

# 嘉義市第 38 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活與應用科學科(2)(環保與民生)。

組 別：國小組

作品名稱：門中門與空氣的流動

關 鍵 詞：便利商店、紙箱門、風扇位置

編 號：

附件：說明書封面

# 作品名稱：門中門與空氣的流動

## 摘要

一般便利商店的門都是直接從正面打開，但有些便利商店會在原本的門外面再加一層由兩邊開的門，推測可減少空氣流動時揚起灰塵直接進入門內。本實驗依照便利商店門的比例剪裁紙箱，再利用小型風扇模擬空氣的流動，我們想知道當紙箱的門(便利商店的門)打開時，是否會因外界風的影響造成紙箱內(室內)空氣明顯的對流現象呢？在加裝第二層門時，以門的形狀、角度設計、開啟電風扇的距離作為變因，測試入紙箱內(室內)風量的變化情形。

## 壹、研究動機

某天下午，我在街上發現了一間與眾不同的便利商店，這間商店的大門外又多了一層門，也就是要先打開外層的手動門，再進入內層的電動門，才算到了便利商店。一開始，我對這種設備感到十分不理解，為何要多花一筆錢蓋第二層門，還會影響方便性。我很好奇，直到在網路上查詢相關資料後，猜測其中一個原因是為了減少門外揚起的灰塵直接進入門內，想到以前自然課曾經學過有關空氣流動會產生風的單元，是否和這次觀察到的現象有關呢？於是我和同學還有老師討論後發起了這個實驗。



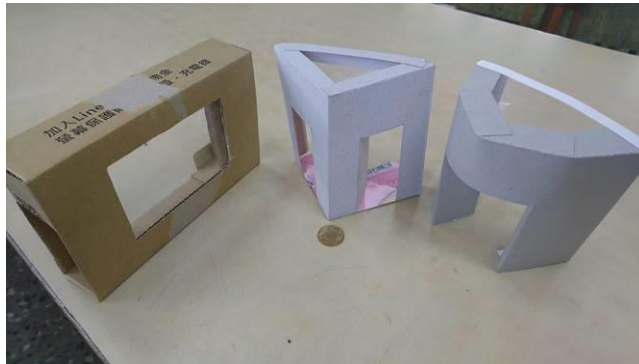
## 貳、研究目的

我們利用紙箱模擬便利商店的店面，並在紙箱上裁了一個方形模擬便利商店的門。假設門都一直開著的情況下：

- 1 研究在不同距離時，正對著門(除了門之外的面全部封閉)開啟風扇是否會影響門內空氣的流動。
- 2 當架設第二層門(外門)，開啟風扇時是否會對門內空氣的流動造成影響。
- 3 當改變第二層門(外門)的形狀設計時，外門和內門的開啟角度是否會對門內空氣的流動方向造成影響。
- 4 比較箱子上方(屋頂)也開啟時，和箱子上方(屋頂)封閉時，同樣的實驗狀況下結果有何不同。

### 參、研究設備及器材

紙箱 (紙箱長36公分、寬27公分、高18公分；門的開口長10公分、寬10公分。)、  
 方形門 (紙盒長23公分、寬5公分、高15公分；門的開口長10公分、寬5公分。)、  
 三角形門 (紙盒三邊各長11.5公分、11.5公分、16公分、高15公分；門的開口長10公分、寬5公分。)(除了門以外的缺口處黏上透明片以方便觀察)  
 半圓形門 (紙盒直徑16公分、高15公分；門的開口弧長10公分、高10公分)、  
 小型風扇 (直徑4吋，額定電壓DC5V，額定輸入電流1A)、  
 尺、美工刀、雙面膠、保麗龍球、鹽巴。



### 肆、研究過程或方法

我們將挑選一個長寬合適的紙箱，依照實體便利商店門的比例剪裁紙箱。並在紙箱上裁出一個長10公分，寬10公分的正方形，模擬便利商店的門。利用鉛筆在紙箱內劃分為十區(前排後排各五區，由左而右分別為1、2、3、4、5區)，每區各放10顆保麗龍球，共100顆。因為保麗龍球很輕，會在空氣的帶動之下移動位置。我們預期在門開口外放置風扇，當紙箱除了門之外的面全部封閉，風扇面對著門開啟5秒後，記錄保麗龍球移動後在各區的位置各幾顆，並重覆實驗數次。由於我們發現，保麗龍球容易滾動，有同學想到在紙箱底面灑一層薄薄的鹽並用尺刮平，再放上保麗龍球，或許可以增加些許摩擦力，如此一來還可節省重覆實驗的時間。

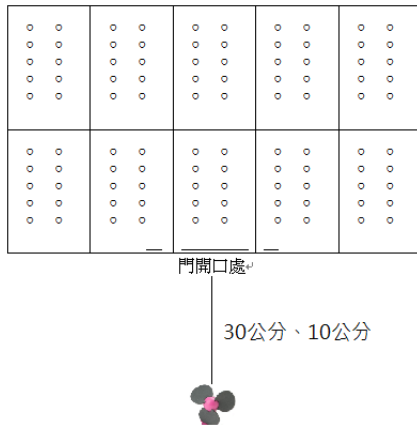


○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
後排第1區	後排第2區	後排第3區	後排第4區	後排第5區
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
前排第1區	前排第2區	前排第3區	前排第4區	前排第5區

門開口處

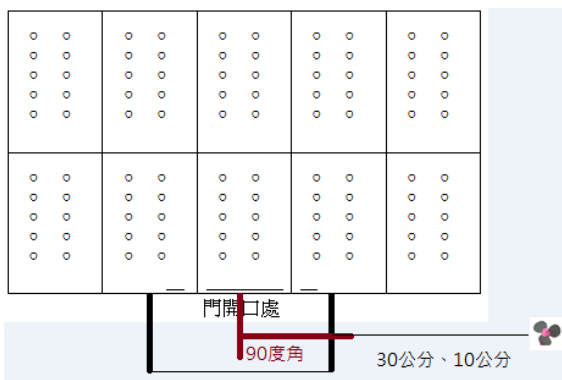
### 一、實驗一

- 1 在門口外放置風扇，紙箱除了門之外的面全部封閉。
- 2 將風扇擺置離紙箱門30公分的地方，打開風扇持續吹五秒，重複以上動作四次，並記錄各區塊最後保麗龍球各有幾顆。
- 3 將風扇擺置離紙箱門10公分的地方，重複以上步驟。



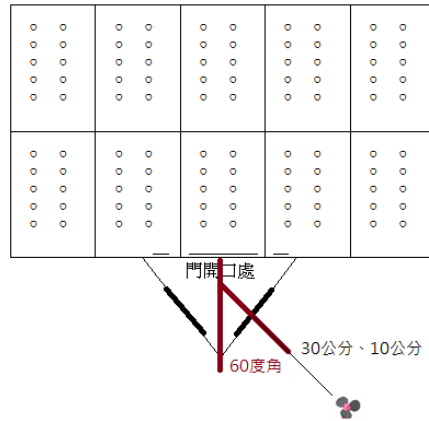
### 二、實驗二

- 1 在實驗一原本的門口外，加裝第二層方形門，模擬便利商店雙層門的結構，外門與內門的夾角為90度，其他的面都封閉。
- 2 將風扇擺置離紙箱外門30公分的地方，打開風扇持續吹五秒，重複以上動作四次，並記錄各區塊最後保麗龍球各有幾顆。
- 3 將風扇擺置離紙箱外門10公分的地方，打開風扇持續吹五秒，重複以上動作四次，並記錄各區塊最後保麗龍球各有幾顆。



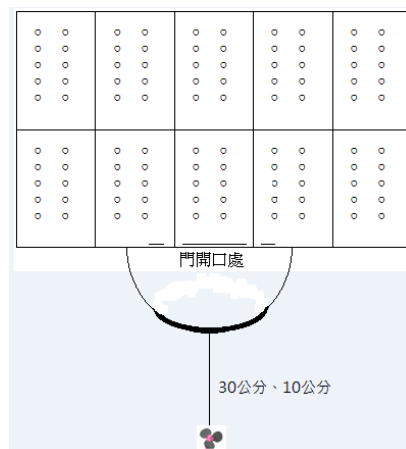
### 三、實驗三

- 1 在實驗一原本的門口外，加裝第二層三角形門，模擬便利商店雙層門的結構，外門與內門的夾角為60度，其他的面都封閉。
- 2 將風扇擺置離紙箱外門30公分的地方，打開風扇持續吹五秒，重複以上動作四次，並記錄各區塊最後保麗龍球各有幾顆。
- 3 將風扇擺置離紙箱外門10公分的地方，重複以上動作四次，並記錄各區塊最後保麗龍球各有幾顆。



### 四、實驗四

- 1 在實驗一原本的門口外，加裝第二層半圓型門，模擬便利商店雙層門的結構，外門與內門的夾角為0度，其他的面都封閉。
- 2 將風扇擺置離紙箱外門30公分的地方，打開風扇持續吹五秒，重複以上動作四次，並記錄各區塊最後保麗龍球各有幾顆。
- 3 將風扇擺置離紙箱外門10公分的地方，重複以上動作四次，並記錄各區塊最後保麗龍球各有幾顆。





## 五、實驗五

在實驗過程中，我們有一次忘記把箱子的蓋子蓋好，無意間發現，箱子上方(屋頂)在開啟時，箱子裡的保麗龍球更容易滾動了，我們很好奇，想再做四組實驗和原本的比較。

- 1 在門口外放置風扇，紙箱除了門之外的面，還有紙箱上方(屋頂)開啟。
- 2 將風扇擺置離紙箱門30公分的地方，打開風扇持續吹五秒，重複以上動作四次，並記錄各區塊最後保麗龍球各有幾顆。
- 3 將風扇擺置離紙箱門10公分的地方，重複以上步驟。



## 六、實驗六

- 1 在實驗五原本的門口外，加裝第二層方形門，模擬便利商店雙層門的結構，外門與內門的夾角為90度，紙箱除了門之外的面，還有紙箱上方(屋頂)開啟。
- 2 將風扇擺置離紙箱外門30公分的地方，打開風扇持續吹五秒，重複以上動作四次，並記錄各區塊最後保麗龍球各有幾顆。
- 3 將風扇擺置離紙箱外門10公分的地方，打開風扇持續吹五秒，重複以上動作四次，並記錄各區塊最後保麗龍球各有幾顆。



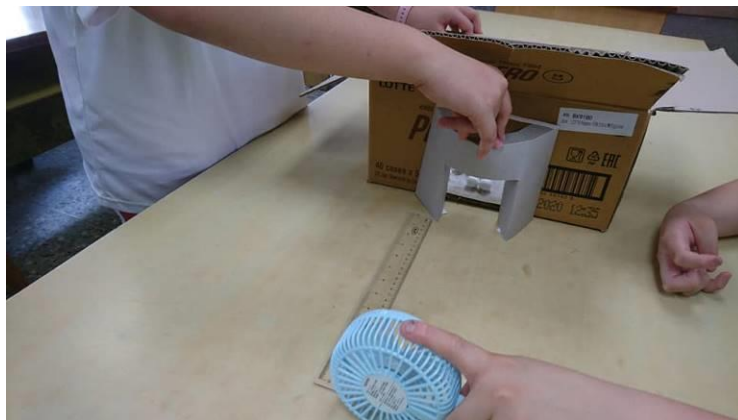
## 七、實驗七

- 1 在實驗五原本的門口外，加裝第二層三角形門，模擬便利商店雙層門的結構，外門與內門的夾角為60度，紙箱除了門之外的面，還有紙箱上方(屋頂)開啟。
- 2 將風扇擺置離紙箱外門30公分的地方，打開風扇持續吹五秒，重複以上動作四次，並記錄各區塊最後保麗龍球各有幾顆。
- 3 將風扇擺置離紙箱外門10公分的地方，打開風扇持續吹五秒，重複以上動作四次，並記錄各區塊最後保麗龍球各有幾顆。



## 八、實驗八

- 1 在實驗五原本的門口外，加裝第二層半圓型門，模擬便利商店雙層門的結構，外門與內門的夾角為0度，紙箱除了門之外的面，還有紙箱上方(屋頂)開啟。
- 2 將風扇擺置離紙箱外門30公分的地方，打開風扇持續吹五秒，重複以上動作四次，並記錄各區塊最後保麗龍球各有幾顆。
- 3 將風扇擺置離紙箱外門10公分的地方，打開風扇持續吹五秒，重複以上動作四次，並記錄各區塊最後保麗龍球各有幾顆。



## 伍、研究結果

紙箱內劃分為十區，格子裡的數字代表各區保麗龍球的數目，粗線代表門開啟的方向和位置。若在中間線上的保麗龍球，則歸類在較靠近的區域。

10	10	10	10	10
10	10	10	10	10

### 一、實驗一

除了門之外的面全部封閉，風扇擺置離紙箱門30公分的地方，打開風扇持續吹五秒。

(第1次實驗) 掉出箱子2顆

10	10	9	11	10
10	11	8	10	10

(第2次實驗) 掉出箱子1顆

10	10	12	11	10
10	9	7	10	10

(第3次實驗) 掉出箱子1顆

11	11	10	13	10
10	8	6	10	10

(第4次實驗) 掉出箱子4顆

10	10	12	10	10
10	8	6	10	10

除了門之外的面全部封閉，風扇擺置離紙箱門10公分的地方，打開風扇持續吹五秒。

(第1次實驗) 掉出箱子4顆

10	13	10	11	10
13	6	4	9	10

(第2次實驗) 掉出箱子2顆

10	13	8	12	11
10	9	5	10	10

(第3次實驗) 掉出箱子6顆

11	12	11	12	10
10	4	4	10	10

(第4次實驗) 掉出箱子4顆

11	14	8	12	10
10	8	3	9	11

### 二、實驗二

在原本的門口外，加裝第二層方形門，外門與內門的夾角為90度，其他的面都封閉，風扇擺置離外門30公分的地方，打開風扇持續吹五秒。

(第1次實驗) 掉出箱子0顆

10	10	10	10	10
10	10	10	10	10

(第2次實驗) 掉出箱子0顆

10	10	10	10	10
10	10	10	10	10

(第3次實驗) 掉出箱子0顆

10	10	10	10	10
10	10	10	10	10

(第4次實驗) 掉出箱子0顆

10	10	10	10	10
10	10	10	10	10



在原本的門口外，加裝第二層方形門，外門與內門的夾角為90度，其他的面都封閉，風扇擺置離外門10公分的地方，打開風扇持續吹五秒。

(第1次實驗) 掉出箱子0顆

10	10	10	10	10
10	10	10	10	10

(第2次實驗) 掉出箱子0顆

10	10	10	10	10
10	11	9	10	10

(第3次實驗) 掉出箱子0顆

10	10	10	10	10
10	10	10	10	10

(第4次實驗) 掉出箱子0顆

10	10	10	10	10
10	10	10	10	10

### 三、實驗三

在原本的門口外，加裝第二層三角形門，外門與內門的夾角為60度，其他的面都封閉，風扇擺置離外門30公分的地方，打開風扇持續吹五秒。

(第1次實驗) 掉出箱子1顆

10	10	10	10	10
10	9	10	10	10

(第2次實驗) 掉出箱子1顆

10	10	10	10	10
10	10	9	10	10

(第3次實驗) 掉出箱子0顆

10	10	10	10	10
10	11	9	10	10

(第4次實驗) 掉出箱子1顆

10	10	10	10	10
10	10	9	10	10

在原本的門口外，加裝第二層三角形門，外門與內門的夾角為60度，其他的面都封閉，風扇擺置離外門10公分的地方，打開風扇持續吹五秒。

(第1次實驗) 掉出箱子0顆

10	10	11	10	10
11	9	8	11	10

(第2次實驗) 掉出箱子1顆

10	10	10	10	10
11	9	9	10	10

(第3次實驗) 掉出箱子0顆

10	10	10	10	10
10	11	9	10	10

(第4次實驗) 掉出箱子0顆

10	10	10	10	10
12	10	8	10	10

### 四、實驗四

在原本的門口外，加裝第二層半圓形門，外門與內門的夾角為0度，其他的面都封閉，風扇擺置離外門30公分的地方，打開風扇持續吹五秒。

(第1次實驗) 掉出箱子1顆

10	10	11	12	10
10	11	7	8	10

(第2次實驗) 掉出箱子0顆

10	11	10	10	10
10	11	8	10	10

(第3次實驗) 掉出箱子2顆

10	10	11	11	10
10	10	6	10	10

(第4次實驗) 掉出箱子0顆

10	11	10	10	10
10	11	7	11	10

在原本的門口外，加裝第二層半圓形門，外門與內門的夾角為0度，其他的面都封閉，風扇擺置離外門10公分的地方，打開風扇持續吹五秒。

(第1次實驗) 掉出箱子0顆

10	10	10	11	10
10	12	6	11	10

(第2次實驗) 掉出箱子2顆

10	11	10	10	10
10	11	5	11	10

(第3次實驗) 掉出箱子0顆

10	10	11	12	10
10	11	5	11	10

(第4次實驗) 掉出箱子1顆

10	10	11	10	10
10	11	6	11	10

### 五、實驗五

紙箱門和上方(屋頂)開啟，風扇擺置離紙箱門30公分的地方，打開風扇持續吹五秒。

(第1次實驗) 掉出箱子0顆

21	10	0	3	21
10	13	0	7	15

(第2次實驗) 掉出箱子0顆

11	14	1	16	15
13	8	0	11	11

(第3次實驗) 掉出箱子0顆

15	13	0	14	13
15	11	0	6	13

(第4次實驗) 掉出箱子0顆

15	11	2	16	13
11	9	0	10	13

紙箱門和上方(屋頂)開啟，風扇擺置離紙箱門10公分的地方，打開風扇持續吹五秒。

(第1次實驗) 掉出箱子0顆

14	14	0	15	11
14	13	0	8	11

(第2次實驗) 掉出箱子0顆

13	10	0	12	17
19	11	0	7	11

(第3次實驗) 掉出箱子0顆

18	8	0	6	25
16	13	0	2	12

(第4次實驗) 掉出箱子0顆

12	13	2	14	15
13	12	0	9	10

## 六、實驗六

在原本的門口外，加裝第二層方形門，外門與內門的夾角為90度，紙箱門和上方(屋頂)開啟，風扇擺置離外門30公分的地方，打開風扇持續吹五秒。

(第1次實驗)		掉出箱子0顆		
11	15	13	10	10
6	8	7	10	10

(第2次實驗)		掉出箱子0顆		
16	15	10	10	10
3	8	8	10	10

(第3次實驗)		掉出箱子0顆		
17	19	10	10	10
4	2	8	10	10

(第4次實驗)		掉出箱子0顆		
15	16	10	10	10
6	6	7	10	10

在原本的門口外，加裝第二層方形門，外門與內門的夾角為90度，紙箱門和上方(屋頂)開啟，風扇擺置離外門10公分的地方，打開風扇持續吹五秒。

(第1次實驗)		掉出箱子0顆		
18	17	12	11	10
1	4	7	10	10

(第2次實驗)		掉出箱子0顆		
18	21	11	10	10
1	2	7	10	10

(第3次實驗)		掉出箱子0顆		
19	18	10	10	10
0	6	7	10	10

(第4次實驗)		掉出箱子0顆		
18	20	10	10	10
5	0	7	10	10

## 七、實驗七

在原本的門口外，加裝第二層三角形門，外門與內門的夾角為60度，紙箱門和上方(屋頂)開啟，風扇擺置離外門30公分的地方，打開風扇持續吹五秒。

(第1次實驗)		掉出箱子0顆		
2	16	16	11	10
15	3	7	10	10

(第2次實驗)		掉出箱子0顆		
2	21	13	10	10
14	2	8	10	10

(第3次實驗)		掉出箱子0顆		
7	17	12	10	10
14	2	8	10	10

(第4次實驗)		掉出箱子0顆		
7	15	14	10	10
12	3	9	10	10

在原本的門口外，加裝第二層三角形門，外門與內門的夾角為60度，紙箱門和上方(屋頂)開啟，風扇擺置離外門10公分的地方，打開風扇持續吹五秒。

(第1次實驗) 掉出箱子0顆

3	15	16	10	10
16	3	7	10	10

(第2次實驗) 掉出箱子0顆

5	17	15	11	10
13	2	7	10	10

(第3次實驗) 掉出箱子0顆

0	14	17	12	10
16	3	8	10	10

(第4次實驗) 掉出箱子0顆

3	19	16	12	10
12	1	7	10	10

### 八、實驗八

在原本的門口外，加裝第二層半圓形門，外門與內門的夾角為0度，紙箱門和上方(屋頂)開啟，風扇擺置離外門30公分的地方，打開風扇持續吹五秒。

(第1次實驗) 掉出箱子0顆

21	7	0	13	20
12	13	0	4	10

(第2次實驗) 掉出箱子0顆

17	8	0	5	17
14	10	0	15	14

(第3次實驗) 掉出箱子0顆

20	10	0	13	17
12	9	0	7	12

(第4次實驗) 掉出箱子0顆

21	7	0	7	18
13	10	0	12	12

在原本的門口外，加裝第二層半圓形門，外門與內門的夾角為0度，紙箱門和上方(屋頂)開啟，風扇擺置離外門10公分的地方，打開風扇持續吹五秒。

(第1次實驗) 掉出箱子0顆

19	7	3	13	17
12	10	0	9	10

(第2次實驗) 掉出箱子0顆

19	4	0	11	16
14	10	0	13	13

(第3次實驗) 掉出箱子0顆

15	15	0	12	13
11	11	0	11	12

(第4次實驗) 掉出箱子0顆

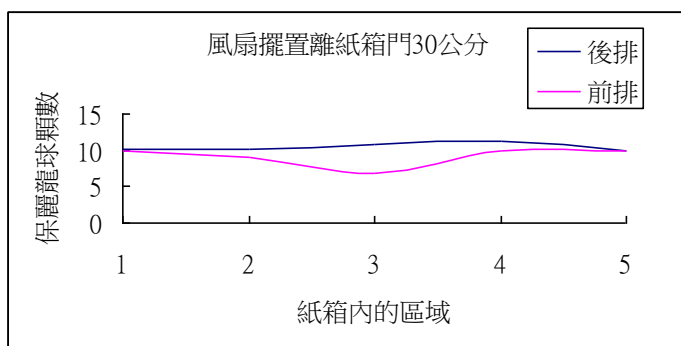
15	14	1	9	20
10	12	0	8	11

## 六、討論

一、實驗一、二、三、四中各區域保麗龍球的平均顆數

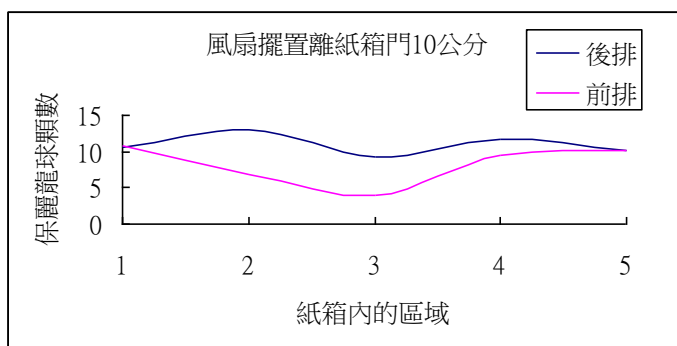
風扇擺置離紙箱門30公分 (無外門)

10.25	10.25	10.75	11.25	10
10	9	6.75	10	10



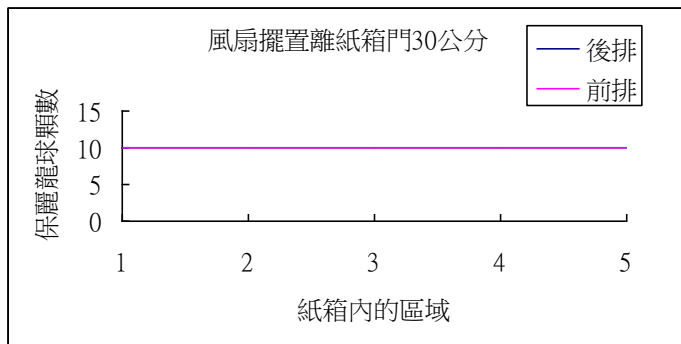
風扇擺置離紙箱門10公分(無外門)

10.5	13	9.25	11.75	10.25
10.75	6.75	4	9.5	10.25



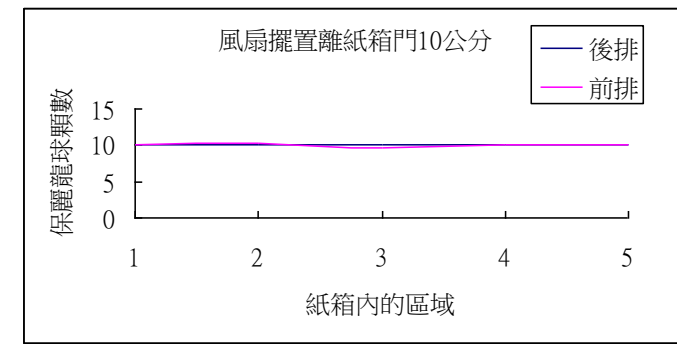
風扇擺置離紙箱門30公分 (方形外門)

10	10	10	10	10
10	10	10	10	10



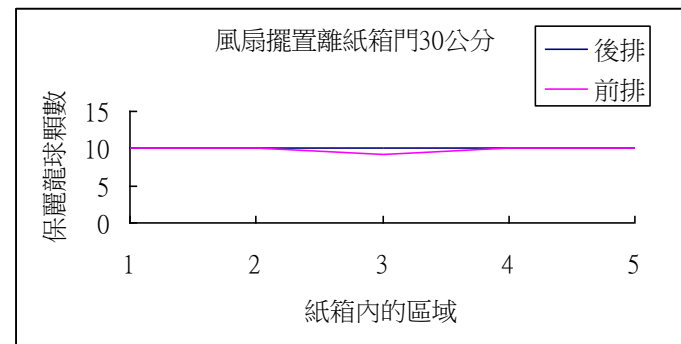
風扇擺置離紙箱門10公分(方形外門)

10	10	10	10	10
10	10.25	9.75	10	10



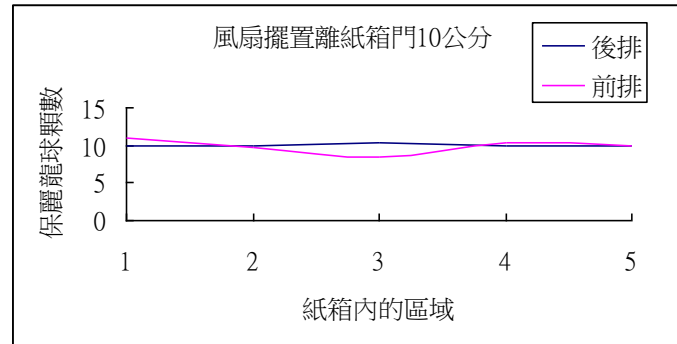
風扇擺置離紙箱門30公分 (三角形外門)

10	10	10	10	10
10	10	9.25	10	10



風扇擺置離紙箱門10公分(三角形外門)

10	10	10.25	10	10
11	9.75	8.5	10.25	10

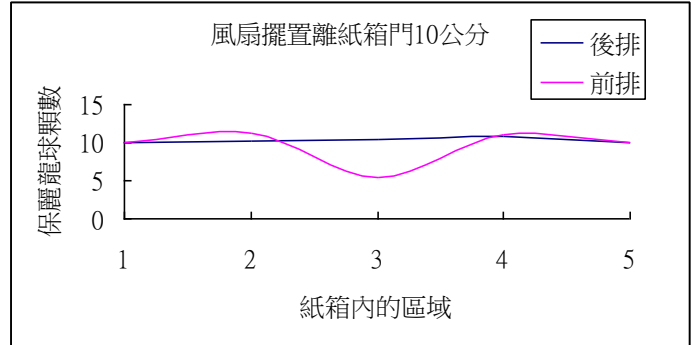
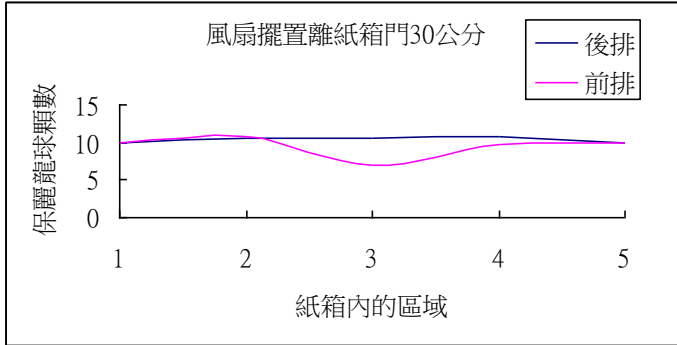


風扇擺置離紙箱門30公分 (半圓形外門)

10	10.5	10.5	10.75	10
10	10.75	7	9.75	10

風扇擺置離紙箱門10公分(半圓形外門)

10	10.25	10.5	10.75	10
10	11.25	5.5	11	10



單就實驗一、二、三、四的數據結果來看，風扇擺置離紙箱門較近的的地方，等同於較大的風，可以吹動較多的保麗龍球。多加了一扇門的確可減少風直接吹入室內，尤其是附近多空曠區域的便利商店，進而提升環境衛生以及防落塵。在實驗二中，方形門與內門的夾角為90度，能最有效阻擋室外的風吹入室內；其次是三角形門(與內門的夾角為60度)；半圓形門與內門的夾角為0度，可以說等同於風不需要轉彎就可以直接吹入室內。經由實驗結果可以推測，為什麼便利商店的外門(經由查詢資料，正式名稱為風除室)大多設計和內門夾角90度的原因，也可作為擺放熟食位置的參考，例如關東煮、茶葉蛋等在便利商店販賣時，不見得有蓋子可以罩住，建議可以擺放在較不受室外風吹入影響的位置。

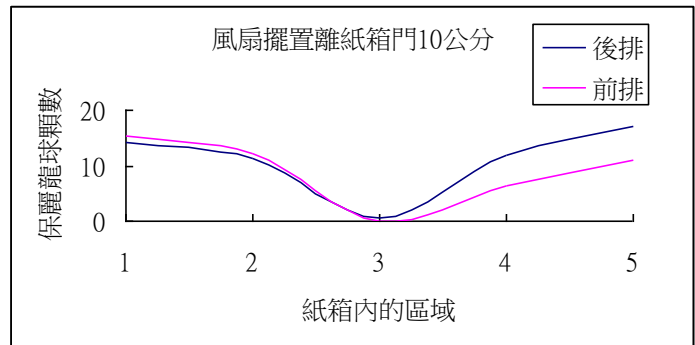
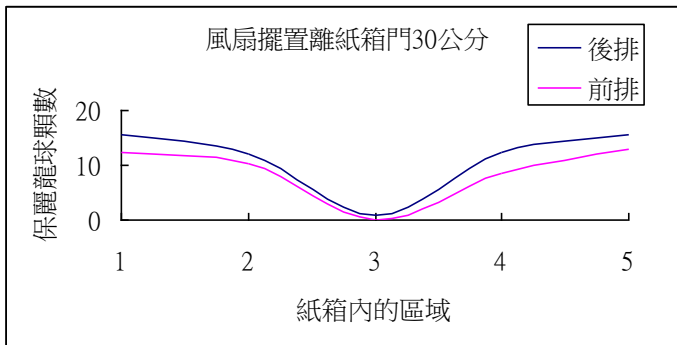
二、實驗五、六、七、八中各區域保麗龍球的平均顆數

風扇擺置離紙箱門30公分 (無外門)

15.5	12	0.75	12.25	15.5
12.25	10.25	0	8.5	13

風扇擺置離紙箱門10公分(無外門)

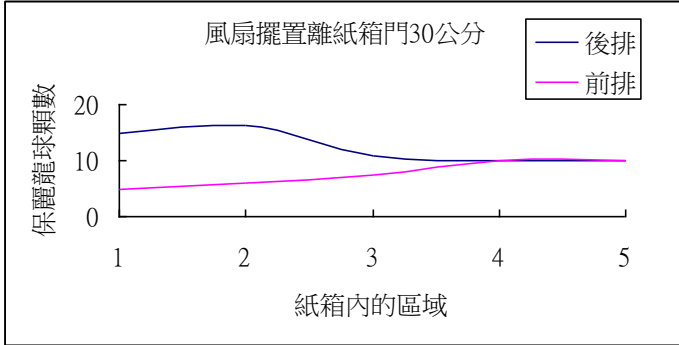
14.25	11.25	0.5	11.75	17
15.5	12.25	0	6.5	11





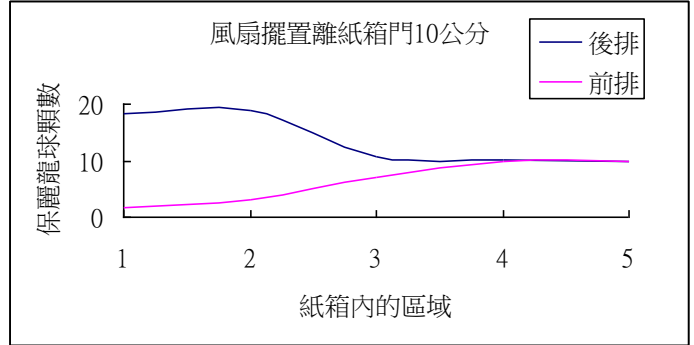
風扇擺置離紙箱門30公分 (方形外門)

14.75	16.25	10.75	10	10
4.75	6	7.5	10	10



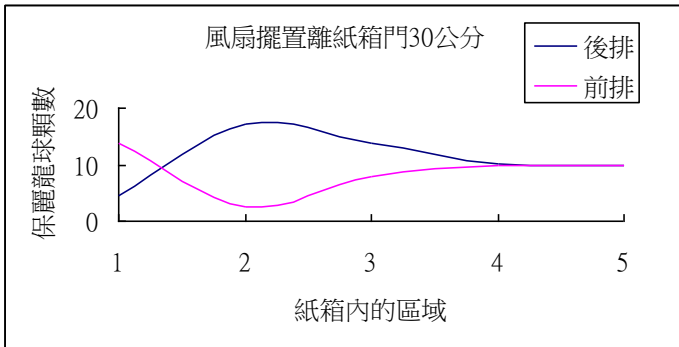
風扇擺置離紙箱門10公分(方形外門)

18.25	19	10.75	10.25	10
1.75	3	7	10	10



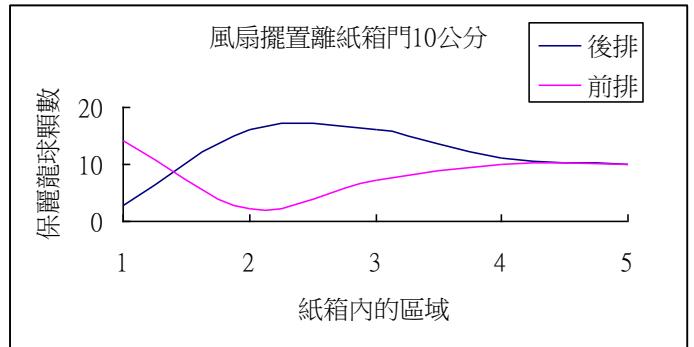
風扇擺置離紙箱門30公分 (三角形外門)

4.5	17.25	13.75	10.25	10
13.75	2.5	8	10	10



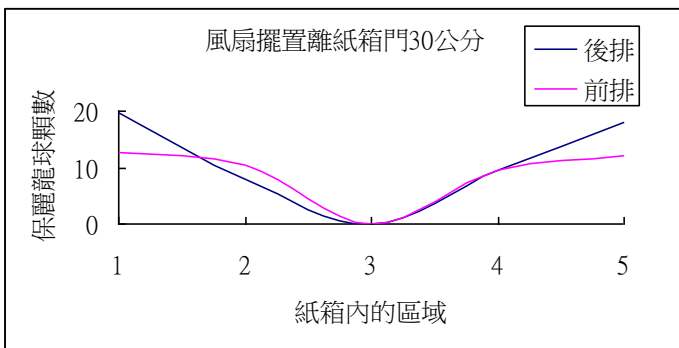
風扇擺置離紙箱門10公分(三角形外門)

2.75	16.25	16	11.25	10
14.25	2.25	7.25	10	10



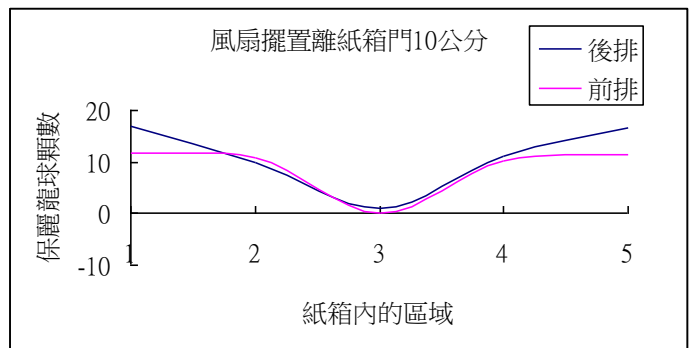
風扇擺置離紙箱門30公分 (半圓形外門)

19.75	8	0	9.5	18
12.75	10.5	0	9.5	12

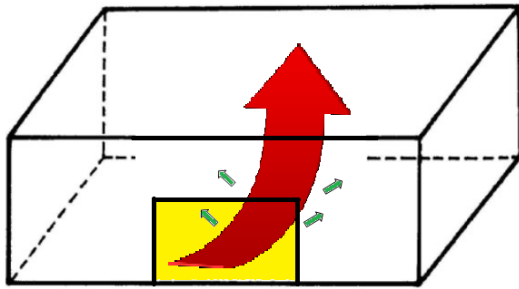


風扇擺置離紙箱門10公分(半圓形外門)

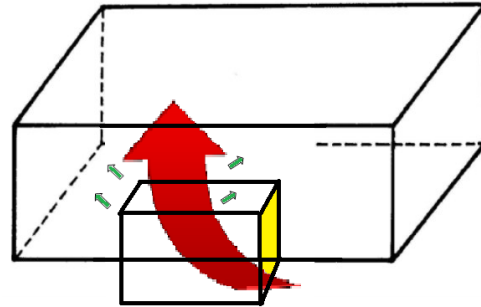
17	10	1	11.25	16.5
11.75	10.75	0	10.25	11.5



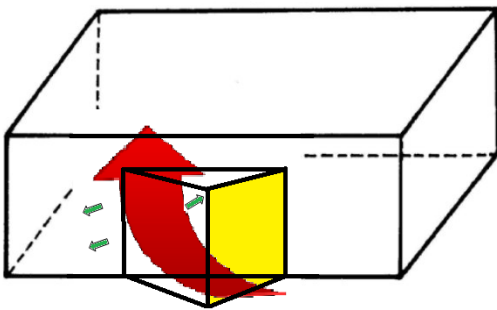
由實驗五、六、七、八的數據結果看來，保麗龍球很明顯會往空氣前進方向的兩側移動，推測是由於紙箱上方(屋頂)在開啟時，兩個通風口(門、屋頂)容易造成空氣的對流。空氣進入紙箱內(黃色為門的位置)的直線方向(紅色箭頭)，往上方開口處流動，保麗龍球也都往兩側移動了位置(綠色箭頭)。實驗八比實驗五外側多加裝了半圓形門，但門開的位置相似，因此保麗龍球移動的區域也相似。



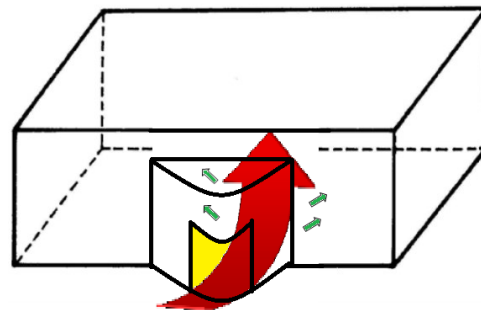
實驗五示意圖



實驗六示意圖

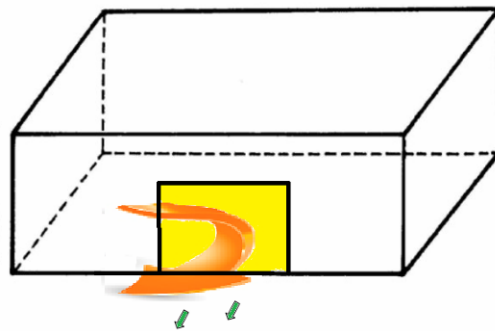


實驗七示意圖



實驗八示意圖

做完這八組實驗，我們發現前四組在實驗過程中會有保麗龍球由門掉出的現象，推測是因為箱子上方(屋頂)在關閉時，風扇打開進入紙箱的空氣(橘色箭頭)因為沒有其他的出口，後方的空氣又一直推擠，因此只能借由原本的門(黃色)擠出，順便帶動了保麗龍球向門外滾出(綠色箭頭)。



實驗一示意圖

實驗結束和同學和老師討論之後，我們同時也發現了本次實驗的一些小缺點：例如保麗龍球的體積雖然已經算小了，但是還不夠小。當開啟電扇時，保麗龍球因為空氣的流動移動了位置，本來可能會移動到角落的區域(後排第五區)，但因為角落區域的保麗龍球已經排滿了，因此會擠在其他區域(後排第四區)，造成實驗結果的誤差。且雖然已經劃分成十區，但在區域內的保麗龍球數字無法準確表示在區域裡的位置。若把十個區域劃分得更細或使用更小的保麗龍球則可增加準確性，但也增加了每次實驗記錄的時間。另外，鹽巴雖然已經盡量用尺鋪平，卻還是有微小的誤差，有些地方摩擦力較大，有些地方摩擦力較小。摩擦力大的地方保麗龍球較不容易移動，摩擦力小的地方保麗龍球較易移動。

## 柒、結論

由本次的實驗，可以知道便利商店加裝了第二層門(風除室)，的確可以減少風沙及灰塵直接吹入室內的可能性，且外門和內門夾角 90 度的效果最佳。除了便利商店的風除室大多蓋在原本的自動門之外，百貨公司也有看過類似的設計，不過百貨公司的風除室印象中大多是在建築物裡面，原理都是相同的。

另外，便利商店幾乎都是明亮的玻璃窗，卻很少看到窗戶可以開啟的設計，當然更不可能只有牆面而屋頂開啟的露天狀況，由本次實驗可以得知是為了減少外界的空氣在室內發生對流，造成食物的衛生及環境清潔的問題。關東煮和熟食區擺放時，可以擺放在角落遠離自動門及門打開時的直線位置較為衛生。

## 捌、參考資料及其他

1. ETtoday 新聞雲 自動門外「再加一道門」曝隱藏功能！  
[https://www.ettoday.net/news/20190205/1353491.htm?fbclid=IwAR0uD3sHriYJ2biDP07Z0cKP\\_Uw9fRHxaJhkPrnQ3yDiuaept0v8BnzUvLI](https://www.ettoday.net/news/20190205/1353491.htm?fbclid=IwAR0uD3sHriYJ2biDP07Z0cKP_Uw9fRHxaJhkPrnQ3yDiuaept0v8BnzUvLI)
2. 台灣地區風除室之空調節能研究，2006，李魁鵬。
3. 南一三上教師手冊，空氣的流動。