

2024仰望盃全國科學 HomeRun 實作大賽

決賽作品說明書

隊伍名稱： 原理工作室(不可包含可辨識學校之資訊)

作品名稱： 嵐光計畫

科學概念1： 光槓桿(請用50-150字說明)

光槓桿多是用於檢測表面的微小變形或位移，其需要計算光的反射入射角等等的條件，在這作品中，我們特別考慮了當風力較小時，柔性反射鏡的彎曲程度微小，導致反射角度相應減小致難以觀察的情況，這時利用光槓桿的機制，能夠將原本微小的入射角反射多次，有效實現角度的顯著變化，以利於檢測。

科學概念2： 楊氏係數(請用50-150字說明)

我們運用了楊氏係數這一科學概念，這是一項關於物體變形的物理定律。當風吹在風阻板上時，裝置的風阻板會受到一定的力，使繩子連接的柔性反射鏡彎曲，經由實驗，我們測得柔性反射鏡的楊氏係數，用於衡量材料的彈性特性。這項實驗揭示了楊氏係數對於材料行為的關聯性，並為研究材料的彈性性質提供了有價值的訊息。

決賽作品說明書內文

(最多10頁)

1. 發想動機：

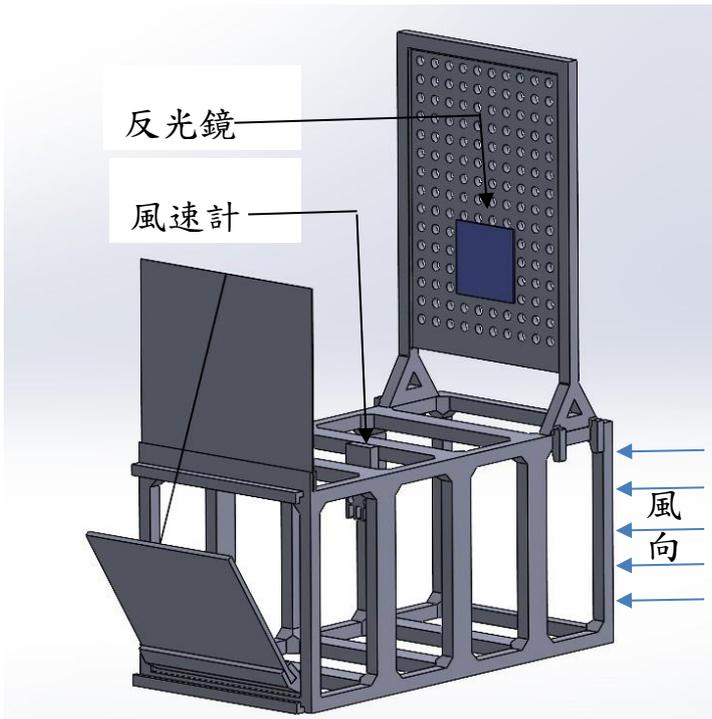
當初在想比賽的作品主題時，想到目前在研究計算風力(風阻)時幾乎都會用到電腦模擬，這免不了需要花大價錢購買軟體，以及需要特定的專業知識，這樣的條件對想碰這領域的一般民眾有一定的門檻，並且在實際應用中可能存在一些不便之處。此外，因為現有的技術通常要求複雜的設備或高成本的投入。因此我們的想法是結合楊氏係數及光槓桿原理，藉由楊氏係數取得合適的材料以及材料對於受力與形變的關係，同時使用光槓桿放大雷射光偏移量，以利於我們觀察到細微的變化。

但我們預想這方法可能無法測得非常精準的數據，因此我們預計先用砝碼模擬風力去測得不同風速下的風力(風阻)大小，接著再運用楊氏係數及光槓桿原理推算出風力(風阻)大小，最後再利用風速計驗證。

2. 作品創意性：(最多300字)

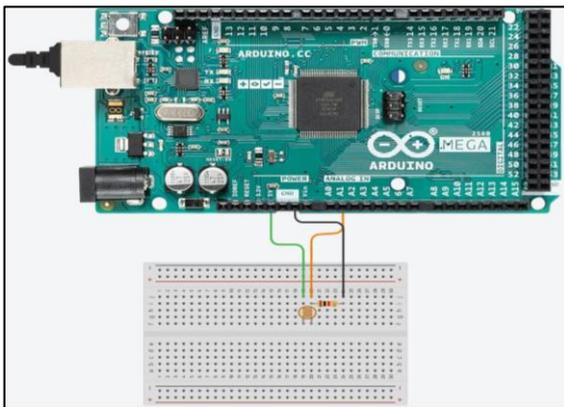
此裝置採用創新的光槓桿應用，光槓桿的基本原理為入射光線照射到平面鏡上，反射後形成反射光線。當平面鏡旋轉一個角度 θ 時，反射光線將旋轉 2θ 角。光槓桿可以高度敏感地感知微小力量的變化。創意性在於光槓桿原理的巧妙運用，相對於傳統感測裝置更靈敏，可捕捉微弱的力變化，擴展實驗和研究的可能性。在應用方面，可用於科學實驗中測量微小物體運動、探測材料彈性變化。在教育領域，成為生動的實驗工具，深化學生對物理原理的理解。在工業生產中，高靈敏度感測裝置有助於監控機器運行、檢測產品品質。總結來說，這作品巧妙運用光槓桿原理感測技術，擁有廣泛應用價值，不僅在科學研究有所突破，也在教育和工業領域帶來實際效益。

3. 硬體、程式及電路架構圖：



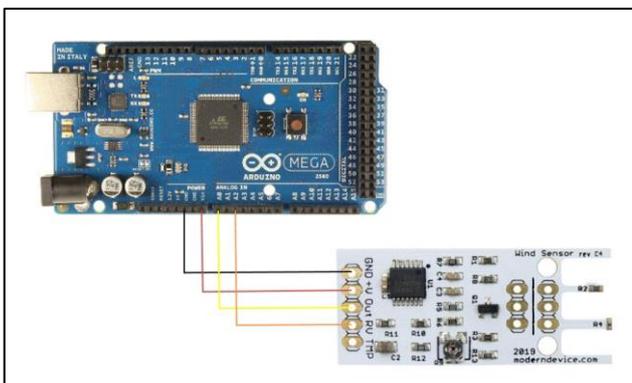
◀ 此裝置圖為成品示意圖

圖一



◀ 此電路圖為示意圖，僅連接一個光敏電阻，實際作品因麵包板孔位不夠，所以採用焊接的方式連接15個光敏電阻。

圖二



◀ 此為風速計(Wind sensor Rev.C)電路圖

圖三

程式

Arduino IDE (主要用於偵測每個光敏電阻數值以及風速計)

```
#define analogPinForRV    0

const float zeroWindAdjustment = .2; // 校準參數

float RV_Wind_ADunits;    // 風速感測器輸出數值
float RV_Wind_Volts;
unsigned long lastMillis;
float zeroWind_volts;
float WindSpeed_KPH; // 風速 (公里每小時)
```

將風速感測器設定為0號引腳，並且將[zeroWindAdjustment]為0.2作為零風速時的校準參數。定義了一些浮點型和無符號長整型變數，用於存儲風速感測器和計算風速的相關數據。

```
const int numRows = 1;
const int numCols = 15;
const int lightSensorPins[numRows][numCols] = {
  {A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15}
};

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
```

此程式定義了15個光敏電阻的腳位，將鮑率設置為9600。(我們將使用9600 bits per second (bps) 的速度來傳輸數據到串行監視器)。

接下來進到主循環[loop()]的內容，這個函數中包含了程式的主要邏輯，它會不斷重複

執行：

```

if (millis() - lastMillis > 200) {
  RV_Wind_ADunits = analogRead(analogPinForRV);
  RV_Wind_Volts = (RV_Wind_ADunits * 0.0048828125);
  zeroWind_volts = (RV_Wind_ADunits * 0.0048828125) - zeroWindAdjustment;

  // 計算風速 (KPH)
  WindSpeed_KPH = pow(((RV_Wind_Volts - zeroWind_volts) / 0.2300), 2.7265) * 1.60934;

  Serial.print((float)WindSpeed_KPH);
  Serial.print(" ");
  lastMillis = millis();
}

```

檢查時間是否已經超過了200毫秒，在滿足條件時，程式從風速感測器中讀取數值，然後進行計算得到風速（以公里每小時為單位）。最後，將計算得到的風速值發送到序列埠監控窗中。

```

int lightValues[numRows][numCols];
int minValue = 1023;
int count = 0;

for (int col = 0; col < numCols; col++) {
  lightValues[0][col] = analogRead(lightSensorPins[0][col]);

  lightValues[0][col] = 1023 - lightValues[0][col];

  Serial.print(lightValues[0][col]);
  count++;
  if (count == 16) {
    count = 0;
    Serial.println();
  } else {
    Serial.print(" ");
  }

  if (lightValues[0][col] < minValue) {
    minValue = lightValues[0][col];
  }
  delay(500);
}

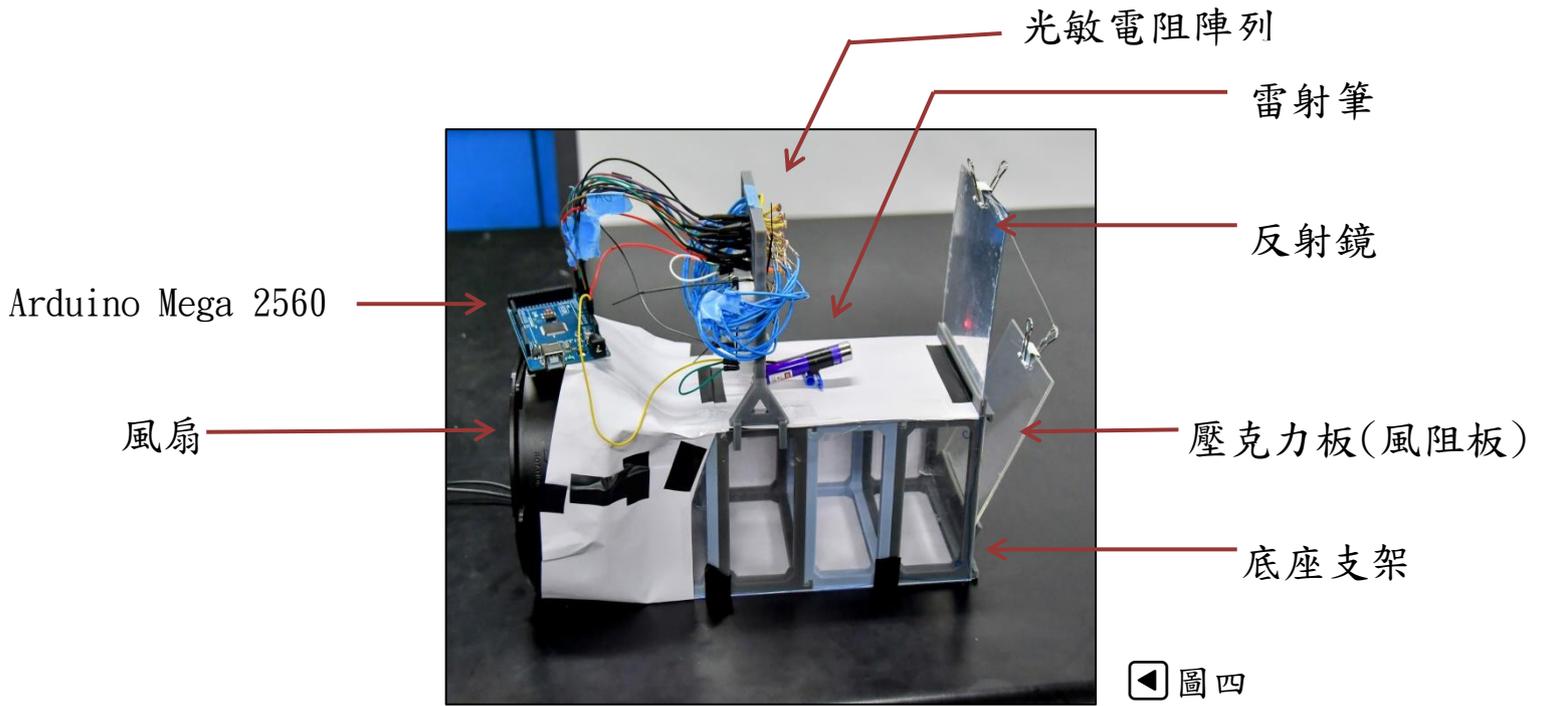
Serial.println(minValue);

delay(250);

```

這段程式主要是讀取所有光敏電阻數值並且找出最小值，依序發送到序列埠監控窗中。

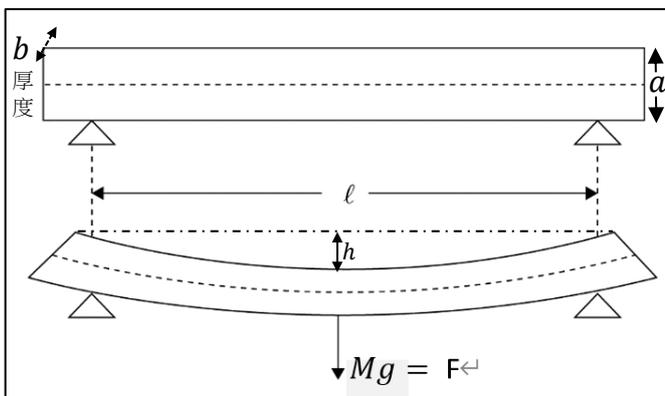
4. 作品成果說明：(可透過圖表或照片說明之)



◀ 圖四

實驗數據

壹、楊氏係數測定實驗



圖五

相關原理：

當風吹向風阻板時，風阻板會受到一定的力，使繩子連接的反射鏡彎曲，因此我們的反射鏡需要具備一定的彈性特性

及適應性。我們藉由楊氏係數實驗，測得材料相關數值：材

料寬度(a)、厚度(b)、撓度(h)、 $\frac{4hab^3}{l^3}$ (m^2)、拉力(N)，

再代入 $Y = \frac{Mgl^3}{4ab^3h} = \frac{Fl^3}{4ab^3h}$ ，求得楊氏係數 Y ($\frac{10^9 N}{m^2}$)。

撓度(h)	$\frac{4hab^3}{l^3}(m^2)$	拉力(N)	楊氏係數 ($\frac{10^9 N}{m^2}$)
0.001	6.31×10^{-10}	0.1	1.59×10^8
0.002	1.26×10^{-9}	0.2	1.59×10^8
0.003	1.89×10^{-9}	0.2	1.06×10^8
0.004	2.52×10^{-9}	0.3	1.19×10^8
0.005	3.15×10^{-9}	0.5	1.59×10^8
0.006	3.78×10^{-9}	0.6	1.59×10^8
平均			1.43×10^8 $\pm 0.24 \times 10^8$

圖六

撓度(h)	$\frac{4hab^3}{l^3}(m^2)$	拉力(N)	楊氏係數 ($\frac{10^9 N}{m^2}$)
0.003	1.89×10^{-9}	0.2	1.06×10^8
0.004	2.52×10^{-9}	0.4	1.59×10^8
0.005	3.15×10^{-9}	0.5	1.59×10^8
0.006	3.78×10^{-9}	0.6	1.59×10^8
0.007	4.42×10^{-9}	0.8	1.81×10^8
平均			1.53×10^8 $\pm 0.28 \times 10^8$

圖七

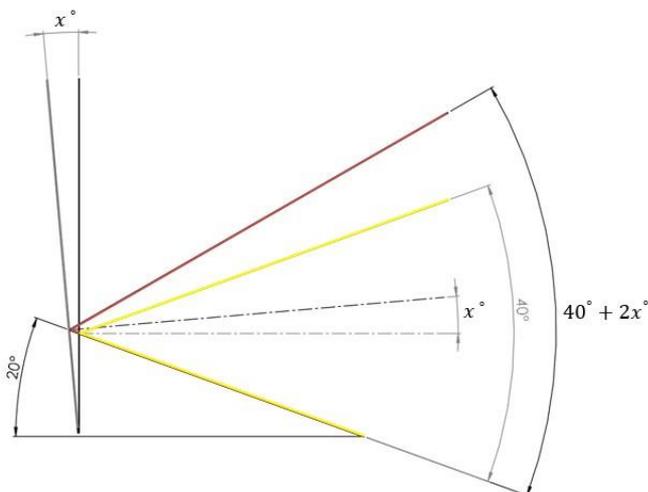
圖六及圖七是我們測試柔性反射鏡楊氏係數的數據

柔性反射鏡的楊氏係數為 $1.48 \times 10^8 (N/m^2)$ ，這是一個相當高的數值，表明了柔性反射鏡在受力時的相對剛度。相比之下，玻璃的楊氏係數一般在70~90 ($10^9 N/m^2$)之間，這顯示了柔性反射鏡比玻璃更具彈性，符合實驗所需材質。

貳、測試裝置及程式

相關原理：

當入射光源固定不動時，若平面鏡垂直於入射光的軸線旋轉角度 θ ，那麼反射光束的角度將會相對於入射光旋轉 2θ 。我們這項作品考慮到假如風非常的小(雷射筆偏移量微小)，可以利用此原理來放大雷射筆的偏移量，以便於觀察。



圖八

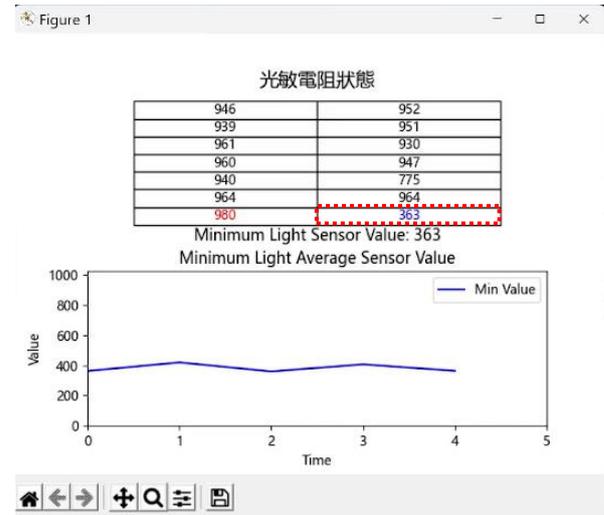
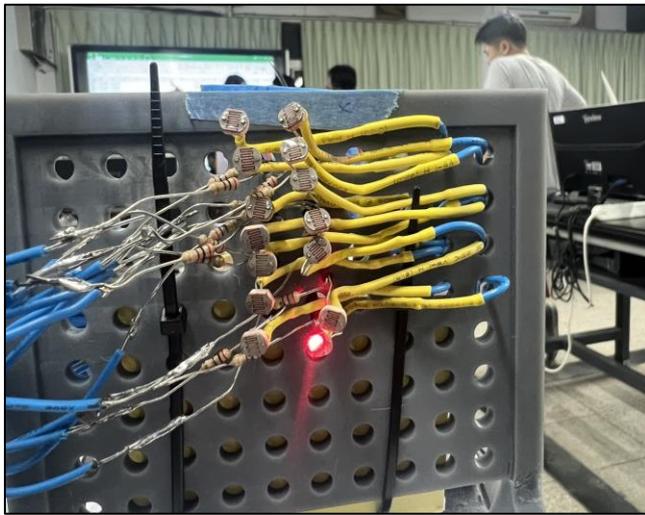
左圖為我們裝置反射鏡在偏移前

及偏移後的關係圖

當柔性反射鏡偏移 x 度時，雷射

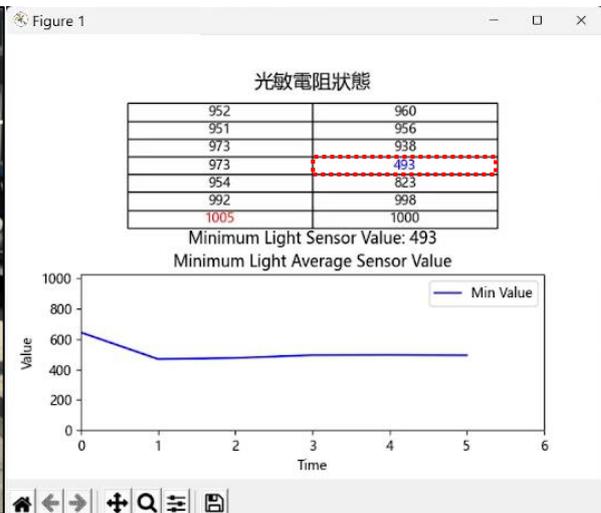
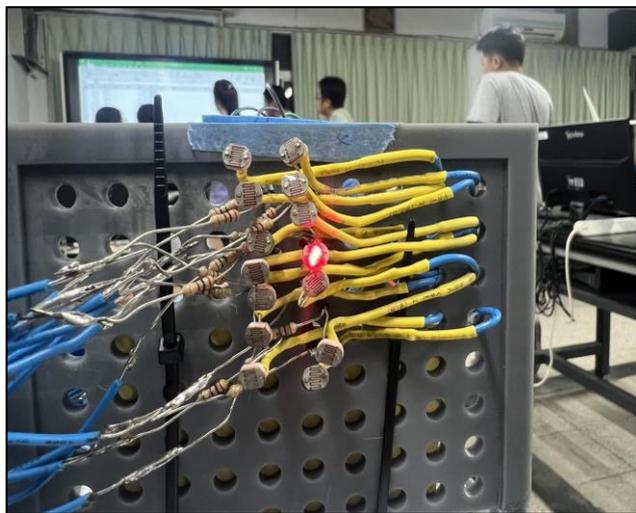
光會相對於柔性反射鏡偏移前偏

移 x 度。



圖九

根據上圖，當雷射光開啟，風扇未啟動，雷射光折射到右邊第七個光敏電阻，由於雷射光會使電阻值降低，從原本950左右降至363，因此可以看到數據中被照射到的光敏電阻明顯與其他光敏電阻的電阻值不同。



圖十

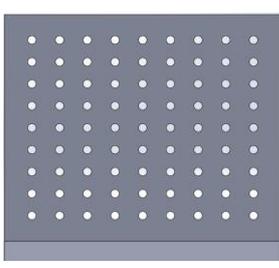
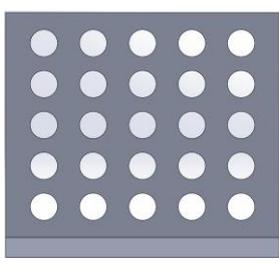
根據上圖，當雷射光開啟並啟動風扇後，風扇的力會將壓克力板往後推，進而導致反射鏡彎曲。雷射光因此被折射到不同的位置，實驗結果顯示，光敏電阻值產生明顯改變，從原先右邊第七個為最低值改到第四個為最低值。

參、受力面積與雷射光偏移量關係

實驗方法：

將裝置固定後，以相同風力作用於不同風阻板上，觀察雷射光的偏移量。

表1

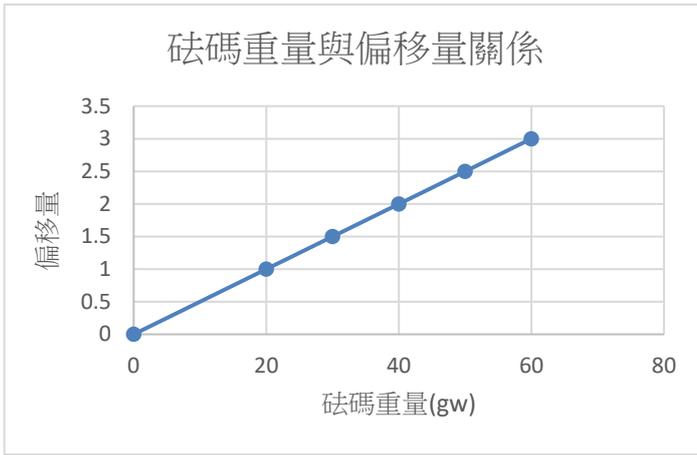
風阻板樣式			
實驗數據			
受力面積(孔隙率)	0%	4.89%	16.8%
偏移格數	2	1	0.5
實際偏移量(cm)	1	0.5	0.25

上表為相同風力下，不同的風阻板與雷射光偏移量間的關係。由實驗可知，孔隙率越大，雷射光的偏移量會越小，得知孔隙率越大可測量較大的風力，反之當孔隙率為0%，則可測量較微小的風量，所以我們可以依照所在的風力去更換不同的風阻板。

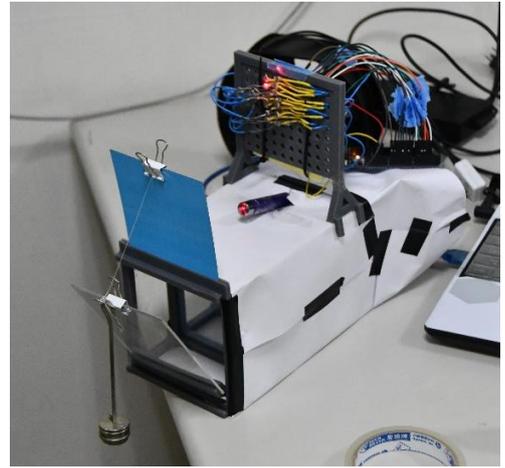
肆、砝碼重量與雷射光偏移量關係

實驗流程：

將裝置固定後，以砝碼模擬風力作用於相同風阻板上，換算出風力大小。



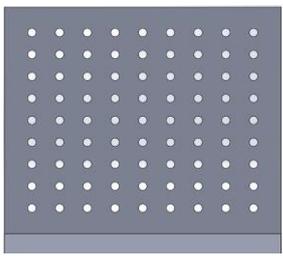
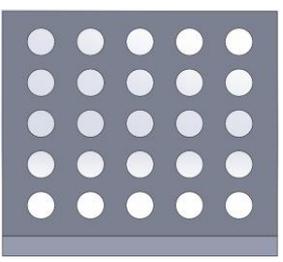
圖十一



圖十二

我們利用無孔隙的風阻板，試圖以砝碼模擬風力，測得風力與雷射光偏移量為正比關係，如圖十一及圖十二所示，每增加十克砝碼雷射光偏移量會增加0.5個光敏電阻(約0.25cm)，再次驗證柔性反射鏡的撓度可由光槓桿的原理測得。

表2

風阻板樣式			
實驗數據			
受力面積(孔隙率)	0%	4.89%	16.8%
偏移格數	2	1	0.5
實際偏移量(cm)	1	0.5	0.25
對風阻板之風力(N)	0.392	0.196	0.098

結論

本企劃書展示了一款基於光槓桿原理的感測裝置，其創新之處在於結合了光敏電阻陣列和柔性反射鏡利用光槓桿的原理。其中，因為壓克力板受風力影響時的偏移角度太小不容易量測，我們設計使用光槓桿概念將偏移角度轉換為雷射光反射的位置偏移，通過裝置測量，當風扇開啟，對壓克力板產生作用力時，反射的

雷射光會產生位置偏移，我們利用砝碼模擬同樣的反射雷射光偏移量，去換算出作用在孔隙率為0%的風阻板上之風力為 $0.392N$ ；作用在孔隙率為16.8%的風阻板上之風力為 $0.098N$ 。另外我們測出柔性反射鏡的楊氏係數平均為 1.48×10^8 (N/m^2)，並通過撓度變化使雷射光在光敏電阻陣列上產生偏移量約1公分，由此得知風力和雷射光偏移量會成正比。此實驗設計不僅展示了裝置對微小物理量變化的高度敏感性，還精確地描繪了不同孔隙率的風阻板可以測量不同的風力大小，本報告中的裝置與數據圖表提供了一種有效的方法來研究和應用物理學中的楊氏係數，顯示出其在科學研究和工程應用中的重要價值。

未來展望

目前我們所做的裝置能夠以較低的成本卻又能保持不低的測量精度，來滿足一般社會大眾的需求，但要是想取得更精準的數據，就會發現這個裝置所能擷取到的訊息密度十分有限，無法觀測到細微的偏差，因此，未來我們會希望能夠基於這項裝置的原理製作出更精密的量測工具，像是把整體裝置做的更高，使反射次數增多，又或是增加光敏電阻的解析度，就能觀測到更微小的風量變化。

5. 參考文獻：

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%9D%A8%E6%B0%8F%E6%A8%A1%E9%87%8F>

<https://www.britannica.com/science/Youngs-modulus>

<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=18258>

<https://badger.physics.wisc.edu/lab/manual/node33.html>

<https://www.utmel.com/blog/categories/resistor/photoresistor-basics-types-principles-and-applications>

<https://matplotlib.org/stable/>