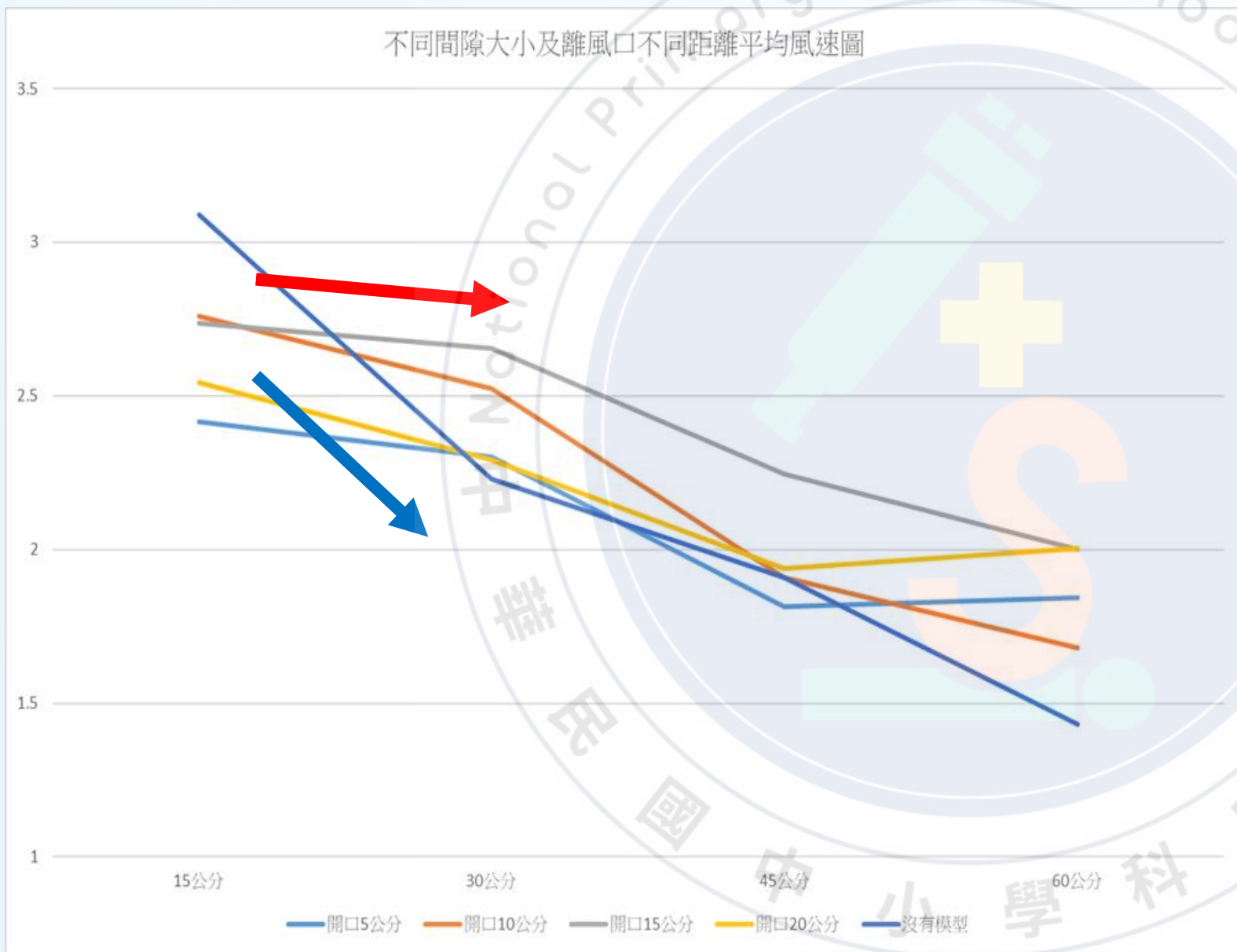


不同間隙巷尾(距風口30公分處)風速大小



- ◆ 我們發現風在過了一段距離之後，風速會急遽下降，特別是15公分至30公分這一段，我們在觀察後推論，多數情況下，在沒有模型時，可能會無法使風聚集，會讓風慢慢散掉，進而使風速下降，從折線圖中可以推論，當風速下降到一定程度，風速下降幅度會縮小。
- ◆ 我們觀察發現，並不是街區模型的建築越近，其巷尾(距離風口30公分)所產生的峽谷效應就越強，他反而像是有一定的極限值，而需要注意的是，從此實驗可以觀察到，在風向正確時，從寬廣(出風解縮口寬35公分)到狹窄所產生的峽谷效應皆會使風速增加。

實驗三 製作模型並探討不同建築群長度對於峽谷效應的影響為何？

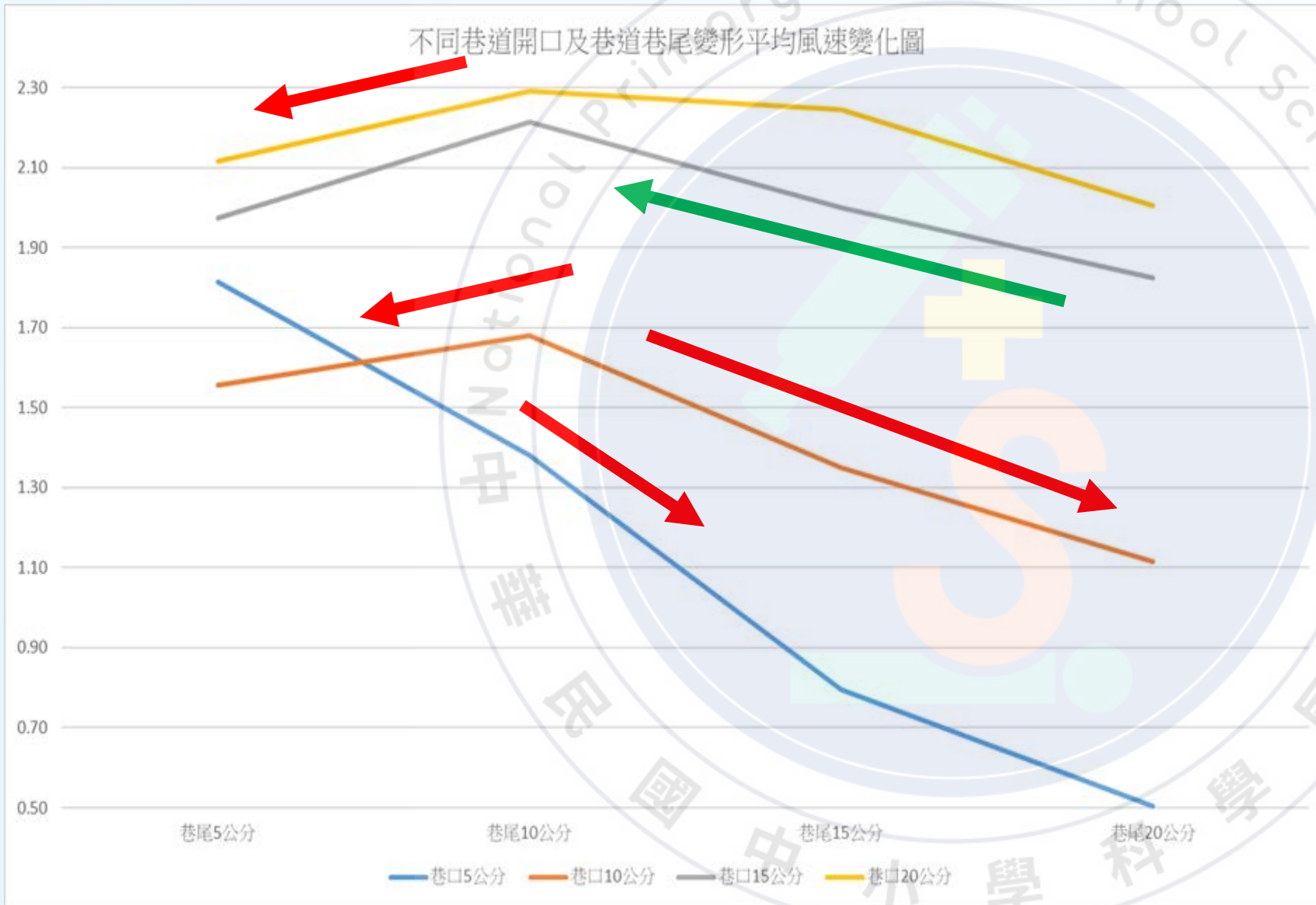


- ◆ 我們可以很明顯看到在不同間距距風口15公分處也就是巷口時，以沒有阻擋物風速為最大，但是在剛過風口後不久沒有街區模型進行阻擋的，風速一下子就衰弱了，但有街區模型作為阻擋的風速衰弱情形比沒有街區模型進行阻擋的要來的好上許多，甚至一直到距風口60公分還是比沒有阻擋的風速要高。
- ◆ 從此實驗中我們可以推論，峽谷效應是在較寬廣地方的空氣要流入較狹窄地方區域時，讓氣流產生加速的狀況，而從此實驗我們可以推論開始風速相對開始加速的地方並不會是在障礙物口，而是稍微往後一點，我們推論根據不同地形，應該有其相對最大值的出現地。

實驗四 製作模型並探討不同建築物變型間距對於峽谷效應的影響為何？

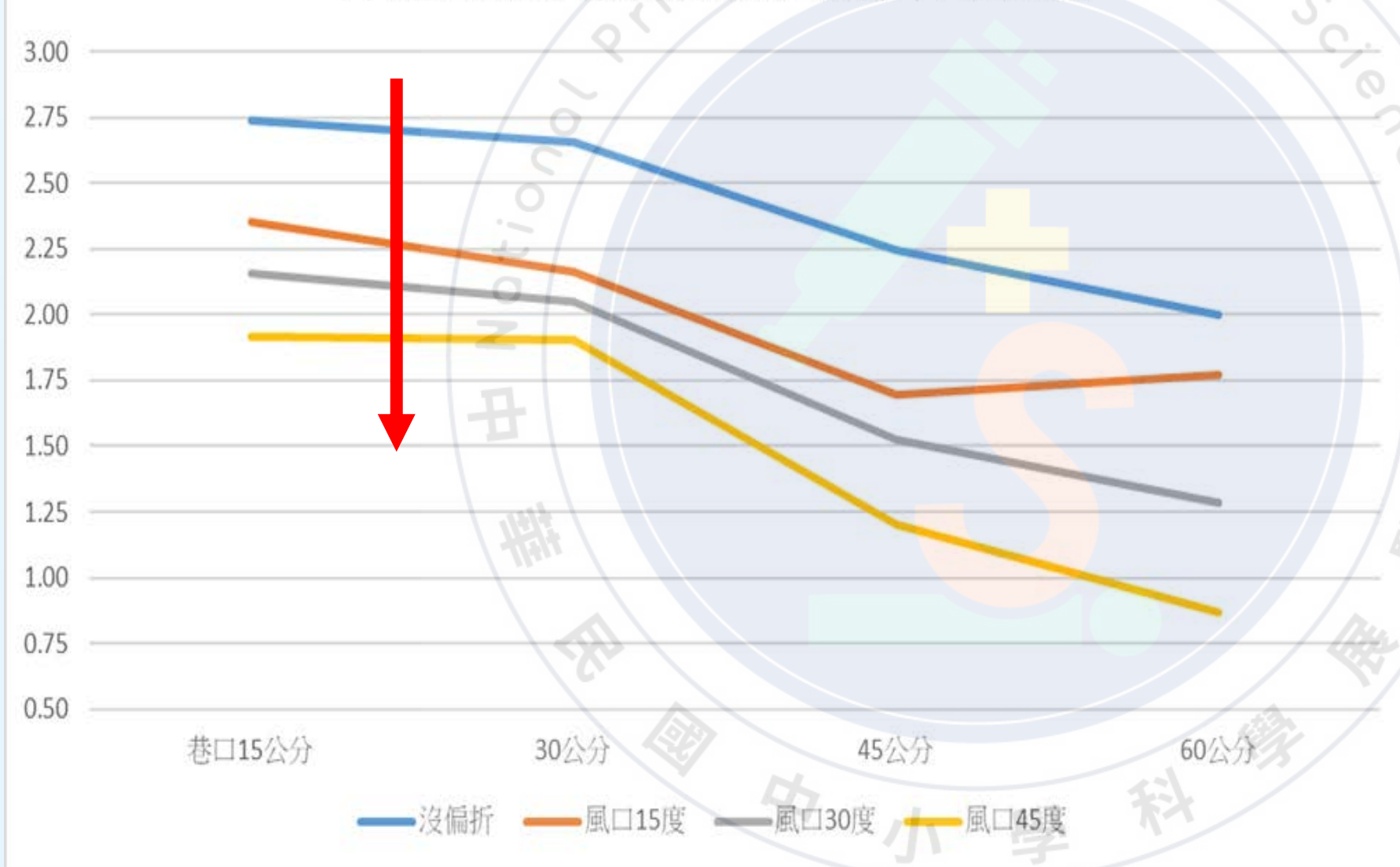
- ◆ 從圖表中發現巷口二十公分可以證明巷口由寬到窄的變形應該有一個臨界變形值，巷尾太寬或太窄的風速就會降低，在本實驗中臨界變形值為巷尾間距十到十五公分左右，巷口則需大於此數值。
- ◆ 本實驗在經過討論及計算後發現，當巷口與巷尾間距的比值為 $4/3$ 至 2 之間時，我們所觀察到的峽谷效應會最為明顯，風速也最大，而在巷口與巷尾間距比值超過 2 之後，其風速就會下降，而也透過此計算我們可以了解我們實驗中所觀察到的最佳巷口巷尾變形比值大小為 $1.3-2$ 之間。

不同巷道開口及巷道巷尾變形平均風速變化圖



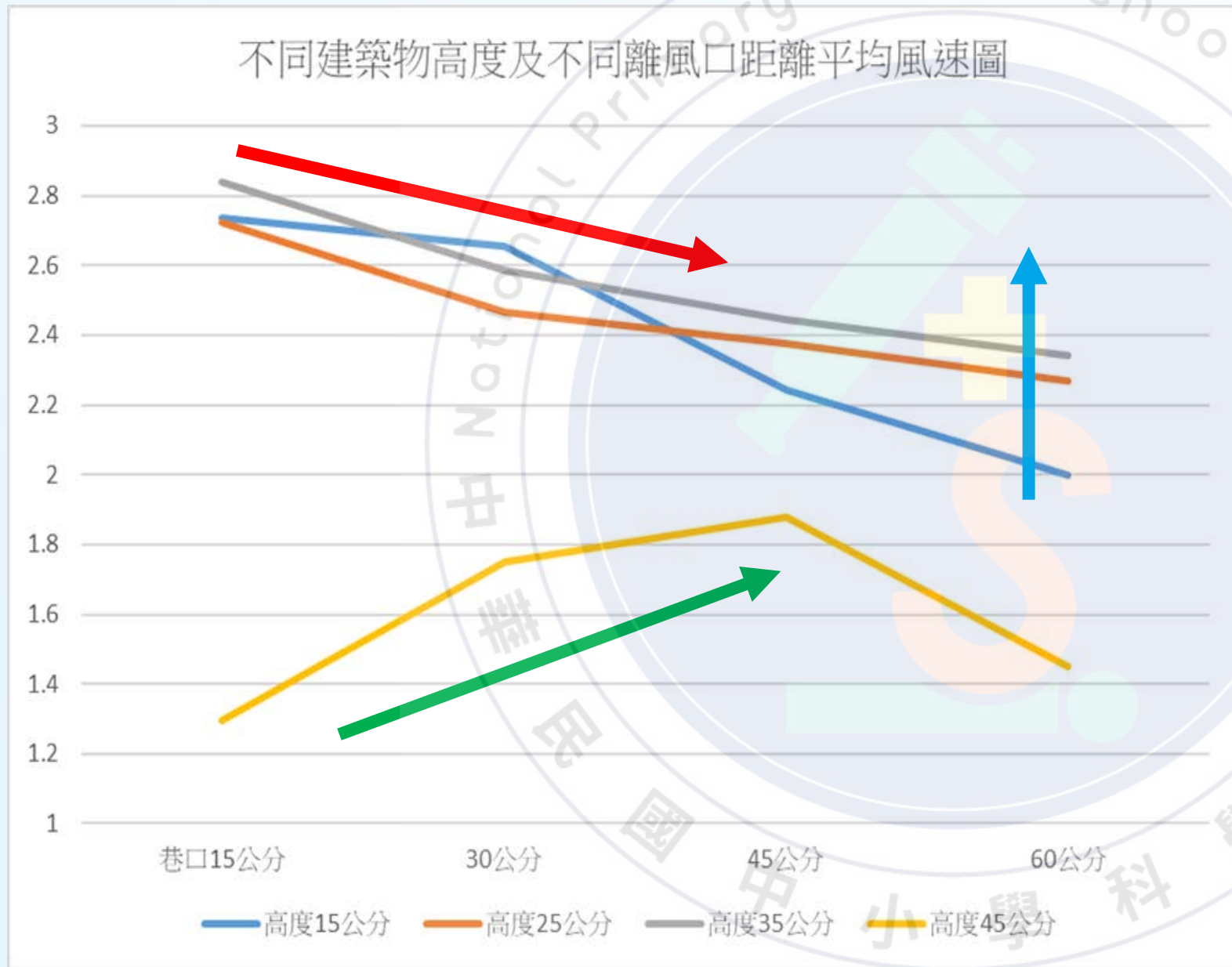
實驗五 製作模型並探討不同建築物來風角度對於峽谷效應的影響為何?

不同巷口入風角度對於距風口距離平均風速圖



- ◆ 在本實驗中，我們可以發現當來風角度變大，風速會變小，因此我們可以推論，因為來風角度變大，街口的迎風面會變小，進而使進風量變少，所以我們推論風速應該跟風流量有關，因此來風面正對街口時，風速會變大。
- ◆ 在本實驗中，我們可以推論峽谷效應和來風角度極為相關，當來角度正對街口，峽谷效應最為明顯，所以我們應該多注意街口來風的角度對於峽谷效應的影響。

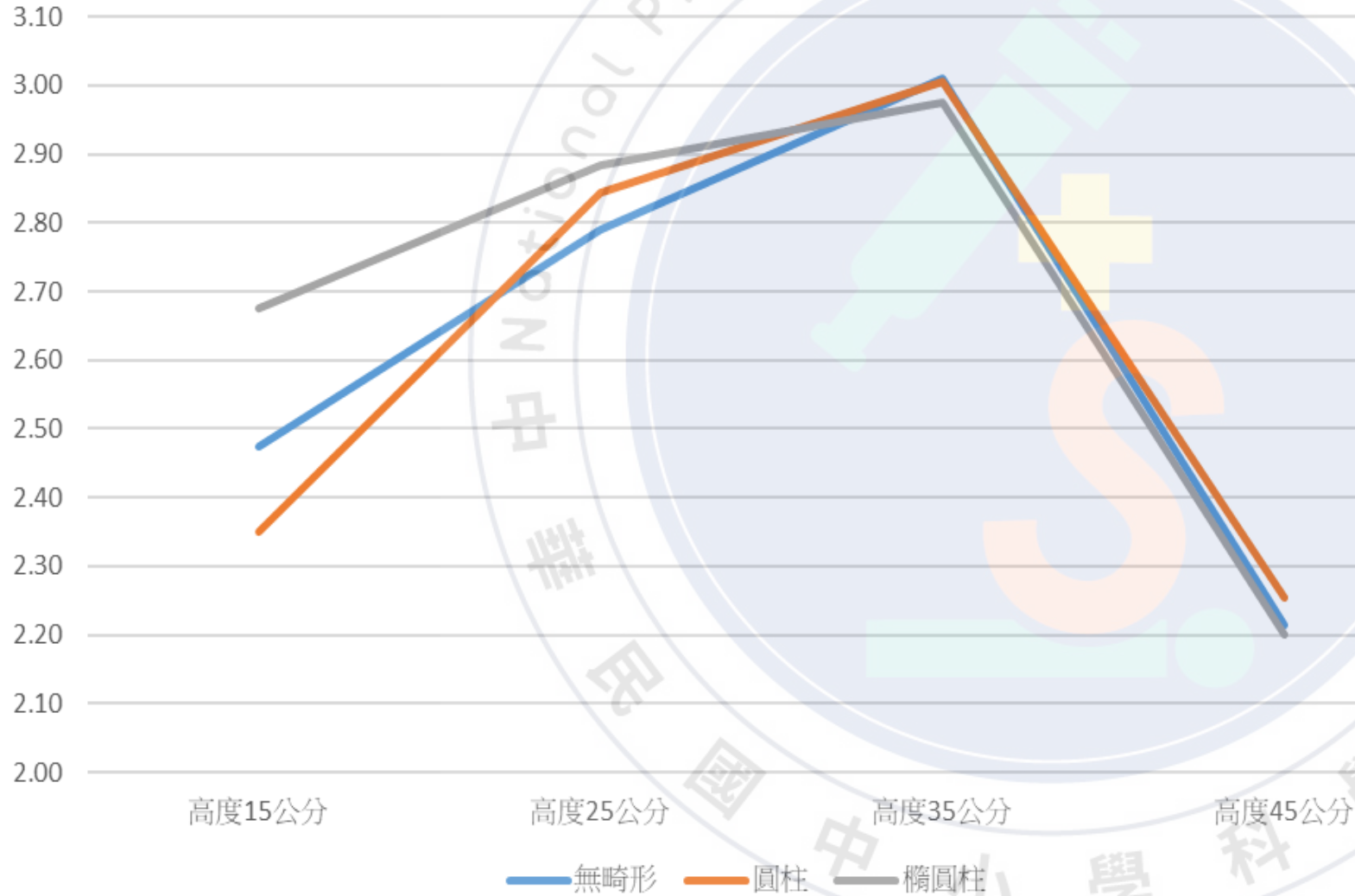
實驗六 製作模型並探討不同建築物高度對於峽谷效應的影響為何？



◆ 當高度為 15、25、35 公分時，離巷口越近風速最大，離巷口越遠則風速越低，而在高度 45 公分時，巷口風速最低，距離巷口 45 公分風速最高，而 45 到 60 公分逐漸下降，且整體風速數據與其他高度相差許多，我們推論，當高度在出風口尺寸（35 公分）內時離風口越遠風速會越來越低，而當高度在出風口尺寸（35 公分）以上時，一開始風口風速最低會隨著距離越來越快，但有其極限距離，本實驗由 45 公分開始下降，另外在高度 35 公分及 25 公分大部分風速都高於高度 15 公分，我們推論高度也會影響峽谷效應發生，就類似於都市中的大樓風。

實驗七 製作模型並探討畸形建築物對於峽谷效應的影響為何？

不同形狀建築物對於平均風速影響圖



◆ 我們可以發現，巷口和高度15公分時，圓柱的進風量較少，橢圓柱的進風量較多，但是當高度為25公分時，圓柱的進風量會大於一般建築物，因此我們推論，不同形狀的建築，進風量大小也會有所不同，也會跟著高度有所改變。

◆ 從此實驗中，我們可以發現，峽谷效應除了會受建築物形狀影響外，其明顯程度很大取決於有無風經過，因此當高度超過風口大小時，風速就會相對較低。不管是任何形狀的街區模型，皆可發現此現象。

結論摘要

- 一. 在本研究中，發現建物間距並非如同推測一般，是間距越窄風速越強，而是有其臨界值，實驗中的使風速變強的最好建築群模型間距為15公分。且由於有模型時，會無法使風聚集，所以無模型時則風速最弱。
- 二. 在本研究中，發現整條街道的風速取決於巷口大小和起始風速。而且風口大小並不是越大越好或是越小越好，而是有其臨界值。
- 三. 在本研究中發現當巷口與巷尾間距的比值為 $4/3$ 至 2 之間時，我們所觀察到的峽谷效應會最為明顯，風速也最大，而在巷口與巷尾間距比值超過 2 之後，其風速就會下降。
- 四. 在本研究中，測量點距離偏後面時，風向外擴散，使風速變弱。由於風速有其臨界值，本實驗在測量點高度為35公分時最高。可以推論高度也會影響峽谷效應發生，就類似於都市中的大樓風。
- 五. 在本研究中，我們發現當建物形狀符合風場、巷道狹窄至臨界點、巷口及巷尾的間距比值接近臨界值、街口面朝風及廣大處、周遭沒有可以阻止風運行的建物或巷道旁有許多排列整齊高樓的地方較容易出現峽谷效應。
- 六. 而在我們討論過後建議只要將建物距離加大、房屋間距統一且注意臨界值、巷頭巷尾統一寬度、設立告示牌提醒用路人或在建物興建時加入風道思考設計，即可防止峽谷效應對人們的傷害。

