

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 地球科學科

團隊合作獎

080505

風中奇緣～探討風與學校建築物的關係

學校名稱： 高雄市三民區愛國國民小學

作者： 小六 謝如婷 小六 施昀彤 小六 張芳瑜 小六 郭翊湘 小六 周玥璇	指導老師： 陳建良 王雅柔
---	-----------------------------

關鍵詞： 風、長廊、導風

摘要

本研究透過文獻的蒐集，了解風與建築物之間的關係，發現風流經建築物的過程中變化相當複雜，有多重因素會影響到風的行進。本研究以學校建築物為依據，透過自製教室模型進行水煙模擬氣流的流動，真實體會到空氣的流動，也觀察到水煙經過長廊的情形。

經實驗探究發現：長廊長度越長、寬度越窄及適當的高度，都會使觀測物移動較快，表示所受風力較大；在長廊的前、後段位置風力都較大，推測前段靠近風扇出風口，而後段可能受到狹管(窄管)效應的影響，與實際於學校長廊上人體所感受到的是相符合的。

最後，發現在長廊後段高處是一個較佳的集風口位置，可把導風裝置設計在此處，藉由長廊聚風的效果將風導入到兩側教室內，善用大自然的風讓教室更舒適。

※本作品說明書中的繪圖、照片皆為作者自行繪製及拍照。

壹、前言

一、研究動機

風大時走過教室和自然教室之間的狹長走廊，常常覺得風特別大，但是走到教室前面的走廊，風就減弱了許多，這現象令我感到十分好奇，是什麼原因使風在同時間產生不同的風力大小導致出現這現象呢？心想：「如果可以善用大自然的「風」，讓教室內不用再一直開著冷氣就可變得舒適，那就太好了！」於是，找了幾位同學一起展開了這項研究。

二、研究目的

- (一)了解風與建築物的關係。
- (二)觀測氣流在模擬建築物中的情形。
- (三)探討不同的長廊條件對氣流的影響。
- (四)找出把風引進教室的方法。

三、文獻回顧

研究者針對過去相關之實驗研究，閱讀後整理部份重點摘要如下：

作品名稱	主要探討	研究方法	發現結果
風水與科學～ 探討天斬煞與 氣流的關係 中華民國第 60 屆中小學科展 國小組作品	1.探討不同的建築物因素對氣流的影響 2.歸納最佳方法，提出降低天斬煞帶來的傷害	1.資料蒐集 2.自製器材模擬實驗 3.實驗數據分析，並現場實測比較	1.當風吹到建築物，大量的氣流進入較窄的通道，流量增大但是流動寬度變窄，則流速就會增強 2.建築間間距、厚度、測量位置、與前棟的距離、交錯範圍以及建築物的寬度、高度還有屋角形狀、表面的粗糙程度與突起物，都會影響氣流的大小 3.天斬煞的房子確實會造成比較大的風速 4.兩棟建築物的間距可以寬一點、厚度可以厚一點、後棟距離前棟遠一點、兩棟建築可以稍微錯開一些、不要建造圓弧或斜屋角的形狀、在建築物側邊設置陽台或以凸起物做裝飾來破壞氣流，都可以降低風速，避免強風造成傷害

作品名稱	主要探討	研究方法	發現結果
轉角「呼」見風-探討大樓樓型與風的關係 中華民國第 59 屆中小學科展國中組作品	<ol style="list-style-type: none"> 1.不同建築物條件與風速變化的關係 2.不同轉角角度的建築物與風速變化的關係 3.風廊的條件與風速變化的關係 	<ol style="list-style-type: none"> 1.資料蒐集 2.自製器材模擬實驗 3.實驗數據分析，並現場實測比較 	<ol style="list-style-type: none"> 1.在風無法完整包圍建築物時，改變不同的樓型與樓型距風洞機的距離，側面與正面的風速都比無建築物時來得小 2.當風可以完整包圍建築物時，會在角落處形成角隅強風，導致風速較原本大 3.角度較大的建築物，容易把風收集至風廊中，且發生縮流效應，風速都較大 4.利用不同樓型組合成風廊時，組合的情形不會影響風速變化趨勢，組合後開口角度越大的風廊，受到縮流效應影響，測得風速越強
風與沙的奇幻之旅-探討風、沙與障礙物之間的關係 中華民國第 52 屆中小學科展國小組作品	<ol style="list-style-type: none"> 1.校園建築物與風沙堆積情形的關係 2.障礙物條件及走廊條件對積沙的影響 3.風的條件與積沙的關係 	<ol style="list-style-type: none"> 1.資料蒐集及實地調查 2.自製器材模擬實驗 3.數據分析提出解決方法 	<ol style="list-style-type: none"> 1.建築物的背風面容易堆積風沙，障礙物越矮、風速不強及比較小的走廊，積沙的範圍都比較大 2.在建築物背風面兩側設置小型懸空的 L 形導風轉角，除沙效果較佳
你家被風吹倒了?!-探討風對不同建築物的影響情形 中華民國第 45 屆中小學科展國中組作品	<ol style="list-style-type: none"> 1.受風面面積大小對建築物影響的程度關係 2.各種形體的建築物受風吹襲後，周遭氣流變動情形 3.建築物受風吹襲後的振動頻率 	<ol style="list-style-type: none"> 1.模擬實驗 2.實驗數據分析 	<ol style="list-style-type: none"> 1.建築物本體越重時，因為建築物受到地心引力愈大，風要吹動所需的作用力就越大，導致風影響其振動頻率就越小 2.建築物雖然受風面面積一樣，但如果受風吹襲的方位不同，仍會造成建築本體振動頻率有相當大的差異 3.複合式建築、多棟建築地基連結在一起等方法，能使底面積加大，來分散風力，有效降低振動頻率

作品名稱	主要探討	研究方法	發現結果
<p>風兒它吻上我的家鄉</p> <p>中華民國第 44 屆中小學科展國小組作品</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.自製模型模擬不同條件下模型裡風場變化 2.觀察校園內設置風向器的較佳位置 3.自製模型，模擬與驗證台北地區的風場變化模式 	<ol style="list-style-type: none"> 1.自製模型與實地觀察 2.設計實驗操作 3.以分區得分法找出較佳觀測站位置 4.數據分析 	<ol style="list-style-type: none"> 1.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，就不再具有明顯變化 2.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 3.蒐集之資料與模擬實驗相互檢驗，更清楚掌握地方區域受到地形影響的風場變化情形
<p>氣流的奇妙旅行</p> <p>中華民國第 31 屆中小學科展國小組作品</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.了解風遇到障礙物時的流動狀態 2.了解氣流、水流經過模型物體表面時，四周所產生的動態 	<ol style="list-style-type: none"> 1.蒐集資料 2.校園觀測記錄 3.自製器材實驗觀察 	<ol style="list-style-type: none"> 1.氣流經過各種不同形狀的物體表面時，四周都會產生不同的流動現象 2.氣流流經流線型物體時，表面較穩定沒有阻力，因而產生靠上面位置的壓力小，升力大的現象
<p>強風欲來聲滿樓～大樓風效應及風切聲之探討</p> <p>高雄市第 61 屆中小學科展國中組作品</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.不同條件對「大樓風效應」及「風切聲」所造成的影響 2.比較在何種條件情況下「大樓風效應」及「風切聲」最為明顯 	<ol style="list-style-type: none"> 1.資料蒐集 2.數據分析 3.模擬實驗 	<ol style="list-style-type: none"> 1.大樓風效應與風切聲的變化是一致的，當風速變大時音量也變大，風速變小時音量也變小。風效應的變化比風切聲的變化明顯 2.建築物越容易讓風吹進來、讓風集中、風速變大的地方，就會產生風廊效應，所造成的「大樓風效應」及「風切聲」就會較明顯
<p>風生橋立-橋樑斷面形狀對橋樑穩固性之探討</p> <p>高雄市第 60 屆中小學科展國中組作品</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.橋梁斷面模型受風力作用時的垂直作用力 2.不同橋梁斷面形狀受側風吹襲時，對橋梁穩固性影響 	<ol style="list-style-type: none"> 1.自製器材模擬實驗 2.數據分析驗證結果 	<ol style="list-style-type: none"> 1.橋樑斷面模型以「上寬下窄」的設置方式會比「上窄下寬」的擺放方式有比較好的向下作用力。斷面形狀則以梯形斷面的效果最好 2.提高風速的情況下，橋面受向下作用力隨之增加，具明顯向下垂直作用力及高平穩性 3.等重的梯形斷面模型，在高風速下斜角 30 度的薄梯形比 45 度斜角的梯形斷面還要穩定

作品名稱	主要探討	研究方法	發現結果
<p>風與建築物的交會～吹出吸力來</p> <p>高雄市第 59 屆中小學科展國小組作品</p>	<p>1.證明風吹過建築物會產生吸力使玻璃被吸出去</p> <p>2.了解風吹過建築物產生吸力的原理</p> <p>3.如何降低風吹過建築物時，產生的吸力來減少玻璃致災的危機</p>	<p>1.自製器材模擬實驗</p> <p>2.數據分析驗證結果</p>	<p>1.風正面吹向建築物時，建築物兩側有風聚集加速的現象，使兩側壓力變小，而建築物內的壓力不變，就會產生吸力</p> <p>2.兩棟建築物間會形成風廊，讓風集中加速的效果增加，產生的吸力比單一棟建築物還強</p> <p>3.發現利用錯開排列、改變建築物形狀、牆面凹凸化和風廊陽台等破壞風廊的方式，讓風集中的效果變差，就能降低風吸力的影響</p>
<p>空穴來風～大樓風效應之探討</p> <p>高雄市第 49 屆中小學科展國中組作品</p>	<p>探討大樓中各種不同因素對「大樓風效應」所造成的影響</p>	<p>1.自製器材模擬實驗</p> <p>2.數據分析結果</p>	<p>1.發現大樓高度、大樓間通道寬度及通道前、後開口比例對「大樓風效應」會有部分的影響，而大樓延伸長度則否</p> <p>2.大樓間是否有橫向通道以及通道上方是否封閉等因素，在特定的情形之下，也會對大樓間的風速造成影響</p> <p>3.«大樓風效應»在風向與大樓間通道的夾角角度超過 30 度時，也會有減弱、甚至消失的現象</p>

根據以上資料的統整分析，我們發現過去研究常以模擬實驗的方式進行探討，針對不同建築物條件對氣流的影響、觀察氣流在建築物周圍的變化，及受風吹襲後振動的頻率等，發現大量的氣流通過建築物時，兩棟建築物之間寬度越窄，氣流流速就越快；風吹角度、受風面積大小、受風位置、附加建築物等都會影響風速大小及破壞風廊；大樓是容易讓風集中、使風速變強的地方，會產生較明顯的「大樓風效應」及「風切聲」；另外，也發現複合式建築、多棟建築地基連結在一起等方法，都能有效降低振動頻率。

本研究除了蒐集資料了解學校建築物對風的影響外，將透過自製模型與測量工具，改進過去研究較無法量化觀測結果的問題，聚焦以學校建築物為主，先觀察氣流在模擬建築物中的情形，再依據變因進行模擬實驗，進而討論不同條件的教室長廊中氣流的情況，希望能找出把風引進教室的適當方法及建議。

貳、研究設備及器材

自製風洞觀測箱(120cm×50cm×55cm)、自製整流器(50cm×50cm×10cm)、風扇、水氧機、3D 列印機、PLA 線材、自製教室模型、LED 燈、紅色點狀雷射、風速計、自製觀測物、積木、PP 瓦楞板、計時器、護貝機、護貝膠膜、透明壓克力板、電子游標尺、相機。

參、研究過程或方法

研究一、了解風與建築物的關係

(一)風的形成與流動

「風」是因為空氣流動而形成的一種自然現象。在地球上，由於空氣大範圍運動和氣壓的差異而形成了「風」，當氣壓差異存在，空氣會從高壓的地方向低壓的地方移動，再受科氏力影響而轉向。當兩地間氣壓差異愈大則風速也會愈大。

當兩地受熱不同，使空氣溫度產生差異，較熱的空氣會膨脹，空氣密度和氣壓降低，而周圍的比較涼的空氣密度和氣壓較高，兩個地方之間存在的氣壓差異，稱為氣壓梯度。氣壓差異產生的推動力使空氣流動，所以就形成了風。氣壓梯度越大，所產生的推動力越強，風速便越大。常見的海陸風便是因為海洋和陸地間的溫度差造成氣壓差異，使得鄰近海洋地區白天和夜晚的風向不同。

在氣象上，空氣的上下流動現象叫做對流，而空氣的水平運動則稱為風。也經常用風的強度和風的方向來描述風。短期而高速的風的爆發被稱為陣風；而短時間內（大約 1 分鐘）的強風被稱為颶；長時間的風可根據它們的平均強度被稱呼不同的名字，比如微風、烈風、風暴、颶風、颱風等。

(二)建築物對風的影響

從賴昱嫻、郭建源(2020)的資料中得知：空氣在流經建築物的過程中，其流動結構的

變化相當複雜，影響的因素包含：建築物的型態、來風風向、鄰近建物等。當空氣流經地表附近時，地表上的物體會形成一種阻力，因此空氣流動會受到物體表面粗糙度的影響，也就是說，當空氣流經都市時，建築物形成的粗糙度對風速的影響範圍較廣。

當氣流由建築物兩側繞過時，流體會有加速的現象。同時，在建築物轉彎處，渦流分離的現象也會造成較強風速，因此建築物側風面經常出現地表強風區域。而隨著建築物樓層高度的增加，高樓的側邊幾乎都是高風速區域，高樓周圍可視為被高風速所包圍。

當氣流接近建築物時，部分氣流會由建築物的上方與建築物的兩側繞過，部分氣流則會沿建築物的迎風面向下流動，在建築物的前方形成迎風面渦流氣流。氣流會沿著建築物的迎風牆面向上流動，在越過屋頂後產生氣流分離的現象。

另外，在內政部建築研究所研究報告(2012)的資料，我們也得知：都市地區的集合式住宅大多緊密相連，導致阻礙空氣流動。因此即使建築物前後皆有向外的窗戶開口，周圍建築物的遮蔽效應仍會導致建築物通風不良的產生悶熱，不舒適的居室環境。

從資料也得知建築物對風的影響還有一個「風切效應」。我們日常走在高樓旁，常可以感受到一股強風，這是因為龐大的建築物阻擋了氣流的通道，使氣流通過的面積減少，大樓兩側的風速因而增加，形成「大樓風」；而且，當樓層越高時，風切效應也就越明顯。

(三)本校建築物與四季風向

1.本校校園簡易配置圖

本校座落於十全路與民族路口，大門朝向北方，主棟建築物位置如右圖 1。

主棟教室 3 至 5 樓都是一般班級教室所在位置，前走廊在教室北側、後走廊靠教室南側。本研究中所指長廊位於五樓靠近東側第 1 間至第 2 間教室之間。

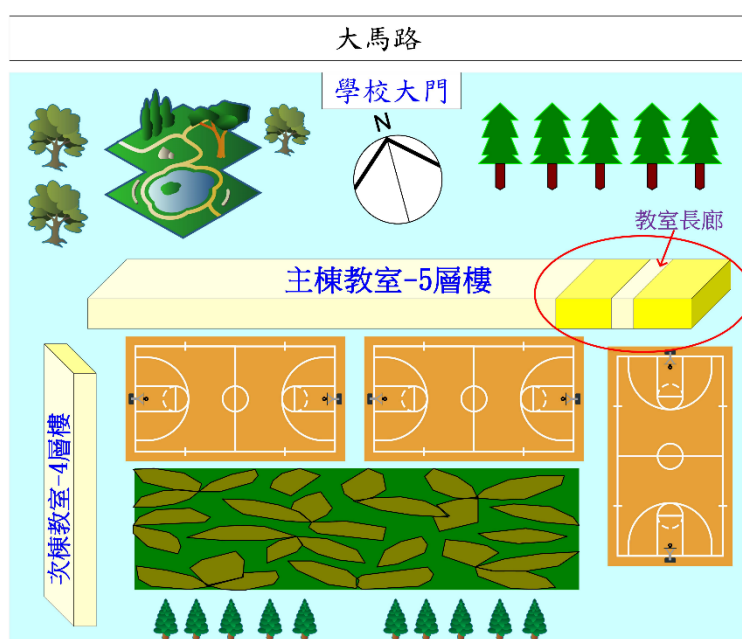


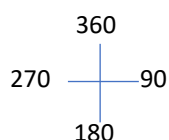
圖 1 校園配置圖

2.鄰近學校地區的四季風向

根據交通部中央氣象署觀測資料查詢系統中查詢 COV700_三民測站的年報表資料，

取得高雄市三民測站在 2021-2023 年的風向及風速相關之資料，如下：

觀測要項 及年份	風向(360degree)						風速(m/s)					
	2021年		2022年		2023年		2021年		2022年		2023年	
	平均	最大瞬間	平均	最大瞬間	平均	最大瞬間	平均	最大瞬間	平均	最大瞬間	平均	最大瞬間
觀測月份												
1	19	35	9	14	12	11	1.6	10.5	1.4	10.8	1.5	12.5
2	10	35	8	10	12	197	1.4	14.8	1.5	9.9	1.5	11.6
3	16	200	2	160	10	12	1.4	8.5	1.4	14	1.4	9.6
4	11	259	8	189	8	137	1.6	10.1	1.7	15	1.6	12.9
5	203	181	10	191	274	193	2	11.8	1.5	12.2	1.6	11.7
6	4	249	245	246	119	315	1.8	15.4	1.9	14.3	1.9	14.4
7	13	19	243	179	2	118	1.9	13.4	1.8	12.9	1.9	23.8
8	4	246	9	193	118	250	1.9	18.7	1.7	12.8	1.8	19.3
9	282	11	7	12	129	103	1.4	12.1	1.7	13.5	1.6	22.9
10	3	203	8	12	4	301	1.3	9.4	1.4	8.7	1.4	22.1
11	8	10	11	305	13	32	1.4	9.9	1.3	9	1.3	11.1
12	10	34	12	21	12	355	1.3	8.7	1.6	11.6	1.4	9.8



資料來源：CODIS 氣候資料服務系統-高雄三民測站

<https://codis.cwa.gov.tw/StationData?target=station>

從氣象署公布的各氣象測站觀測資料中，我們選擇較靠近學校的「三民測站」資料，從 2021~2023 年的統計年報表中得知：該測站在春、秋、冬季的平均風向多數介於 0~20 度之間，表示風向以北微偏東居多，而在夏、秋季的風向有時則會出現偏西南或偏東南方；而最大瞬間風向冬季以出現偏北風較多，其他季節較無明顯規律。

因本校主棟建築物面向北方，而在該地理位置春、秋、冬季的平均風向及冬季偶有最大瞬間陣風都以北風居多，因此本校主棟建築物的風向大部分會由教室前走廊的方向吹進教室。本研究中，研究者將教室模型配置即以前走廊為受風方向(北方)為主，進行模擬實驗設計。

研究二、觀測氣流在模擬建築物中的情形

本研究依本校靠東側現有教室配置情形，自製 5 層樓教室模型，每層樓都包括 3 間教室及 1 座長廊，作為氣流在建物模型中的觀測裝置，及後續不同變因條件實驗中的基本裝置。為使觀測時能提供穩定平順的氣流，因此，經討論利用風洞整流的概念進行裝置的設計，進行實驗觀測探討。

(一)實驗器材說明

1.風洞實驗簡介

「風洞」是空氣動力學研究中常會使用的一個重要試驗設備，例如在進行飛機、船、汽車等外形設計過程中就會使用到。「風洞」主要是用來模擬物體受到相對氣流的時候的流場變化，以及各種力量的量測；風洞有各種不同大小，也有不同的速度條件下使用的設備，可以用來實驗量測各種東西，另外，也有大型的風洞設備可以進行一些建築物設計時候風場變化的一個試驗。

一般風洞的結構主要有收縮段、測試段及擴散段，設備包括有風扇、管狀結構、整流段及測量儀器等。

2.風扇及整流裝置製作

(1)風扇：使用一般風扇，組裝於木箱中，基於安全加裝網格防護，於本觀測實驗採排風方式將風從觀測箱中排出(圖 2)。

(2)整流裝置：目的是希望將進入風洞內的氣流趨於均勻後流出；本研究為了觀測之空氣流動較為穩定，經討論我們利用

口徑 12mm 的粗吸管製作了一座 50cm×50cm×10cm 的整流器，並以木製盒子框住固定待用，如圖 3-5。



圖 2



圖 3



圖 4



圖 5

3.水煙裝置

由於空氣沒有顏色不易觀察，因此本研究利用水氧機霧化過程產生的水煙來作為觀測空氣流動的情形，透過自製管路將產生的水煙導引至實驗觀測區，並結合排風扇及整流裝置讓水煙更加穩定流動，如圖 6-8。



圖 6

原設計-尺寸 28cm×28cm



圖 7

修正後-尺寸 28cm×20cm



圖 8

水氧機-製造水煙

4.教室模型設計

本研究依本校靠東側現有教室配置情形，實際量測 5 樓普通教室尺寸長約 970cm、寬約 940cm、高約 380cm(圖 9)；經討論以約「80：1」的比例，使用 3D 列印裝置輸出長 12cm、寬 12cm、高 5cm 的教室模型(圖 10)，自製每層樓教室模型 3 間，在第 1、2 間教室之間包括一座 3cm 寬的長廊，共計製作 5 層樓，最高樓加上斜屋頂，完成教室模型的準備(圖 11)。

為了更符合實際牆面凹凸情況，建物模型依比例繪製出窗戶及門，整座模型加上外面的前走廊、空地和廁所。最後我們將實際觀測的位置設定在 5 樓，進行觀測(圖 12)。



圖 9

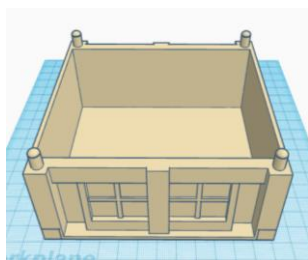


圖 10



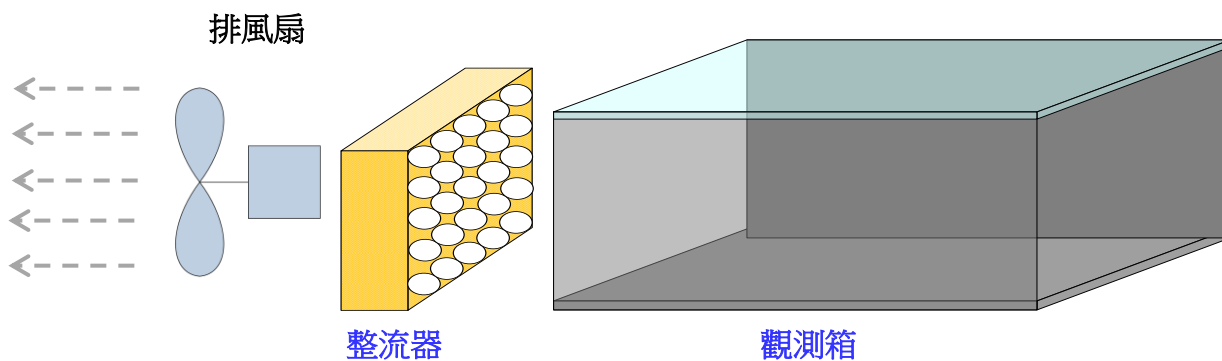
圖 11



圖 12

5. 自製觀測箱配置

本研究自製風洞觀測箱(120cm×50cm×55cm，上蓋透明)，內有器材包括：排風扇、整流器及水煙裝置 3 個部份，排列固定，成為一組完整器材。配置設計圖如下：



※配置完成圖

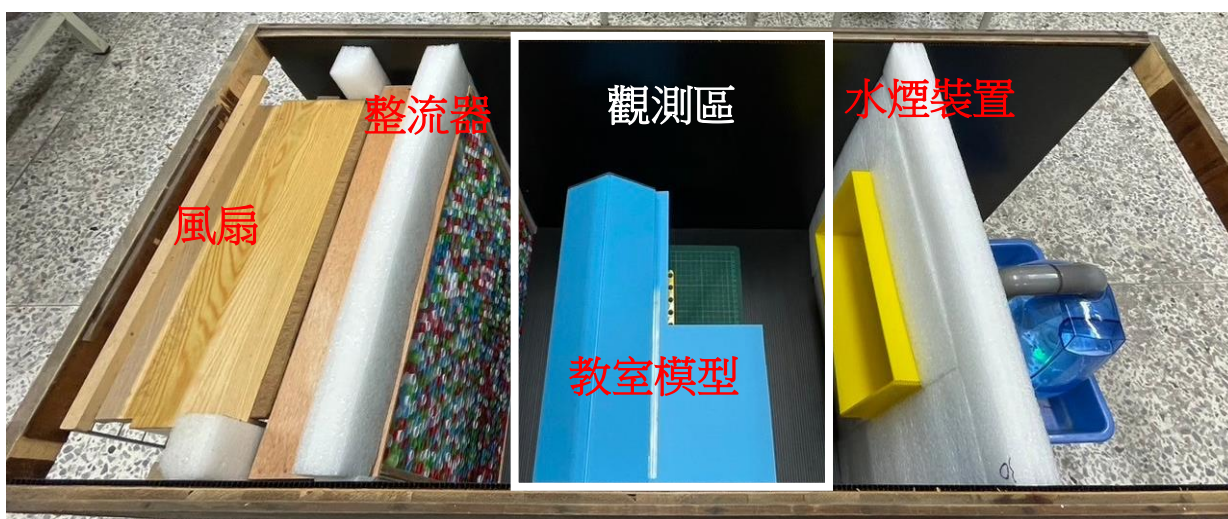


圖 13

(二) 實驗觀測記錄

本研究擬觀測氣流在經過建築物時的動向，因空氣無色不易觀察，所以利用水煙在觀測箱中的流動來觀察空氣的流動，並搭配內壁為黑色之觀測箱，在內部架設白光 LED 燈及紅色點狀雷射，作為輔助觀察及結果的描述，說明如下：

1. 觀測準備：

(1) 依前述之自製觀測箱，為了觀察水煙流動時更加清楚，操作時需拉上窗簾並關閉教室光源，在箱子內側貼上黑色瓦楞板，及固定 2 個白光 LED 燈提供內部光源(圖 14)。

(2)水氧機：事先準備並經測試後固定，調整水煙出口至適當位置(圖 14)。

(3)紅色點狀雷射：測試發現點狀雷射光打到牆壁的過程路徑中，正常狀態下是不會看到紅色線條狀的路徑，當雷射行進的路徑遇到水煙，就會清楚呈現紅色線條狀；本研究便藉此特性，利用紅色點狀雷射來輔助說明水煙在觀測箱中的流動情形(圖 15)。

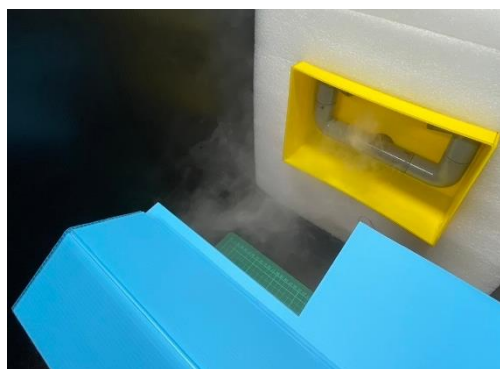


圖 14

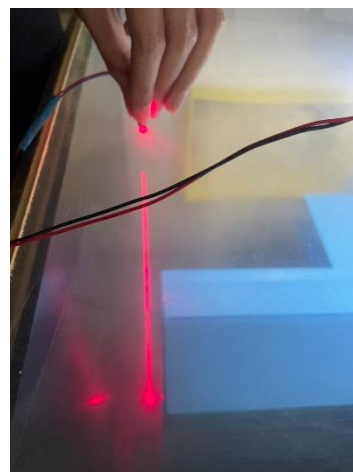


圖 15

2 確認觀測位置：

經討論我們將待觀測之學校建築物模型，由上視圖位置分為 9 個區域，分別代號是 A 至 I(上視圖 16)，使用 5 層樓教室模型，並以第 5 層樓為主要觀測記錄之位置。

3.記錄方式：

觀測實驗進行時，氣流會沿著教室建築物模型之間流動，以紅色點狀雷射光點在 9 個區域分別照射，來觀測氣流的情形，如果該區有水煙，雷射光點便會出現紅色線條狀的路徑，水煙濃度越多，紅色線條越加明顯，我們依紅色線條清晰程度區分成 4 個等級，並以 0、1、2、3 做為記錄代號。

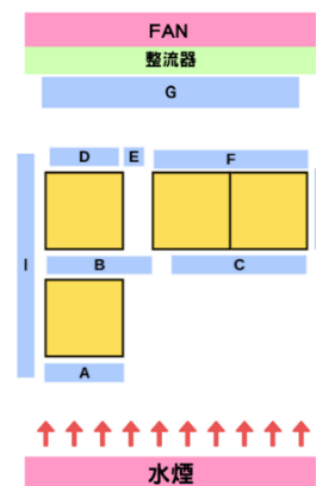


圖 16

代號	0	1	2	3
說明	無紅色路徑	紅色路徑斷斷續續 (紅色線較少)	紅色路徑斷斷續續 (紅色線較多)	紅色路徑明顯 (紅色線完整)
圖示	無	⋮	⋮	

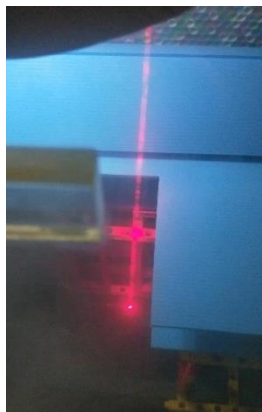
(三)觀測結果

依上述觀測記錄方式，記錄結果如下：

位置	A	B	C	D	E	F	G	H	I
代號	2	3	3	1	3	1	1	3	2

※結果與討論：

- 1.經紅色點狀雷射光投射觀測發現：B、C、E、H 出現的紅色線條是最明顯的，代表水煙量較多，氣流流動較多。
- 2.位置 B、C、H 主要是水煙的主要來向，會先出現較多的水煙經過；而 E 區則是在 B、C 區的水煙經過長廊後出現的水煙，水煙量也很密集、量多。
3. I、H、E 區的雷射線段較明顯，代表水煙量較多，氣流量相對聚集較多，推測可能是長廊效應造成的結果。(I、H 區是教室模型與箱壁之夾縫)
- 4.發現水煙流經建築物後，在教室模型背面的 D、F、G 區紅色線段較不明顯，說明水煙量大幅減少，由此可知此區域氣流較弱、氣流量較少。



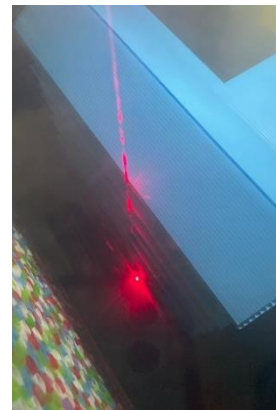
B 區觀測-紅色雷射明顯



H 區觀測-紅色雷射明顯



I 區觀測-紅色雷射明顯



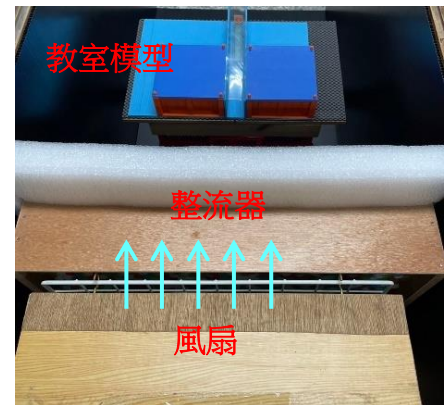
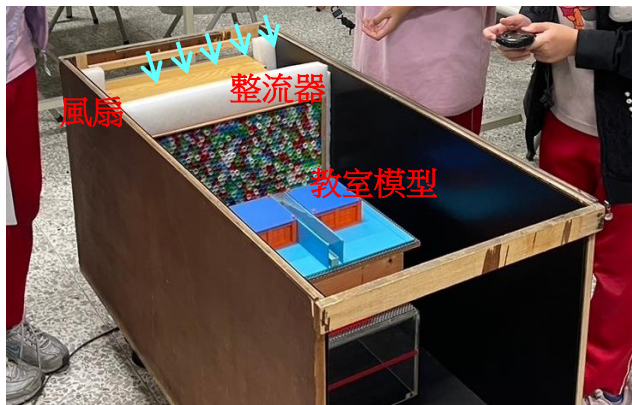
E 區觀測-紅色雷射明顯

研究三、探討不同的長廊條件對氣流的影響

經過研究二的觀測，我們發現教室之間的長廊空氣流動情形明顯，在實際的情境中也感受到有較大的風，因此，本研究將針對教室之間的長廊條件，進行風速測量的探討。由於受限於現有電子儀器尺寸較大及取得不便，且為了使觀測誤差減少，因此，自行設計製作觀測箱及觀測方式進行實驗探討。

(一)自製觀測箱配置說明

- 1.風扇及整流裝置：使用前述研究二之風扇及整流裝置，於實驗中改採吹風方式將風從外部經整流器後向觀測箱內吹送。



- 2.教室模型：本研究擬探討長廊條件對氣流的影響，因此，只選用前述研究二一個樓層之 2 間教室及 1 座長廊，作為本實驗的建物模型，進行實驗觀測。



(二)實驗觀測記錄

- 1.觀測物測試說明

- (1)利用粗吸管作為通道，小保麗龍球放置在吸管内，當風扇啟動後，觀測小保麗龍球移動的距離或時間。經測試發現：有時會卡住，



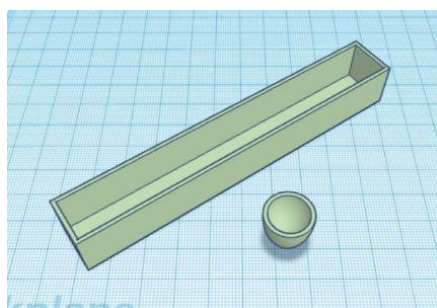
有時又會出現通過的時間太快來不及記錄，不太容易控制。決議不採用此方法。

- (2)找到可以漂浮的物體，觀測漂浮物在水盒中移動的距離或時間。經測試木珠、塑膠球、乒乓球、保麗龍球、BB 彈等多種圓形球體後發現：此方法可行，但要找到一個比較大的浮體，風吹後才能順利前進，而且要有一個長條形的水道，才能方便記錄移動的距離。經討論決議採用此方法。

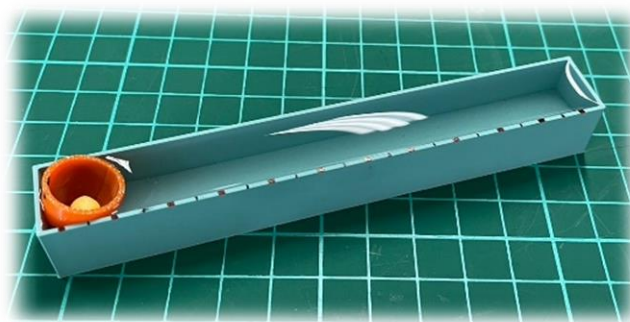
2.以 3D 列印實做觀測水道和觀測物

(1)水道：長方形盒，長 12cm、寬 1.7cm(內徑 1.5cm)、高 1.5cm

(2)觀測物：倒立錐形，內部空心，加入 1 個小重物在側邊，使其置入水道中自然傾斜漂浮在水面上。(最大外徑 1.4cm)



水道及觀測物 3D 設計圖

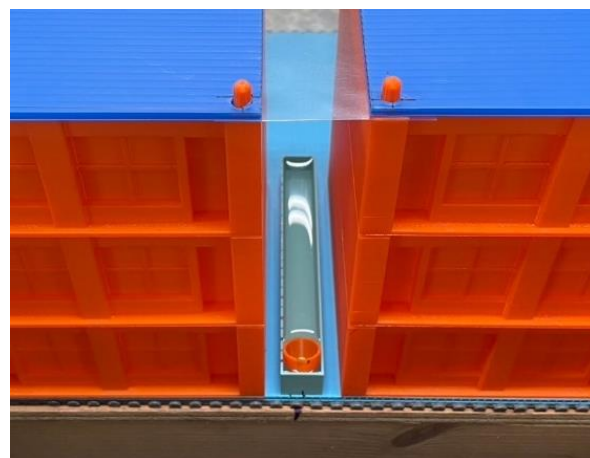
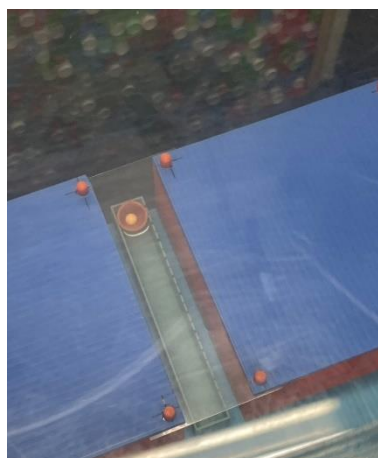


觀測物於水道中測試

3.觀測與紀錄

(1)將自製之 3D 教室模型依各變因組別，固定在高度 30cm 的平台上，觀測之長廊置於正中央，教室模型前緣距離整流器出風口位置 20cm 處。

(2)將觀測物置於裝滿水的水道中，使其自然傾斜，再將水道放置於教室模型間的長廊中央，使水道與教室模型前緣切齊(靠近整流器一側)。



水道與教室模型前緣切齊

(3)調整風扇開關控制風速大小，啟動電源，計時開始，測量觀測物移動至水道末端的時間，單位「秒」；為減少誤差，每組分別進行五次實驗觀測，再求取平均值進行比較。

①風扇風速實測：在風扇及整流器正中央依各條件距離 20cm 處，以風速計測量風扇之風速，記錄如下表：

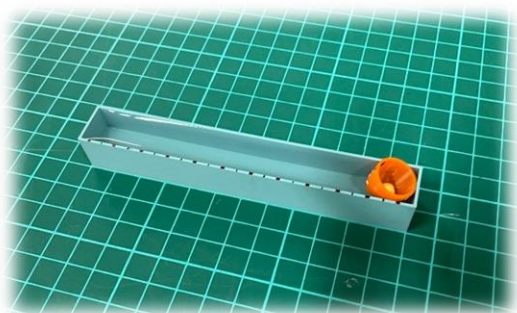
風力大小 (開關)	1 速(大)	2 速(中)	3 速(小)
有無整流			
無整流(高 30cm)	約 5.6m/s	約 5.3 m/s	約 4.9 m/s
有整流(高 30cm)	3.2 m/s	2.8 m/s	2.6 m/s
有整流(高 35cm)	3.3 m/s	2.9 m/s	2.5 m/s
有整流(高 40cm)	3.2 m/s	2.9 m/s	2.6 m/s

②風速操控說明：經實測發現無整流之風速計數據一直跳動不定，經整流後，風速呈現較穩定；另外經反覆測試不同風速，發現風力 1 速的風力較大，觀測物移動較順暢，因此經討論後決定以整流後風力 1 速(約 3.2 m/s)之開關作為後續實驗風力控制。

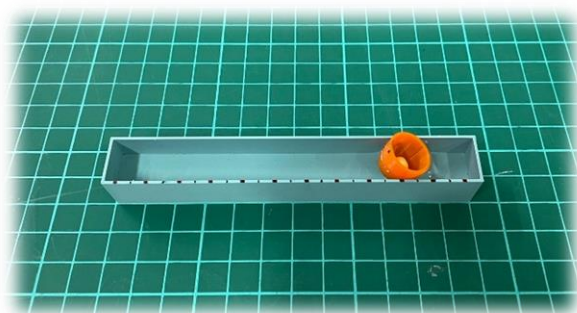
(4)測量之觀測物從起點移動至終點的時間較短時，表示此時所受風力較大；觀測物抵達終點的時間較長時，則表示所受風力較小。

①水道測試：進行觀測物測試時，我們發現觀測物經風吹後，在起始點位置會有「類回流」的現象，即一開始觀測物會停留在起始點很長一段時間，導致觀測物無法順利前進的問題。

②時間記錄說明：經多次測試，決定將觀測物放置在距離起始點 1.5cm 的位置，作為新的起始點，避免觀測物「類回流」的現象影響實驗觀測。



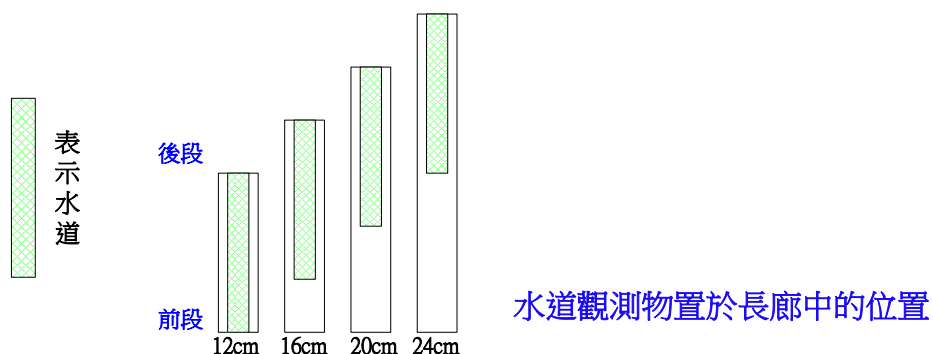
原定實驗起始點



修正後之實驗起始點-1.5cm 的位置

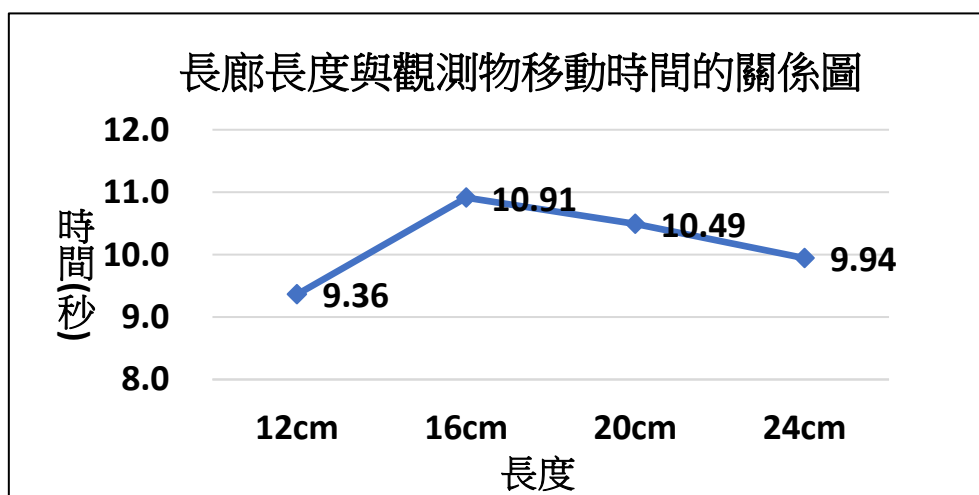
實驗(一)長廊的長度對長廊內風速的影響

- 步驟：1. 將 2 間教室模型及 12cm 長、3cm 寬、5cm 高的長廊，固定在高度 30cm 的平台上，模型前緣距離整流器出風口位置 20cm，再將觀測物置於裝滿水的水道中，並將水道放置於教室模型間的長廊後段之中央位置。
2. 開啟風扇 1 速開關，計時開始，記錄觀測物從水道起點移動至終點的時間，重覆實驗操作五次，觀察並記錄。
3. 依序改變長廊的長度，重覆 1、2 步驟，觀察並記錄觀測物移動至水道終點的時間。



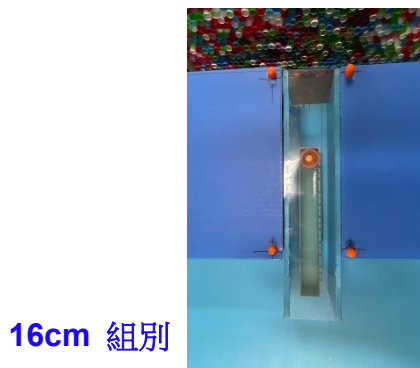
次數 \ 長度	12cm	16cm	20cm	24cm
第一次	9.32	10.78	10.62	9.96
第二次	8.93	11.22	10.15	10.08
第三次	9.75	10.64	10.90	10.06
第四次	9.84	10.75	10.50	9.89
第五次	8.97	11.17	10.29	9.72
平均	9.36	10.91	10.49	9.94

單位：秒



※結果與討論：

- 1.根據實驗結果發現，走廊長度在 12cm 漂浮物移動速度最快平均花費 9.36 秒，其次是長度 24cm 的 9.94 秒。
- 2.長廊的長度增加，觀測物移動時間變短了，推測較長的長廊會使風速增加，導致長度 20cm、24cm 組別的觀測物移動的時間也漸漸變短。



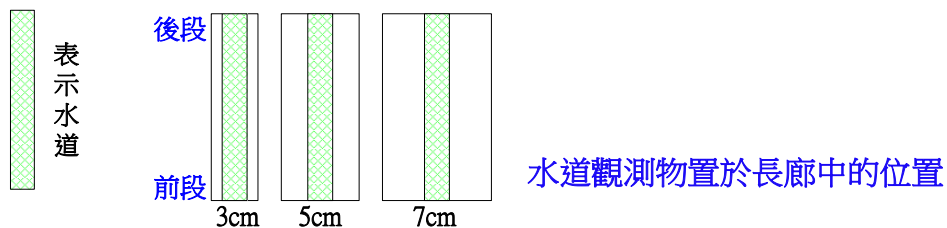
16cm 組別



24cm 組別

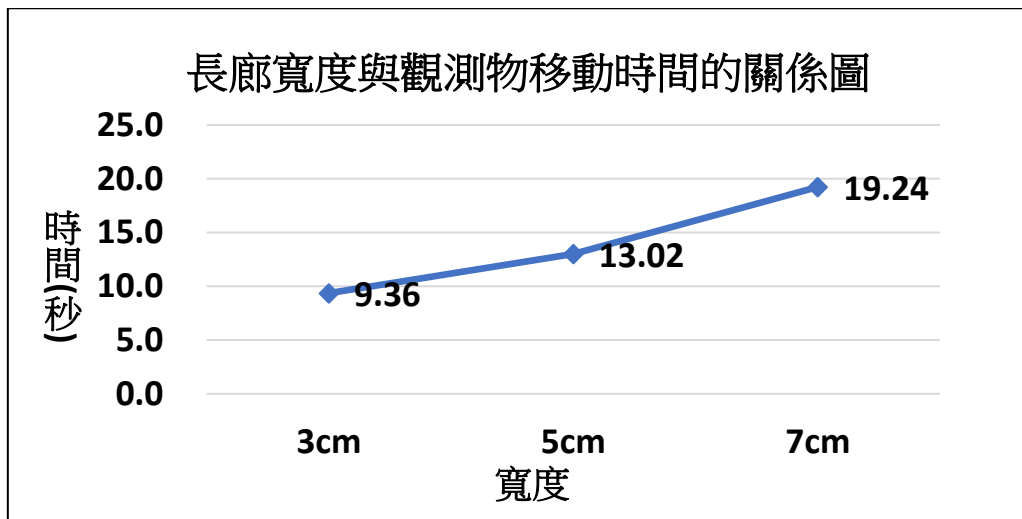
實驗(二)長廊的寬度對長廊內風速的影響

- 步驟：1.將 2 間教室模型及 12cm 長、3cm 寬、5cm 高的長廊，固定在高度 30cm 的平台上，模型前緣距離整流器出風口位置 20cm，再將觀測物置於裝滿水的水道中，並將水道放置於教室模型間的長廊中央。
- 2.開啟風扇 1 速開關，計時開始，記錄觀測物從水道起點移動至終點的時間，重覆實驗操作五次，觀察並記錄。
- 3.依序改變長廊的寬度，重覆 1、2 步驟，觀察並記錄觀測物移動至水道終點的時間。



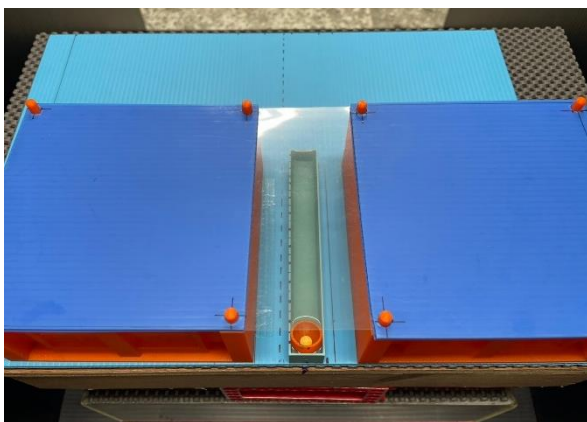
次數 \ 寬度	3cm	5cm	7cm
第一次	9.32	12.97	20.40
第二次	8.93	13.31	18.34
第三次	9.75	12.56	20.19
第四次	9.84	12.94	18.56
第五次	8.97	13.34	18.69
平均	9.36	13.02	19.24

單位：秒

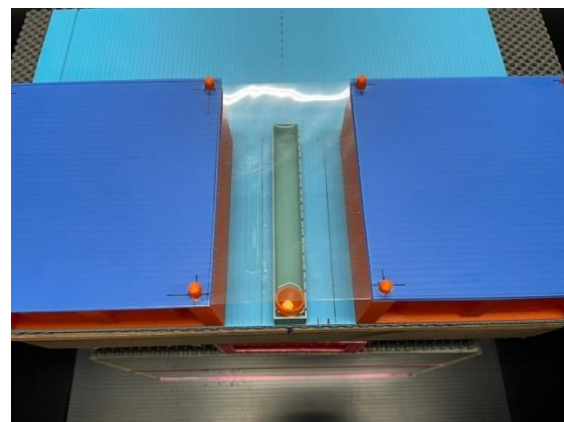


※結果與討論：

- 1.根據實驗結果發現，長廊寬度越寬，觀測物移動所花的時間就越長，在寬度為 7cm 時觀測物平均移動 19.24 秒最慢；而長廊寬度越窄，觀測物移動所花的時間就越短，在寬度為 3cm 時觀測物平均移動 9.36 秒是最快的。
- 2.實驗中發現長廊寬度越寬時，觀測物的移動時間變長了，推測是風進入長廊後分散，導致觀測物移動時間越長。



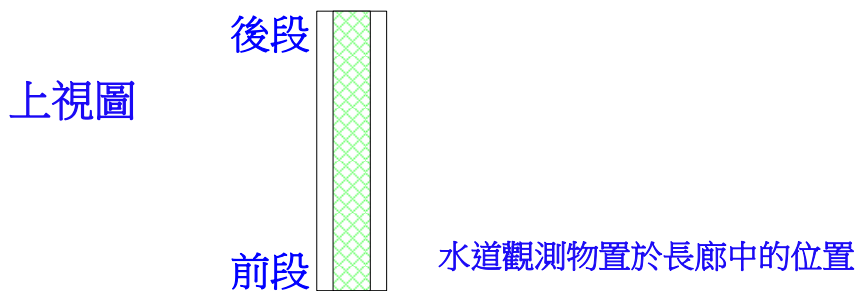
5cm 組別



7cm 組別

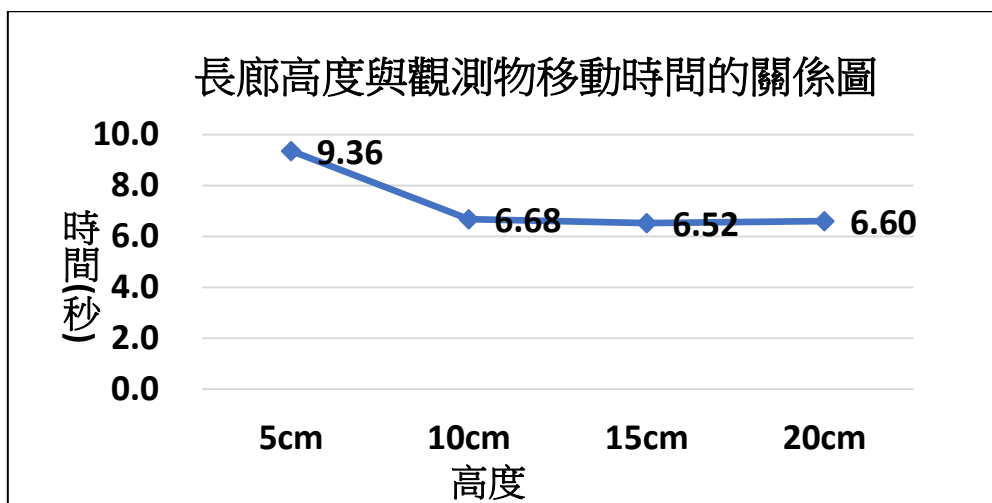
實驗(三)長廊的高度對長廊內風速的影響

- 步驟：1.將 2 間教室模型及 12cm 長、3cm 寬、5cm 高的長廊，固定在高度 30cm 的平台上，模型前緣距離整流器出風口位置 20cm，再將觀測物置於裝滿水的水道中，並將水道放置於教室模型間的長廊中央。
- 2.開啟風扇 1 速開關，計時開始，記錄觀測物從水道起點移動至終點的時間，重覆實驗操作五次，觀察並記錄。
 - 3.依序改變長廊的高度，重覆 1、2 步驟，觀察並記錄觀測物移動至水道終點的時間。



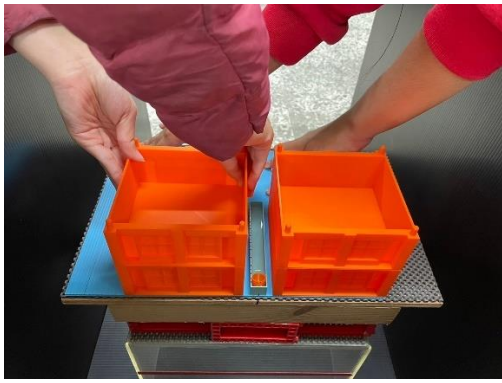
高度 \ 次數	5cm	10cm	15cm	20cm
第一次	9.32	6.62	6.53	6.44
第二次	8.93	6.44	6.54	6.66
第三次	9.75	6.93	6.47	6.47
第四次	9.84	6.75	6.50	6.63
第五次	8.97	6.66	6.58	6.78
平均	9.36	6.68	6.52	6.60

單位：秒



※結果與討論：

- 1.根據實驗結果發現，長廊高度越高，觀測物移動時間越短，其中以 15cm 高度 6.52 秒是最短的。
- 2.雖然高度 10cm 以上的組別都比高度 5cm 的長廊觀測物移動時間較短，但是 10cm、15cm、20cm 這些組別量測到的結果差異不大，推測長廊高度增加可以使風速加大，但高度超過一定範圍後，地面測得的風速就沒有特別大了。



10cm 組別



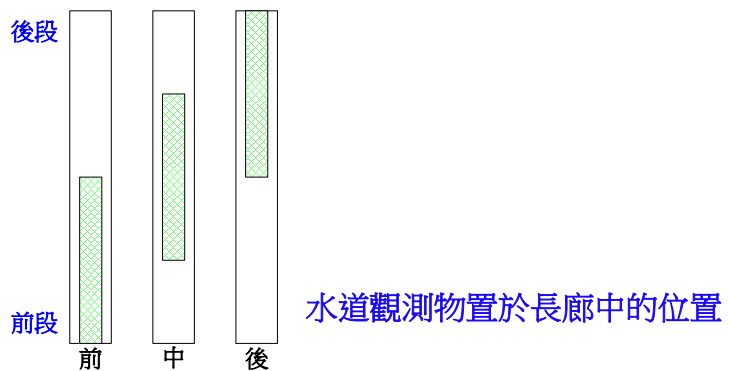
15cm 組別

實驗(四)長廊中的不同位置對長廊內風速的影響

步驟：1.將 2 間教室模型及 24cm 長、3cm 寬、5cm 高的長廊，固定在高度 30cm 的平台上，模型前緣距離整流器出風口位置 20cm，再將觀測物置於裝滿水的水道中，並將水道放置於教室模型間的長廊前段之中央位置。

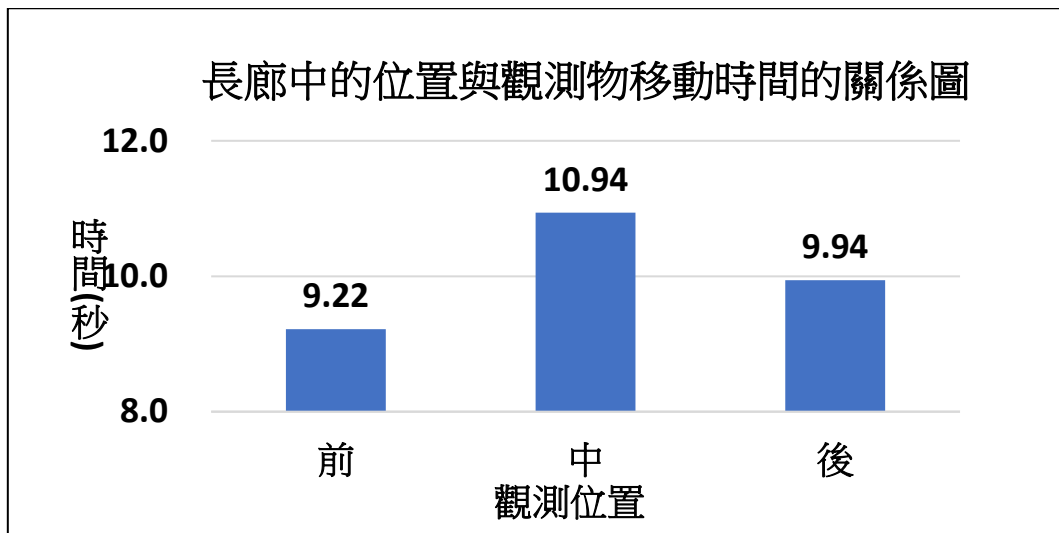
2.開啟風扇 1 速開關，計時開始，記錄觀測物從水道起點移動至終點的時間，重覆實驗操作五次，觀察並記錄。

3.依序改變在長廊內觀測點(即水道)的位置，重覆 1、2 步驟，觀察並記錄觀測物移動至水道終點的時間。



觀測位置	前段	中段	後段
第一次	8.98	11.25	9.96
第二次	9.47	11.13	10.08
第三次	9.27	10.92	10.06
第四次	9.03	10.66	9.89
第五次	9.34	10.73	9.72
平均	9.22	10.94	9.94

單位：秒

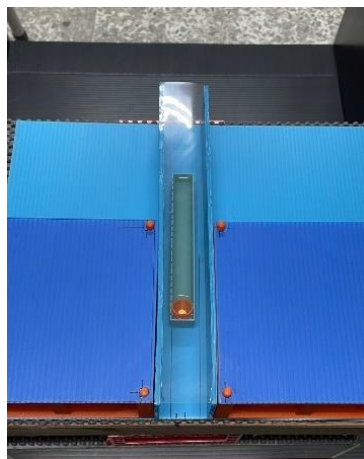


※結果與討論：

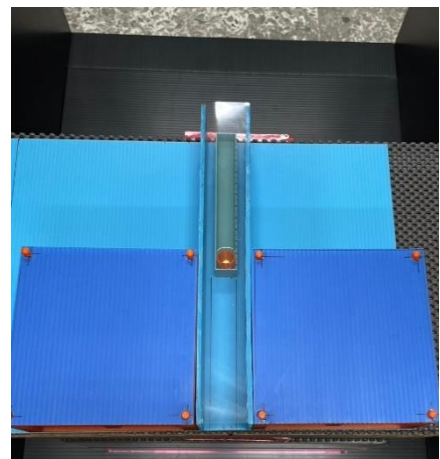
- 1.根據實驗結果發現，將觀測物位置放置在長廊的前段及後段時，觀測物所移動的時間都較短，以在前段位置移動時間 9.22 秒最短；而當觀測物放置在長廊中段位置時，觀測物所移動的時間 10.94 秒是最長的。
- 2.發現在長廊前段及後段的位置，平均風速都較長廊的中段快，推測是長廊前段較靠近出風口，長廊後段是受到狹管效應所造成。



前段 組別



中段 組別



後段 組別

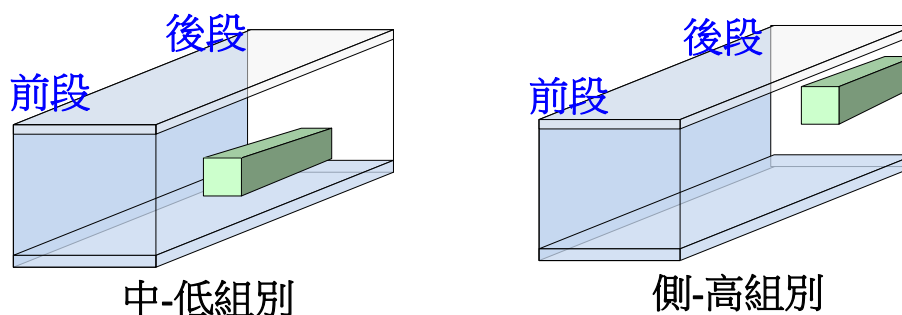
※進一步研究

上述實驗發現較長、較窄、較高的長廊，及在長廊後段都是風力較大的位置，因此後續實驗將針對長廊後段不同高度位置以 25：1 比例的教室模型進行實驗探究：

實驗(五)長廊中的不同高度位置對長廊內風速的影響

- 步驟：1.將 2 間 25：1 之教室模型(長 36cm、寬 36cm、高 15cm)及 36cm 長、9cm 寬、15cm 高的長廊，固定在高度 30cm 的平台上，模型前緣距離整流器出風口位置 20cm，再將觀測物置於裝滿水的水道中，並將水道放置於教室模型間的長廊後段之中央低處位置(以「中-低」表示)。
- 2.開啟風扇 1 速開關，計時開始，記錄觀測物從水道起點移動至終點的時間，重覆實驗操作五次，觀察並記錄。
- 3.依序改變在長廊內觀測點的高度位置(含中央及側邊)，重覆 1、2 步驟，觀察並記錄漂浮物移動至水道終點的時間。

側視圖

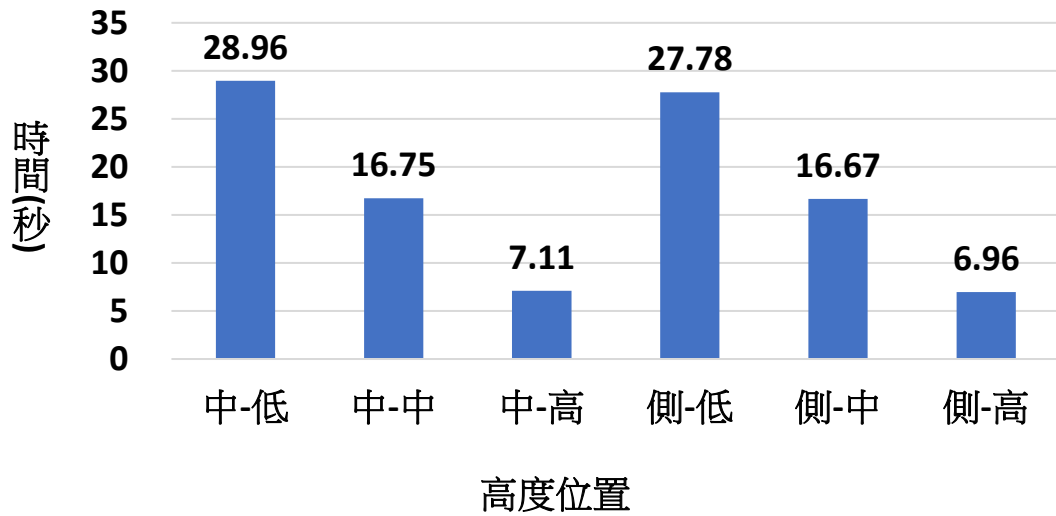


水道觀測物置於長廊中的位置

長廊中位置 及高度 次數	長廊後段中央			長廊後段側邊		
	中-低 (0cm 高)	中-中 (5cm 高)	中-高 (10cm 高)	側-低 (0cm 高)	側-中 (5cm 高)	側-高 (10cm 高)
第一次	29.16	15.85	6.90	27.97	16.59	7.22
第二次	28.16	17.35	7.22	27.01	16.22	6.78
第三次	30.17	16.56	6.82	27.34	16.59	7.02
第四次	28.05	16.54	7.37	28.15	16.63	7.09
第五次	29.28	17.44	7.22	28.44	17.34	6.69
平均	28.96	16.75	7.11	27.78	16.67	6.96

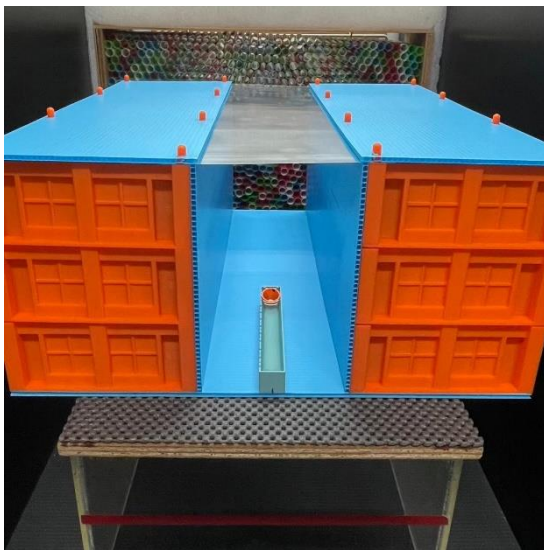
單位：秒

長廊中不同高度位置與觀測物移動時間的關係圖



※結果與討論：

- 1.發現在長廊後段中央位置，高處的組別，觀測物移動所花時間最短，表示風力最大；而在較低處的組別，觀測物移動所花時間較長，表示風力是較小的。
- 2.發現在長廊後段側邊位置，高處的組別，觀測物移動所花時間最短，表示風力最大；而在較低處的組別，觀測物移動所花時間較長，表示風力是較小的。
- 3.在長廊後段的「高處」組別，不管在中央或側邊，測得觀測物移動所花時間都最短，表示在長廊後段高處位置的風力較大，是一個較佳的集風口位置，可以做為導風裝置的設置。



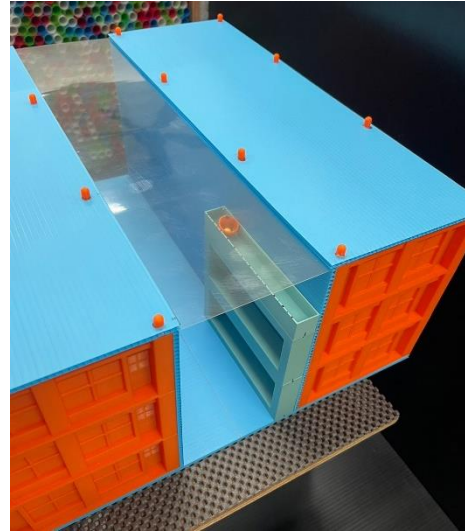
中-低組別



中-高組別



側-中組別

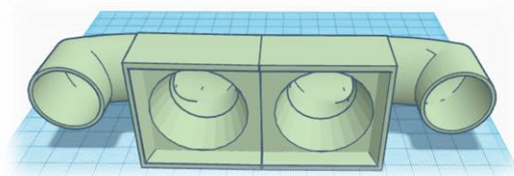


側-高組別

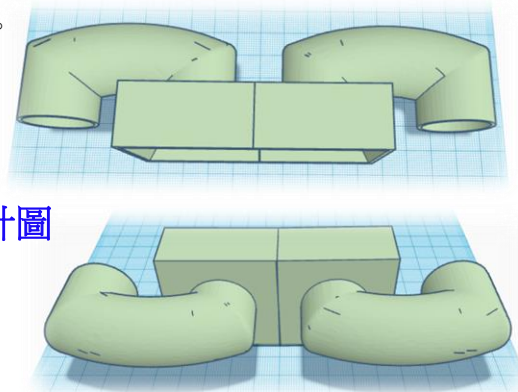
研究四、找出把風引進教室的方法

在實驗(五)發現在長廊後段不論是中央或在側邊位置，只要是在高處的組別，都可以測得風力最大；因此，我們利用 3D 設計了導風裝置，固定在以 25：1 比例的教室模型長廊後段的最高處，由長廊聚集風而經由導風管將風導入到兩側的教室內，並經由水煙的觀測，實際驗證進入長廊的風經由導風裝置而流動到兩側教室內。

(一)進行 3D 設計製作



3D 設計圖

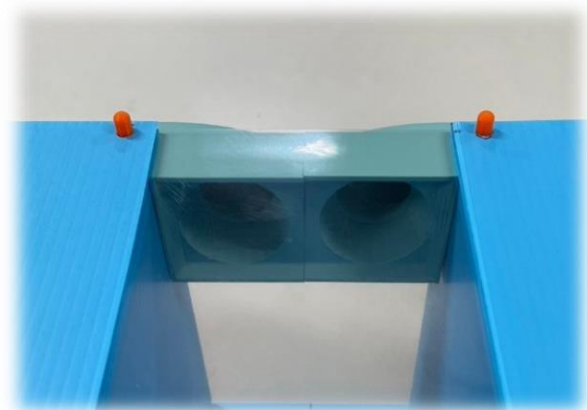


(二)導風裝置組裝

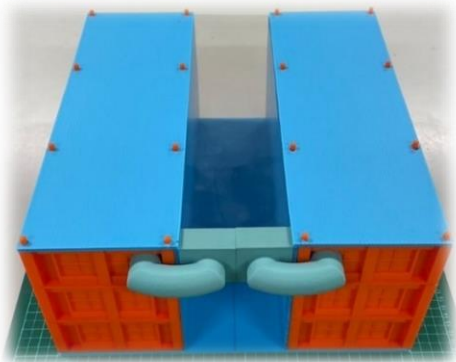
1.第一次組裝



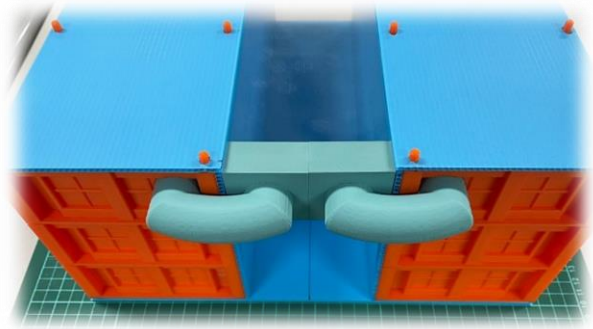
導風口-長廊前視圖



導風口放大-前視圖



導風裝置完成-後視圖

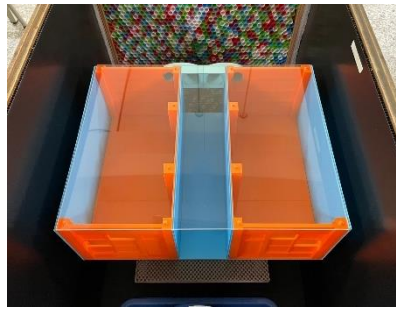


導風裝置放大-後視圖

2.第二次組裝：重新製作教室內透空及開窗，上層蓋上透明壓克力板，方便觀察



教室透空及開窗



於觀測箱中準備觀測



水煙+雷射觀測

(三)利用水煙進行導風裝置效果觀測，分別在教室「關窗」或「開窗」情境下測試

1.教室「關窗」情境

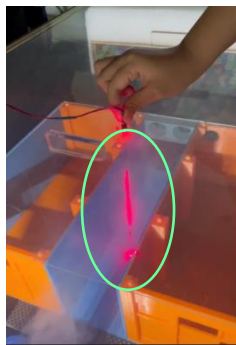


在長廊中：
紅色雷射線
段明顯，表
示水煙量多

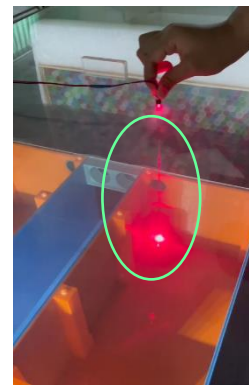


導入教室內：
紅色雷射線段
較短，表示水
煙量較少

2.教室「開窗」情境



在長廊中：
紅色雷射線
段明顯，表
示水煙量多



導入教室內：
紅色雷射線段
較長，表示水
煙量較多

※結果：發現有開窗的教室導風效果較為良好。

肆、討 論

- 一、在研究二水煙實驗過程發現，氣流觀測不易，藉由水煙可以清楚呈現空氣的流動，但必須關閉實驗場地光源再於箱內輔以 LED 白光，可以使氣流的呈現效果更佳；另外，利用紅色點狀雷射光投射可以輔助觀測結果的描述。
- 二、根據研究二發現，在建築物的背面觀測到的水煙量大幅減少，表示建築物的背風面氣流量較少。另外，利用風扇進行實驗時，由於啟動風扇的時間有些許的差異，因此進行多次實驗，再將數據進行平均，使得數據變得更精準。
- 三、在研究三的水道觀測物測試中發現：發現觀測物在起始點位置有「類回流」的現象，即一開始觀測物會停留在起始點很長一段時間，導致觀測物無法順利前進。我們開始逐一測試與水道邊緣保持何種距離才能避免此現象產生，經過多次實驗後發現在距離起始點 1.5cm 的位置能有效避免此現象。
- 四、在實驗(一)進行不同走廊長度的實驗發現，由於我們設定每一組別的水道要放置在長廊的最後端，由於觀測使用之水道本身就長 12cm，所以長廊長度 12cm 的組別觀測物的起點會最靠近出風口，可能因此測得最短的時間；而 16cm 的組別水道擺放在長廊後端觀測物的起點已經在長廊的內部，進入的風可能受到影響使觀測物移動時間變長；隨著長廊的長度增加，觀測物移動時間變短了，推測較長的長廊會使風力加大，導致長度 20cm、24cm 組別的觀測物移動的時間也漸漸變短了。
- 五、在實驗(二)發現，在進行長廊寬度為 7cm 的組別實驗時，觀測物在最前段約 2-4cm 處移動會慢下來短暫停留，觀測物到水道中間時才會加快移動，中間偏後段位置移動又會較緩慢，我們推測這較寬的組別在中間可能較有聚風效果，而偏後的位置由於寬度較寬又距離較遠，因此移動變得較慢了。
- 六、在實驗(三)發現，長廊的高度達 10cm 時，觀測物移動的時間會變短許多，但超過 10cm 以上時，觀測物移動的時間差異就不大了；表示長廊高度確實會影響到長廊內部的風，但超過一定高度後，相同的風力對觀測物的影響就差異不大了。未來可以再深究 5-10cm 之間的高度何者是影響較大的組別。
- 七、在實驗(四)根據長廊內不同位置前中後段的實驗數據，我們發現觀測物在長廊前段和後段

移動速度都較快，推測是因為觀測物在前段較靠近出風口位置，而後段可能是經過長廊後形成狹管(窄管)效應，風力增加，導致觀測物移動較快。

八、在實驗(五)長廊中不同高度位置對長廊內風速影響的實驗中我們發現，在長廊後段「高處」組別，不管在中央或側邊位置，測得觀測物移動所花的時間都最短，表示在長廊後段高處位置的所受風力較大，是一個較佳的集風口位置，可以用來設置導風裝置；而在較低處的組別，觀測物移動所花時間較長，表示所受風力是較小的。

九、在研究四中，我們利用水煙來進行觀測架設導風裝置後長廊及兩側教室內氣流的情形，發現水煙在短時間內就充滿教室，如果將窗戶打開，導風的效果更好。

伍、結 論

一、根據資料的蒐集，我們了解到風流經建築物的過程中，變化相當複雜，有多重的因素會影響到風的行進，包含建築物的型態、風向、建物的間距、建築物表面的粗糙度及地表附近的障礙物等，都可能是影響的原因。

二、在研究二觀測水煙在教室模型周邊流動的情形發現，在無遮蔽的區域時，水煙會隨意的流動，但接觸到障礙物時(教室模型)，氣流會先聚集再往兩側流動；遇到長廊時，水煙會快速流過，到另一側後開始消散，氣流量減少也變慢(D、F、G 區)。

三、在長廊長度的實驗中發現，長廊長度在 12cm 觀測物移動速度最快平均花費 9.36 秒，其次是 24cm 的組別平均 9.94 秒。推測長廊長度 12cm 的組別因為觀測物在最靠近出風口，可能因此測得最短的時間；而隨著長廊的長度越長，觀測物移動的時間也漸漸變短了，推測較長的長廊可能使長廊內的風力加大。

四、在長廊寬度的實驗中發現，長廊寬度越寬，觀測物移動至終點的時間越長，顯示在寬度較寬的長廊中，相同風量、相同觀測位置感受到的風力會較小；相反地，長廊寬度愈窄，相同風量、相同觀測位置感受到的風力會較大。

五、在長廊高度的實驗中發現，長廊高度越高，觀測物移動至終點的距離時間較短，表示所受風力較大；但超過 10cm 以上時，觀測物移動速度差異不大，表示長廊高度確實會影響到長廊內部的風，但過了一定高度後，相同的風量對長廊內風力的影響就差異不大了。

六、在走廊位置前中後的實驗中發現，觀測物在長廊前段和後段的組別移動速度都較快，表

示長廊內所受風力較大；推測可能是因為觀測物在前段較靠近風扇出風口位置，而後段可能是經過長廊後形成狹管(窄管)效應，使得風力加大，導致觀測物移動較快。

七、在長廊後段不同高度位置的實驗中發現，觀測物在中央或側邊的「高處」組別，測得觀測物移動所花時間都最短，表示在長廊後段高處位置的所受風力較大，是一個較佳的集風口位置，因此，我們決定把導風裝置設計在長廊後段的高處位置，用來聚集長廊內的風。

八、我們根據實驗的發現，利用 3D 設計導風裝置，固定在長廊後段的最高處，從長廊聚集風再經由導風管將風導入到兩側的教室內，並經由水煙的觀測，實際驗證進入長廊的風會經由導風裝置而成功流動到兩側教室內，如果將教室內窗戶打開，導風的效果更好。

陸、參考資料

- 一、(2009)。空穴來風～大樓效應之探討。高雄市第 49 屆中小學科學展覽會作品。高雄市第中小學科學展覽會。<https://sf.kh.edu.tw/>
- 二、(2019)。風與建築物的交會～吹出吸力來。高雄市第 59 屆中小學科學展覽會作品。高雄市第中小學科學展覽會。<https://sf.kh.edu.tw/>
- 三、(2020)。風生橋立-橋樑斷面形狀對橋樑穩固性之探討。高雄市第 60 屆中小學科學展覽會作品。高雄市第中小學科學展覽會。<https://sf.kh.edu.tw/>
- 四、(2021)。強風欲來聲滿樓～大樓風效應及風切聲之探討。高雄市第 61 屆中小學科學展覽會作品。高雄市第中小學科學展覽會。<https://sf.kh.edu.tw/>
- 五、CODiS 氣候資料服務系統- C0V700_高雄市三民測站年報表(逐月資料)。交通部中央氣象署。<https://codis.cwa.gov.tw/StationData?target=station>
- 六、方富民(2021)。你是風兒，我是沙，一解建物的風工程。科技大補帖。財團法人善科教育基金會。https://www.sancode.org.tw/activities_info.php?type=3&nid=56
- 七、王苡蕎、連啓斌、蘇涌鑫、汪宸甫、陳昱翔、許博閔(2020)。風水與科學～探討天斬煞與氣流的關係。中華民國第 60 屆中小學科學展覽會。<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/60/pdf/NPHSF2020-080112.pdf>
- 八、王德名、陳品諺(2019)。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。<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/59/pdf/NPHSF2019-030501.pdf>

- 九、風(2024年1月7日)。載於維基百科。https://zh.wikipedia.org/zh-tw/風
- 十、氣象常識系列(六)-認識風。https://www.cwa.gov.tw/Data/knowledge/announce/commonsense6.pdf
- 十一、陳弘誌、陳建彰、林建甫(2005)。你家被風吹倒了?!-探討風對不同建築物的影響情形。中華民國第45屆中小學科學展覽會。https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/45/high/0308/030801.pdf
- 十二、陳瑞鈴等6人(2012年12月)。集合式住宅對建築物自然通風的影響。內政部建築研究所研究報告。https://ws.moi.gov.tw/Download.ashx?u=LzAwMS9VcGxvYWQvT2xkRmlsZV9BYnJpX0dvd i9yZXNIYXJjaC8xNjcxLzE0NDc5MzAwMjg5LnBkZg%3D%3D&n=Y29tcGxldGUucGRm
- 十三、舒宜昂(2023年1月19日)。人間福報。風是怎樣形? https://www.merit-times.com/NewsPage.aspx?unid=827463
- 十四、楊子賢、鄭坤霖、陳柏翰、陳柏安(2004)。風兒它吻上我的家鄉。中華民國第44屆中小學科學展覽會。https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/44/c08/080502.pdf
- 十五、葉思沂、林翰陞、強家勛(2021年11月30日)。動手玩流體力學-【動手玩流力-原理】什麼是風洞。能源教育資源總中心。https://learnenergy.tw/index.php?inter=digital&caid=9&id=276
- 十六、蔡坤佑、周俊麟、李崇堂、藍永勝(2012)。風與沙的奇幻之旅-探討風、沙與障礙物之間的關係。中華民國第52屆中小學科學展覽會。https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/52/pdf/080505.pdf
- 十七、蔡舒滢(2018年9月)。風雨中學習 不斷進化的台北101防颱策略。http://bwc.businessweekly.com.tw/flash/taipei101/2018sep/storypage03.html
- 十八、賴昱嫻、郭建源(2020)。高樓風對居住環境的影響。科學發展。568期,6-12。https://ejournal.stpi.narl.org.tw/sd/download?source=10904-01.pdf&vllid=bcfe10a640144b0eb80a2097badff9eb&nd=1&ds=1
- 十九、譚光磊、林致瑋、盧英牧、謝宜容(1991)。氣流的奇妙旅行。中華民國第31屆中小學科學展覽會。https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/31/pdf/31s/299.pdf

【評語】 080505

研究主題與生活相關，也因為很貼近大眾平日生活，所以過去有很多科展題目有此相關，而此團隊進行非常詳細的前人研究回顧(四頁)。此團隊也完成縮小比例的模型進行實驗，觀察水煙的移動。特別的是，此團隊也說明了失敗的實驗過程，對於未來研究團隊，可以減少嘗試的時間。另外，尺度問題也需要於未來多加考慮。

作品簡報



風中奇緣～



探討風與學校建築物的關係

壹、前言

一、研究動機

風大時走過教室和自然教室之間的狹長走廊，常常覺得風特別大，但是走到教室前面的走廊，風就減弱了許多，這現象令我感到十分好奇，是什麼原因使風在同一時間產生不同的風力大小導致出現這現象呢？心想：「如果可以善用大自然的「風」，讓教室內不用再一直開著冷氣就可變得舒適，那就太好了！」於是，找了幾位同學一起展開了這項研究。

二、研究目的

- (一) 了解風與建築物的關係。
- (二) 觀測氣流在模擬建築物中的情形。
- (三) 探討不同的長廊條件對氣流的影響。
- (四) 找出把風引進教室的方法。



※本海報中的繪圖、照片皆為作者自行繪製及拍攝

三、文獻回顧

我們發現過去研究常以模擬實驗的方式進行探討，針對不同建築物條件對氣流的影響，觀察氣流在建築物周圍的變化，及受風吹襲後振動的頻率等，發現大量的氣流通過時，兩棟建築物之間寬度越窄，氣流流速就越快；風吹角度、受風面積大小、受風位置、附加建築物等都會影響風速大小及破壞風廊；大樓容易產生較明顯的「大樓風效應」及「風切聲」。

而本研究除了蒐集資料了解風與建築物的關係外，還自製模型及觀測物，解決過去研究較無法將觀測結果量化的問題，聚焦以學校建築物為主，針對不同長廊條件下氣流的流動情形，探討影響教室周邊長廊風力大小的因素，最後希望找出把風引入教室較佳的方式。

貳、研究設備及器材

自製風洞觀測箱 (120cm×50cm×55cm)、自製整流器 (50cm×50cm×10cm)、風扇、水氧機、3D列印機、PLA線材、自製教室模型、LED燈、紅色點狀雷射、風速計、自製觀測物、積木、PP瓦楞板、計時器、護貝機、護貝膠膜、透明壓克力板、電子游標尺、相機。

參、研究過程或方法

研究一、了解風與建築物的關係

我們從蒐集的資料中了解：風是因為空氣流動而形成的一種自然現象，是一項水平運動；在氣象上常利用風速及風向來描述風，而溫度、氣壓等因素都會影響風速及風向。

也發現氣流經過建築物時結構變化相當複雜，其中建築物型態、風向等都是影響的因素；而氣流流經建築物兩側時，氣流流速會增加，產生大樓風、風切效應等現象。

最後我們根據氣象站觀測資料統計風向得知：依本校地理位置，在春、秋、冬季幾乎都由前走廊的方向吹入(即北風)，因此，本研究的器材配置中，將以教室模型的前走廊為受風方向(北方)為主，來進行後續的實驗。



研究二、觀測氣流在模擬建築物中的情形

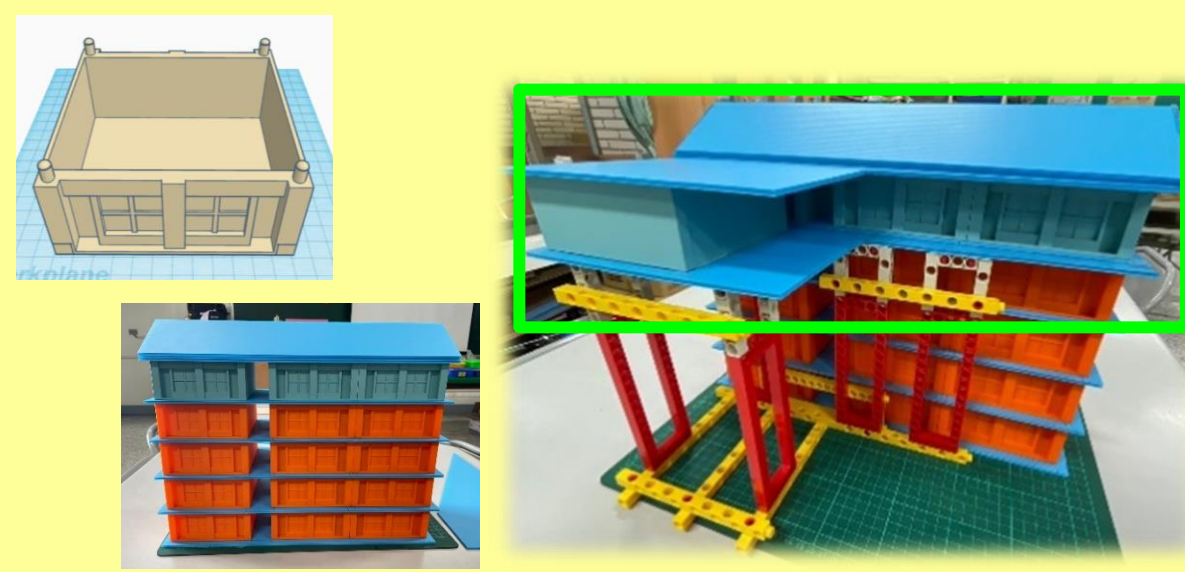
(二) 實驗觀測記錄

代號	0	1	2	3
說明	無紅色路徑	紅色路徑斷斷續續 (紅色線段較少)	紅色路徑斷斷續續 (紅色線段較多)	紅色路徑明顯 (紅色線段完整)
圖示	無	⋮	⋮	⋮

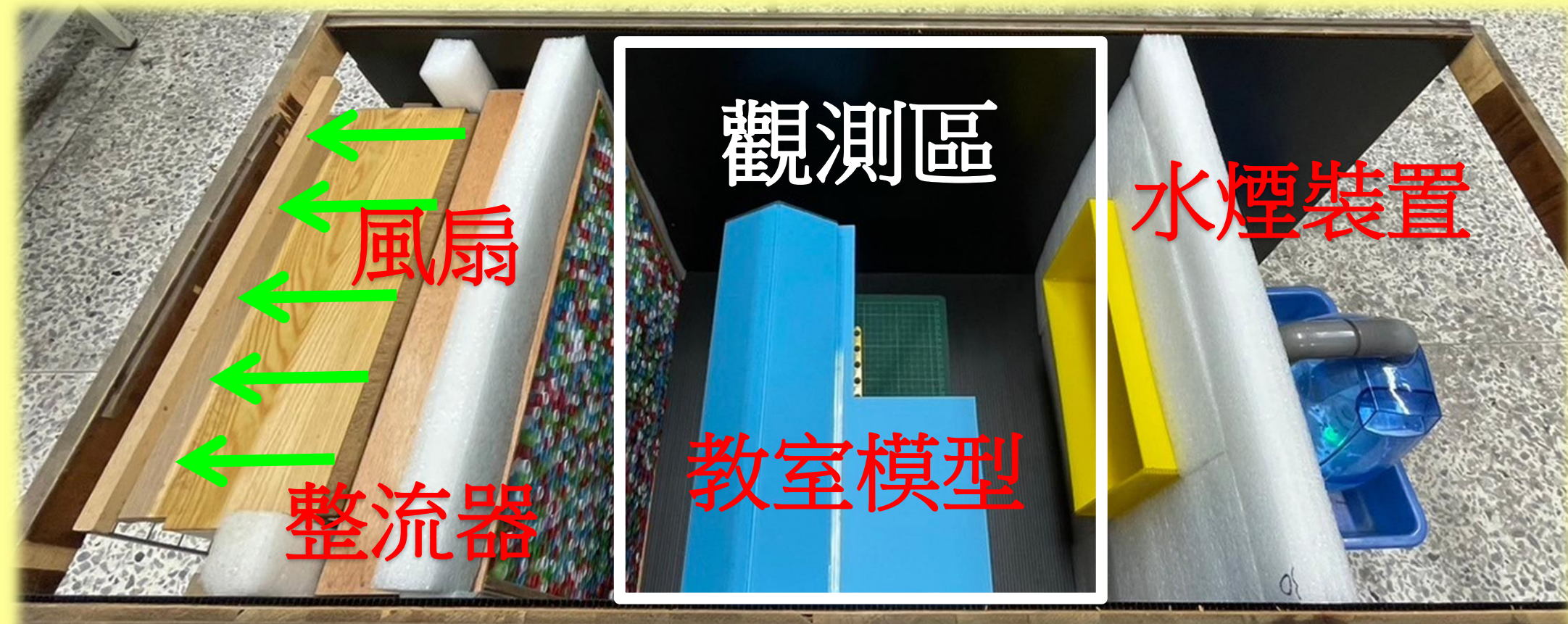
(一) 器材配置



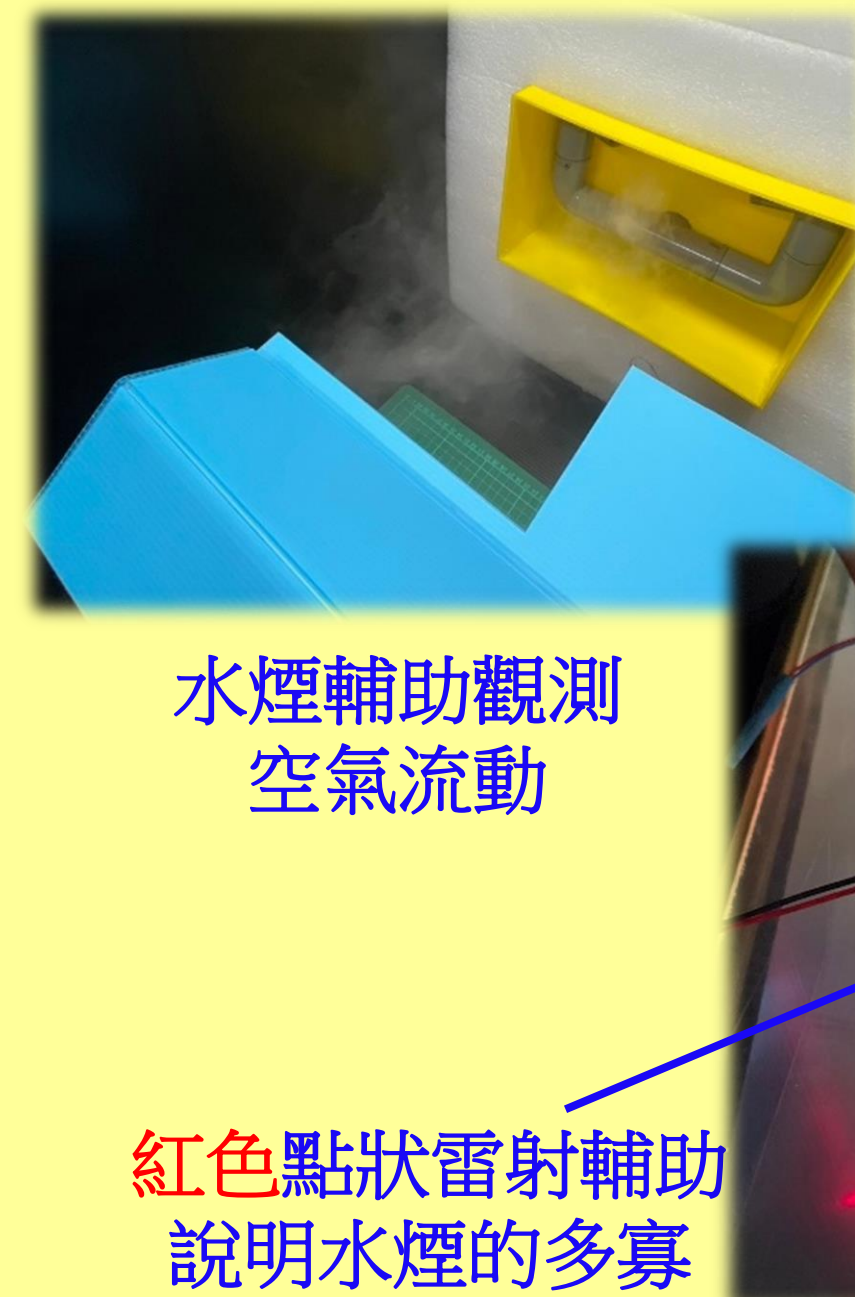
水煙製造及排出



「80 : 1」比例的教室模型

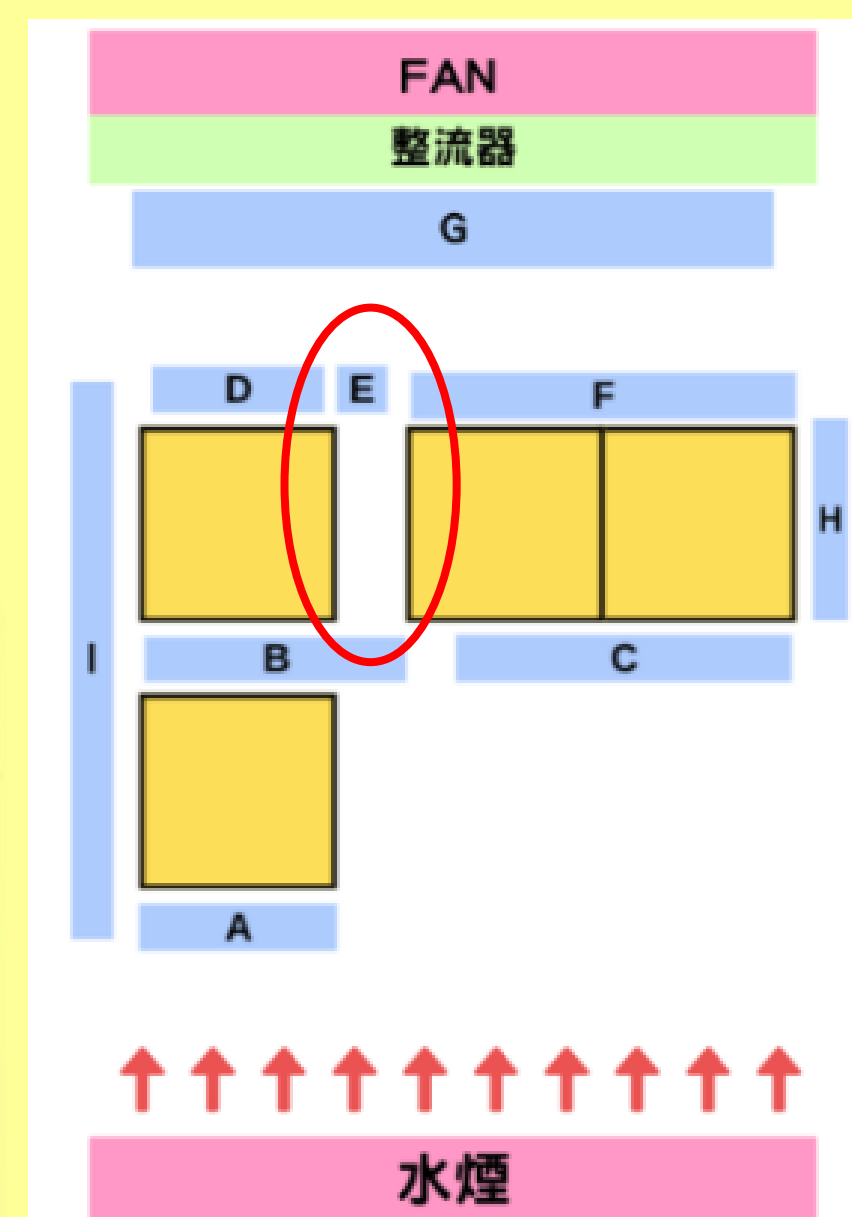


器材配置完成圖



水煙輔助觀測空氣流動

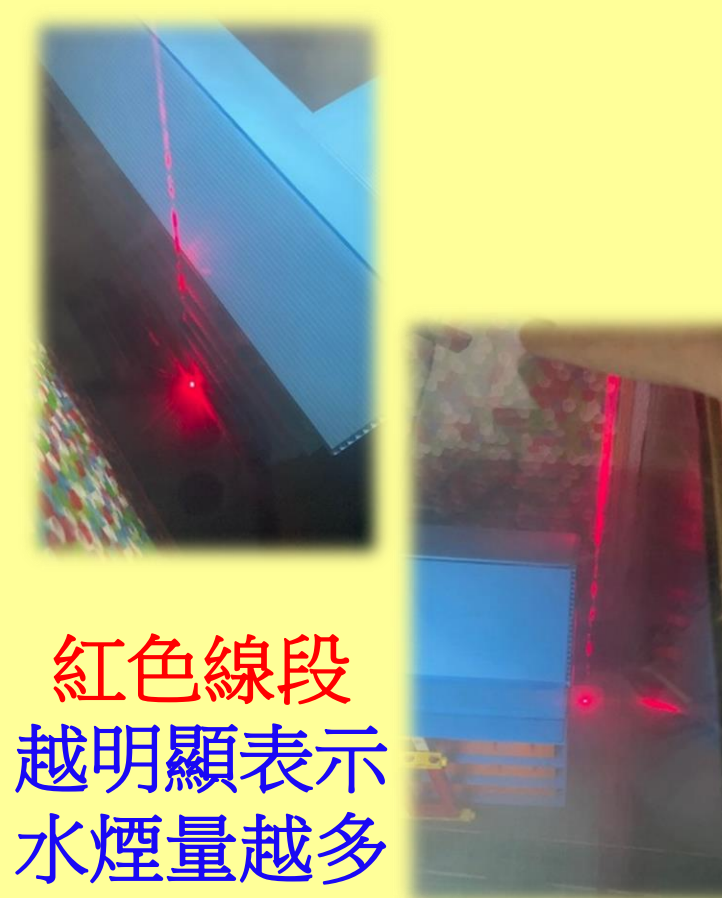
紅色點狀雷射輔助說明水煙的多寡



水煙觀測位置

(三) 觀測結果

1. 經紅色點狀雷射光投射發現：B、C、E、H 出現的紅色線條是最明顯的，代表水煙量較多，氣流流動較多。
2. 位置B、C、H 是水煙的主要來向，會先出現較多水煙經過；而E區則是在B、C區的水煙經過長廊後出現的水煙，水煙量也很密集、量多。
3. I、H、E 區的雷射線段較明顯，代表水煙量較多，氣流量相對聚集較多，推測可能是長廊效應造成的結果。(I、H 區是教室模型與箱壁之夾縫)



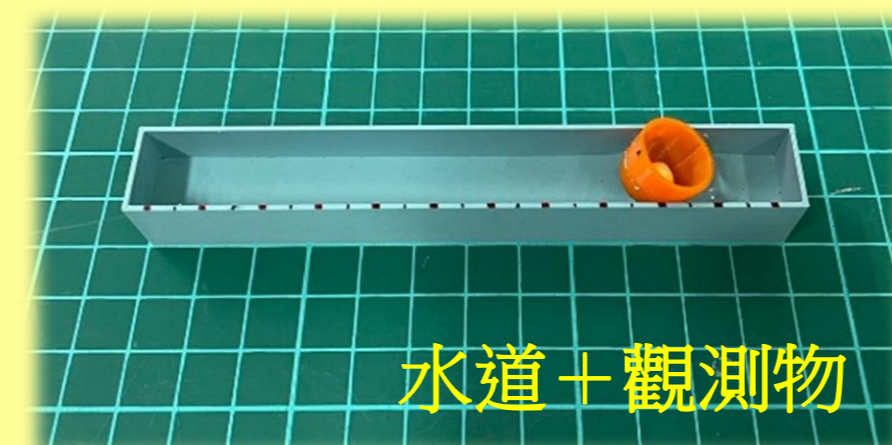
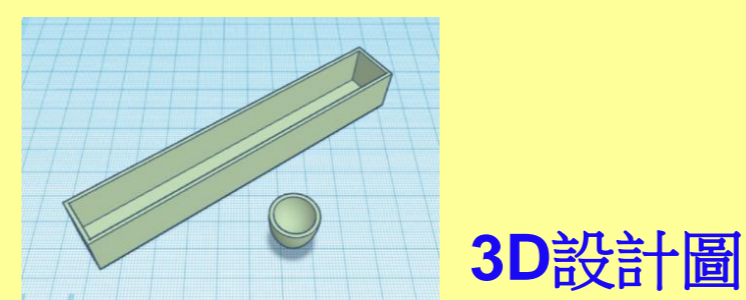
紅色線段越明顯表示水煙量越多

研究三、探討不同的長廊條件對氣流的影響

(一) 自製觀測箱配置



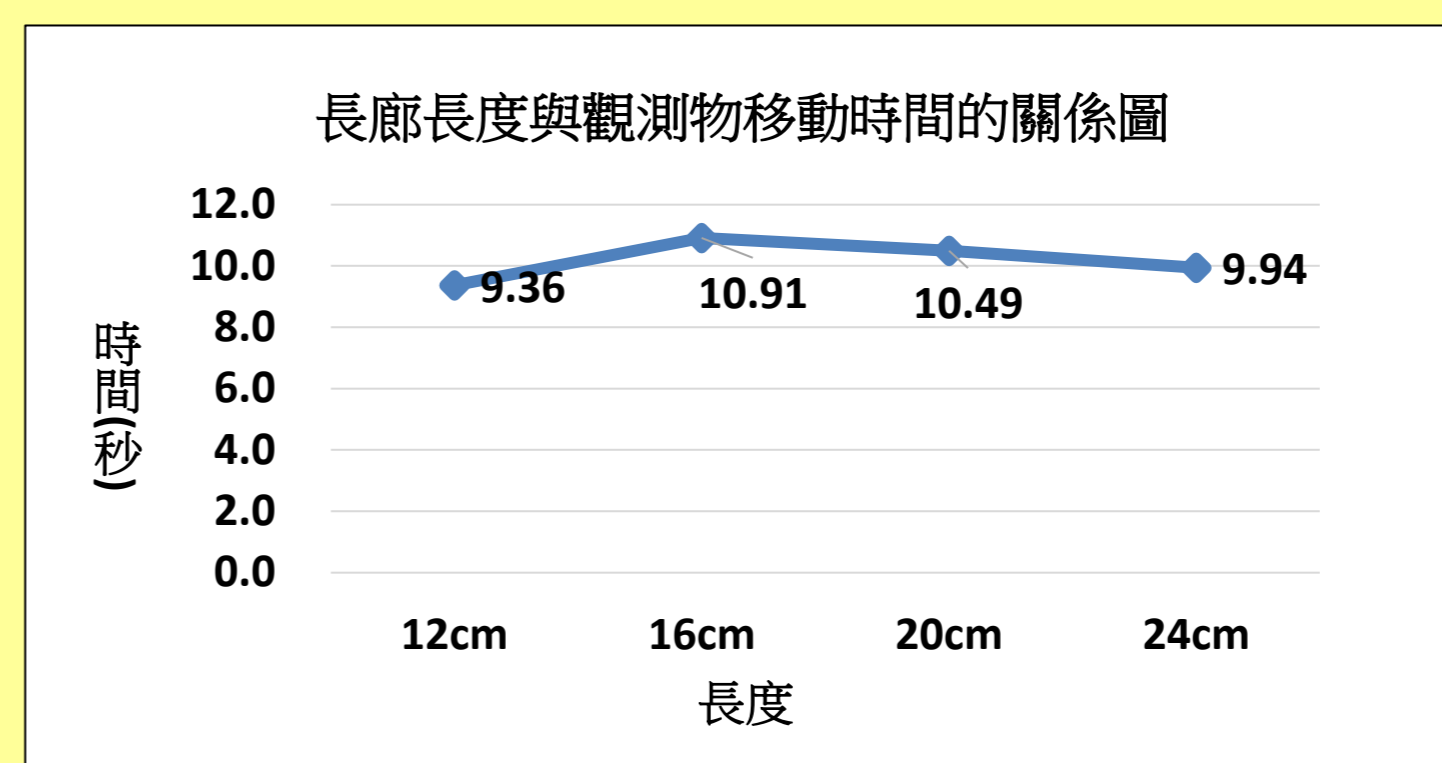
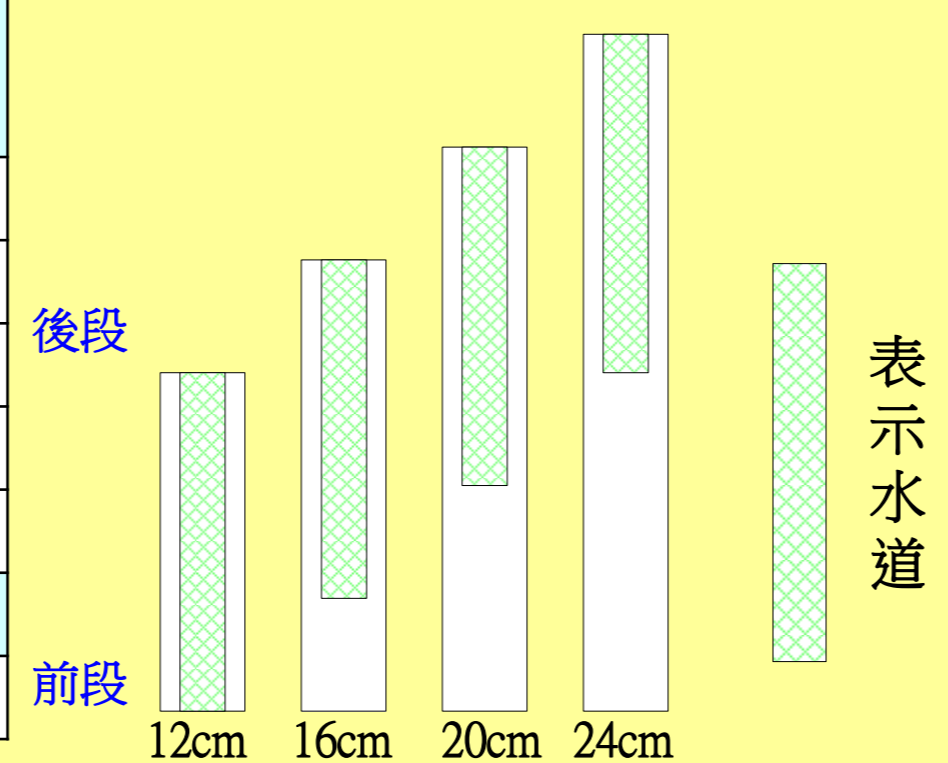
(二) 實驗觀測記錄



水道與教室模型前緣切齊

實驗(一) 長廊的長度對長廊內風速的影響

長度	12cm	16cm	20cm	24cm
第一次	9.32	10.78	10.62	9.96
第二次	8.93	11.22	10.15	10.08
第三次	9.75	10.64	10.90	10.06
第四次	9.84	10.75	10.50	9.89
第五次	8.97	11.17	10.29	9.72
平均(sec)	9.36	10.91	10.49	9.94
轉換速率(cm/sec)	0.96	0.82	0.86	0.91



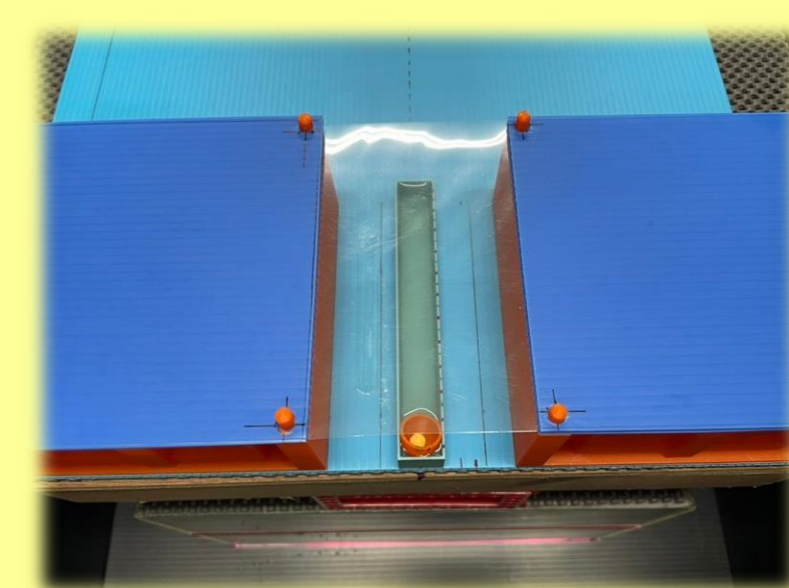
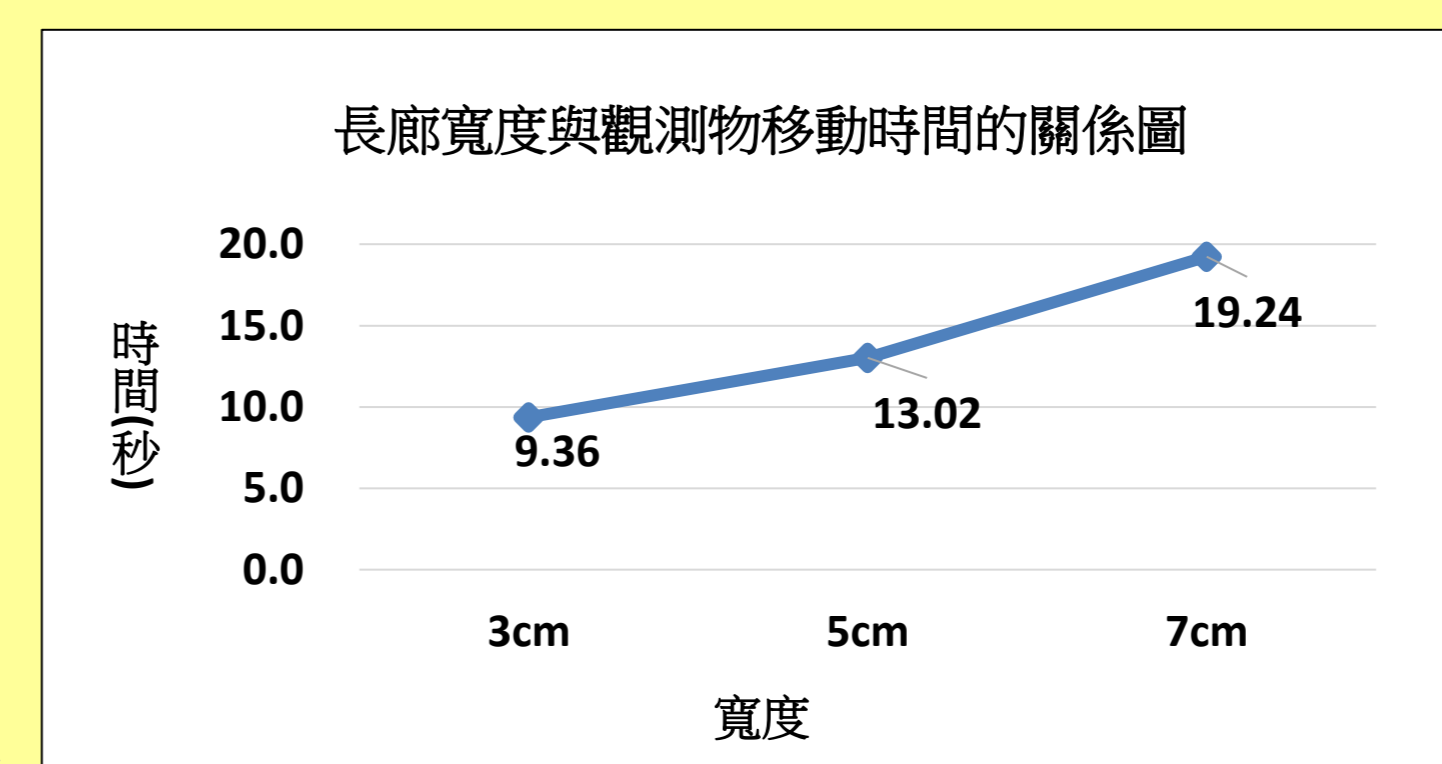
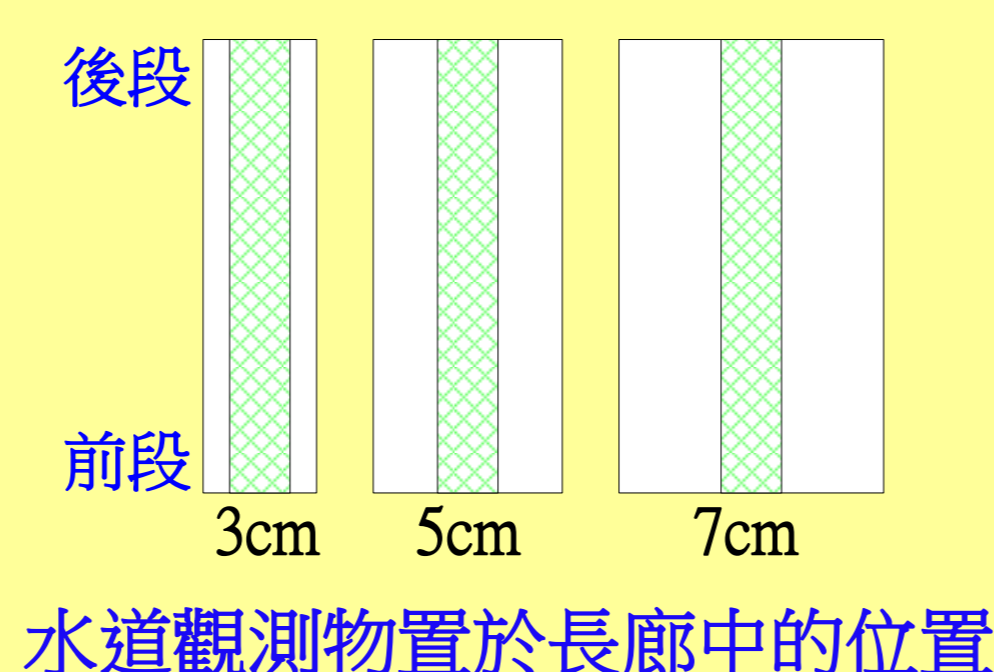
長度24cm組別

※結果與討論：

發現長廊長度在12cm組別，觀測物移動速度最快，其次是24cm組別；隨著長廊長度的增加，觀測物移動時間變短，推測較長的長廊會使風力加大，導致長度20cm、24cm組別的觀測物移動的時間也漸漸變短。

實驗(二) 長廊的寬度對長廊內風速的影響

寬度	3cm	5cm	7cm
第一次	9.32	12.97	20.40
第二次	8.93	13.31	18.34
第三次	9.75	12.56	20.19
第四次	9.84	12.94	18.56
第五次	8.97	13.34	18.69
平均(sec)	9.36	13.02	19.24
轉換速率(cm/sec)	0.96	0.69	0.47



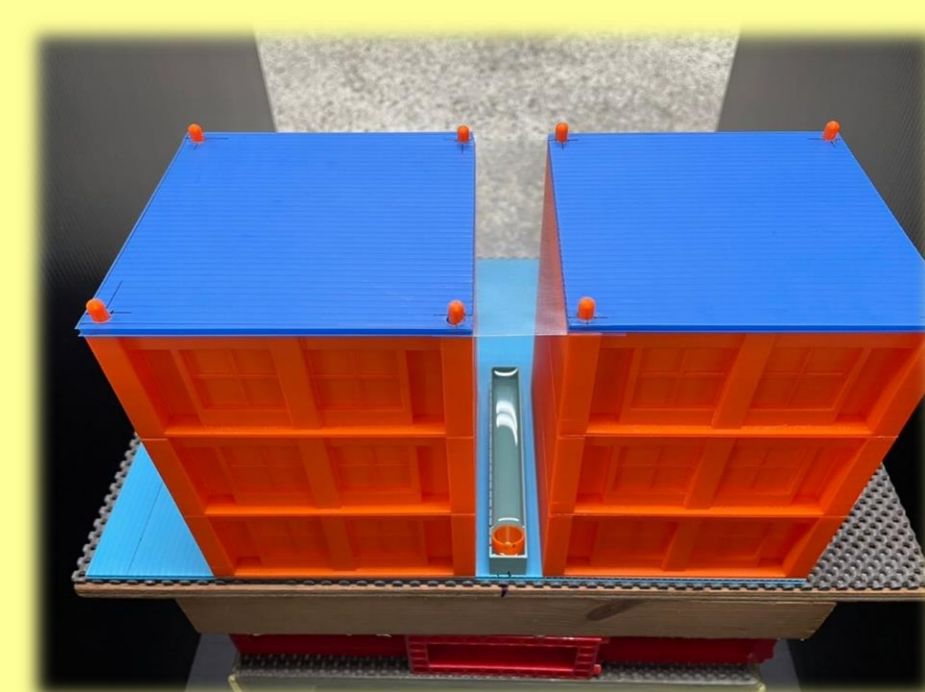
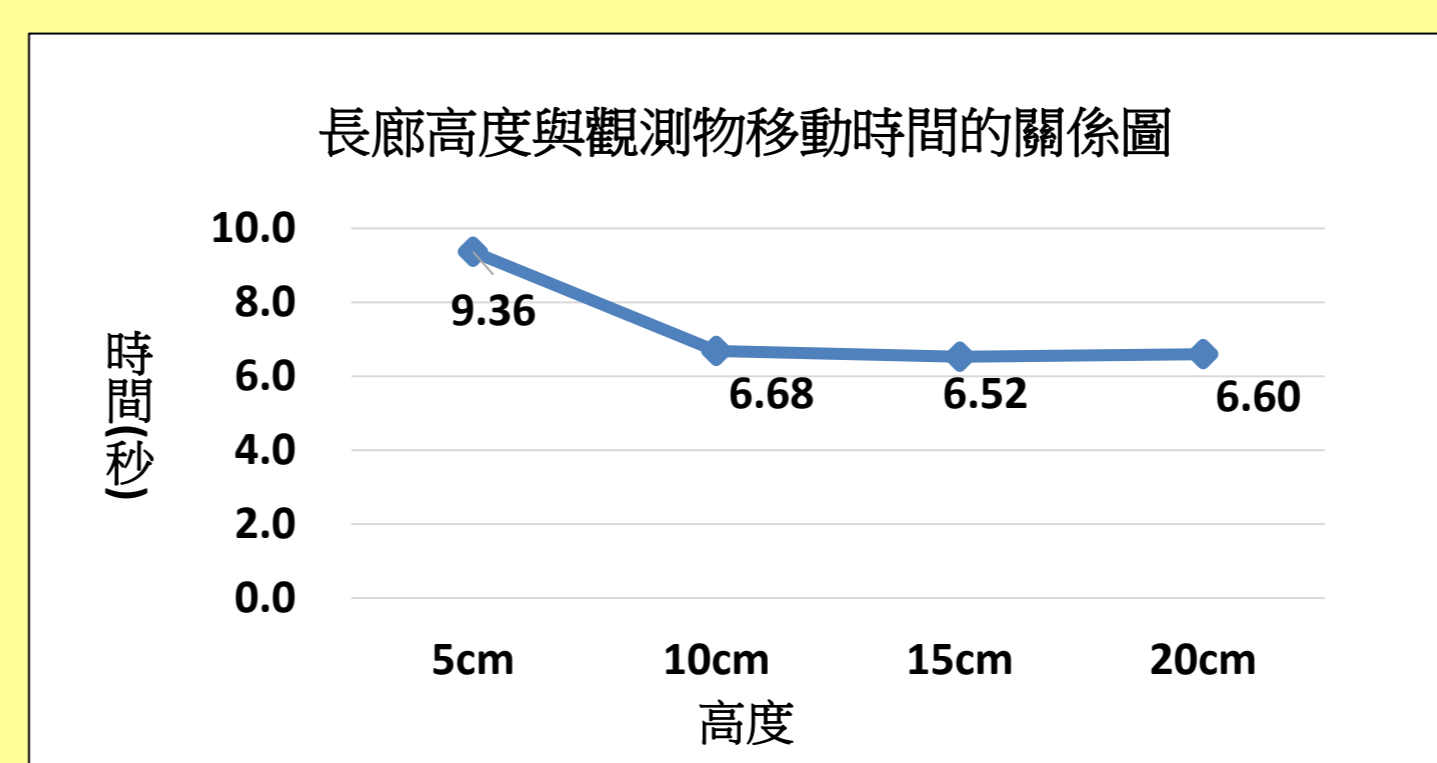
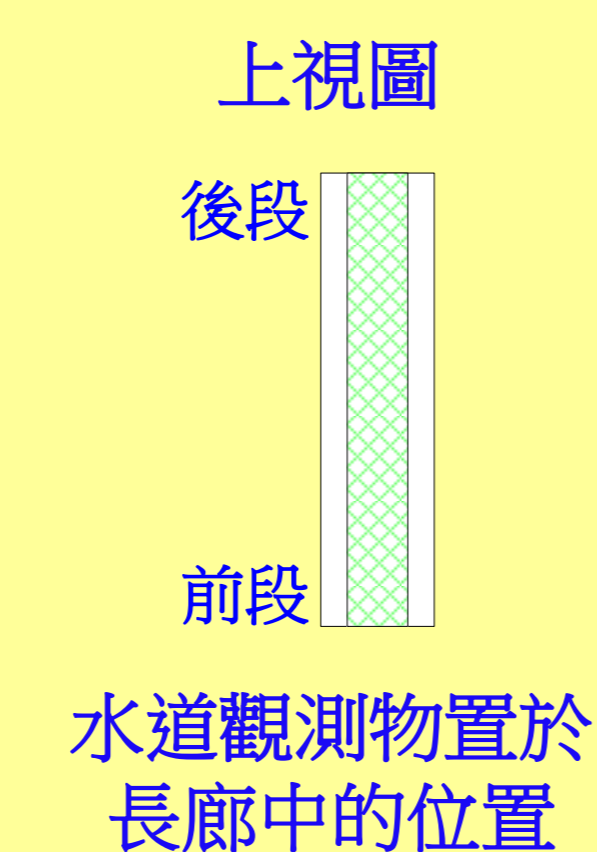
寬度7cm組別

※結果與討論：

發現長廊寬度越窄，觀測物移動所花時間越短，表示風力較大；長廊寬度越寬，觀測物移動所花時間就越長，表示風力較小，可能是風進入長廊時較寬的空間使風力分散了，因此風力變小，使觀測物移動時間變長。

實驗(三) 長廊的高度對長廊內風速的影響

高度	5cm	10cm	15cm	20cm
第一次	9.32	6.62	6.53	6.44
第二次	8.93	6.44	6.54	6.66
第三次	9.75	6.93	6.47	6.47
第四次	9.84	6.75	6.50	6.63
第五次	8.97	6.66	6.58	6.78
平均(sec)	9.36	6.68	6.52	6.60
轉換速率(cm/sec)	0.96	1.35	1.38	1.36



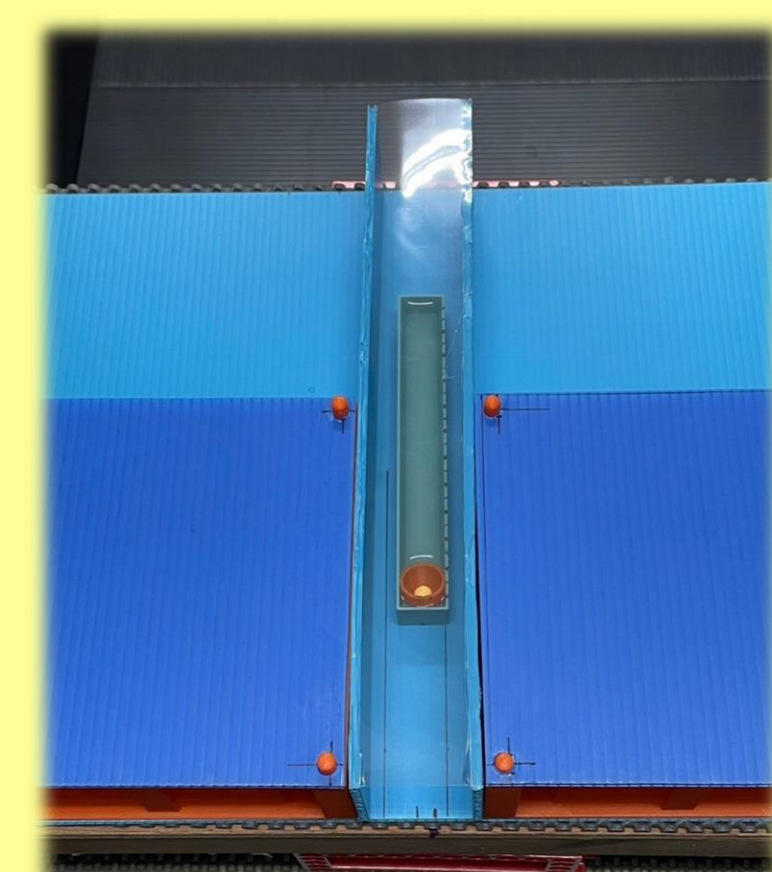
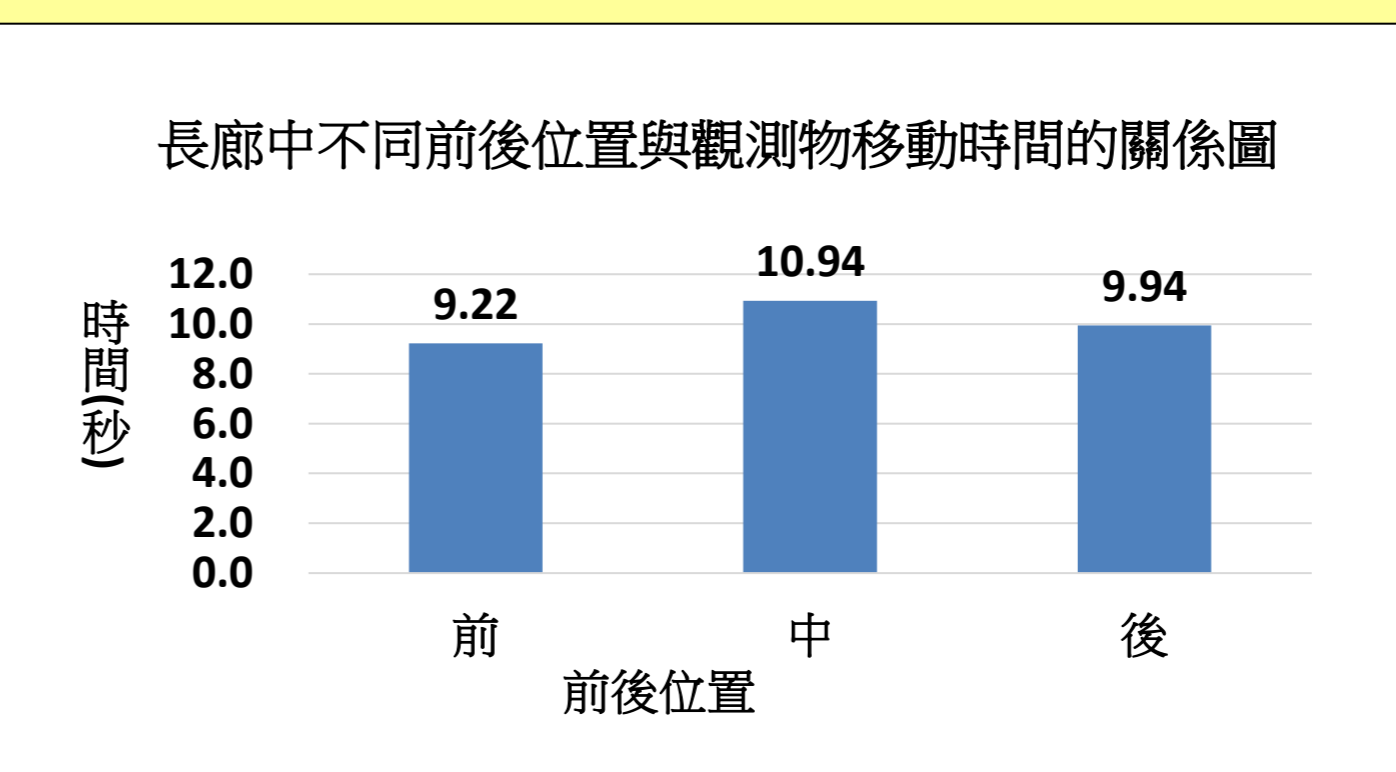
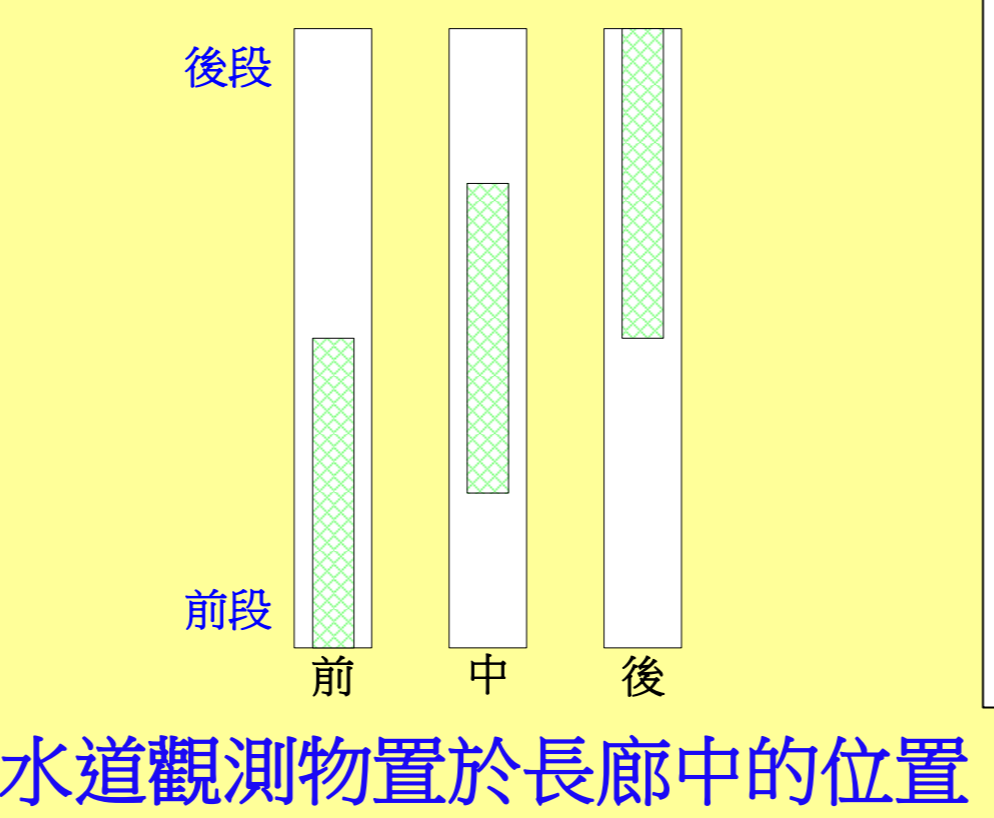
高度15cm組別

※結果與討論：

發現長廊高度較高時，觀測物移動所花時間較短，表示風力較大；但在高度10cm、15cm、20cm這些組別量測到的時間雖然都明顯比高度5cm組別來得短，但各組之間的時間差異不大。

實驗(四) 長廊中不同前後位置對長廊內風速的影響

前後位置	前段	中段	後段
第一次	8.98	11.25	9.96
第二次	9.47	11.13	10.08
第三次	9.27	10.92	10.06
第四次	9.03	10.66	9.89
第五次	9.34	10.73	9.72
平均(sec)	9.22	10.94	9.94
轉換速率(cm/sec)	0.98	0.82	0.91



中段位置組別

※結果與討論：

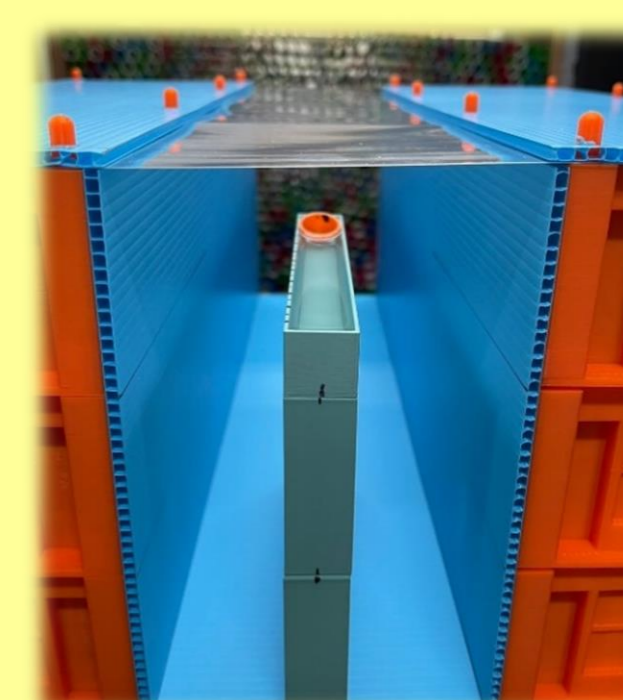
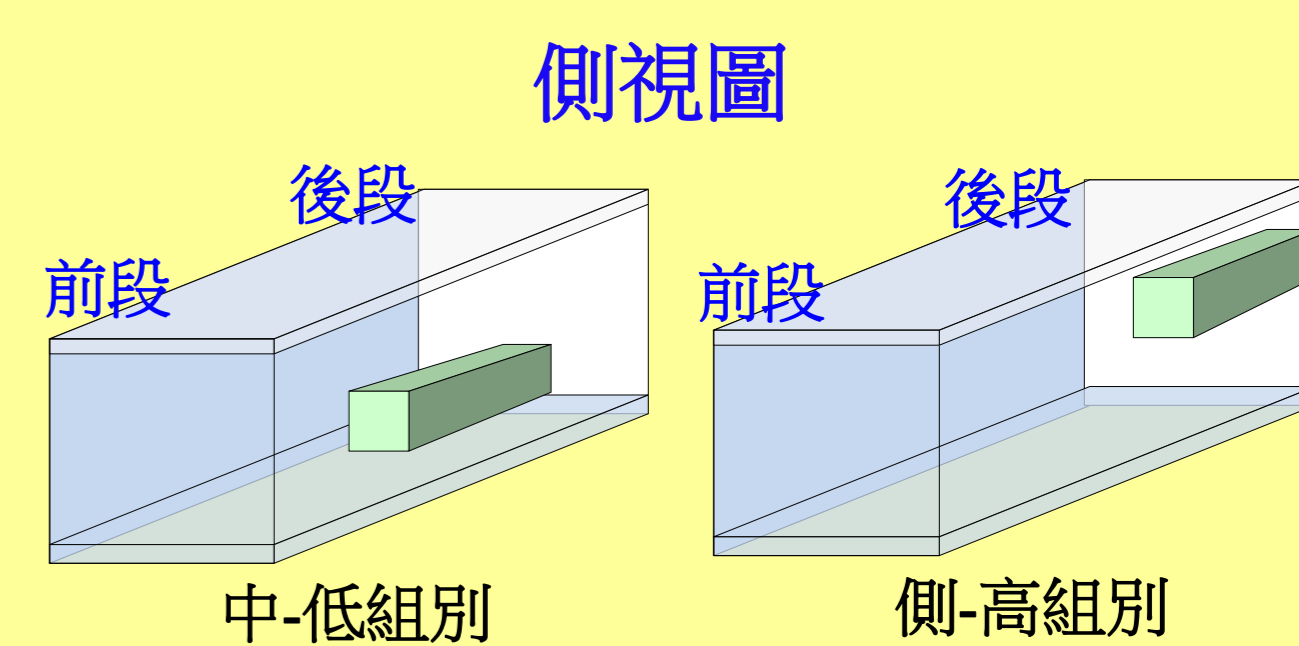
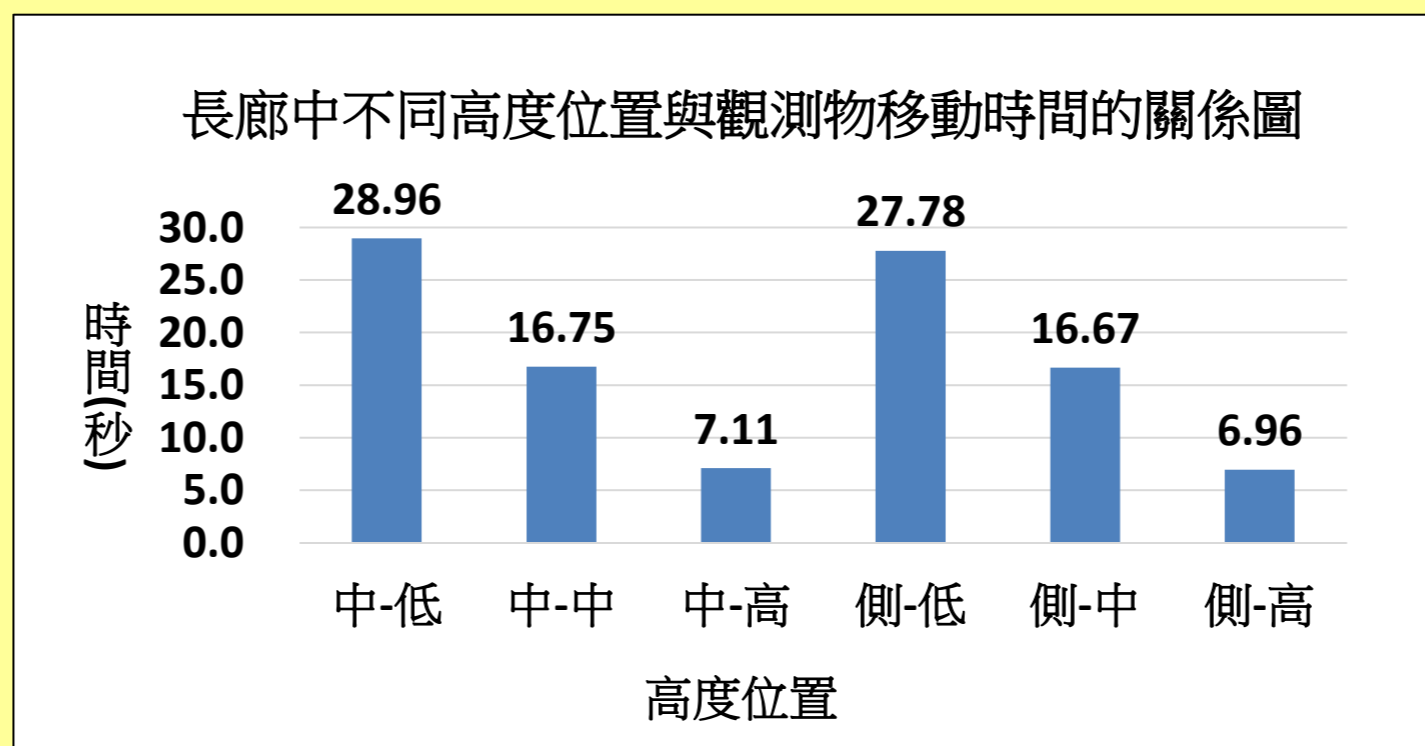
發現在長廊的前段及後段位置，觀測物移動所花時間都較短，表示風力較大；而在長廊的中段位置，觀測物移動所花時間較長，表示風力是較小的。

進一步研究

上述實驗發現較長、較窄、較高的長廊，及在長廊後段都是風力較大的位置，因此，後續實驗將針對長廊後段不同高度位置以25:1 比例的教室模型進行實驗探究：

實驗(五) 長廊中不同高度位置對長廊內風速的影響

高度位置	中-低	中-中	中-高	側-低	側-中	側-高
第一次	29.16	15.85	6.90	27.97	16.59	7.22
第二次	28.16	17.35	7.22	27.01	16.22	6.78
第三次	30.17	16.56	6.82	27.34	16.59	7.02
第四次	28.05	16.54	7.37	28.15	16.63	7.09
第五次	29.28	17.44	7.22	28.44	17.34	6.69
平均(sec)	28.96	16.75	7.11	27.78	16.67	6.96
轉換速率(cm/sec)	0.31	0.54	1.27	0.32	0.54	1.29



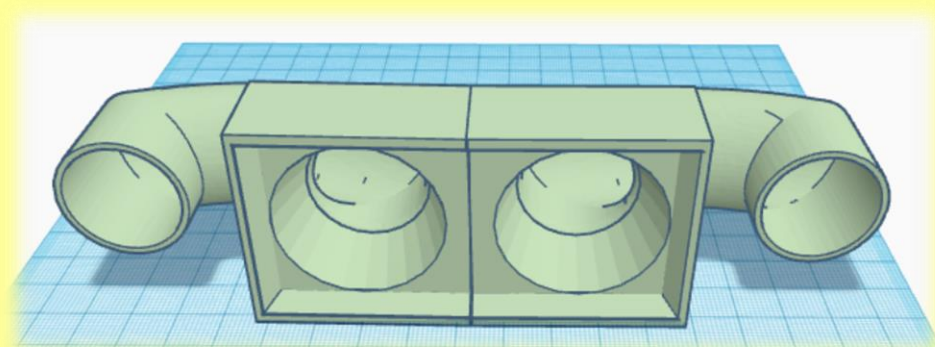
中-高組別

※結果與討論：

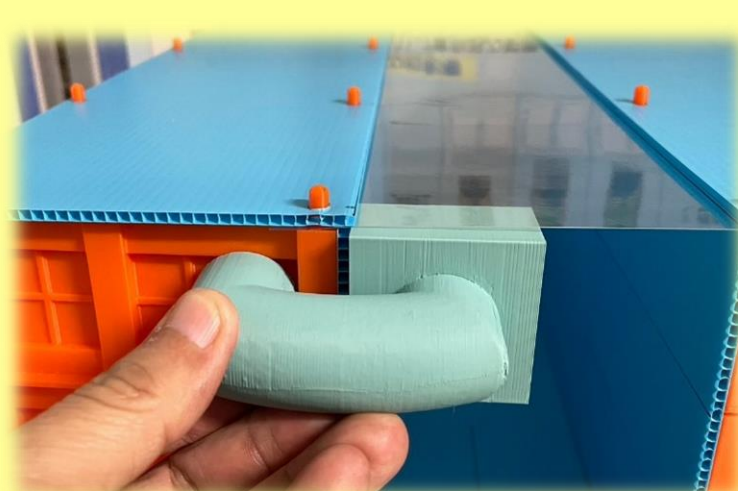
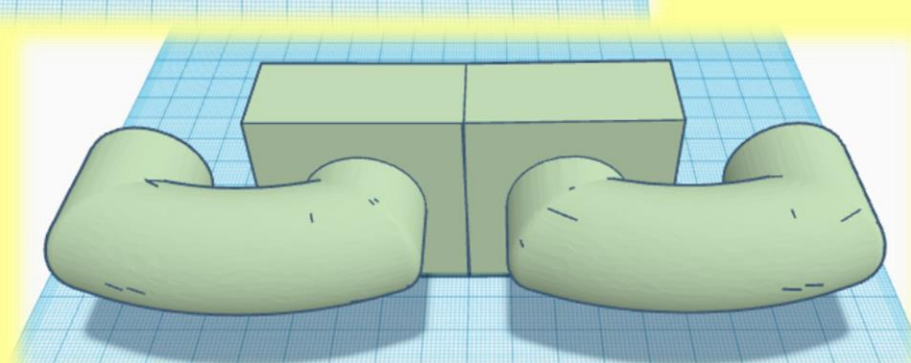
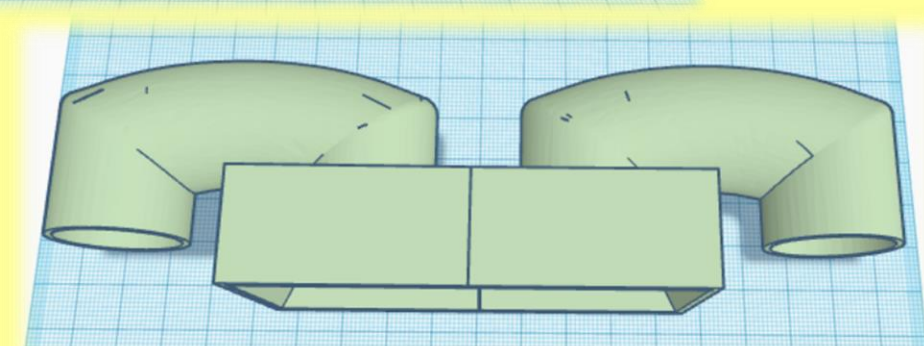
發現在長廊後段不論是中央或在側邊位置，都是在高處的組別，觀測物移動所花時間最短，表示風力最大；而在較低處的組別，觀測物移動所花時間較長，表示風力是較小的。

研究四、找出把風引進教室的方法

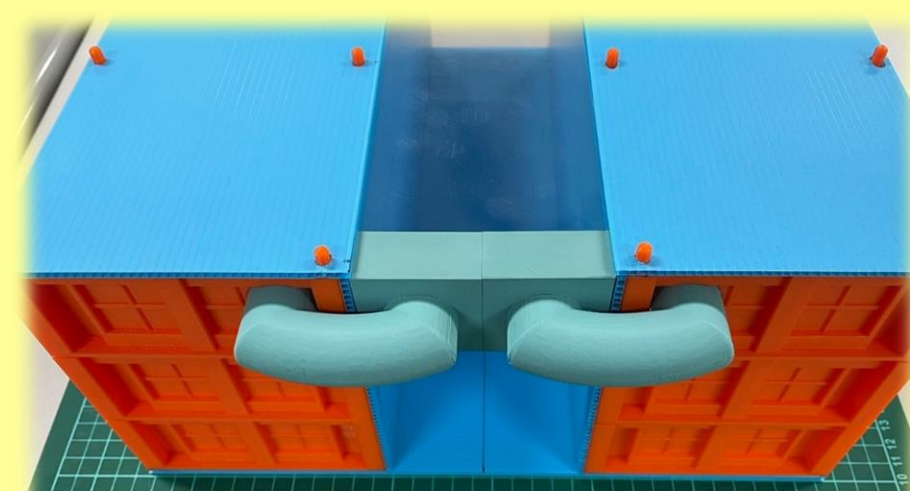
在實驗(五)發現在長廊後段不論是中央或在側邊位置，只要是在高處的組別，都可以測得風力最大；因此，我們利用3D設計了導風裝置，固定在長廊後段的最高處，由長廊聚集風而經由導風管將風導入到兩側的教室內，並經由水煙的觀測，實際驗證進入長廊的風經由導風裝置而流動到兩側教室內。



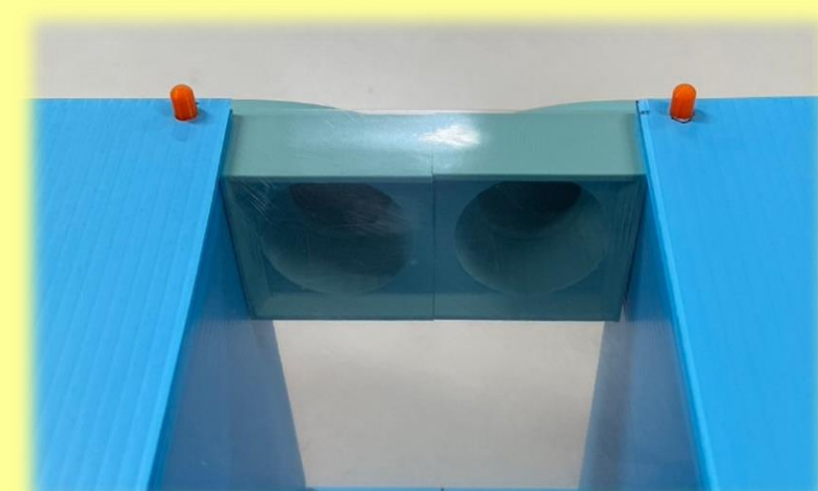
3D設計圖



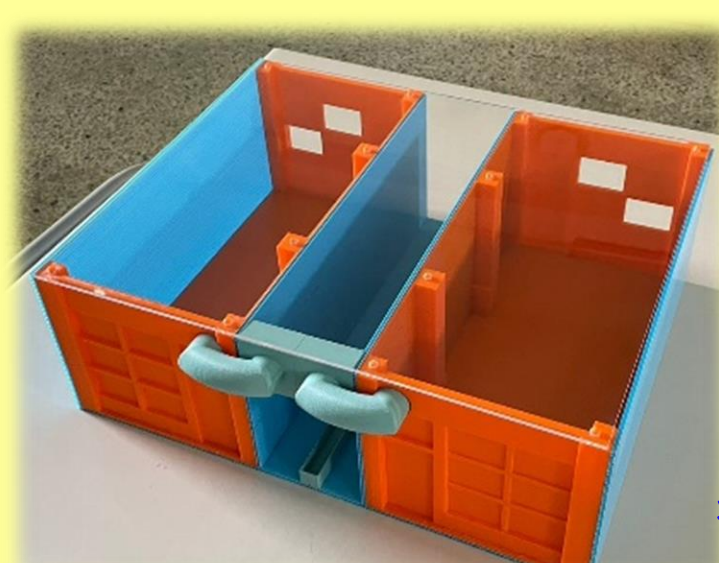
3D列印組裝測試



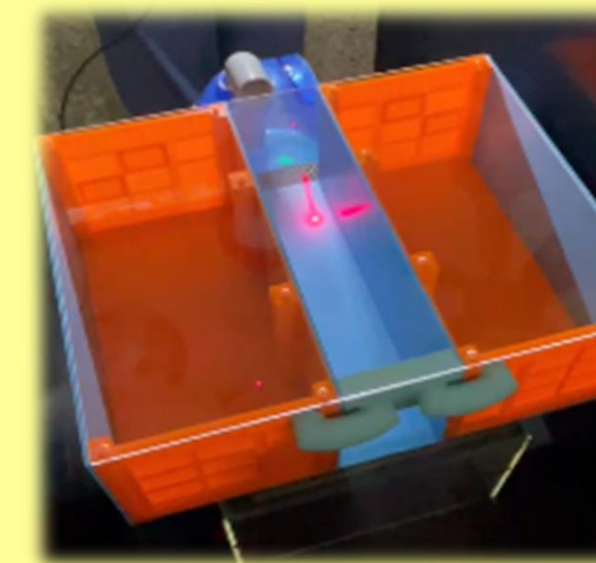
導風管組裝-後視圖



導風口放大-前視圖



教室透空及開窗



水煙+雷射觀測

肆、討論

- 一、在實驗(一)中發現長廊長度12cm組別，觀測物移動速度最快，可能是觀測使用之水道長12cm，所以觀測物起點會最靠近出風口，因此測得最短時間；而16cm組別的水道擺放在長廊後段，觀測物起點已經在長廊內部，進入的風可能受影響而使觀測物移動時間變長；隨著長廊長度增加，觀測物移動時間變短了，推測較長的長廊會使風力加大，導致長度20cm、24cm組別的觀測物移動時間變短。
- 二、在實驗(二)中發現，長廊寬度越窄，觀測物移動所花時間越短，表示風力較大；長廊寬度越寬，觀測物移動所花時間就越長，表示風力較小，可能是風進入長廊時較寬的空間使風力分散了，因此風力變小，使觀測物移動時間變長。
- 三、在實驗(三)中發現，長廊的高度達10cm時，觀測物移動的時間會變短許多，但超過10cm以上時，觀測物移動的時間差異就不大了；推測長廊高度會影響長廊內部的風，但超過一定高度後，相同的風量對觀測的影響就差異不大了。未來可以再深究5-10cm之間的高度何者是影響較大的組別。
- 四、在實驗(四)中發現，觀測物在長廊前段和後段的移動速度都較快，推測是因為觀測物在前段較靠近出風口位置，而後段可能是經過長廊後形成狹管(窄管)效應，風力加大，導致觀測物移動較快。
- 五、在實驗(五)中發現，觀測物在長廊後段不論是中央或在側邊位置，都是在高處的組別，觀測物移動所花時間最短，風力最大，表示高處是一個較佳的集風口位置，可以用來設置導風裝置。
- 六、在研究四中，我們利用水煙來進行觀測架設導風裝置後，長廊及兩側教室內氣流的情形，發現水煙在短時間內就充滿教室，如果將窗戶打開，導風的效果更好。

伍、結論

- 一、根據資料蒐集，了解風流經建築物的過程中變化相當複雜，有多重因素會影響到風的行進，包括建築物型態、風向、建物間距、建築物形成的粗糙度、地表附近的障礙物等，都可能是影響的原因。
- 二、在研究二水煙的模擬觀測發現：在無遮蔽的區域水煙會隨意流動，但接觸到障礙物時(教室模型)，氣流會先聚集再往兩側流動；遇到長廊時，水煙會快速流過，到另一側後開始消散，氣流量減少也變慢(D、F、G區)。
- 三、在長廊長度實驗中發現：推測長度12cm組別是因為觀測物起點最靠近出風口，因此測得觀測物移動時間最短；而隨著長廊長度增加，觀測物移動時間變短了，顯示較長長廊會使長廊內的風力加大。
- 四、在長廊寬度實驗中發現：長廊寬度越寬，觀測物至終點的時間越長，顯示在寬度較寬的長廊中，相同風量及相同觀測位置感受到的風力會較小；相反地，長廊寬度愈窄，感受到的風力會較大。
- 五、在長廊高度實驗中發現：長廊高度越高，觀測物至終點的時間較短，表示所受風力較大；但超過10cm以上時，觀測物移動速度差異就不大了，推測長廊高度會影響長廊內部的風，但過了一定高度後，相同的風量對長廊內部風力大小的影響差異就不大了。
- 六、在長廊不同前中後位置的實驗中發現：觀測物在長廊前段和後段的組別移動速度都較快，表示風力較大；推測可能是因為觀測物在前段較靠近出風口位置，而後段可能是經過長廊後形成狹管(窄管)效應，因此風力較大，導致觀測物移動較快。
- 七、在長廊不同高度位置的實驗中發現：在長廊後段的中央或側邊位置，高處的組別觀測物移動所花時間都較短，表示在長廊後段高處位置所受風力較大，是一個較佳的集風口位置，因此，我們決定把導風裝置設計在長廊後段的高處位置，用來聚集長廊內的風。
- 八、我們利用3D設計導風裝置，固定在長廊後段的最高處，並以水煙觀測實際驗證長廊聚集的風會經由導風裝置而成功流動到兩側教室內，如果將教室內的窗戶打開增加對流，導風的效果更好。

陸、參考資料

- 一、CODiS氣候資料服務系統- C0V700_高雄市三民測站年報表(逐月資料)。交通部中央氣象署。<https://codis.cwa.gov.tw/StationData?target=station>
- 二、方富民(2021)。你是風兒，我是沙，一解建物的風工程。科技大補帖。財團法人善科教育基金會。https://www.sancode.org.tw/activities_info.php?type=3&nid=56
- 三、氣象常識系列(六)-認識風。<https://www.cwa.gov.tw/Data/knowledge/announce/commonsense6.pdf>
- 四、舒宜昂(2023年1月19日)。人間福報。風是怎樣形？<https://www.merit-times.com/NewsPage.aspx?unid=827463>
- 五、葉思沂、林翰陞、強家勛(2021年11月30日)。動手玩流體力學-【動手玩流力-原理】什麼是風洞。能源教育資源總中心。<https://learnenergy.tw/index.php?inter=digital&caid=9&id=276>
- 六、賴昱嫻、郭建源(2020)。高樓風對居住環境的影響。科學發展。568期，6-12。<https://ejournal.stpi.narl.org.tw/sd/download?source=10904-01.pdf&vllid=bcfe10a640144b0eb80a2097badff9eb&nd=1&ds=1>