

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 自然科

081505

煙消熱散

臺中市北屯區陳平國民小學

作者姓名：

小六 李沂臻 小六 陳奕兆 小六 張克誠
小五 武君亭 小五 李啟宇

指導老師：

周冠廷 王瓏真

作品名稱：煙消熱散

摘要

本研究主要探討如何將車內煙霧及熱氣運用不浪費能源的方式，以最快的速度散去。研究先探討各種車款車內空間，製作等比例之模型車，研究「車窗開啓個數」、「車窗開啓位置」、「車窗開啓大小」及「車速」影響「煙霧散去」及「溫度下降」的狀況。研究結果發現：（1）開窗的個數與煙霧消散速度並不完全相關。（2）車窗開啓的各種組合中，以有開前窗造成空氣流通的狀況較佳。（3）車窗開的愈大，空氣流動愈快，但車子速度對空氣的流動的影響是明顯優於開啓窗戶面積大小的。

壹、研究動機

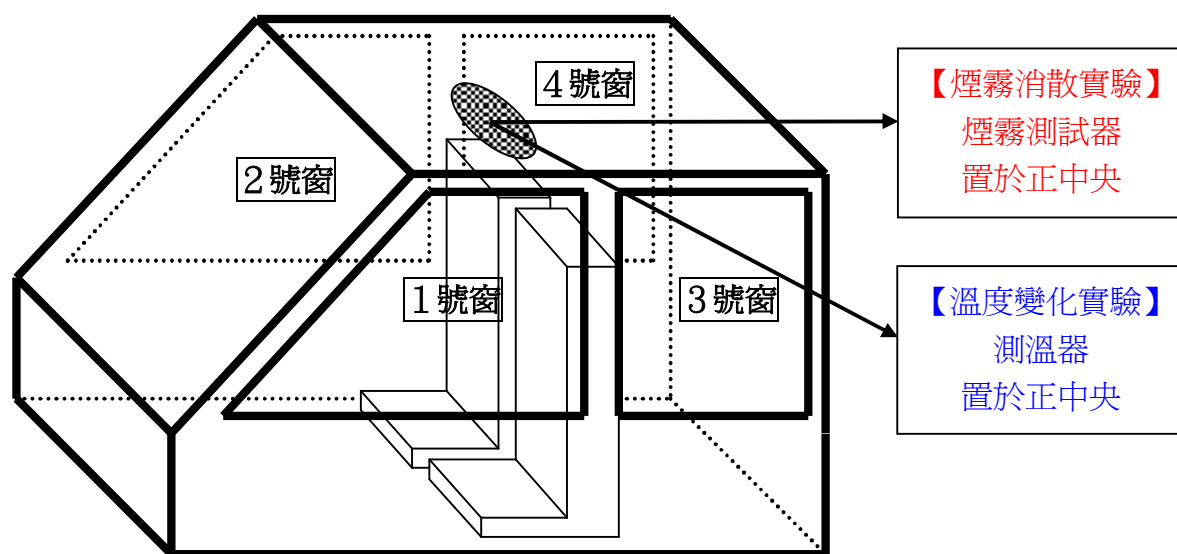
夏天中午，進到在陽光下久曬的車子，總會覺得是一大折磨，恨不得將窗戶全打開，冷氣開到最強，若再加上車內有人抽菸，哇！那空氣與熱氣，真會讓車內的人，就像熱鍋上的螞蟻！總覺得這跟我們五年級自然課程中討論的『熱的傳播』或『空氣流動』相關，只是好奇的是『溫度』或『熱』與『車窗開啓』之間到底有何秘密？看來我們得努力研究，發掘出散熱的秘訣！

貳、研究目的

- 一、探討『車窗開啓』與『煙霧消散』的關係
- 二、探討『速度』與『煙霧消散』的關係
- 三、探討『車窗開啓狀況』與『溫度』的關係

參、研究設備及器材

一、研究工具



圖一：自製模型車

二、研究器材

自製模型車、推車、線香、碼錶、燈泡、煙霧警示器、電風扇、測溫器、膠帶

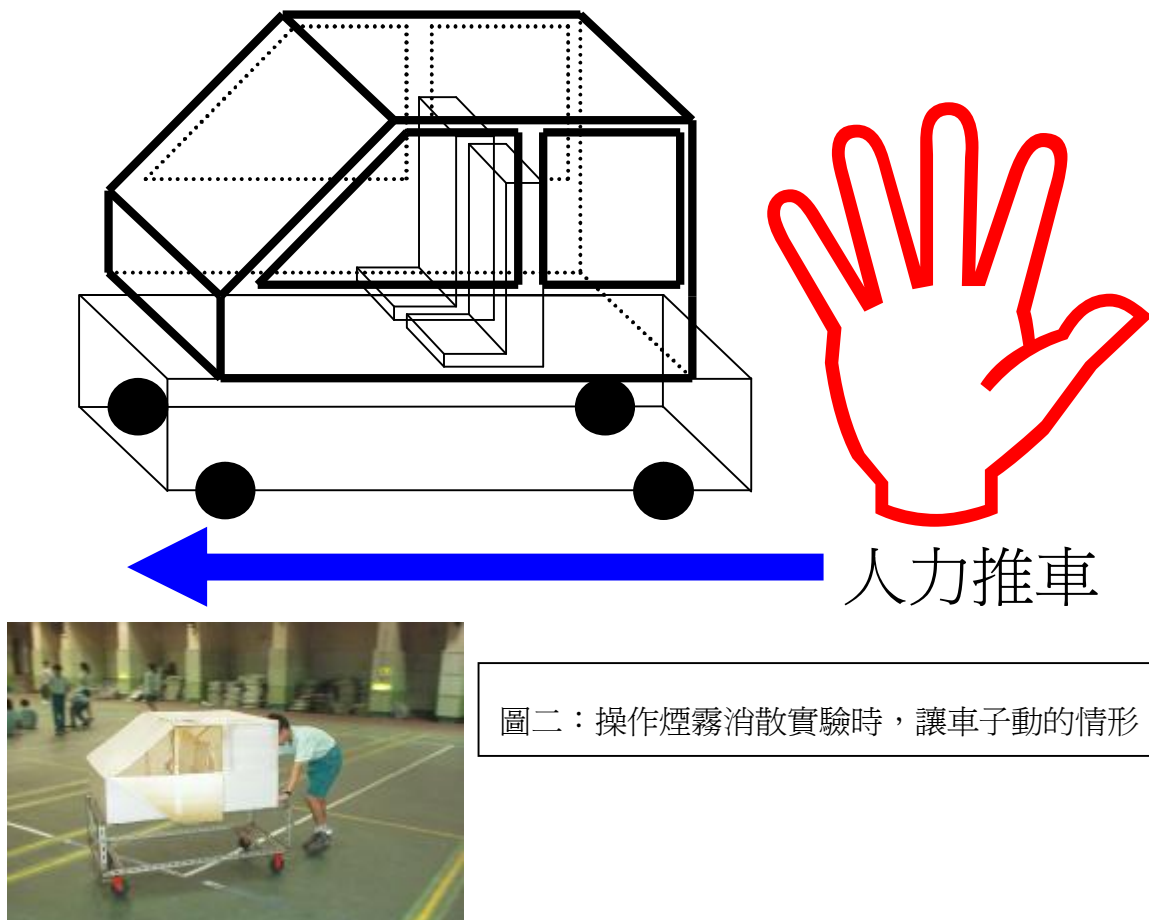
肆、研究方法與過程

一、研究方法

在每個階段的研究我們皆使用自製的模型車（見圖一）測試煙及溫度的變化；研究過程中，將四個車窗分別編號為 1 號、2 號、3 號、4 號（如圖一編號），以做為車窗開啓位置之區別。

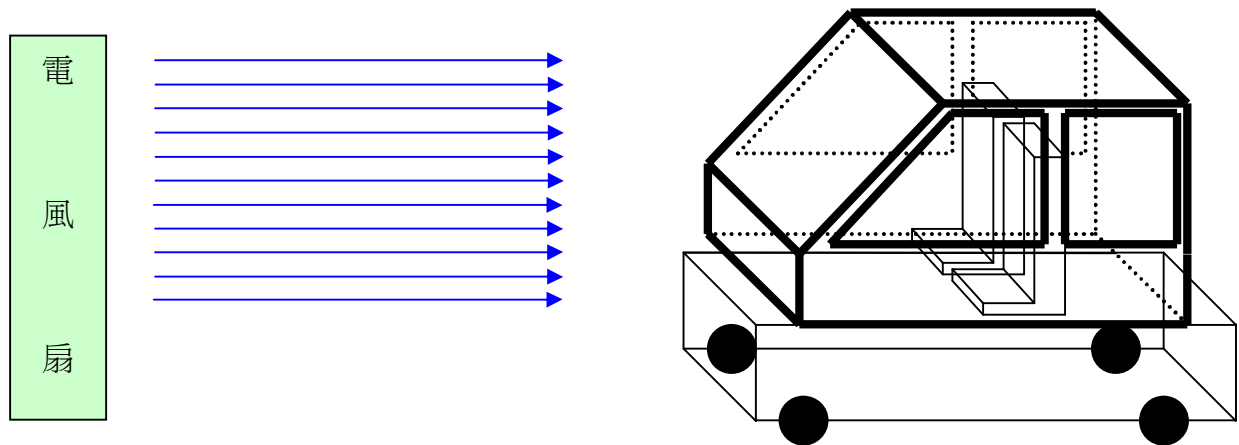
（一）測試煙霧消散方法步驟如下：

1. 將煙霧警示器黏貼於自製模型車車頂正中央。
2. 將1把線香（20枝）置於模型車中央，並封住所有的窗戶。
3. 決定車窗開啓的位置及個數。
4. 煙霧警示器開始鳴叫後三分鐘，開啓車窗，直至煙霧警示器停止鳴叫，記錄時間。
5. 反覆操作2-4步驟至少3次，計算其時間平均值；若是有數據差距過大時則不採計，但會再反覆操作評估紀錄的數據，以求實驗之準確性。



(二) 測試溫度改變方法步驟如下：

1. 將燈泡放置於自製模型車前座及後座。
2. 測溫器的測溫線置於黏貼於自製模型車車頂正中央。
3. 決定車窗開啓的位置及個數，測量室溫。
4. 開啓燈泡電源，並封住所有的窗戶。
5. 溫度上升4°C後，關閉燈泡電源，開啓車窗，並開啓電風扇，直至溫度降至室溫，紀錄時間。
6. 反覆操作2-4步驟至少3次，計算其溫度變化平均值；若是有數據差距過大時則不採計，但會再反覆操作評估紀錄的數據，以求實驗之準確性。

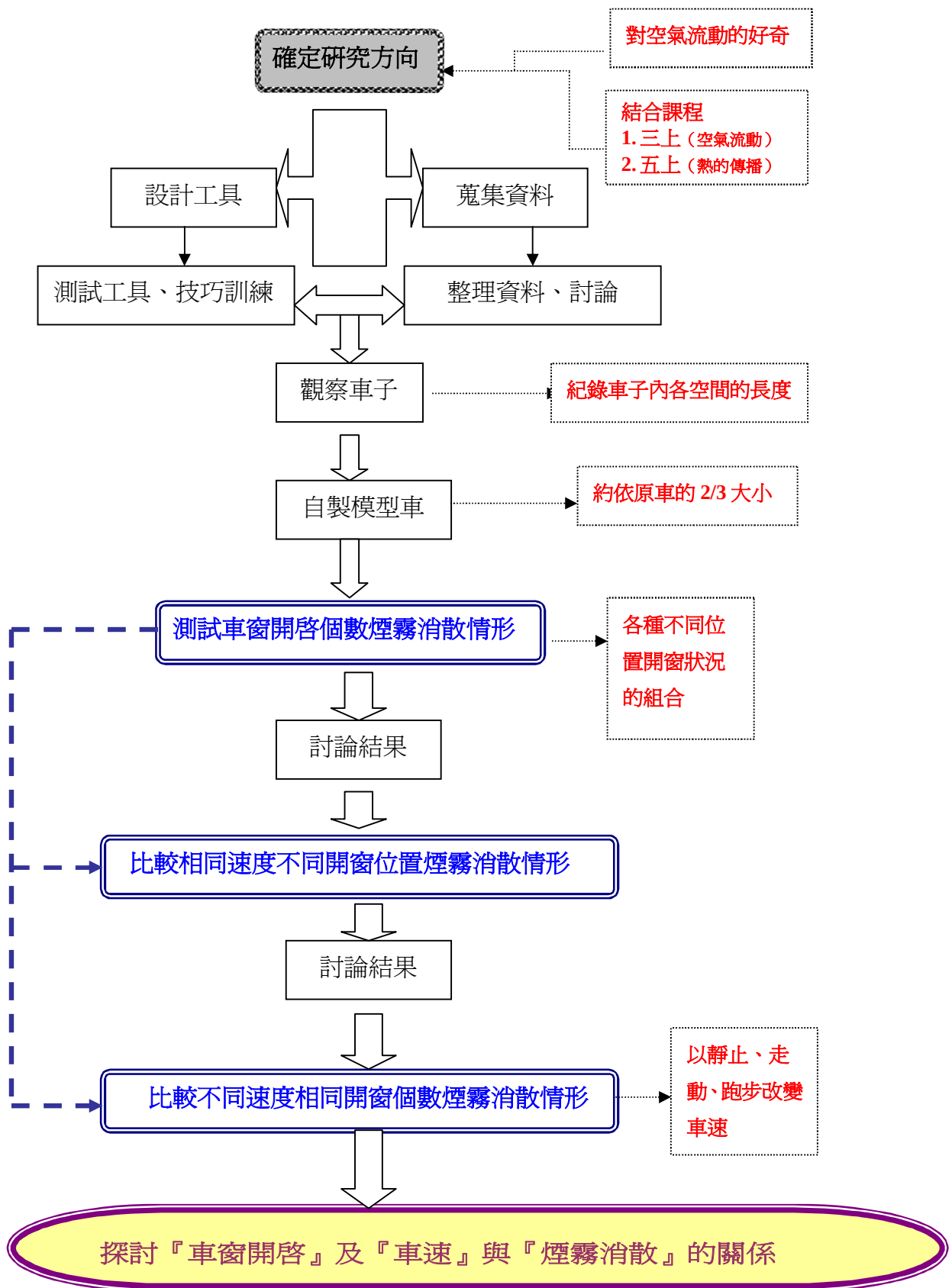


圖三：操作溫度實驗時，改以電風扇模擬車子動的情形

二、研究主題

依據研究目的，我們將研究過程劃分成兩個階段（見研究流程圖四；4-a，4-b），共設計有五項研究主題：

- (一) 比較探討不同開窗位置煙霧消散情況。
- (二) 比較探討不同開窗個數煙霧消散情況。
- (三) 比較相同開窗個數及位置，在不同速度煙霧消散情況。
- (四) 比較在相同速度下，不同開窗位置溫度改變的情形。
- (五) 比較在相同速度下，不同窗戶大小，溫度改變的情形。



註：



研究主題；

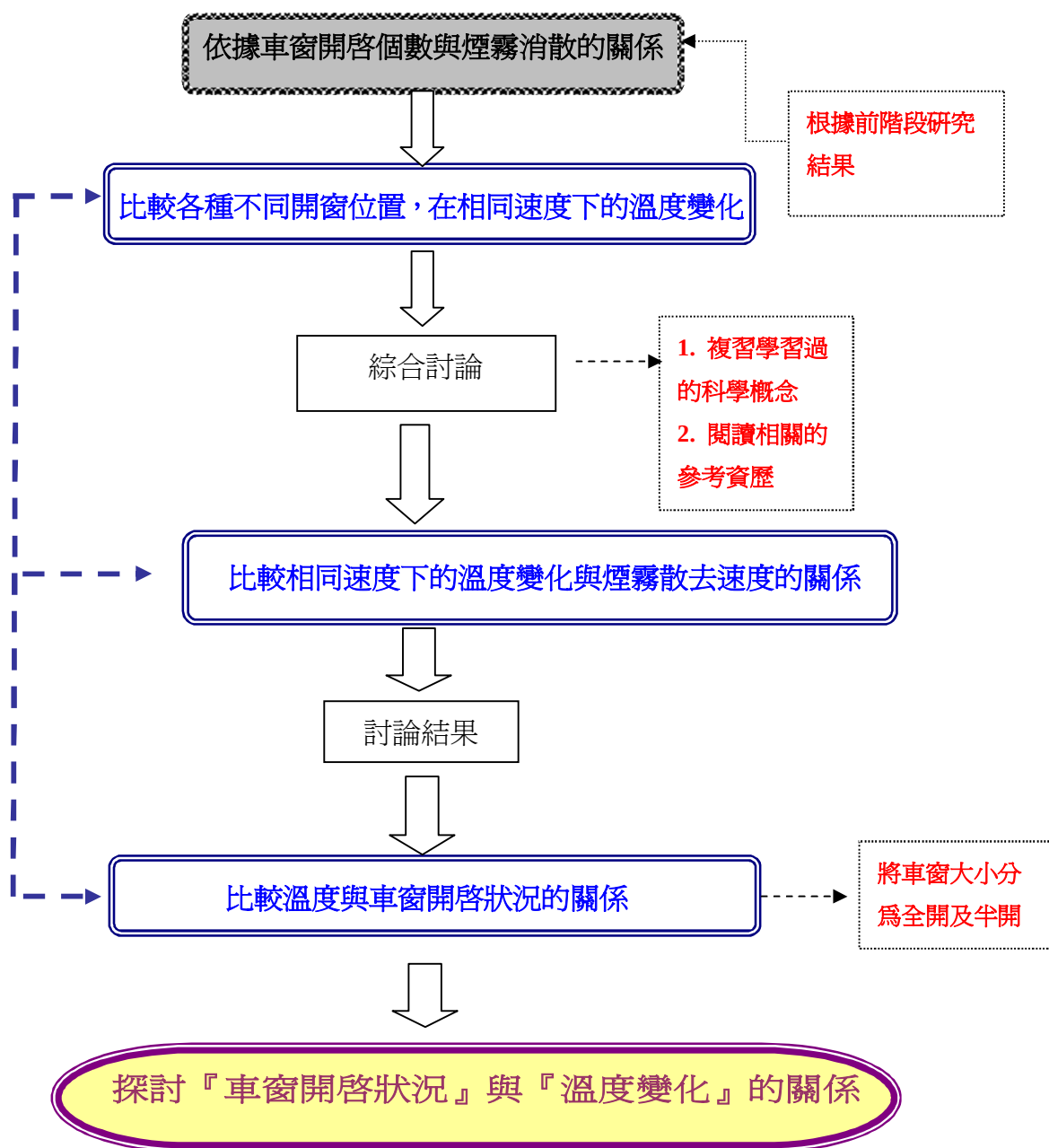


研究目的；



註解

圖四 (4-a)：第一階段研究流程圖



註：



研究主題；



研究目的；



註解

圖四（4-b）：第二階段研究流程圖

伍、研究結果

一、研究一：比較探討不同開窗個數煙霧消散情況。

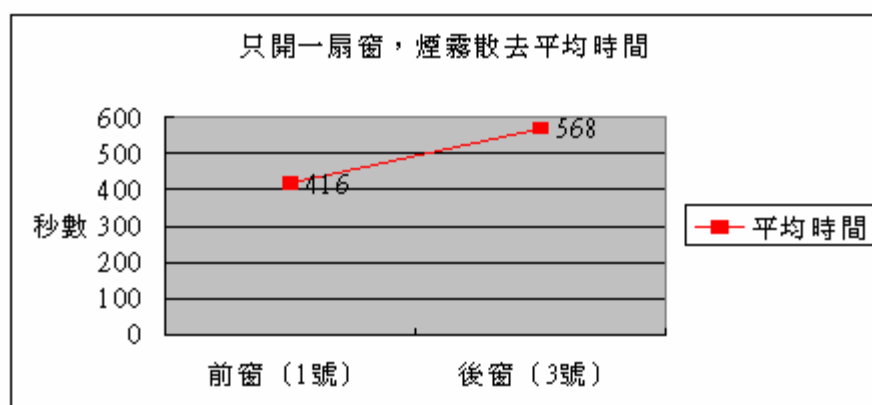
一、實驗一：窗戶只開前窗或後窗

1. 控制變因：相同速度，靜止，只開一扇窗。
2. 操作變因：開啓前窗或後窗
3. 實驗結果：開啓前窗煙霧消散平均速度比後窗快了1分46秒。

表一：在模型車中，只開一扇窗，煙霧散去時間

時間單位：秒

	前窗（1號）	後窗（3號）
第一次觀察	414	570
第二次觀察	416	565
第三次觀察	415	569
平均時間	416	568



圖五：只開一扇窗，煙霧平均散去時間分布圖

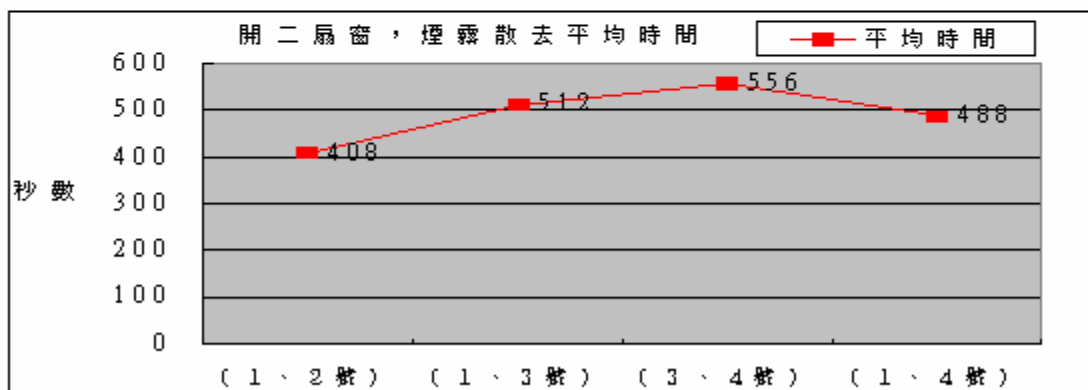
二、實驗二：開二扇窗的組合。

1. 控制變因：相同速度，靜止，開二扇窗。
2. 操作變因：不同組合的開窗位置。
3. 實驗結果：開兩扇前窗煙霧消散的最快，開二扇後窗的速度最慢。

表二：在模型車中，開二扇窗，煙霧散去時間

時間單位：秒

	二扇前窗 (1 、 2 號)	一前窗一後窗 (1 、 3 號)	二扇後窗 (3 、 4 號)	一前窗一後窗 (1 、 4 號)
第一次觀察	410	512	550	489
第二次觀察	404	510	557	493
第三次觀察	410	511	561	482
平均時間	408	512	556	488



圖六：開二扇窗，煙霧平均散去時間分布圖

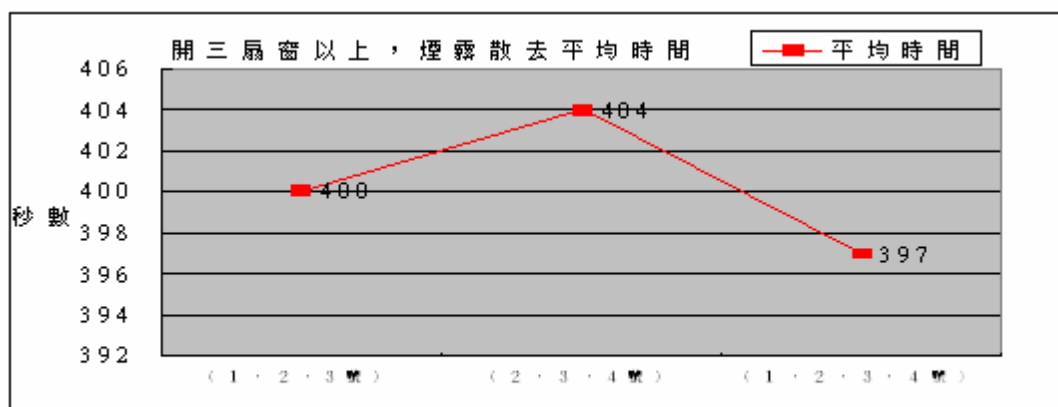
(三) 實驗三：開三扇窗以上的組合

1. 控制變因：相同速度，靜止，開三扇窗以上。
2. 操作變因：不同組合的開窗位置。
3. 實驗結果：四扇窗戶全開，煙霧消散的最快，但與開二扇前窗一後窗的差距並不大，兩者僅差距3秒。

表三：在模型車中，開三扇窗以上，煙霧散去時間

時間單位：秒

	二扇前窗一後窗 (1 、 2 、 3 號)	一扇前窗二扇後窗 (2 、 3 、 4 號)	四扇窗戶全開 (1 、 2 、 3 、 4 號)
第一次觀察	398	405	395
第二次觀察	400	404	397
第三次觀察	399	403	396
平均時間	400	404	397



圖七：開三扇窗以上，煙霧平均散去時間分布圖

研究二：比較探討不同開窗相對位置煙霧消散情況。

(一) 實驗一：從研究一的三個實驗組合，觀察怎樣的開窗位置煙霧消散的最快。

表四：在模型車中，不同開窗位置組合，煙霧散去時間

時間單位：秒

結果 開窗組合	平均時間	所花時間排序
一扇前窗 (1號)	416	5
一扇後窗 (3號)	568	9 (最慢)
二扇前窗 (1、2號)	408	4
一前窗一後窗 (1、3號)	512	7
二扇後窗 (3、4號)	556	8
一前窗一後窗 (1、4號)	488	6
二扇前窗一後窗 (1、2、3號)	400	2
一扇前窗二扇後窗 (2、3、4號)	404	3
四扇窗戶全開 (1、2、3、4號)	397	1 (最快)

(二) 結果討論：綜合以上 (研究一、二) 實驗結果，我們發現：

1. 由開窗的個數組合觀察得知與開窗的個數與煙霧消散速度並不完全相關，但開三扇窗以上，煙霧消散速度明顯優於一～二扇窗。
2. 由實驗觀察出有開前窗 (1或2號窗) 的組合，煙霧消散時間較快，是否與前窗面積較大，值得我們進一步探討。
3. 針對上述討論，我們決定以下的研究將針對各種開窗個數，選擇煙霧消散時間

較快的組合，也就是開 1 號窗、開1、2號窗、開1、2、3號窗、四窗全開四種組合，做進一步不同車速下的探討。

二、研究三：比較探討不同車速煙霧消散情況。

（一）實驗一：窗戶只開前窗（1號窗）

1. 控制變因：車窗位置
2. 操作變因：速度不同
3. 實驗結果：速度愈快，煙霧散去的時間快。

表五：在模型車中，開1號窗在不同速度下，煙霧散去時間

時間單位：秒			
	靜止	慢速	快速
第一次觀察	520	345	280
第二次觀察	516	348	285
第三次觀察	518	342	278
平均時間	518	345	281

（二）實驗二：車窗開一前窗、一後窗（1、2號窗）

1. 控制變因：車窗位置
2. 操作變因：速度不同
3. 實驗結果：速度愈快，煙霧散去的時間快。

表六：在模型車中，開1、2號窗在不同速度下，煙霧散去時間

時間單位：秒			
	靜止	慢速	快速
第一次觀察	410	345	242
第二次觀察	412	345	238
第三次觀察	411	339	246
平均時間	411	343	242

（三）實驗三：車窗開二前窗、一後窗（1、2、3號窗）

1. 控制變因：車窗位置

2. 操作變因：速度不同
3. 實驗結果：速度愈快，煙霧散去的时间快。

表七：在模型車中，開1、2、3號窗在不同速度下，煙霧散去時間

時間單位：秒

	靜止	慢速	快速
第一次觀察	400	258	235
第二次觀察	401	256	228
第三次觀察	405	254	227
平均時間	402	256	230

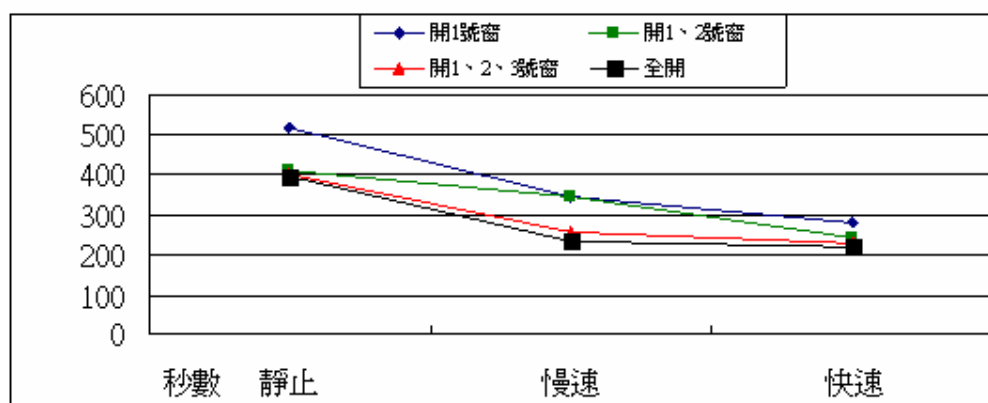
(四) 實驗四：車窗全開(1、2、3、4號窗)

1. 控制變因：車窗位置
2. 操作變因：速度不同
3. 實驗結果：速度愈快，煙霧散去的时间快，但慢速與快速之間的時間差異僅有15秒。

表八：在模型車中，車窗全開在不同速度下，煙霧散去時間

時間單位：秒

	靜止	慢速	快速
第一次觀察	395	230	219
第二次觀察	395	236	222
第三次觀察	395	230	210
平均時間	395	232	217



圖八：車窗不同組合在不同速度下煙霧散去的平均時間圖

（五）結果討論：

從圖八我們發現：

1. 速度愈快，煙霧散去的時間快。
2. 當車窗的個數開的愈多，慢速與快速之間的時間差異愈來愈少。
3. 實驗中我們發現推車推模型車跑的速度並不平均，實驗常有誤差，所以，決定以一排電風扇放在模型車前，以相同風速吹模型車，取代速度，測試模型車內溫度變化的關係。
4. 根據我們的調查，一般的駕駛朋友習慣開2扇窗，我們決定在開一個前窗的前提下，進一步探討開2扇窗時的不同組合溫度的變化。

三、研究四：比較在相同速度下，不同開窗組合溫度變化的情形。

（一）實驗一：相同速度—靜止，不同開窗位置測溫器降回室溫花的時間。

1. 控制變因：靜止，開一扇前窗。
2. 操作變因：不同開窗位置
3. 實驗結果：1、2號窗戶 < 1、4號窗戶 < 1、3號窗戶

表九：在模型車中，開2扇窗戶，靜止狀況測溫器降回室溫所花的時間

時間單位：秒

	2扇窗 (1、2號)	2扇窗 (1、3號)	2扇窗 (1、4號)
第一次觀察	80	90	82
第二次觀察	75	81	75
第三次觀察	72	83	85
平均時間	75.6	84.6	80.6

（二）實驗二：相同速度—慢速，不同開窗位置測溫器降回室溫花的時間。

1. 控制變因：慢速。開一扇前窗。
2. 操作變因：不同開窗位置
3. 實驗結果：1、2號窗戶 < 1、4號窗戶 < 1、3號窗戶

表十：在模型車中，開2扇窗戶，慢速測溫器降回室溫所花的時間

時間單位：秒

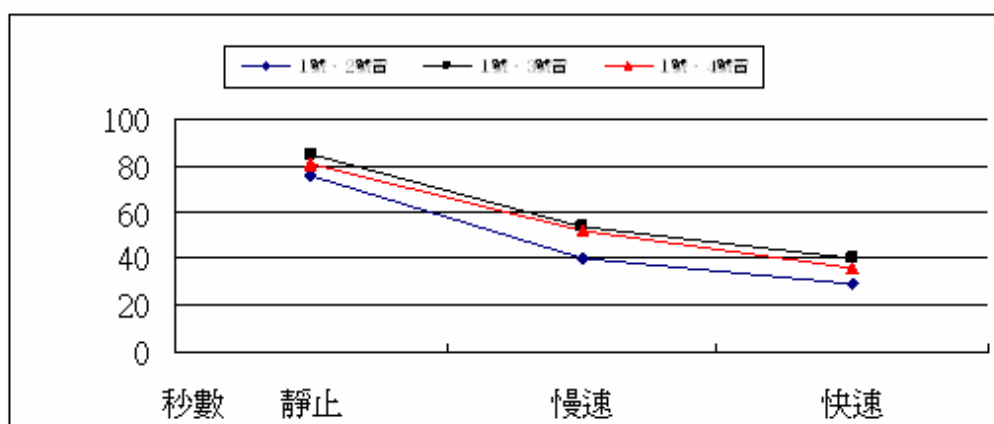
	2扇窗 (1、2號)	2扇窗 (1、3號)	2扇窗 (1、4號)
第一次觀察	36	54	45
第二次觀察	38	55	53
第三次觀察	46	53	58

(三) 實驗三：相同速度—快速，不同開窗位置測溫器降回室溫花的時間。

1. 控制變因：快速。開一扇前窗。
2. 操作變因：不同開窗位置
3. 實驗結果：1、2號窗戶 < 1、4號窗戶 < 1、3號窗戶

表十一：在模型車中，開2扇窗戶，測溫器降回室溫所花的時間 時間單位：秒

	2扇窗 (1、2號)	2扇窗 (1、3號)	2扇窗 (1、4號)
第一次觀察	28	37	36
第二次觀察	31	42	40
第三次觀察	30	43	32
平均時間	29.6	40.6	36



圖九：開不同的2扇窗戶，不同車速的平均時間圖

(四) 實驗討論：

我們觀察圖九發現：

- 1、以溫度的變化來進行實驗，從實驗結果發現無論是靜止、慢速或是快速，測溫器都是1號和2號窗戶同時開啓時最快降回室溫。
- 2、速度愈快，測溫器降回室溫所花的時間越短。

四、研究五：我們想了解煙霧散去的速度與在車內的熱降溫速度，兩者之間是否藏著一些關係。

(一) 研究方法：

1. 複習學習過的科學概念

結合三至五年級的學習經驗，相關空氣流動與熱傳播的概念計有：

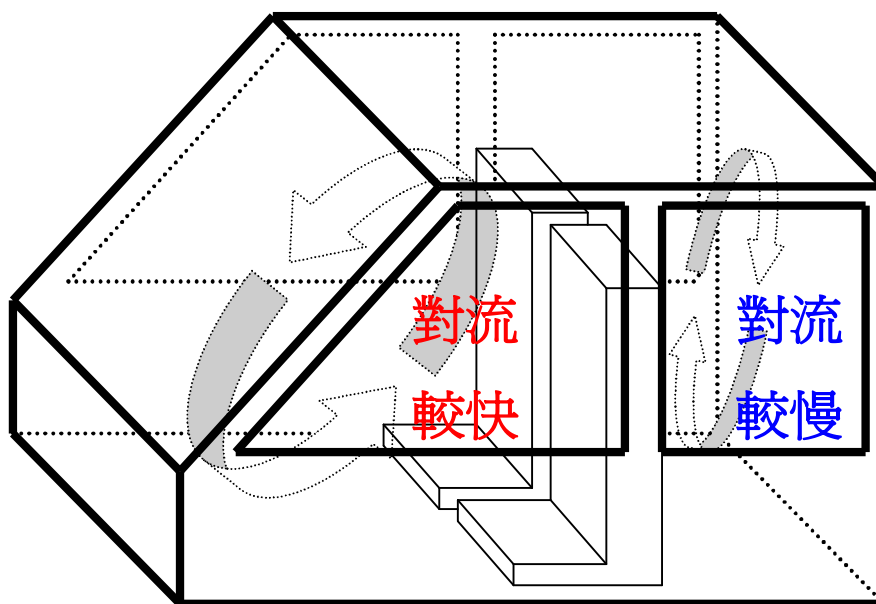
- (1) 物體受熱溫度會有變化（三年級）
- (2) 空氣的流動會造成風（三年級）
- (3) 熱的傳播方式有熱對流、熱傳導及熱輻射。（五年級）

2.參考科學書刊及網站（詳見參考資料）

經由老師的指導以及研究夥伴的學習與討論，我們認識了空氣流動或熱對流與「體積」、「密度」有關。

（二）研究討論

1. 根據蒐集的資料發現煙就是物體燃燒時所沒有燒盡的小炭粒。這些小炭粒又小又輕，所以可以被熱空氣托起來，升上去，這時『冷』空氣進來彌補，形成空氣的流動，同時也將熱能帶走，形成對流現象。
2. 而當氣體物質一部分受熱時，體積膨脹，密度減少，逐漸上升，其位置由周圍溫度較低、密度較大的物質補充之，此物質再受熱上升，周圍物質又來補充，如此循環不已，遂將熱量由流動之流體傳播到各處，藉此流動，溫度會有一定的變化。



圖十：車內受熱的對流虛擬圖

3. 由前面的實驗中，我們觀察模型車的煙霧附著情形，由粉塵沈積的顏色發現：位於前座上方所附著的粉塵量明顯多於後座上方，因此前座的空氣對流速度應比後座快。
4. 再根據我們的實驗數據(研究一及研究四)發現，同樣開窗個數（均為開2個車窗），開窗位置不同，煙霧散去速度及測溫器降回室溫所花的時間均有不同，但無論是煙霧散去速度及測溫器降回室溫所花的時間都是開二扇前窗（1、2

號)最快,開1、4號次之,開1、3號最慢。

5. 綜合以上的討論,我們想進一步探討,為什麼開窗位置不同,煙霧散去速度及測溫器降回室溫所花的時間均有不同,是否與車窗面積大小或其他原因有關係呢?所以我們設計了研究六探討前窗的面積比後窗面積大,是否影響溫度變化。

六、研究六：在相同速度下，窗戶開啓大小，溫度改變的情形。

(一) 實驗一：相同速度--靜止，1號及4號窗戶半開或全開，溫度改變的情形。

1. 控制變因：靜止。1號窗戶半開。
2. 操作變因：4號窗戶半開、4號窗戶全開。
3. 實驗結果：4號窗戶全開 < 1號窗戶半開 < 4號窗戶半開。

表十二：靜止時，1號窗戶半開、4號窗戶半開、4號窗戶全開時測溫器降回室溫所花的時間

時間單位：秒			
	1號窗戶半開	4號窗戶半開	4號窗戶全開
第一次觀察	154	204	135
第二次觀察	162	198	140
第三次觀察	159	196	136
平均時間	158.3	199.3	137

(二) 實驗二：相同速度—慢速，1號及4號窗戶半開或全開，溫度改變的情形。

1. 控制變因：慢速。1號窗戶半開。
2. 操作變因：4號窗戶半開、4號窗戶全開。
3. 實驗結果：1號窗戶半開 < 4號窗戶全開 < 4號窗戶半開。

表十三：慢速時，1、4號窗戶半開、4號窗戶全開時測溫器降回室溫所花的時間

時間單位：秒			
	1號窗戶半開	4號窗戶半開	4號窗戶全開
第一次觀察	90	128	101
第二次觀察	94	121	95
第三次觀察	95	125	97
平均時間	93	124.6	97.6

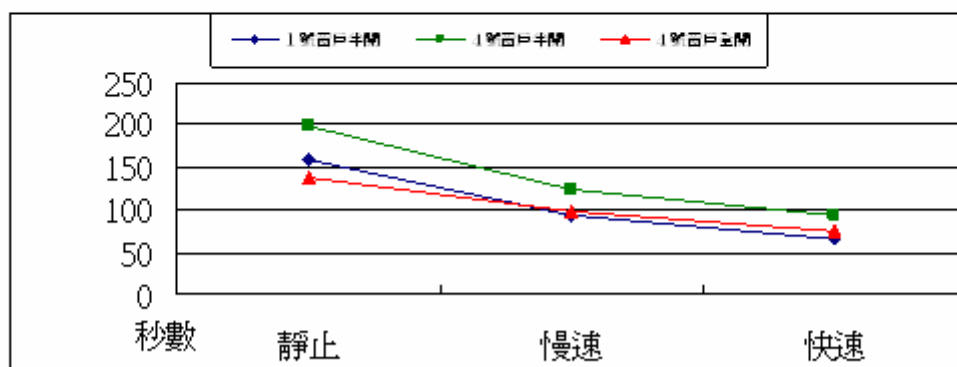
(三) 實驗三：相同速度—快速，1號及4號窗戶半開或全開，溫度改變的情形。

1. 控制變因：快速。1 號窗戶半開。
2. 操作變因：4 號窗戶半開、4 號窗戶全開。
3. 實驗結果：1 號窗戶半開 < 4 號窗戶全開 < 4 號窗戶半開。

表十四：快速時，1、4號窗戶半開，4號窗戶全開時測溫器降回室溫所花的時間

時間單位：秒

	1 號窗戶半開	4 號窗戶半開	4 號窗戶全開
第一次觀察	63	95	72
第二次觀察	62	96	78
第三次觀察	68	93	74
平均時間	64.3	94.6	74.6



圖十一：只開一扇窗，不同開窗大小在不同速度下的平均時間分布圖

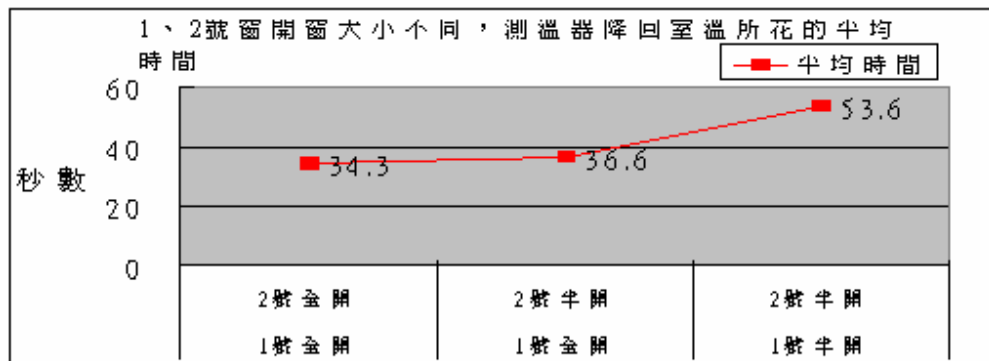
(四) 實驗四：觀察 2 扇窗（1、2 號）開啓大小的組合和溫度變化的情況。

1. 控制變因：快速。開窗位置：1、2 號窗
2. 操作變因：1、2 號窗戶開窗大小。
3. 實驗結果：

1 號全開 < 1 號全開 < 1 號半開
2 號全開 < 2 號半開 < 2 號半開

表十五：在模型車中，1、2 號窗開窗大小不同，測溫器降回室溫所花的時間
時間單位：秒

	1 號全開 2 號全開	1 號全開 2 號半開	1 號半開 2 號半開
第一次觀察	35	38	55
第二次觀察	35	37	54
第三次觀察	33	35	52
平均時間	34.3	36.6	53.6



圖十二：在快速下，1、2 號窗開窗大小改變，降回室溫所花的平均時間圖

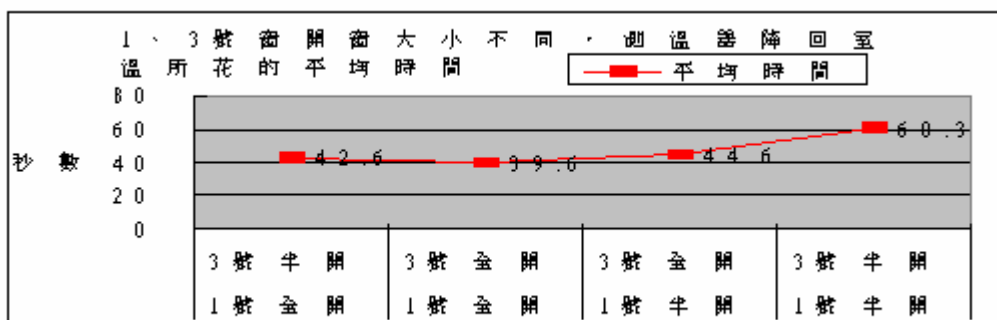
(五) 實驗五：觀察 2 扇窗（1、3 號）開啓大小的組合和溫度變化的情況。

- 1.控制變因：快速。開窗位置：1、3 號窗
- 2.操作變因：1、3 號窗開窗大小
- 3.實驗結果：

1 號全開 < 1 號全開 < 1 號半開 < 1 號半開
3 號全開 < 3 號半開 < 3 號全開 < 3 號半開

表十六：在模型車中，1、3 號窗開窗大小不同，測溫器降回室溫所花的時間
時間單位：秒

	1 號全開 3 號半開	1 號全開 3 號全開	1 號半開 3 號全開	1 號半開 3 號半開
第一次觀察	43	40	45	59
第二次觀察	42	38	43	62
第三次觀察	43	41	46	60
平均時間	42.6	39.6	44.6	60.3



圖十三：在快速下，1、3號窗開窗大小改變，降回室溫所花的平均時間圖

(五) 實驗六：觀察2扇窗(1、4號)開啓大小的組合和溫度變化的情況。

1.控制變因：相同速度，快速。開窗位置：1、4號窗

2.操作變因：1、4號窗開窗大小

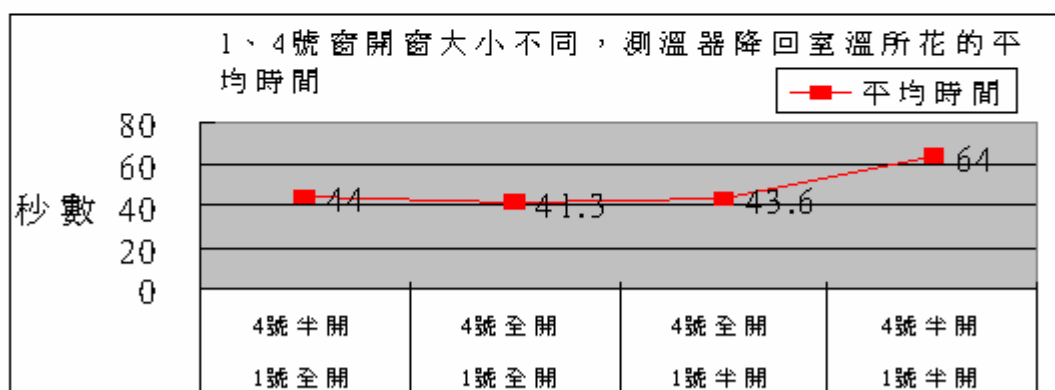
3.實驗結果：

$$\begin{array}{cccc}
 \text{1號全開} & & \text{1號全開} & & \text{1號半開} & & \text{1號半開} \\
 \text{4號全開} & < & \text{4號半開} & < & \text{4號全開} & < & \text{4號半開}
 \end{array}$$

表十七：在模型車中，1、4號窗開窗大小不同，測溫器降回室溫所花的時間

時間單位：秒

	1號全開 4號半開	1號全開 4號全開	1號半開 4號全開	1號半開 4號半開
第一次觀察	44	40	43	64
第二次觀察	42	41	46	61
第三次觀察	46	43	42	67
平均時間	44	41.3	43.6	64



圖十四：在快速下，1、4號窗開窗大小改變，降回室溫所花的平均時間圖

(三) 實驗七：觀察 2 扇窗（3、4 號）開啓大小的組合和溫度變化的情況。

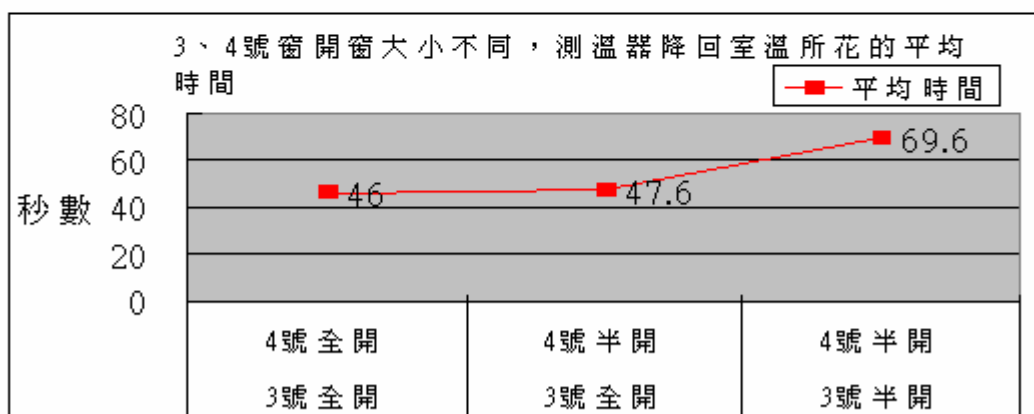
1. 控制變因：相同速度，快速。開窗位置：3、4 號窗
2. 操作變因：3、4 號窗開窗大小
3. 實驗結果：

$$\begin{array}{ccc} 3 \text{ 號全開} & & 3 \text{ 號全開} & & 3 \text{ 號半開} \\ 4 \text{ 號全開} & < & 4 \text{ 號半開} & < & 4 \text{ 號半開} \end{array}$$

表十八：在模型車中，3、4 號窗開窗大小不同，測溫器降回室溫所花的時間

時間單位：秒

	3 號全開 4 號全開	3 號全開 4 號半開	3 號半開 4 號半開
第一次觀察	47	48	68
第二次觀察	46	47	72
第三次觀察	45	48	69
平均時間	46	47.6	69.6



圖十五：在快速下，3、4 號窗開窗大小改變，降回室溫所花的平均時間圖

陸、討論

一、實驗工具的設計：

(一) 模型車的設計：

先量測幾款常見汽車車內空間及窗戶的實際長度（表十九），並求出長度平均值，在按照一定比例縮小製作模型車。

我們考慮以木板及瓦楞板為材料，最後選擇瓦楞板，因其輕便、容易切割、價格又便宜。在製造的過程中，我們發現瓦楞板面積較大時，容易彎曲塌陷，造成模型車車體結構不穩固，於是我們決定在模型車內固定木條，以增加車體結構的強度。

表十九：常見汽車車內空間相關長度表，單位：公分。

(模型車長度=量測平均值÷1.55)

量測距離	前窗左上角到後窗右上角	前窗左下角到後窗右下角	左前門到右後前	車頂到椅子	椅子頂端到車頂	儀表板到前座椅子	前窗	前窗	前窗	後窗	後窗	窗戶距車頂	前窗距後窗
汽車1	118	177	137	88	20	88	50	72	43	55	42	3	10
汽車2	116	172	138	87	18	83	47	73	44	58	44	4	10
汽車3	115	173	142	88	24	85	45	70	45	58	43	5	11
汽車4	114	170	135	95	23	92	47	76	47	50	45	4	11
汽車5	117	175	147	85	18	90	50	70	46	55	46	4	11
汽車6	115	172	145	93	20	85	46	70	46	52	44	3	11
汽車7	114	171	142	87	23	84	48	76	42	50	43	4	12
汽車8	115	173	135	91	23	91	45	72	46	52	46	4	11
汽車9	116	170	132	91	18	86	44	76	44	52	43	3	11
汽車10	114	180	142	93	18	89	48	77	46	54	47	3	11
平均長度	115	173	140	90	21	87	47	73	45	54	44	4	11
製作長度	75	112	90	58	13	56	30	47	29	34	29	2	7

(二) 實驗工具：

(1)線香

選擇線香來做為煙霧的來源，原因有是它十分便宜，燃燒時間夠久有利實驗觀察的進行。有人提議為何不選用香煙，因考慮到其價格昂貴，燃燒時間短，產生的煙霧又有害人體健康，故作罷。為了使煙霧的效果明顯，我們每一次實驗都以20枝線香來進行。

(2)煙霧警示器

當密閉的車內煙霧達到一定濃度時，煙霧警示器會開始鳴叫，打開車窗，煙霧開始消散至一定濃度時，它會停止鳴叫，我們用碼錶紀錄的鳴叫的時間，以時間的長短來了解車內煙霧消散的情況。

(3)推車

為了模擬行進中的車子，原先我們是將模型車固定在腳踏車上，踩腳踏車來使模型車行進，但模型車不容易固定在腳踏車上，因此我們放棄了這個方法。最後在大家集思廣義之下，我們決定以推車來取代。但是在操作的過程中，我們發現當控制變因是車速時，以人力推車無法保持等速行進，再加上場地的關係，推動的路線難保持直線，以致於實驗數據有很大誤差。

(4)電風扇

由於推車產生的問題，經過討論後我們用電風扇吹靜置的模型車，來模擬行進中的車子所產生的空氣流動，而且以電風扇來定速也比較容易。

二、實驗討論：

(一)『開窗位置』與『速度』皆會影響煙霧散去的速度

1.在相同的速度，車子的開窗位置，其煙霧散去的速度也會不同

綜合第一階段的研究結果，我們發現在相同的速度下，開窗位置與開窗個數對於煙霧散去的速度表現並不相同，討論如下：

(1)開窗個數愈多，煙霧散去速度愈快；開窗個數愈少，煙霧散去的速度不一定慢。

從研究一的結果發現：開啓三扇以上車窗，煙霧散去的速度比開啓一至二扇來的快；然而，開啓兩扇後窗的煙霧散去的速度，卻比僅開一扇前窗慢（見表一至表三）。

(2)有開前窗的的組合，煙霧消散時間快。

在研究二的觀察中，發現有開前窗（1或2號窗）的組合，煙霧消散時間較快。（見表四）

2.在相同的開窗位置下，車速與煙霧散去速度有關

(1)車速愈快，車內煙霧消散的速度愈快。

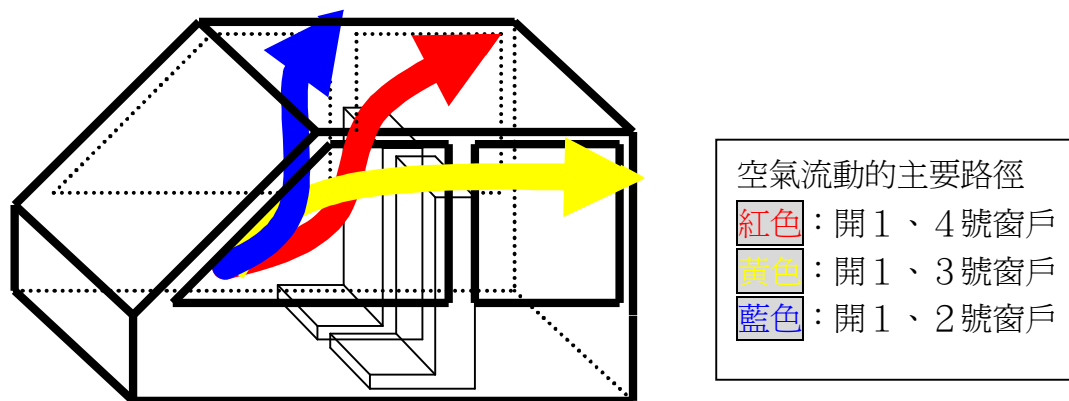
在研究三的觀察中發現，車子速度會影響煙霧消散的速度，車子的速度愈快，煙霧的消散速度也愈快。

(2)車窗的個數開得愈多，慢速與快速之間煙霧消散的時間差異愈少。

由研究一及研究三得知，窗戶開啓數越多、車速愈快，都能增加車內煙霧消散的速度，在這兩項因素的共同作用下，煙霧消散的速度會更快，因此車窗開的多，車速快慢之間，煙霧消散的時間差異也愈來愈少。

(二)在開2扇窗的情形下，『開窗位置』會影響車內溫度變化。

由研究四的發現，無論車子速度快慢，都是開1、2號窗戶的情況所花的時間最少，我們猜想開1、3號和1、4號窗戶時空氣流動的主要路徑如下（見圖二十二），不難發現開1、3號（黃色）和開1、4號窗戶（紅色）時空氣流動的主要路線多少會被座椅給阻擋，因而影響空氣流通的速度。而開1、2號窗戶（藍色）的情況，空氣流動的主要路線未受阻隔，所以流動的速度較快，回到室溫所須的時間也較短。



圖二十二：模型車內空氣流動的路徑虛擬圖

（三）前座的空氣對流比後座空氣對流快。

由（研究五）中我們發現前座上方所沈積的粉塵比後座上所沈積的粉塵多，而這些粉塵正是車內空氣對流時所挾帶上去，很明顯的前座的空氣對流比後座的空氣對流快。我們觀察前座和後座的空間結構，我們發現前座前方（即車子前方玻璃）是傾斜的，我們猜想是傾斜的那一面使得空氣對流的速度加速。

（四）窗戶開啓的大小會影響車內溫度的變化。

1.同一位置的窗戶開啓的大小會影響車內溫度的變化。

從研究六的實驗一～三的結果來看，4號全開時均比4號半開時所花的時間少，所以同一位置的窗戶開啓越大，車內車外空氣交換，空氣流通好，溫度越容易下降。

2.不同位置的窗戶開啓的大小會影響車內溫度的變化。

由研究六的實驗一發現在靜止的狀況下，即使前座的對流情況優於後座，但開啓窗戶面積的大小（4號窗戶全開＞1號窗戶半開＞4號窗戶半開）更能影響空氣的流通。不過再拿研究六的實驗二～三的結果和實驗一的結果來比較時，又發現在速度的影響下，4號窗戶全開面積較大的優勢消失了，反而是1號窗戶半開時回到室溫所須的時間最短，看來車子速度對空氣的流動的影響是明顯優於開啓窗戶面積大小的。

陸、結論及建議

一、結論：

我們的研究主要了解熱及煙霧在空氣中的流動情形，藉由模型車車窗開啓的情形及車速快慢，探討煙霧在車內消散的速度及溫度下降的狀況，希望能運用在實際生活中。我們經由一段長時間的實驗、觀察、整理資料及討論，提出以下重點：

（一）開窗個數影響空氣流通的情形

1. 開啓窗戶個數愈多，煙霧消散的速度快，對於空氣流通效果較佳。
2. 不一定要打開所有的窗戶，其實打開 2 個前窗時，或一個前窗一個後窗，煙霧散去的速度與窗戶全開時，速度相差不多。

（二）開窗狀況對空氣流動的影響

1. 在靜止不動時，有開前窗的組合，煙霧消散時間較快。
2. 前座的空氣對流比後座空氣對流快。
3. 窗戶開啓的大小會影響車內溫度的變化，窗戶開啓越大，空氣流通好，溫度越容易下降。

（三）速度對煙霧散去及溫度下降的影響

1. 車速快慢，明顯影響煙霧散去的速度，車速愈快，煙霧散去的愈快。
2. 車子速度對空氣的流動的影響是明顯優於開啓窗戶面積大小的。

二、建議：

1. 車子本身具有空調系統，我們本次的研究並沒有考慮進去，因此可以做爲往後研究的題材，再加上車子的空調系統的因素後，到底結果又會是如何呢？
2. 我們的研究只量測車內整理溫度變化，建議可多量測局部（前座、後座）溫度變化，能否從溫度變化的情況更進一步了解車內空氣對流的情況。
3. 我們使用的模型車與真正車子的材質不同，建議可將材質改成與車子更相近的材質，實驗觀察結果又會如何呢？

柒、參考資料

一、 參考書目

1. 台灣省教育廳(民 78)，中華兒童百科全書。台中縣：台灣省政府教育廳
2. 康軒文化，自然第一冊，台北縣，康軒出版社，民 91 年。
3. 翰林出版，自然第五冊，台南市，翰林出版社，民 92 年。

二、 參考網站

1. 南E網 <http://www.nani.com.tw>
2. 台北市成淵高中 <http://www.cyhs.tp.edu.tw>
3. 台灣師大物理系 <http://www.phy.ntnu.edu.tw/>
4. 科學小芽子 <http://www.bud.org.tw/>

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國小組 自然科

081505

煙消熱散

臺中市北屯區陳平國民小學

評語：

1. 主題動機具有生活化，是生活中常見的問題，是個不錯的主題
 2. 學生的表達能力佳，實驗記錄詳實，實驗設計模擬車，改善施力不均的問題，值得鼓勵。
- 建議：因探究的變因為車子的車窗大小、車速、等問題，在實際生活情境中，應用性不高，若能加以探究如何讓車內瞬間煙消熱散，更貼切於研究動機。