

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 生活與應用科學科

最佳(鄉土)教材獎

040807

火燒厝！往哪裡逃！

國立臺中第二高級中學

作者姓名：

高一 郭政諭 高一 陳建文

指導老師：

江元郎 江宜泰

中華民國第四十五屆
中小學科學展覽會

作品說明書

科別：生活與應用科學科

組別：高中組

作品名稱：火燒厝！往哪裡逃！

關鍵字：氣體擴散

編號：

摘要

本實驗的動機主要是台中市過去曾多次發生大樓火災，造成多人死傷的慘劇，其中大多是因吸入過多濃煙所造成，這些事件使我們想到一旦發生火災時，倘若事先能預測火災時濃煙的走向，迅速找到逃生路徑，以減少火災所造成的傷亡。實驗目的是依照房間隔間的設計模擬火災發生時，濃煙擴散的方向，以便找出適當的逃生方向。利用壓克力模型屋，模擬一般居家房間各種隔間的格局，藉由檀香塔燃燒產生的氣體模擬火災時濃煙擴散的方向，迅速找出適當的逃生路線。實驗主要的結論：避免火災發生所造成的重大傷亡所應注意的事項，1. 在事先預防上，以居家格局的設計為主。樓梯採用直向樓梯的設計，雖可減少煙霧向上擴散的速度，但會佔用較多的空間；若採用剪式樓梯設計時，應盡量減少煙霧向上傳遞的空間。隔間的開口盡量錯開，以避免煙霧直接的擴散，隔間設計應盡量避免有突出的轉角。2. 在逃生上樓時，應順著樓梯上升的方向逃離火災現場。在逃生時盡量遠離樓梯的方向。

目 錄

一、研究動機	.....	1
二、研究目的	.....	1
三、研究原理	.....	1
四、實驗器材與裝置	.....	2
五、實驗流程	.....	6
六、實驗討論	.....	11
七、結論	.....	16
八、實驗檢討	.....	21
九、資料來源	.....	21

一、研究動機

日前台中市主要地標金沙大樓發生火災，造成四死多傷的慘劇，其中有幾位死傷是因吸入過多濃煙而造成的；而數年前台中的衛爾康餐廳，曾經受到大火的吞噬，不少傷亡也是因濃煙嗆傷所造成；看到這些火警，讓我們想到是否可以在火災發生時，就可以先預測濃煙的走向，找出適當的逃生路徑，減少火災的傷亡。

二、研究目的

依照房間隔間模擬火災時，濃煙擴散的方向，以找出適當的逃生方向。

三、研究原理

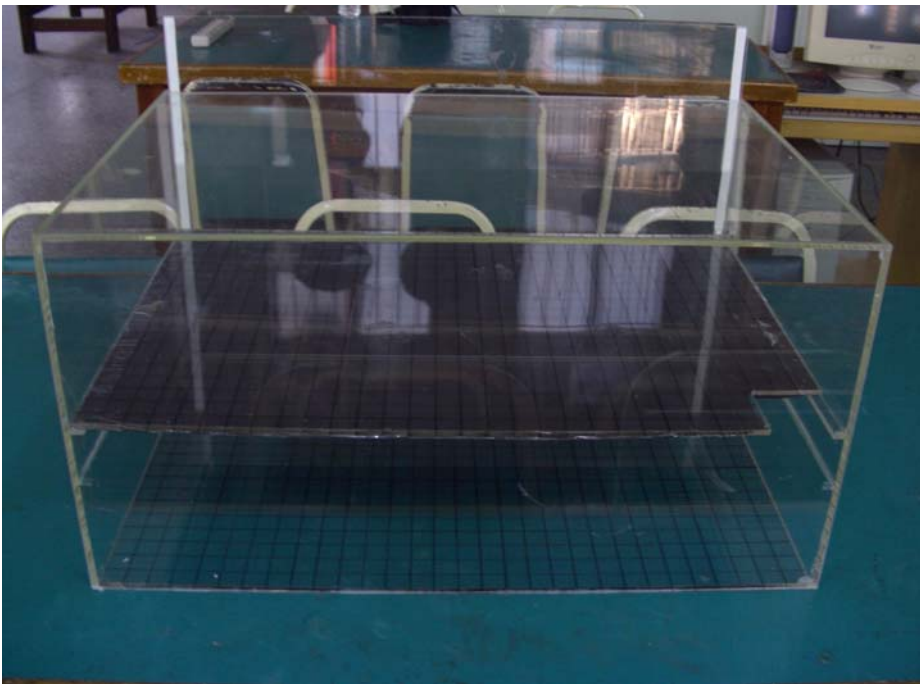
利用壓克力模型屋，模擬一般居家房間各種隔間的格局，再藉由檀香燃燒產生的氣體模擬火災時濃煙擴散的方向，找出失火時，適當的逃生路線。

四、實驗器材及裝置：

1、模型屋：

- a. 材料：壓克力板 (5mm)、壓克力條、壓克力塊
- b. 說明：提供一密閉空間，以進行實驗。
- c. 規格：(60 cm × 40cm × 30cm) (長 × 寬 × 高)
- d. 圖片

壓克力箱



2、隔間設計：

- a. 材料：壓克力板(3mm)、
- b. 說明：模擬房間之隔間，控制煙的擴散方向
- c. 規格：

轉角隔間 2 cm × 15 cm

小壓克力隔間板：4 cm × 15 cm

中壓克力隔間板：6cm × 15 cm

大壓克力隔間板： 8 cm × 15 cm

特大壓克力隔間板：10 cm × 15 cm

- d. 圖片：

(1) 轉角隔間



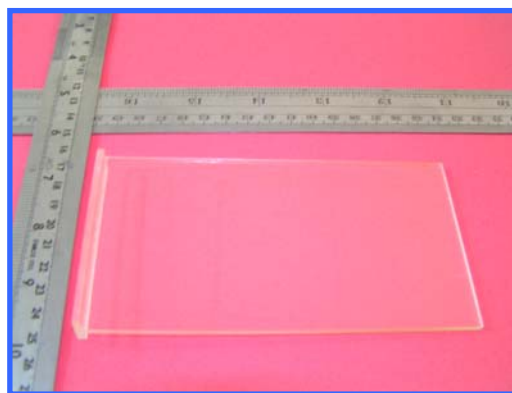
(2) 小壓克力隔間板



(3) 中壓克力隔間板



(4) 大壓克力隔間板



(5) 特大壓克力隔間板



火燒厝!往哪裡逃!

- a. 材料 2：木材
- b. 說明：模擬房間之隔間，控制煙的擴散方向
- c. 圖片

1. 大型木板



2. 中型木板



3. 小型木板



火燒厝!往哪裡逃!

3、濃煙的產生：

- a. 材料：檀香塔(檀香筍)
- b. 說明：利用檀香塔的燃燒，產生煙霧，模擬火災時的煙。
- c. 圖片：



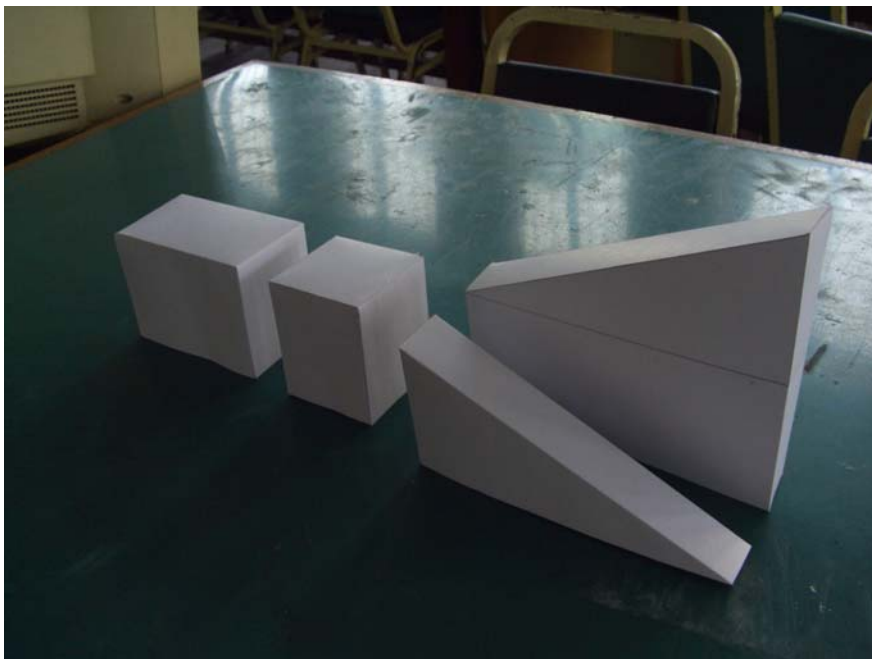
4、樓梯：

a. 材料：西卡紙

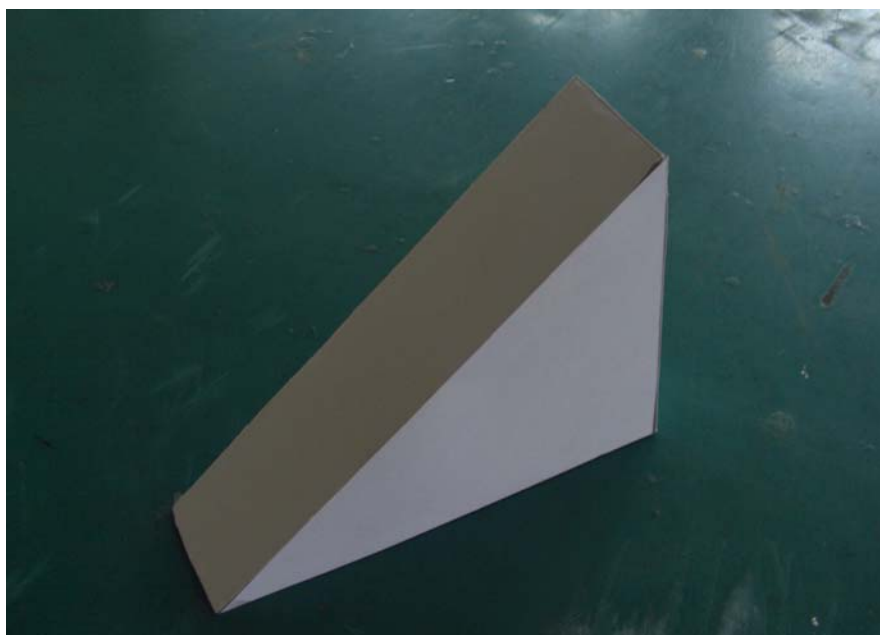
b. 說明：模擬一樓通往二樓的樓梯，將樓梯設計成可以分解，可組合成剪式樓梯，或是直式樓梯。

d. 圖片：

(1) 剪式樓梯



(2) 直式樓梯

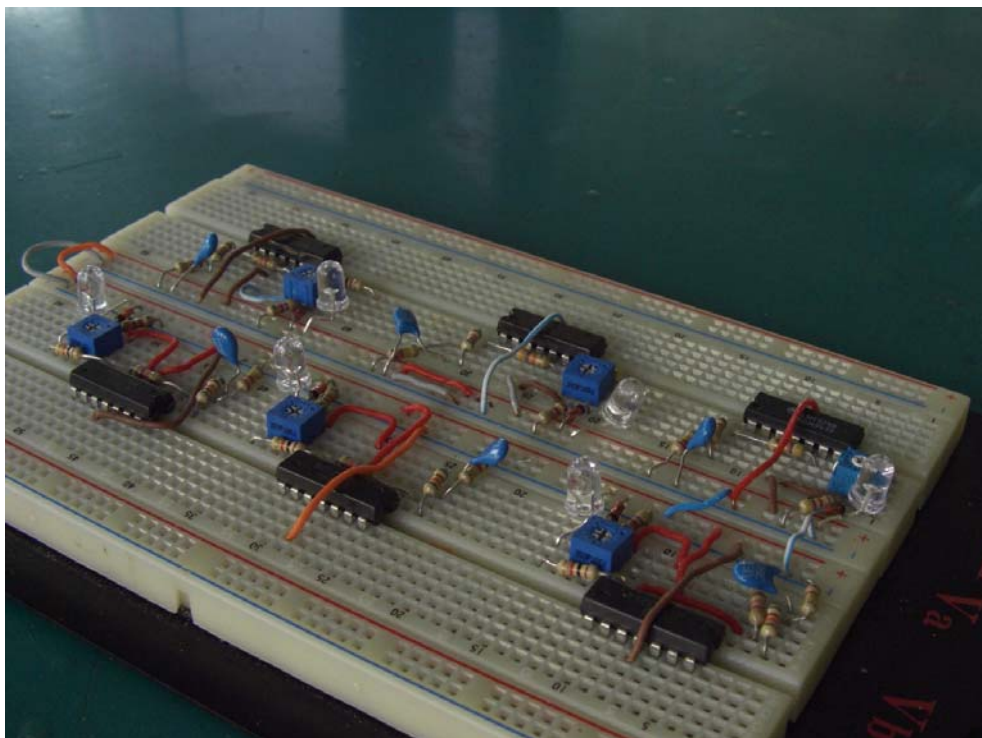


火燒厝!往哪裡逃!

5、煙霧感應器(瓦斯 sensor)

- 材料：以各種電子材料(如:電阻.可變電阻.IC.LED)拼湊出來
- 說明：當煙霧感應元件偵測到煙霧(CO₂、煙霧)時，感應元件的電壓會升高，再利用較電路，偵測到電壓變化，推動LED發亮。

感應接受器



瓦斯 sensor



五、實驗流程：

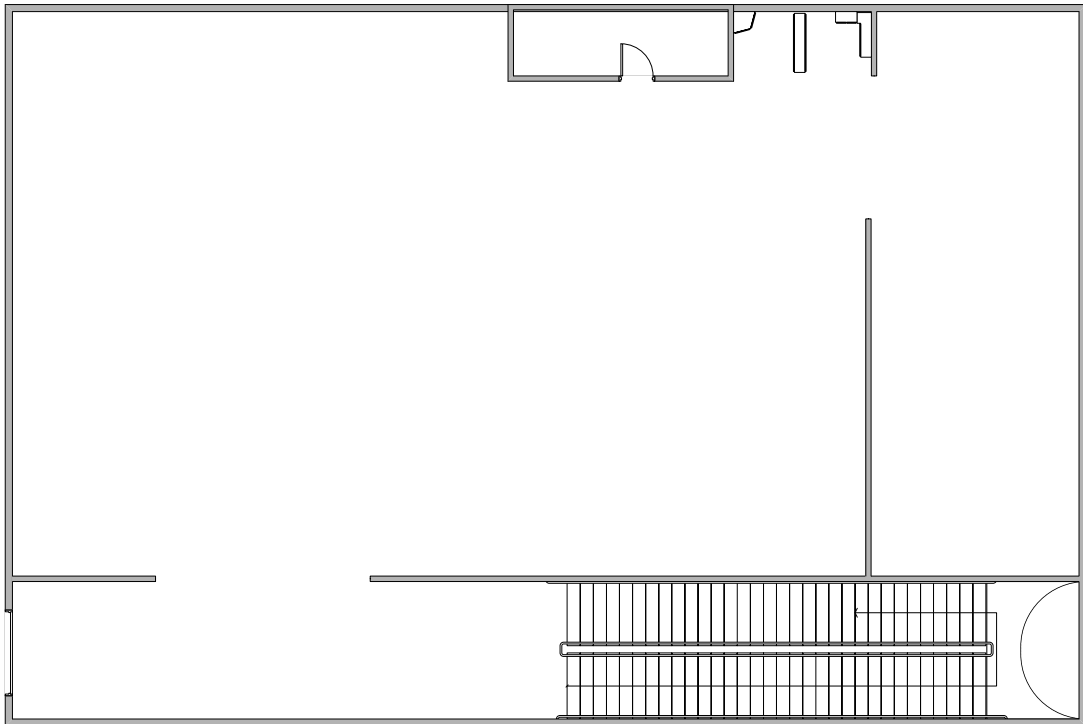
1、實驗假設：

- A. 由於實驗使用壓克力板作模型屋，而模型屋本身並無法承受高於 80°C 以上的高溫，因此以檀香產生濃煙，
- B. 由於模型大小的限制，無法製作太複雜的隔間，因此我們的實驗假設火災發生地點是位於較低的樓層，以探討模型屋二樓濃煙擴散的情形。
- C. 隔間設計種類繁多，在本實驗中以一般常見的居家隔間設計為實驗對象，列於後附件。

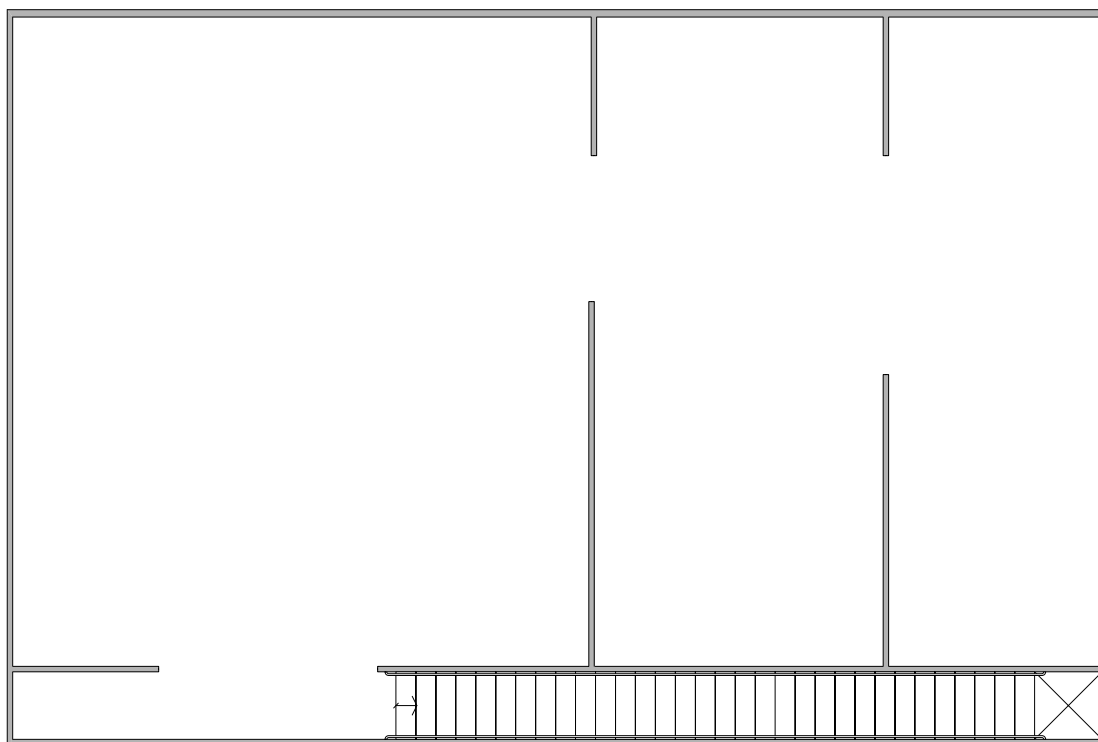
2、實驗設計

- 為探討一樓房間格局的設計是否影響二樓煙霧擴散的方向，故設計實驗一、實驗二與實驗三（實驗一之一樓設計圖為 A 圖；實驗二之一樓設計圖為 A 圖之左右鏡射；實驗三之一樓設計圖為 B 圖）實驗一至實驗三重複五遍，用 DV 記錄下後，作為之後二樓的隔間設計的依據。

A 圖（一樓平面設計圖_A）



B 圖 (一樓平面設計圖_B)



實驗一 一樓隔間設計為以 A 圖為準，二樓則不放任何隔間，以 DV 錄影記錄下煙霧在二樓擴散的路徑 (錄影時間十分鐘)

實驗二 將 A 圖的擺置左右顛到後作為一樓的隔間設計，二樓則不放任何隔間，以 DV 錄影記錄下煙霧在二樓擴散的路徑 (錄影時間十分鐘)

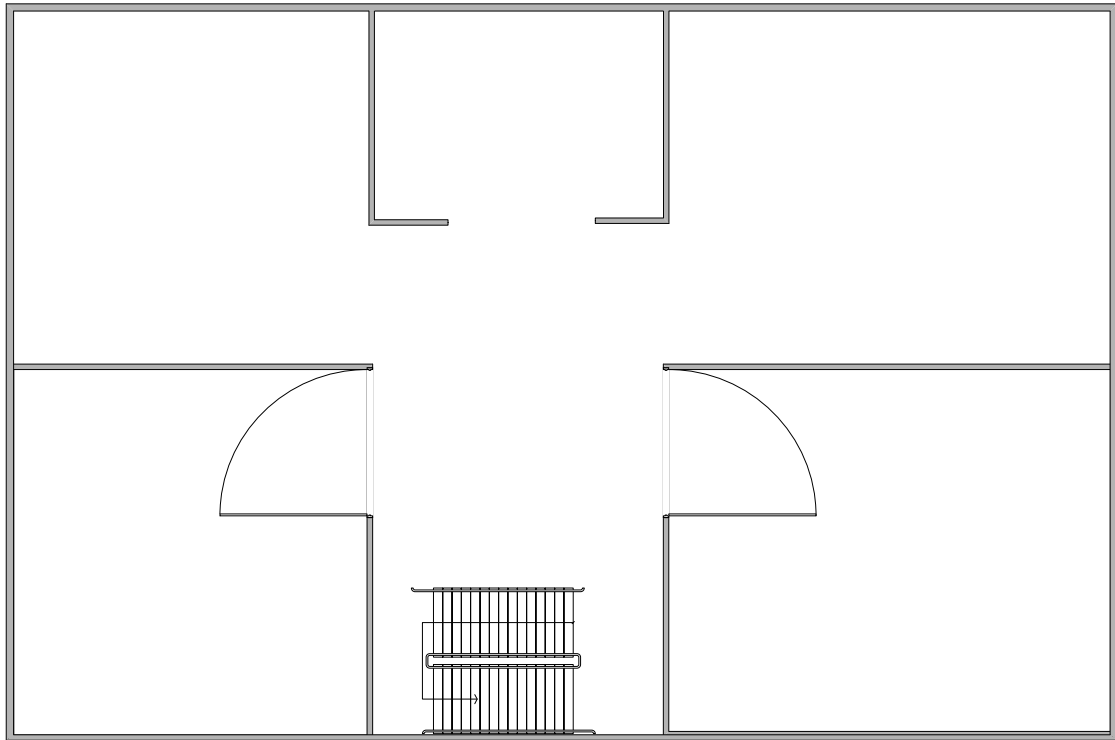
實驗三 一樓隔間設計以 B 圖為準，二樓則不放任何隔間，以 DV 錄影記錄下煙霧在二樓擴散的路徑 (錄影時間十分鐘)

- 為探討一至二樓樓梯的方向是否影響二樓煙霧擴散的方向，故設計實驗三與實驗五 (實驗五之二樓設計圖為實驗三之二樓設計圖之鏡射)。

實驗四 一樓隔間設計以 A 圖為準，二樓隔間設計則以 C 圖為準，再用 DV 錄影記錄下煙霧在二樓擴散的路徑 (錄影時間十分鐘)。

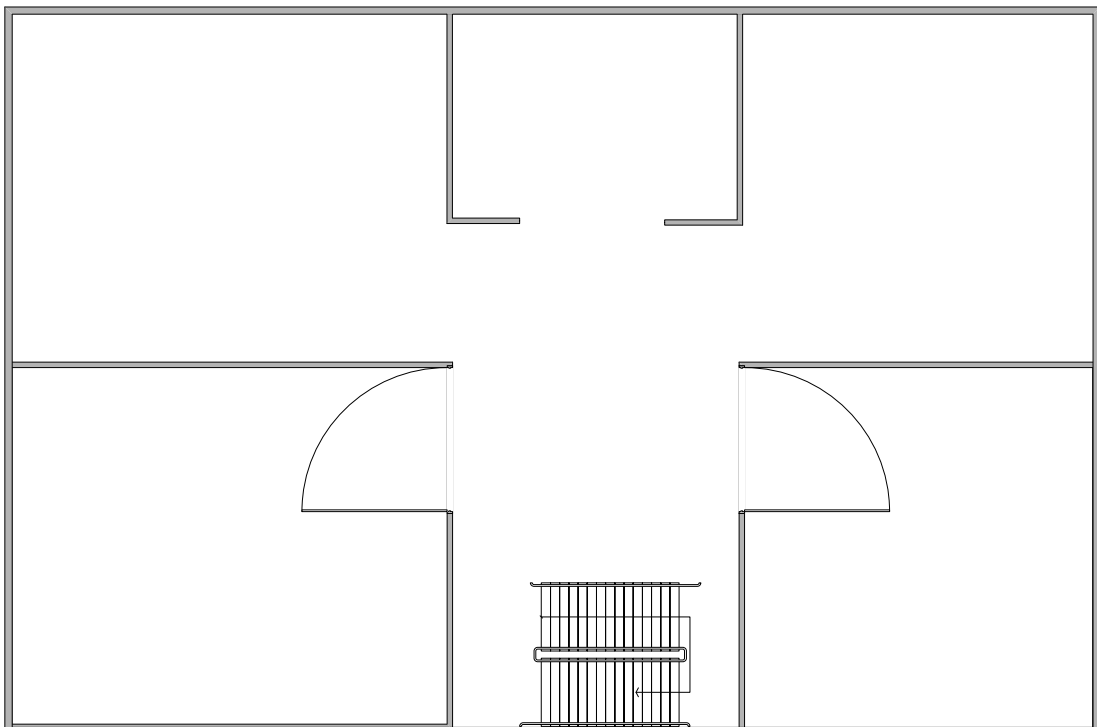
火燒厝!往哪裡逃!

C圖 (平面設計圖)



實驗五 將實驗四的擺置左右顛倒，以 DV 記錄下樓梯口改向後煙霧的走向 (錄影時間十分鐘)。

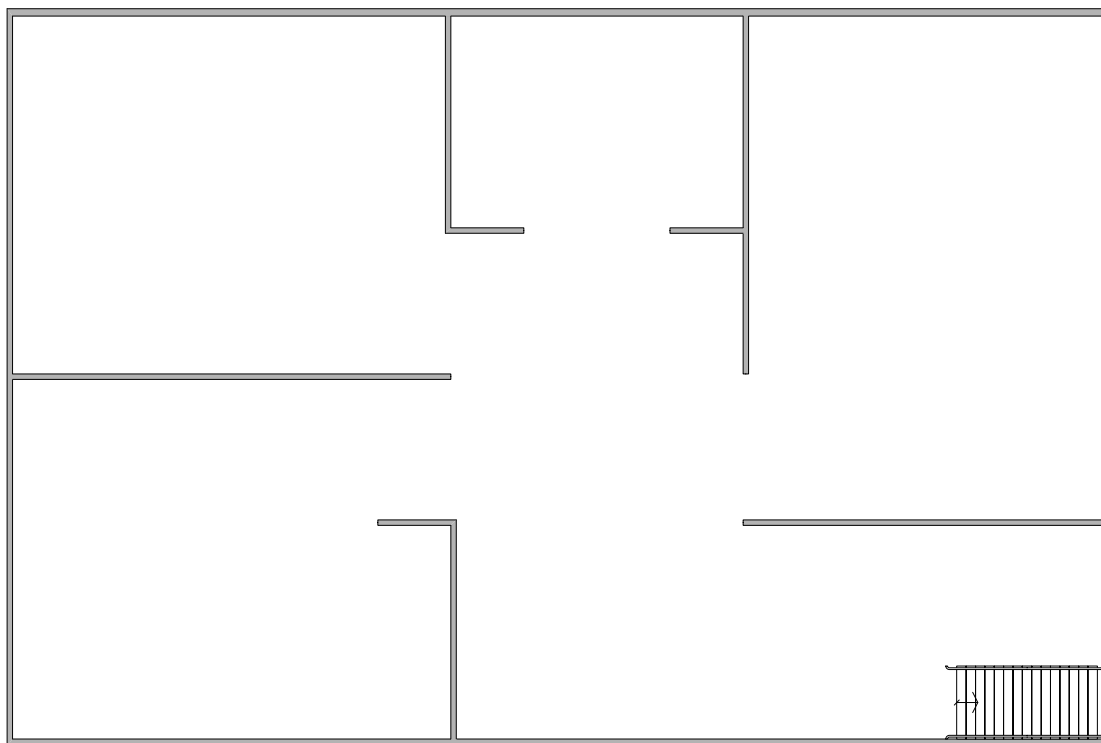
C圖 (平面設計圖，左右映射)



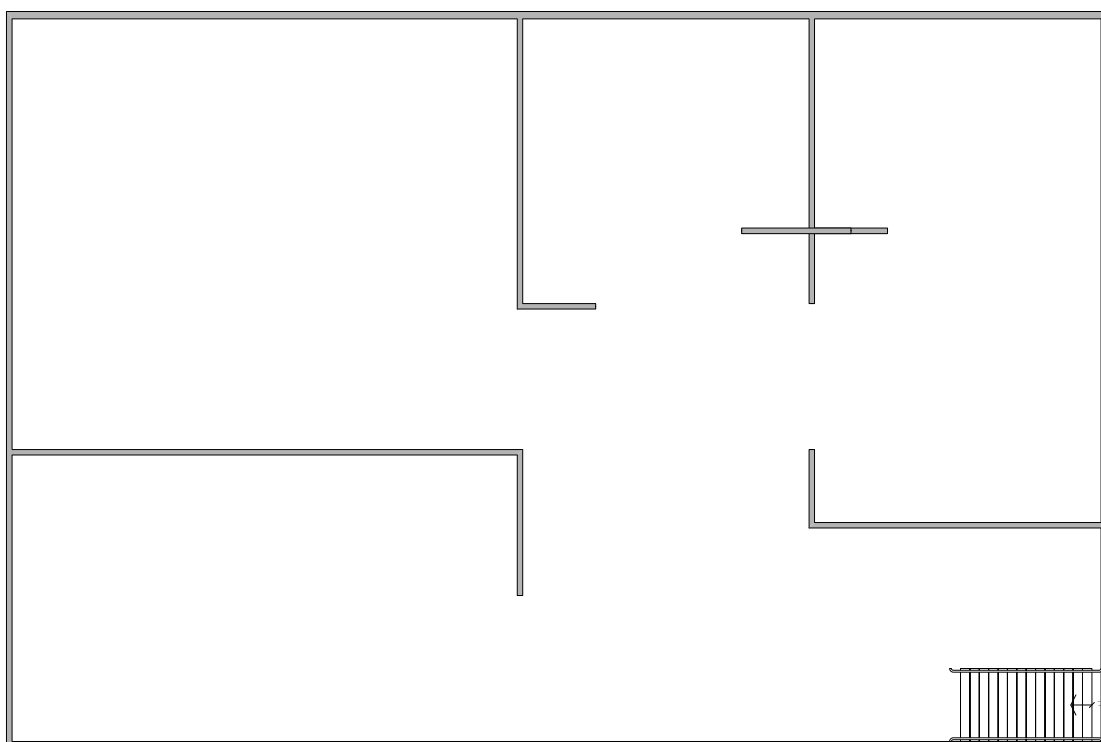
火燒厝!往哪裡逃!

- 為探討二樓各種房間格局設計，如何影響煙霧的擴散方向故設計實驗六（一樓 B 圖二樓 D 圖）、實驗七（一樓 B 圖二樓 E 圖）與實驗八（一樓 B 圖二樓 F 圖）

D 圖（平面設計圖）

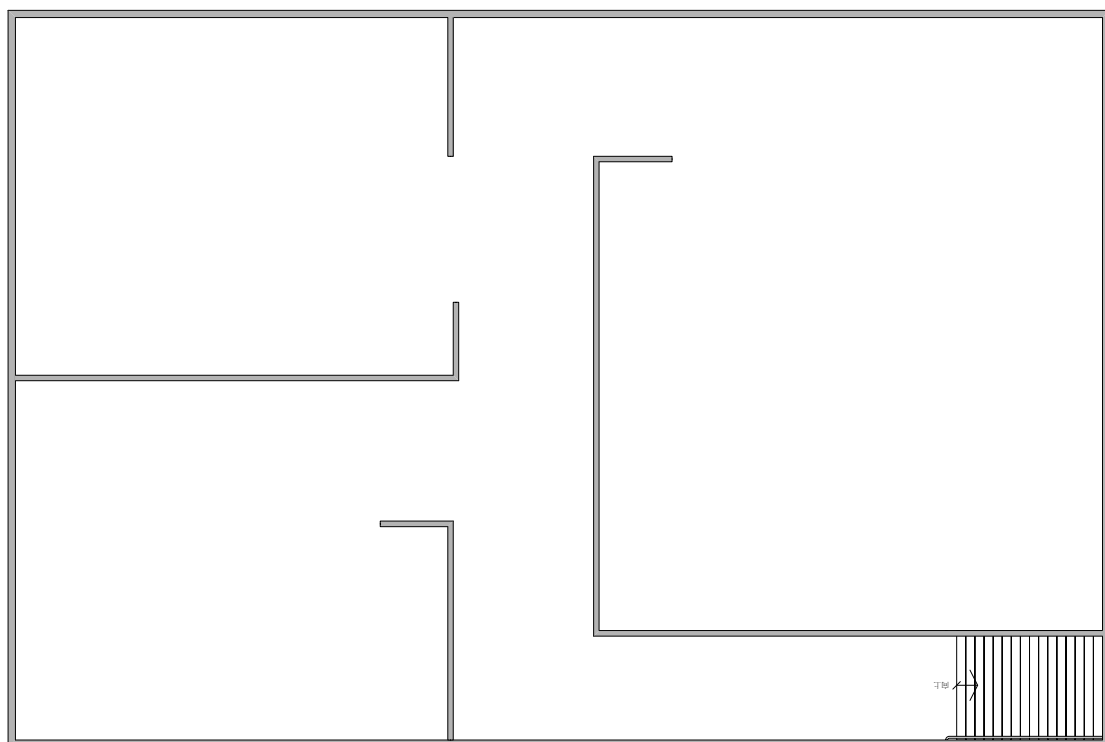


E 圖（平面設計圖）



火燒厝!往哪裡逃!

F 圖 (平面設計圖)



實驗六 一樓隔間設計以 B 圖為準，二樓隔間設計則以 D 圖為準，再用 DV 錄影記錄下煙在二樓擴散的路徑 (錄影時間十分鐘)。

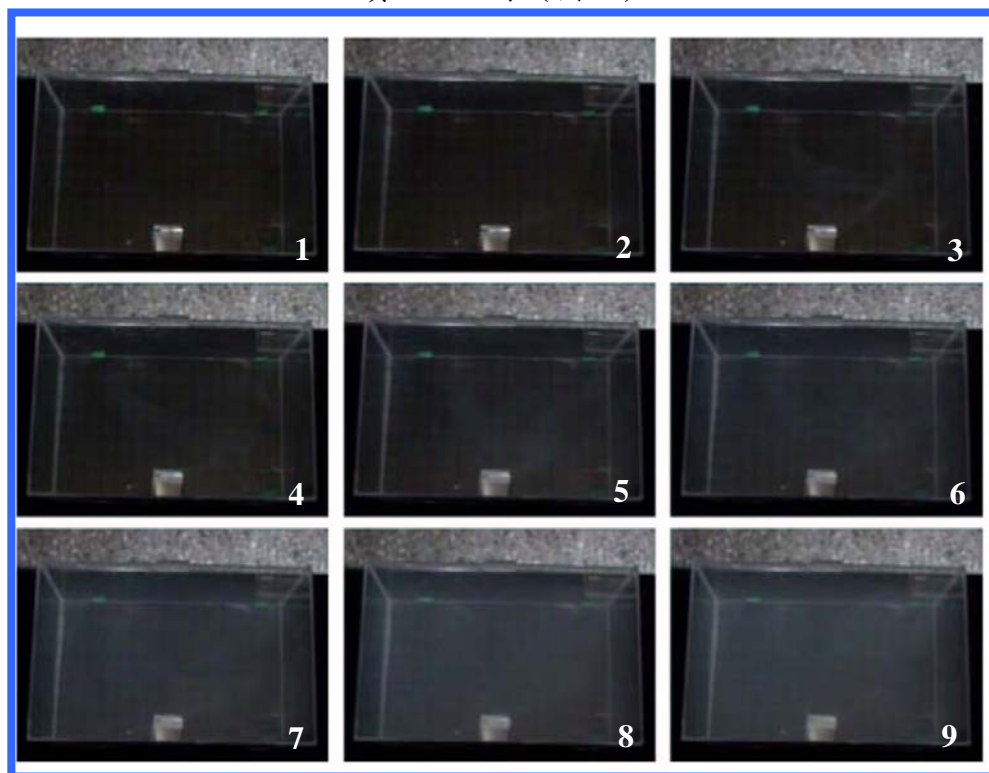
實驗七 一樓隔間設計以 B 圖為準，二樓隔間設計則以 E 圖為準，再用 DV 錄影記錄下煙霧在二樓擴散的路徑 (錄影時間十分鐘)。

實驗八 一樓隔間設計以 B 圖為準，二樓隔間設計則以 F 圖為準，再用 DV 錄影記錄下煙霧在二樓擴散的路徑 (錄影時間十分鐘)。

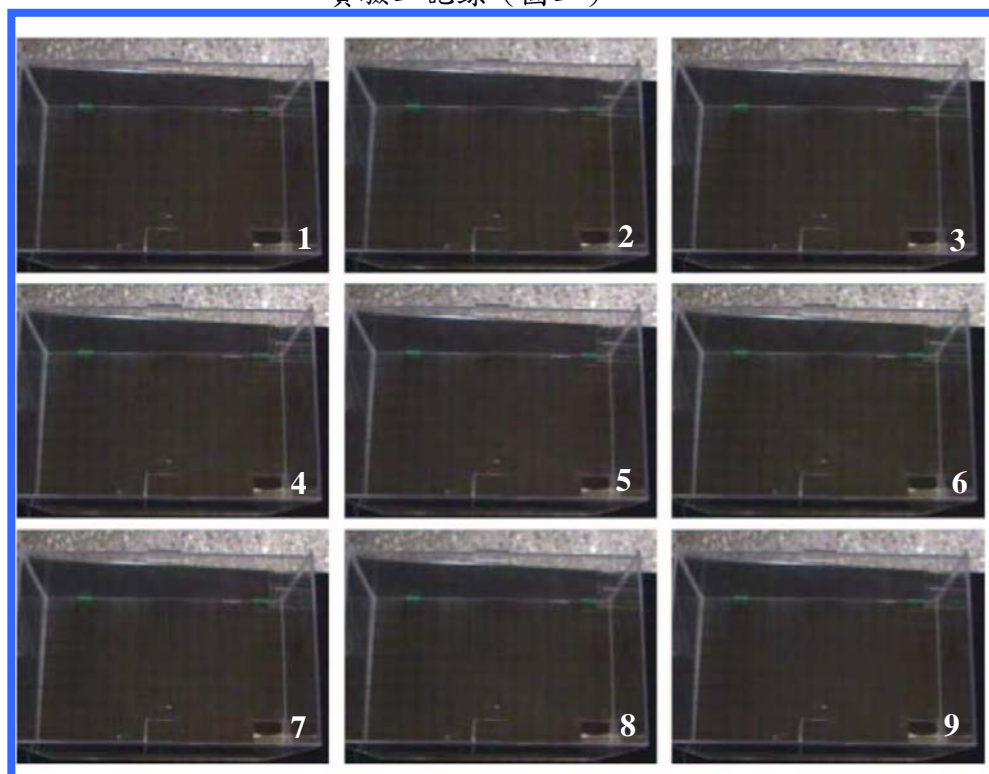
六、實驗討論：

討論一：由實驗一與實驗二的紀錄（圖一及圖二）可知煙霧由一樓到二樓的擴散方向與樓梯的走向有關，從圖一可以看到樓梯的走向是由右邊往左邊上升，煙在剛上二樓的擴散方向會向右；圖二的煙霧在剛上二樓的擴散方向向左，是因為實驗二的设计圖和實驗一左右相反。

實驗一記錄（圖一）



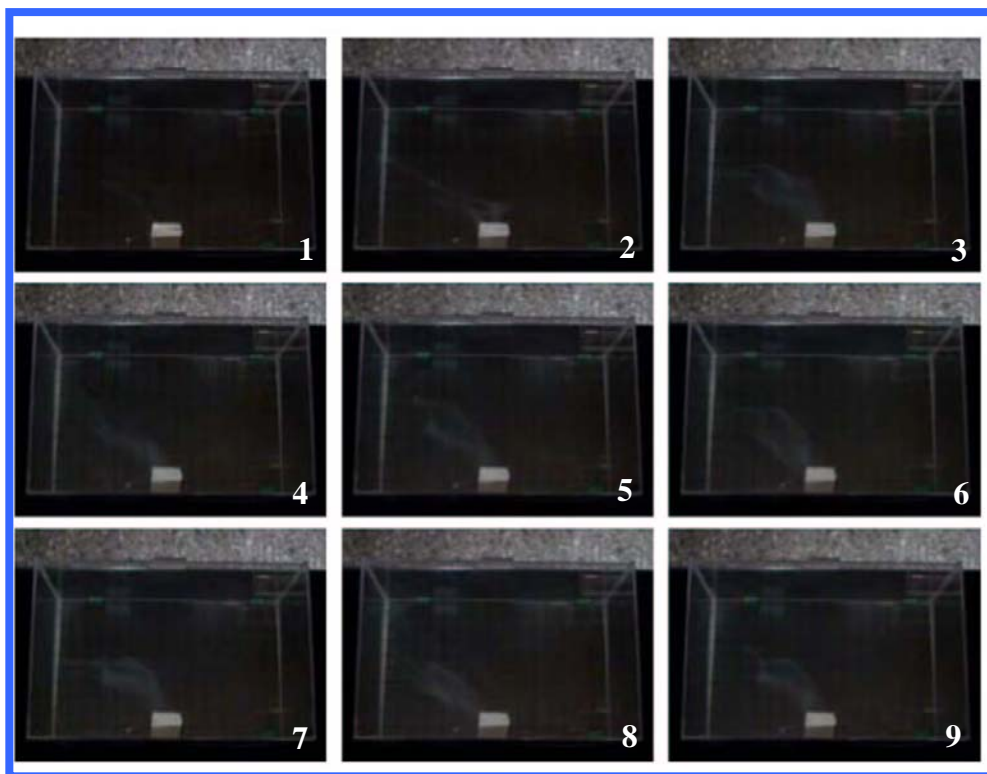
實驗二記錄（圖二）



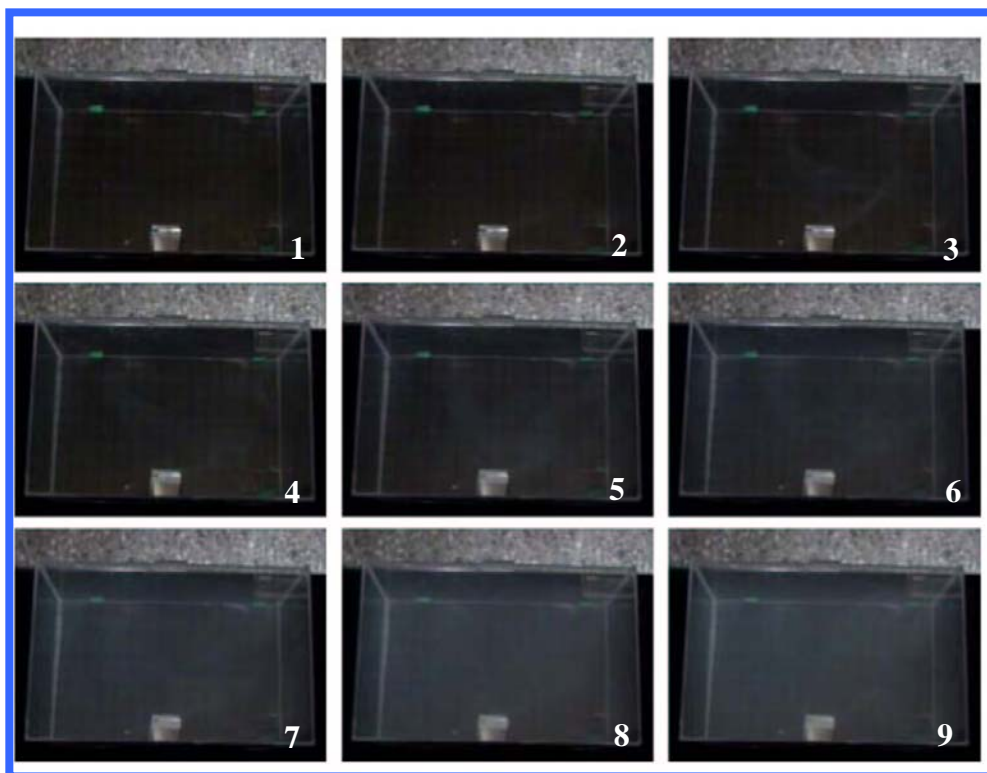
火燒厝!往哪裡逃!

討論二：由實驗一與實驗三的實驗結果（圖一及圖三）可知直向樓梯較剪式樓梯能阻擋煙霧的擴散，因為剪式樓梯留有較多空隙可以讓煙霧能直接向上擴散。

實驗一記錄（圖一）



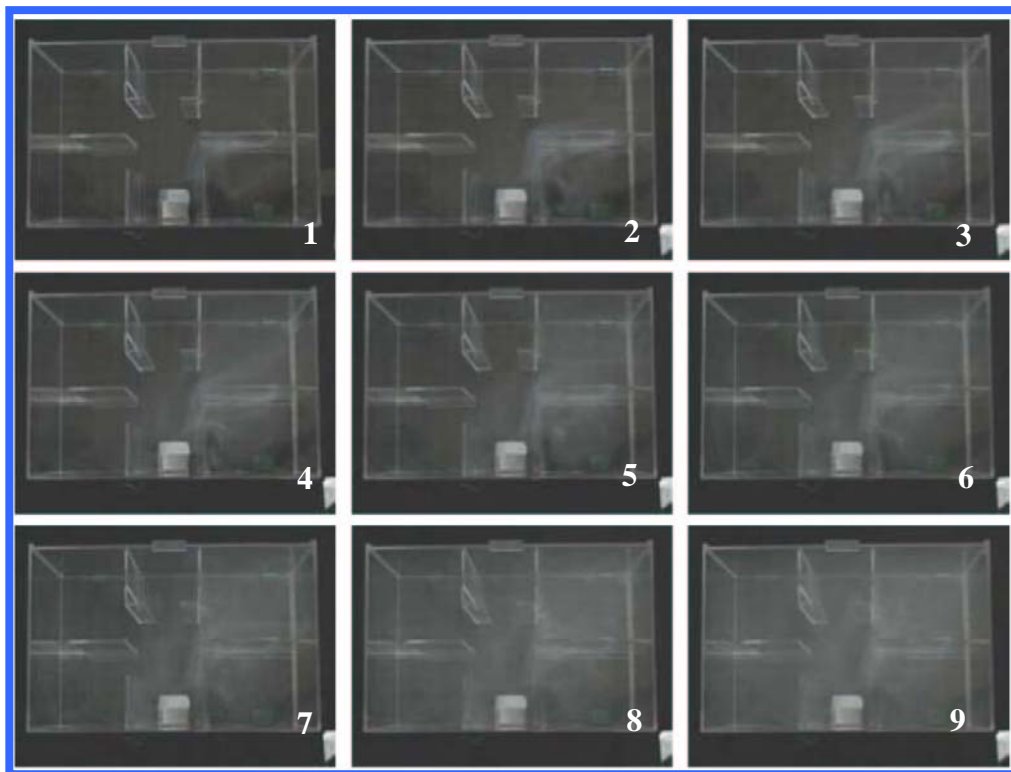
實驗三記錄（圖三）



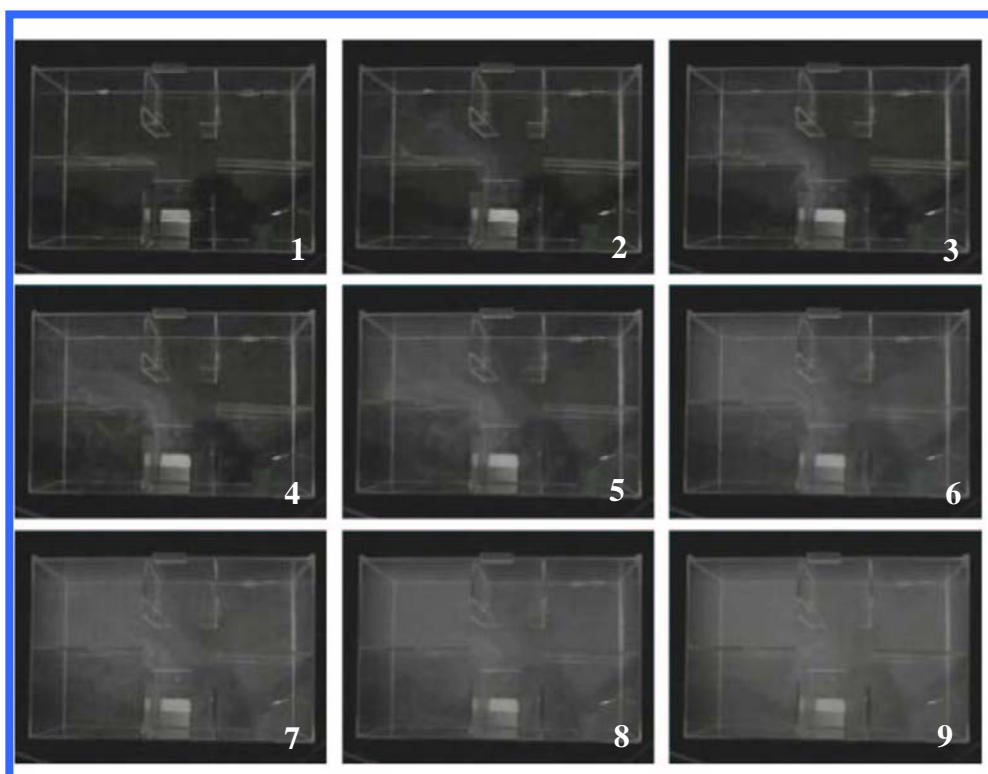
火燒厝!往哪裡逃!

討論三：由實驗一和實驗二的實驗結果（圖一及圖二），我們已經知道煙霧的走向後，我們在二樓開始設計隔間，又從實驗四和實驗五的實驗結果（圖四及圖五），可以發現到，將隔板作適當的轉角設計，可以將大部分的煙霧導向某一特定的隔間內。

實驗四記錄（圖四）



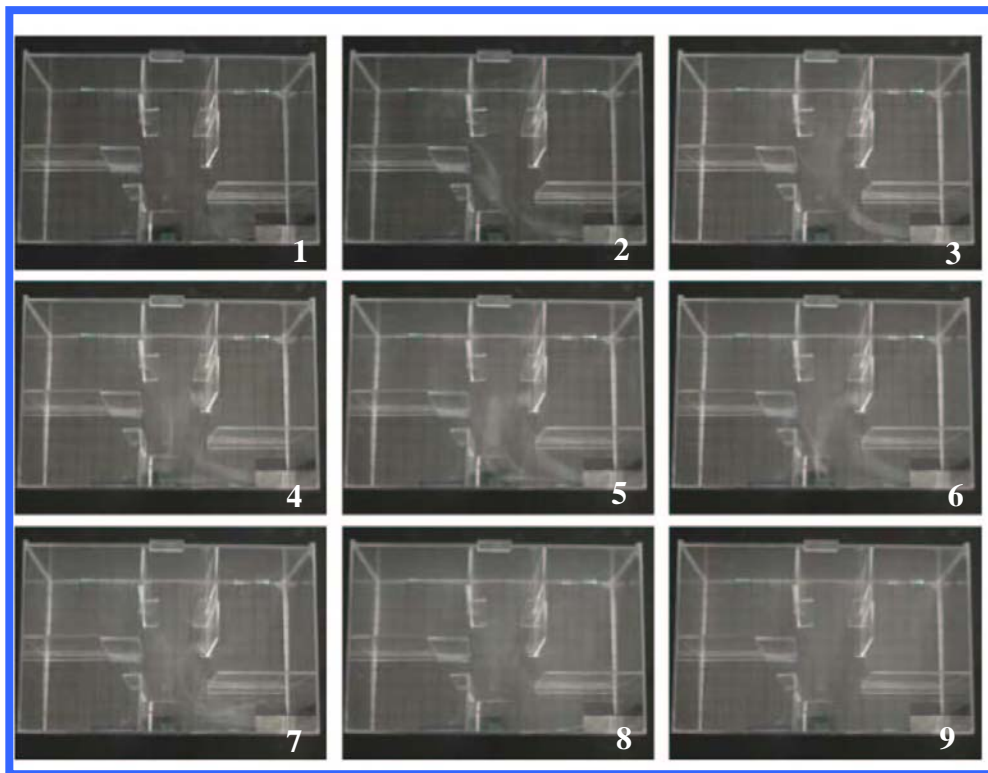
實驗五記錄（圖五）



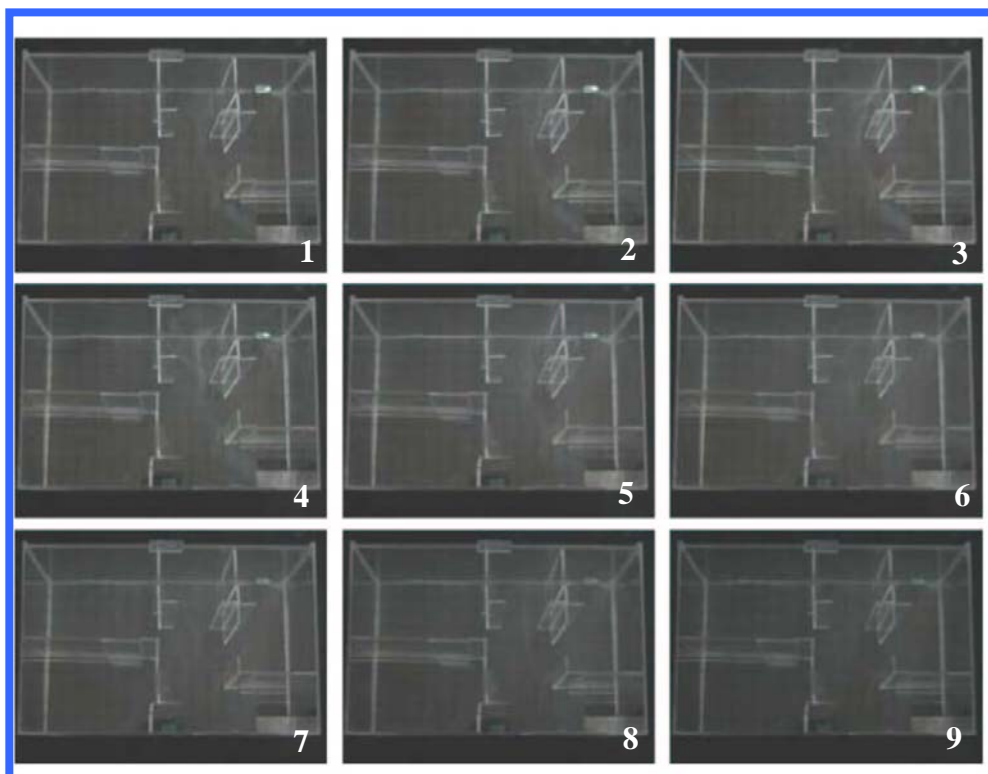
火燒厝!往哪裡逃!

討論四：由實驗六與實驗七的實驗結果（圖六及圖七）知道，把兩隔間的開口錯開，可減慢煙霧擴散到另一隔間的速度，增加火災時人員的逃生時間與機會。

實驗六記錄（圖六）



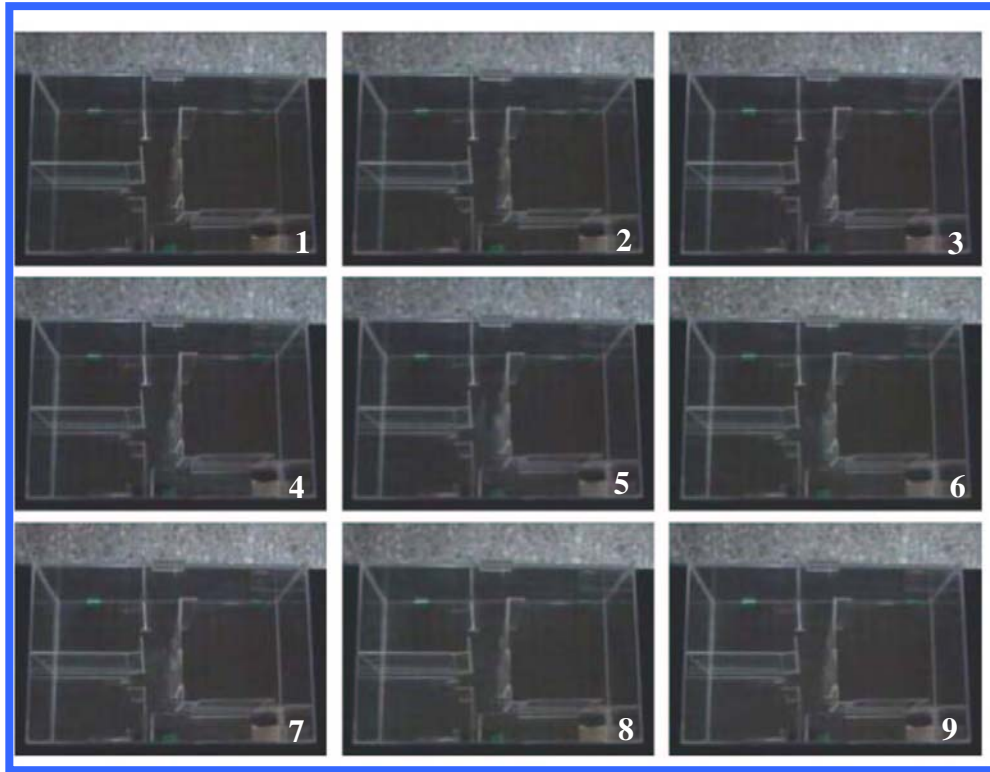
實驗七記錄（圖七）



火燒厝!往哪裡逃!

討論五：由實驗八的實驗結果(圖八)可知，隔間的開口到樓梯口的路徑越長，煙霧到達的時間越久。

實驗八記錄 (圖八)



七、結論：

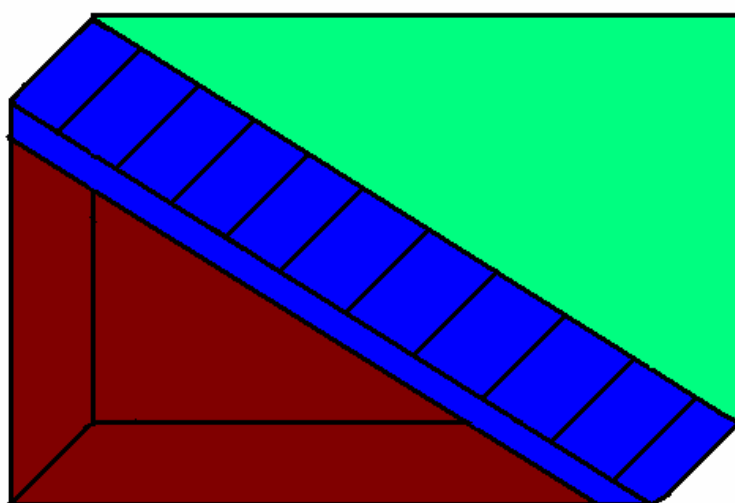
依照實驗可得到以下結論：

要避免火災發生所造成的重大傷亡所應注意的事項，分為事先預防與火場逃生兩方面

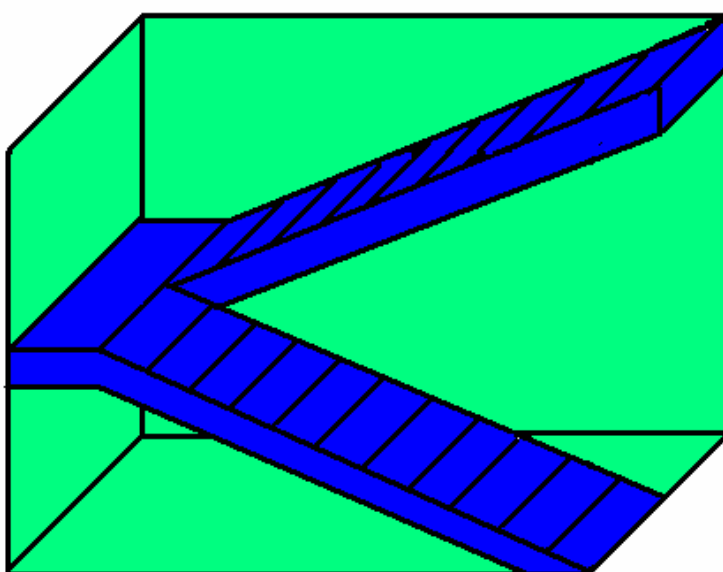
1. 在事先預防上，以居家格局的設計為主：

A. 樓梯採用直向樓梯的設計，雖可減少煙霧向上擴散的速度，但會佔用較多的空間；
若採用剪式樓梯設計時，應盡量減少煙霧向上傳遞的空間。(如圖

a. 直向樓梯（綠色部分為可傳遞空間）



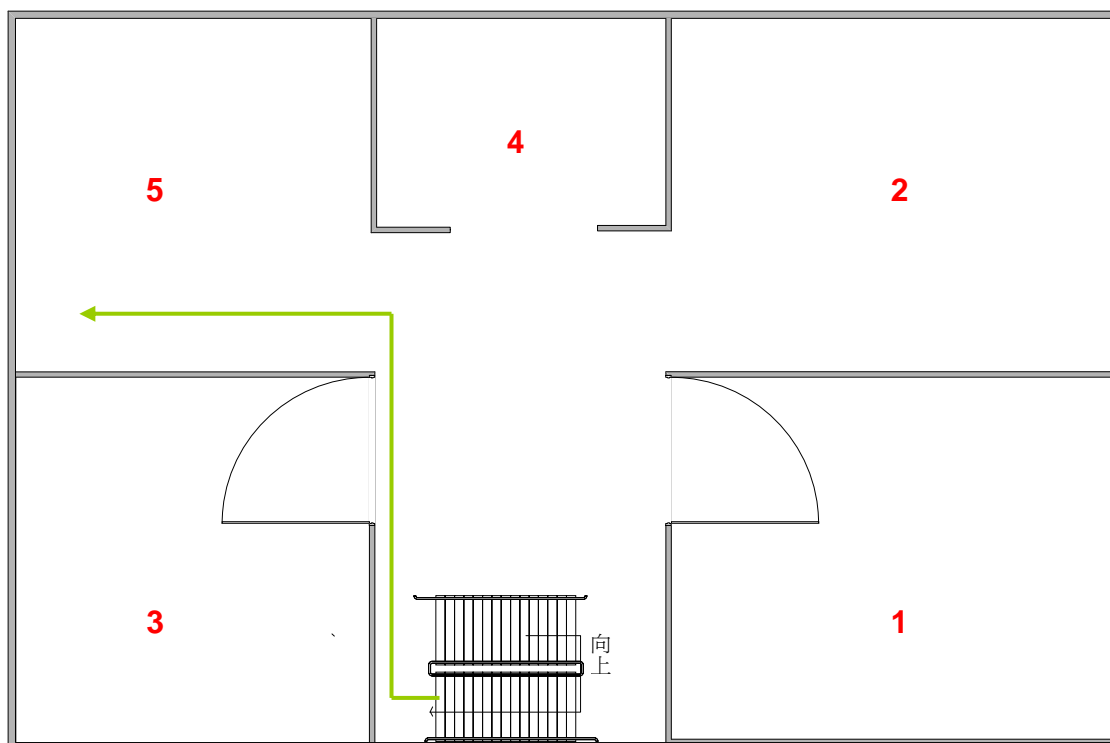
b. 剪式樓梯（綠色部分為可傳遞空間）



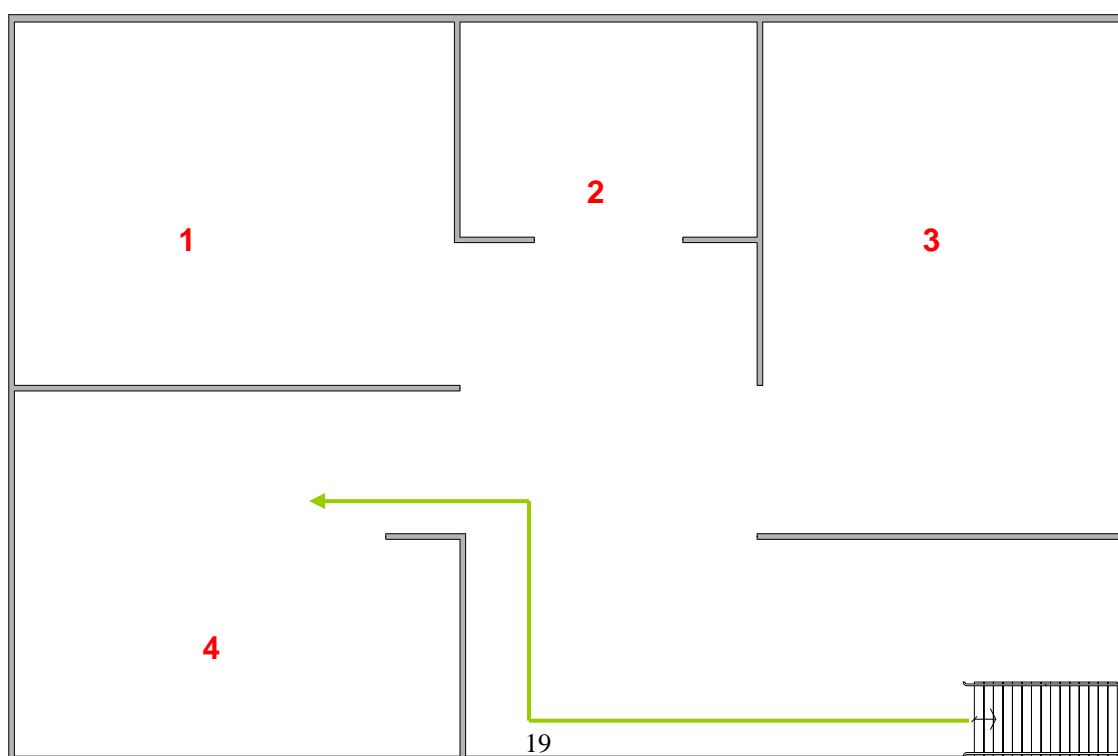
火燒厝!往哪裡逃!

- B. 隔間的開口盡量錯開，以避免煙霧直接的擴散。
 - C. 隔間設計應盡量避免有突出的轉角。
2. 而火災發生時，選擇逃生方向可參考下列原則：
說明；煙霧由樓梯開始，依紅色數字順序擴散，綠色路徑為最佳逃生方向。

C 圖 (平面設計圖)

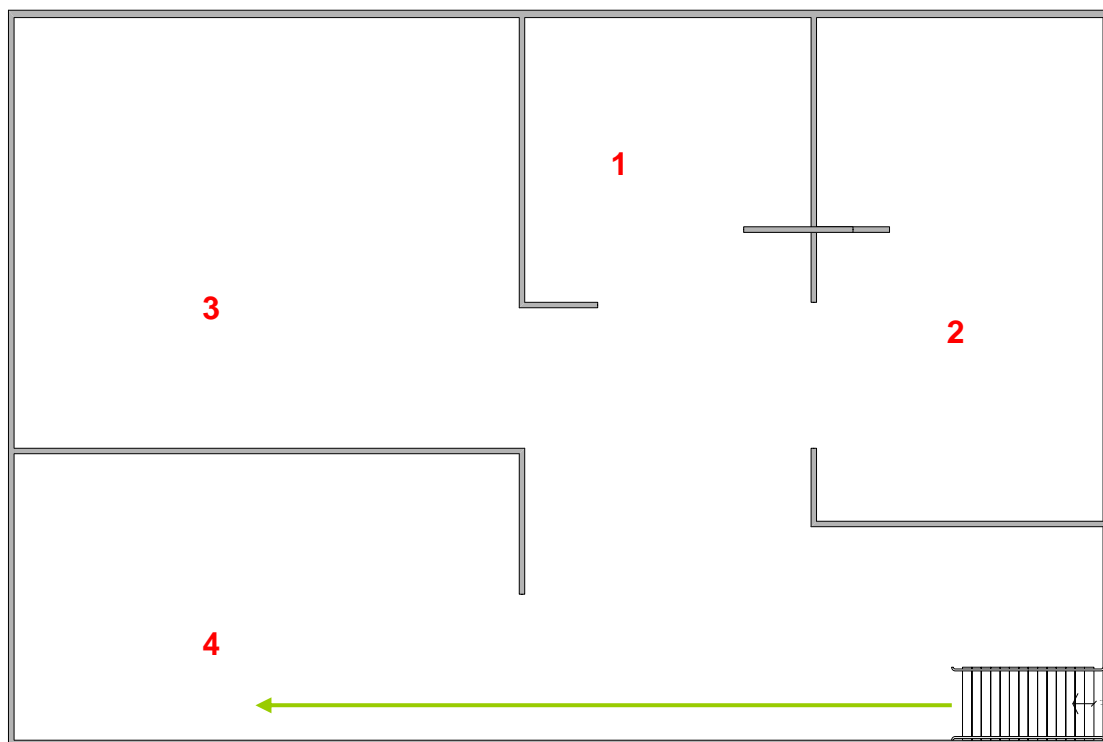


D 圖 (平面設計圖)

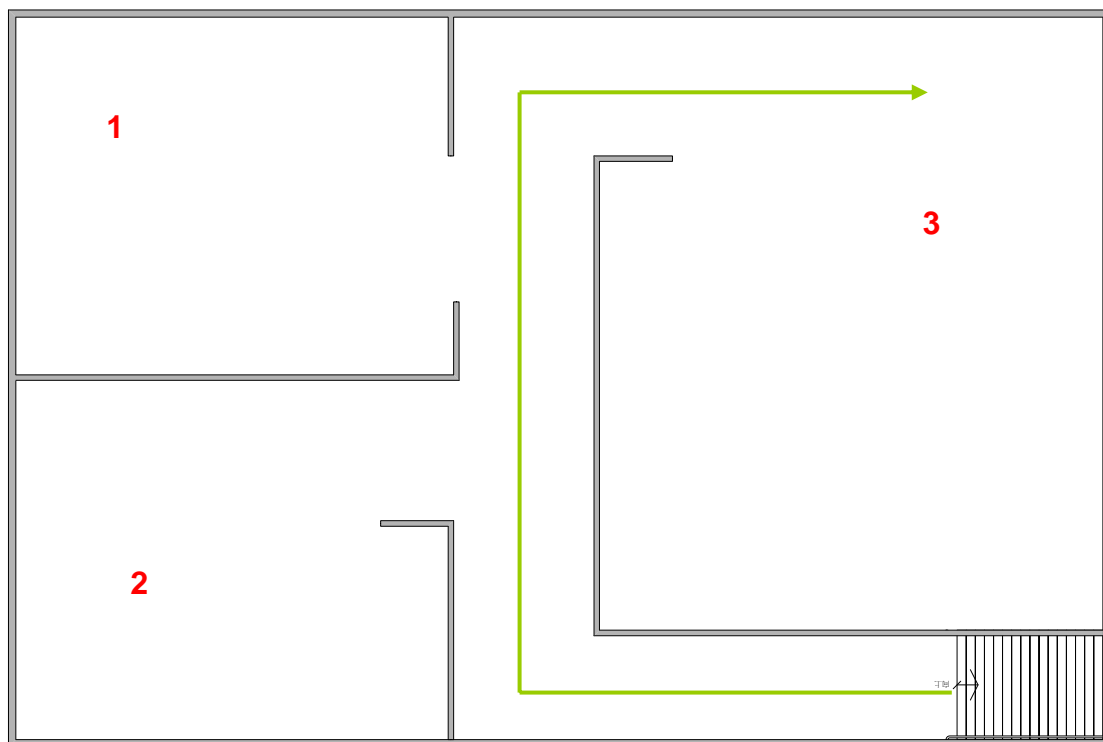


火燒厝!往哪裡逃!

E 圖 (平面設計圖)



F 圖 (平面設計圖)



- A. 在逃生上樓時，應順著樓梯上升的方向逃離火災現場。
- B. 在逃生時，盡量遠離樓梯的方向。

八. 實驗檢討

在這次實驗過程中，雖然經常發生許多預期之外的結果，而且有時得到實驗的結果未必完全一致，其原因可能我們所考慮的影響因素有限，而且部分實驗變因是難以預測的，例如：實驗的環境因子(內部的氣溫與溼度)、感應器敏感度過高與每一次實驗中煙霧的濃度無法保持穩定狀態等。不過這些因素都是我們往後實驗繼續努力的方向，實驗有缺失才需要檢討，有檢討才會有進步與成長。我們從本實驗中得到最大的收穫，就是了解火災發生煙霧瀰漫的現象，是結合物理、化學基本的知識，希望我們從科展中了解火災現場濃煙的可怕，只要做好事前的準備，一旦發生火災也能從容不亂使危害降到最低。

九. 資料來源

1. Yahoo! 奇摩知識
(<http://tw.knowledge.yahoo.com/>)
2. 感應器資訊網
(<http://www.globalsensors.com.cn/gb/magneticswitch/Magnetic%20switch.HTM>)
3. 楊茂電子
(<http://www.ymec.com.tw/chinese/sensor.htm>)
- 4 亨利公司
(<http://www.henry.com.hk/>)
5. 火災逃生方法
(<http://www.tw.org/safety/fire-1.html>)
6. 廣華電子
7. 中市消防局

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

高中組 生活與應用科學科

最佳(鄉土)教材獎

040807

火燒厝！往哪裡逃！

國立臺中第二高級中學

評語：

本作品利用一個模型屋，內含不同的樓梯組合，再加上一個自製的煙霧感測器，做一系列的實驗，以了解火警時，濃煙的走向，以便人員逃生有所遵循。

本作品實驗完整，而且模型屋使用鄉土教材的台式屋子隔間，故既鄉土又有實際應用性。