

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生活與應用科學(二)科

佳作

032909

病毒病毒遠離我

學校名稱：高雄市立五福國民中學

| | |
|-------------------------|---------------------|
| 作者： 國二 黃新展 國二 潘韋旭 | 指導老師： 陳佳琪 陳宗慶 |
|-------------------------|---------------------|

關鍵詞：飛沫偵測、防疫隔板、抽濾儀器

摘要

「微飛沫」是新冠病毒傳播途徑，在密集空間風險更高。飛沫受氣流或通風系統影響，我們探討在非流通的空間，使用隔板方法，增加防疫效用，減少病毒傳播。實驗得知：1.微飛沫軌跡追蹤與分析：以噴霧瓶噴發螢光水溶液，模擬飛沫噴散，經紫外燈照射，清晰拍攝噴沫飛行軌跡及殘留情形；以Image J軟體分析計算，量化飛沫殘留量。2.隔板位置：高度45cm時，距離50cm為佳。3.抽氣過濾裝置：隔板下緣加裝抽氣裝置，飛沫朝隔板流動，總殘留量減少50%，以自製第一代微型抽濾裝置可降低30%，並具殺菌及過濾(可抽換熔噴布或Hepa濾網)效果。4.第二代微型抽濾裝置：改良一代缺失，採抽氣隔板與過濾盒組裝方式，可連接個人過濾盒或多人共用過濾系統，節省空間並具商業價值。

壹、前言

一、研究動機

新冠病毒是類生物體，需要寄生於宿主細胞內才具有活性，微飛沫懸浮是造成人體傳染主要途徑。疫情期間，建議使用防疫隔板，但其防疫效果，卻一無所知。飛沫是許多病毒的傳染途徑，而其噴飛路徑及殘留量，難以用肉眼觀察，為了探討防疫隔板設置位置及加裝抽氣殺菌過濾裝置對於隔離飛沫的效果。我們試著以螢光水溶液模擬飛沫噴飛情形，透過紫外燈照射，觀察及拍攝噴沫飛散情形，並以軟體分析及計算飛沫分佈情形及殘留量。

二、研究目的

- (一)探討模擬飛沫在沒有隔板時的噴散情形。
- (二)探討模擬飛沫在有隔板時的噴散情形。
- (三)探討隔板在不同位置時隔絕飛沫效果。
- (四)探討隔板上不同位置設置抽氣裝置飛沫噴散情形。
- (五)探討隔板下方設置抽氣裝置飛沫噴散情形。
- (六)探討自製微型抽濾裝置模擬飛沫噴散情形。

貳、研究設備及器材



圖 1 螢光劑



圖 2 珍珠板



圖 3 紫外燈手電筒



圖 4 紫外燈



圖 5 按壓式噴霧瓶



圖 6 自動噴瓶液體

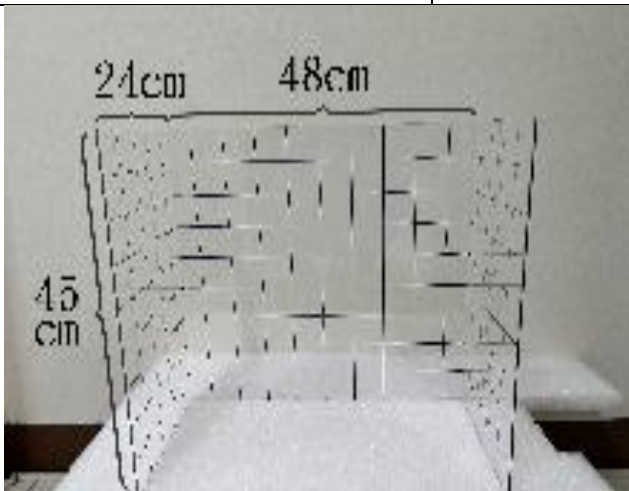


圖 7 壓克力隔板

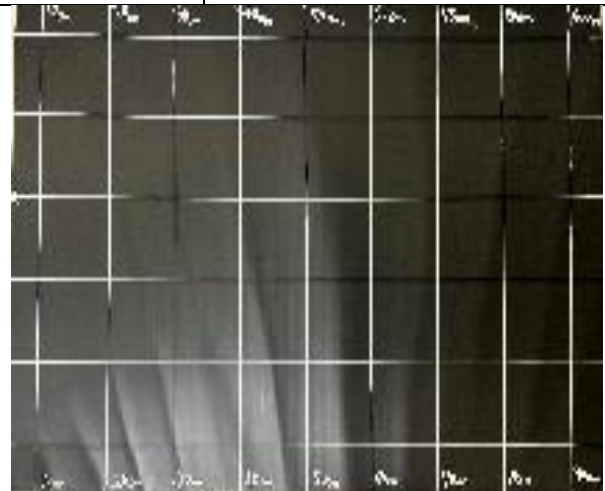


圖 8 壓克力底板測量器(繪有方格)

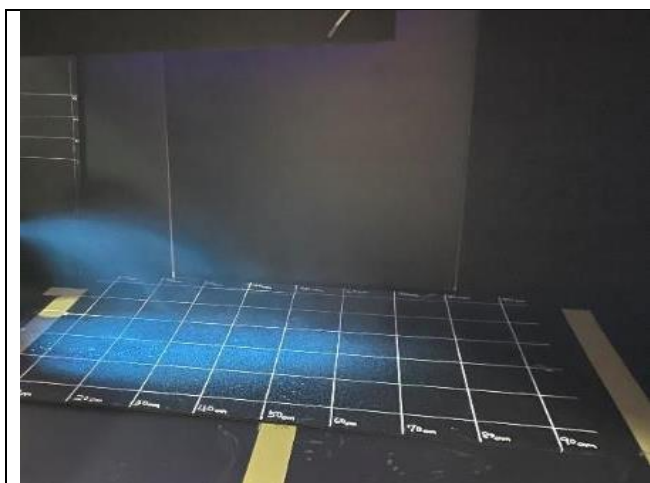


圖 9 噴飛模擬裝置

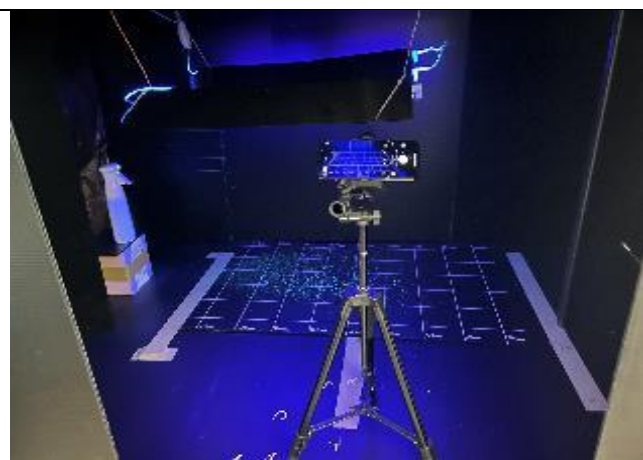


圖 10 拍攝裝置



圖 11 仰角 10 度裝置



圖 12 俯角 10 度裝置

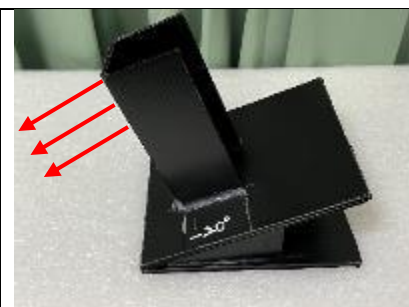


圖 13 俯角 20 度裝置



圖 14 噴氣固定量裝置

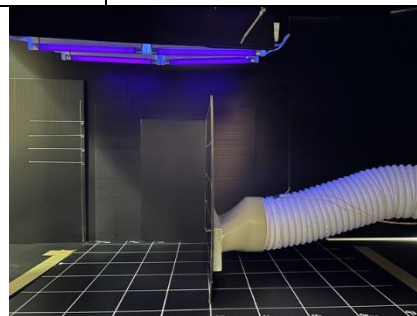


圖 15 抽氣裝置 I



圖 16 抽氣裝置 II



圖 17 隔板抽器裝置

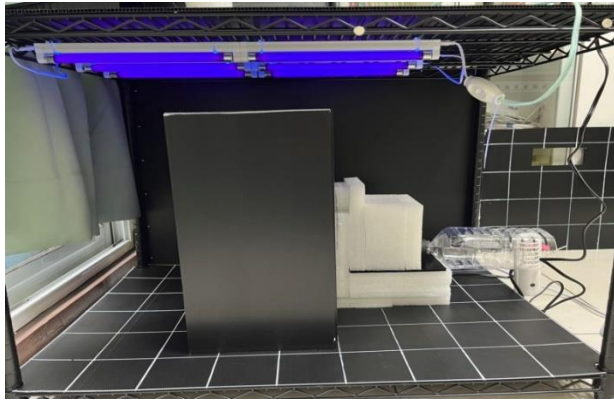


圖18 第一代 微型抽濾裝置外觀圖



圖19 紫外燈殺菌及熔噴布過濾透明裝置

參、研究過程或方法

| | 目的 | 變因 1 | 說明 |
|--------|-----------------------|---|---------------------------|
| 前導實驗 1 | 探討最佳螢光劑水溶液比例 | 不同螢光劑與水之比例 | |
| 前導實驗 2 | 探討不同噴口距底板高度飛沫量 | 噴口距底板高度在 5、10、15、20、25、30、35、40、45cm | |
| 實驗一 | 探討模擬飛沫在沒有隔板時的噴散情形 | 1.調整不同的噴口高度(35、40、45 cm) 2.調整不同的噴口角度 (+10° 0° -10° -20°) | 無隔板 |
| 實驗二 | 探討模擬飛沫在有隔板時的噴散情形 | 1.調整不同的噴口高度(35、40、45 cm) 2.調整不同的噴口角度 (+10° 0° -10° -20°) | 隔板在 50cm 處 |
| 實驗三 | 探討隔板在不同位置時隔絕飛沫效果 | 1.設定噴口高度(45cm) 2.設定噴口角度(+10) | 隔板設置在 30、40、50cm 處 |
| 實驗四 | 探討隔板在不同位置設置抽氣裝置飛沫噴散情形 | 設定抽氣口位置在隔板的中間或下方 | 抽氣隔板距離 50cm |
| 實驗五 | 探討隔板下方設置抽氣裝置飛沫噴散情形 | 1.調整不同的噴口高度(35、40、45 cm) 2.調整不同的噴口角度 (+10° 0° -10° -20°) | 1.隔板在 50cm 處 2.抽氣在正下方處 |
| 實驗六 | 探討自製微型抽濾裝置模擬飛沫散佈情形 | 1.調整不同的噴口高度(35、40、45 cm) 2.調整不同的噴口角度 (+10° 0° -10° -20°) | 1.隔板在 50cm 處 2.抽氣在正下方處 |

前導實驗 1 探討最佳螢光劑水溶液比例

黃國華(2022)指出「當人說話、打噴嚏或咳嗽等過程中產生大粒徑(大於 5 微米)的飛沫，一般來說，可飛行的距離約為 1 公尺(3 英呎)」。本研究中擬以噴霧模擬飛沫，觀察分析飛沫噴散情形及殘留量，但因噴霧難以用肉眼觀察，因此改以螢光水溶液模擬，以利後續攝影拍照分析。本實驗擬調配出符合飛沫飛行距離及適合攝影拍攝之螢光水溶液比例：

- 一、調配螢光水溶液：300g 蒸餾水加入 5g 螢光劑後，以攪拌棒攪拌均勻。
- 二、將上述螢光水溶液置入自動噴霧瓶中。
- 三、自動噴霧瓶置於繪有方格之壓克力底板前緣，定時 5 秒噴射螢光水溶液。
- 四、以紫外燈照射底板，進行攝影拍照，並以 Image J 軟體進行分析，計算底板上螢光水溶液的殘留量。
- 五、螢光水溶配比分別更改為 300g 蒸餾水+10g 螢光劑、300g 蒸餾水+20g 螢光劑，重複上述一～四實驗。

註：原先以手動噴瓶按壓，雖然有套用固定噴壓裝置，但考量個人操作之差異，後來改用自動噴霧瓶，設定每次自動噴發 5 秒鐘。

前導實驗 2 不同噴口距底板高度飛沫量

- 一、利用前導實驗 1 最佳配比螢光水溶液及定時 5 秒噴射量，進行實驗。
- 二、在壓克力板上繪製方格，方便噴散情形測量。
- 三、噴瓶噴口高度固定在 45cm、噴射角度 0° ，並調整底板與噴射口高度差為 5、10、15、20、25、30、35、40、45 cm。
- 四、進行一次噴射螢光水溶液至底板上，模擬飛沫情形。
- 五、以紫外燈照射底板，進行拍照，再以 Image J 軟體進行分析，計算比較每一次噴射後，底板上殘留量。

【實驗一】 探討模擬飛沫在沒有隔板時的噴散情形

- 一、利用前導實驗 1 最佳噴射條件，進行實驗。
- 二、利用繪有方格之壓克力板，進行噴散情形測量。
- 三、調整不同的噴口高度(35、40、45 cm ，依前導實驗 2 所得較高的噴沫量，且可代表不同身高坐姿時嘴巴高度)及角度($+10^\circ$ 、 0° 、 -10° 、 -20°)進行噴射。

四、進行一次噴射螢光水溶液至底板上，模擬飛沫情形。

五、以紫外燈照射底板，進行拍照，再以 Image J 軟體進行分析，計算比較每一次噴射後，底板上殘留量。

【實驗二】 探討模擬飛沫在有隔板時的噴散情形

一、利用前導實驗 1 最佳噴射條件及繪有方格之壓克力板，進行噴散情形實驗。

二、調整不同的噴口高度(35、40、45 cm)及角度(+10°、0°、-10°、-20°)進行噴射。

三、進行一次噴射螢光水溶液至隔板上，模擬飛沫情形。

四、以紫外燈照射底板及隔板，進行拍照，再以 Image J 軟體進行分析，計算比較次噴射後，底板及隔板上殘留量。

【實驗三】 探討隔板在不同位置的隔絕效果

一、利用前導實驗 1 最佳噴射條件及繪有方格之壓克力板，進行噴散情形實驗。

二、調整噴口不同高度(35、40、45 cm)及角度+10°進行噴射。

三、進行一次噴射螢光水溶液至隔板上，模擬飛沫情形。

四、以紫外燈照射底板及隔板，進行拍照，再以 Image J 軟體進行分析，計算比較每一次噴射後，底板及隔板上殘留量。

五、觀察數據找出效果較佳的隔板位置。

【實驗四】 探討不同抽氣位置時的噴散情形

依實驗二，噴口高度 40cm 時，每個角度噴散的飛沫分布量最為平均(圖 30)；而在角度 0° 時，隔板上飛沫分布最多(圖 31)，設想若隔板設置抽氣裝置是否可以抽走較多的飛沫？

一、調整噴口高度 40cm、角度 0°、隔板距離 50cm 及抽氣口位置(分別在隔板的中、下位置)進行實驗。

二、利用前導實驗 1 最佳噴射條件及繪有方格之壓克力板，進行噴散情形實驗。

三、於隔板上製作新抽氣裝置，並於飛沫噴出前，持續進行抽氣。

四、進行一次噴射螢光水溶液至隔板上，模擬飛沫情形。

五、以紫外燈照射底板及隔板，進行拍照，再以 Image J 軟體進行分析，計算比較每一次噴射後，底板及隔板上殘留量。

【實驗五】 探討模擬飛沫在有隔板及抽氣裝置時的噴散情形

- 一、利用前導實驗 1 最佳噴射條件及繪有方格之壓克力板，進行噴散情形實驗。
- 二、於隔板上製作改良版新抽氣裝置，並於飛沫噴出實驗中，全程進行抽氣。
- 三、調整不同的噴口高度(35、40、45 cm)及角度($+10^\circ$ 、 0° 、 -10° 、 -20°)進行噴射。
- 四、進行一次噴射螢光水溶液至隔板上，模擬飛沫情形。
- 五、以紫外燈照射底板及隔板，進行拍照，再以 Image J 軟體進行分析，計算比較每一次噴射後，底板及隔板上殘留量。

【實驗六】 探討自製微型抽氣裝置模擬飛沫散佈情形

- 一、為了方便使用及提升隔板隔絕飛沫效果，我們設計了第一代微型抽濾裝置，整合在隔板上，可抽氣減少飛沫飛行，且飛沫被吸入過濾瓶中，經紫外燈殺菌及熔噴布(或 hepa 濾網，均為可抽換式)過濾後排放，減少病毒傳染。
- 二、利用前導實驗 1 最佳噴射條件及繪有方格之壓克力板，進行噴散情形實驗。
- 三、比較有無抽氣時底版飛沫量殘留比例，並於飛沫噴出實驗中，全程進行抽氣。
- 四、調整不同的噴口高度(35、40、45 cm)及角度($+10^\circ$ 、 0° 、 -10° 、 -20°)進行噴射。
- 五、進行一次噴射螢光水溶液至隔板上，模擬飛沫情形。
- 六、以紫外燈照射底板及隔板，進行拍照，再以 Image J 軟體進行分析，計算比較每一次噴射後，底板及隔板上殘留量。

肆、實驗結果與討論

前導實驗 1 螢光水液比例及噴瓶噴射 1 次定時 5 秒的飛沫量

一、實驗結果：

(一)為配合噴務器容量，因此採用蒸餾水 300g 分別加入 5、10、20g 螢光劑進行配製。

(二)一開始以手動噴瓶噴射，發現顆粒太大，效果不佳且易產生人為誤差，後來改用自動噴瓶，每次噴射 5 秒鐘的量，噴散效果良好。如(圖 20~22)。



(三)由圖 23 顯示，固定時間噴射結果，300:5 的殘留量最不明顯，而 300:10 及 300:20 兩組量幾乎相同，所以後續實驗以 300g 蒸餾水+10g 螢光劑作為觀測實驗標準。

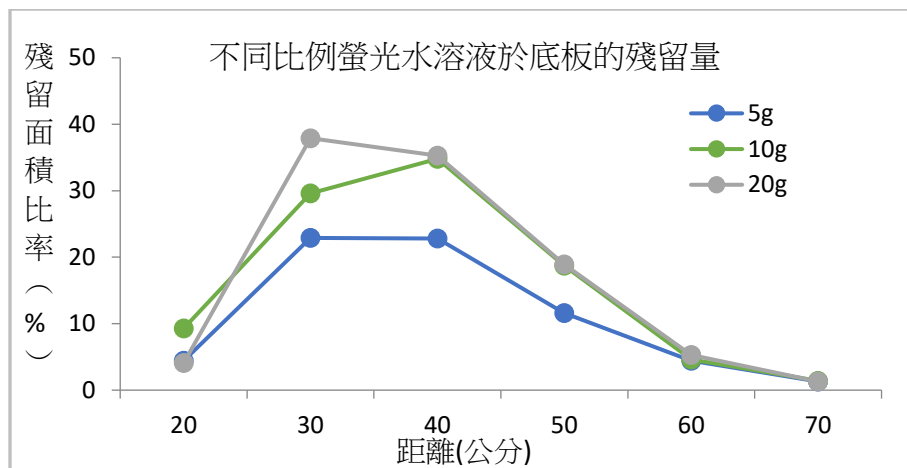
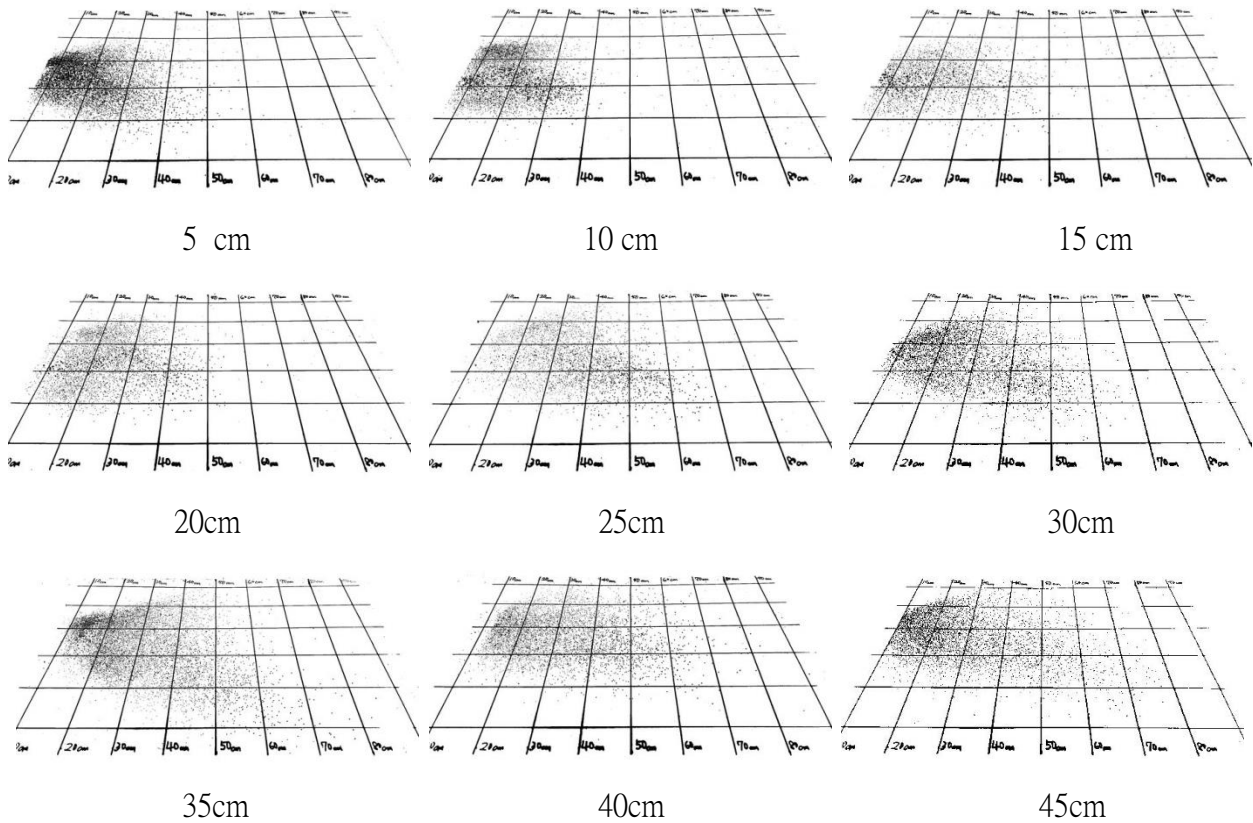


圖 23 不同比例螢光水溶液，底板殘留面積

前導實驗 2 不同噴口距底板高度飛沫量

一、實驗結果：利用儀器拍攝的照片經 Image J 軟體轉換後的圖片。



二、實驗討論：

(一)底板與噴口不同高度差(0~45cm)，在底板 60cm~90cm 位置的飛沫總量(以 Image J 軟體分析計算)，如下圖表。

| 底板與噴口高度差(cm) | 60~90cm 飛沫總量 |
|--------------|--------------|
| 5 | 1.6 |
| 10 | 1.5 |
| 15 | 2.5 |
| 20 | 1.9 |
| 25 | 13.9 |
| 30 | 13.3 |
| 35 | 18.3 |
| 40 | 24.0 |
| 45 | 24.8 |

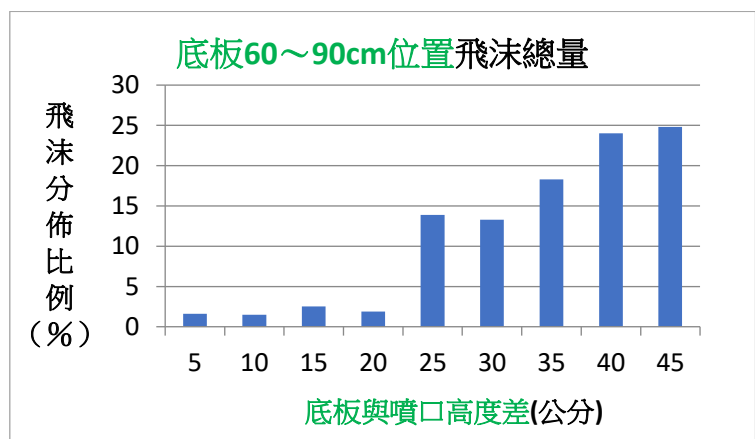


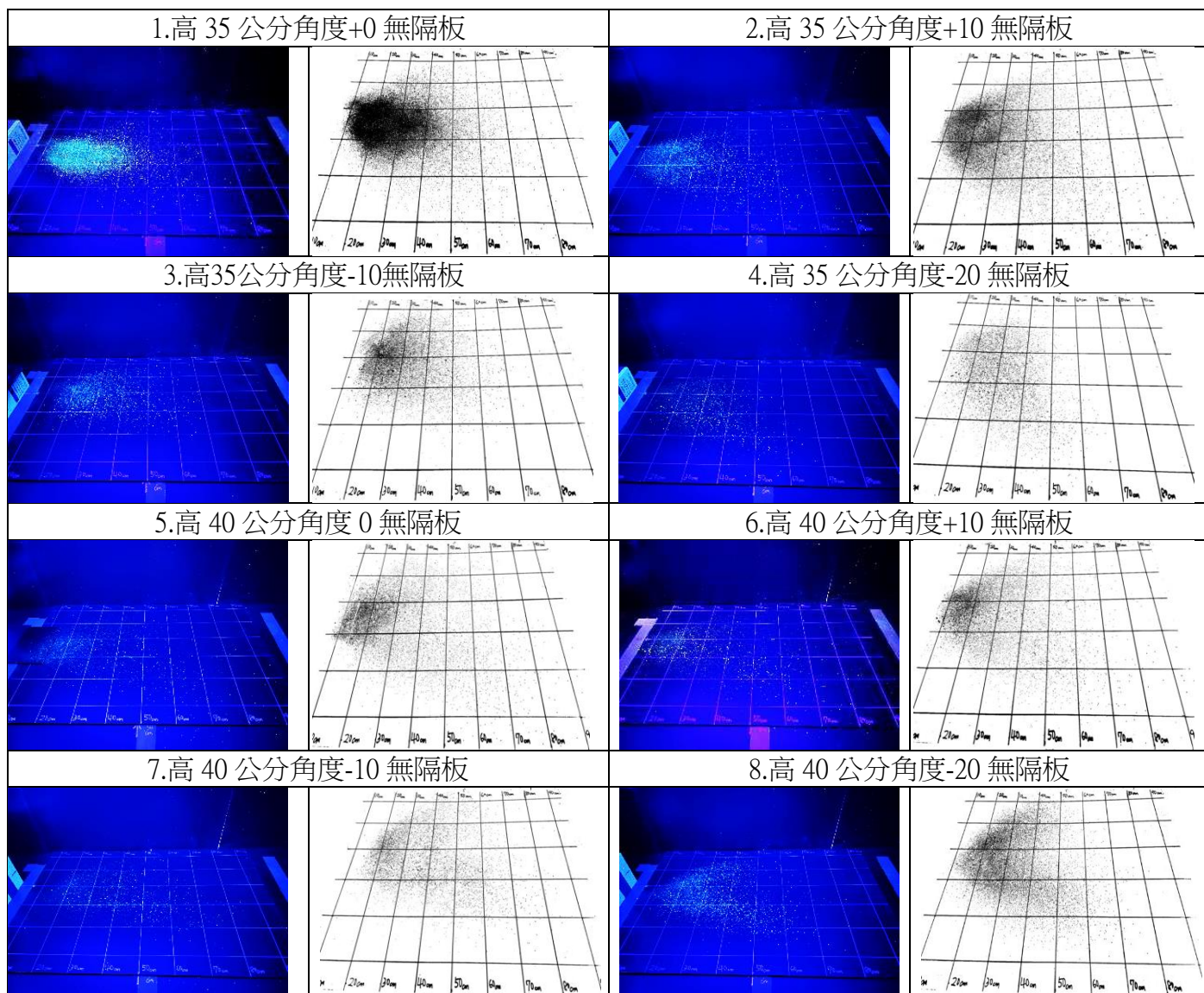
圖 24 底板與噴口不同高度差，底板 60cm~90cm 位置的飛沫總量

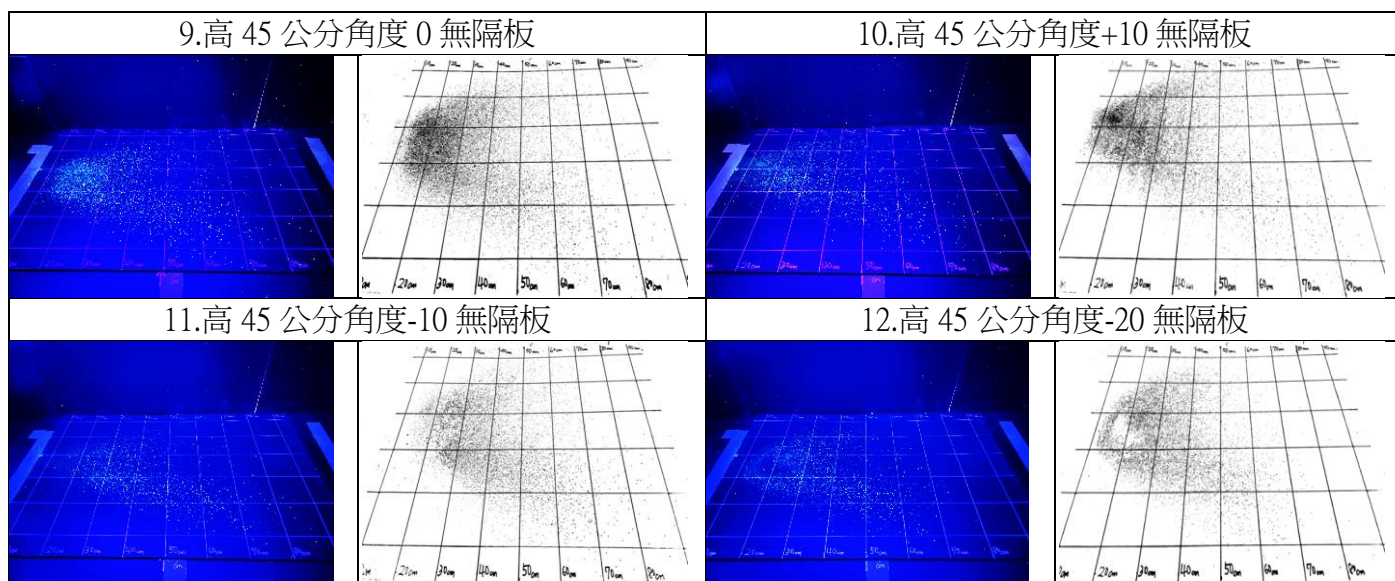
(二)根據圖 24 結果顯示，當底板與噴口高度差為 35、40、45 公分時，底板位於 60cm~90cm 處有較高的飛沫分布總量，而此三種高度正好可代表不同身高坐姿時嘴巴高度。

【實驗一】 探討模擬飛沫在沒有隔板時的噴散情形

一、實驗結果：

(一)利用儀器拍攝的照片經 Image J 軟體轉換後的圖片。





(二)圖片經 Image J 軟體分析計算後，每個區塊的噴沫殘留量

(以高 35 公分角度+0 無隔板為例，其餘見實驗日誌)

每 10cm 區塊飛沫比例

| | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm | 60cm | 70cm | 80cm | 90cm |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 10cm | 0.1 | 2.1 | 4.9 | 3.1 | 0.9 | 0.2 | 0.0 | 0.1 |
| 20cm | 38.3 | 47.0 | 32.4 | 14.3 | 4.0 | 1.4 | 0.3 | 0.1 |
| 30cm | 84.8 | 93.5 | 82.5 | 40.1 | 12.3 | 3.4 | 0.4 | 0.1 |
| 40cm | 12.4 | 42.6 | 34.7 | 18.6 | 7.3 | 2.3 | 0.9 | 0.1 |
| 50cm | 0.2 | 0.5 | 1.6 | 1.9 | 1.5 | 0.7 | 0.2 | 0.1 |

每 10cm 區塊和所有區塊總合比例

| | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm | 60cm | 70cm | 80cm | 90cm |
|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| 10cm | 0.02 | 0.35 | 0.84 | 0.52 | 0.16 | 0.04 | 0.00 | 0.01 |
| 20cm | 6.48 | 7.94 | 5.48 | 2.41 | 0.68 | 0.23 | 0.06 | 0.01 |
| 30cm | 14.33 | 15.80 | 13.94 | 6.79 | 2.09 | 0.58 | 0.06 | 0.02 |
| 40cm | 2.09 | 7.20 | 5.87 | 3.15 | 1.24 | 0.38 | 0.15 | 0.01 |
| 50cm | 0.04 | 0.08 | 0.27 | 0.32 | 0.26 | 0.12 | 0.03 | 0.02 |

二、實驗討論：

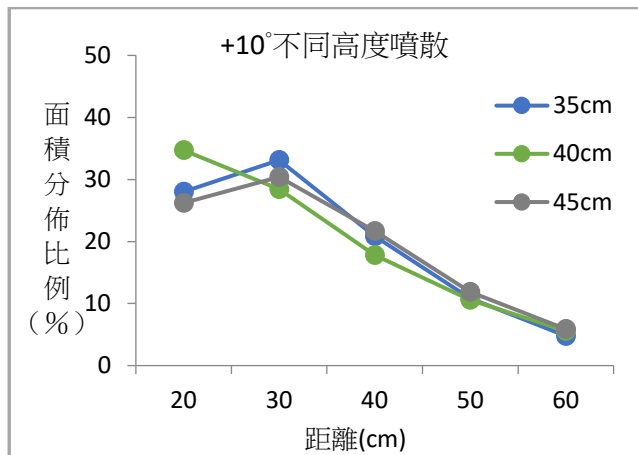


圖 25 噴口向上 10°，不同高度噴散，底板的分佈情形

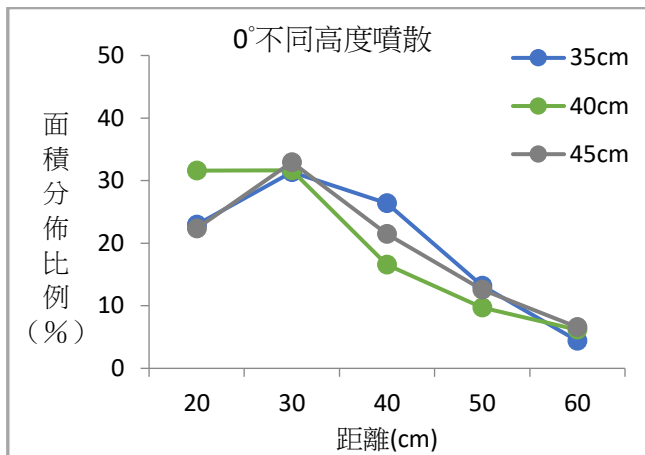


圖 26 噴口水平 0°，不同高度噴散，底板的分佈情形

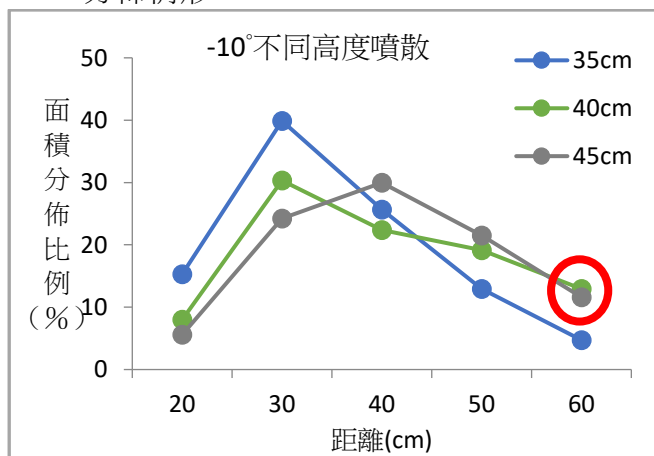


圖 27 噴口向下 10°，不同高度噴散，底板的分佈情形

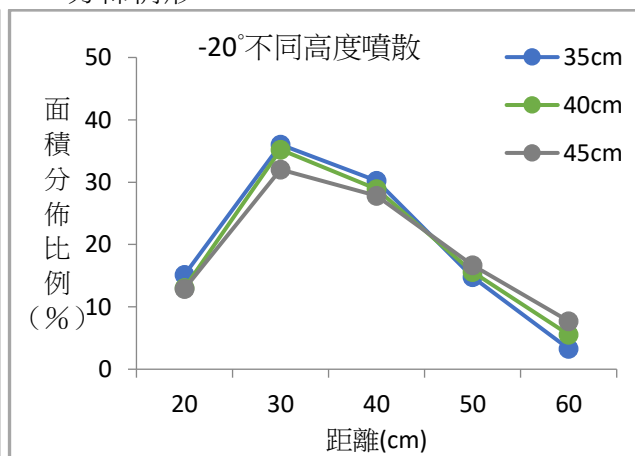


圖 28 噴口向下 20°，不同高度噴散，底板的分佈情形

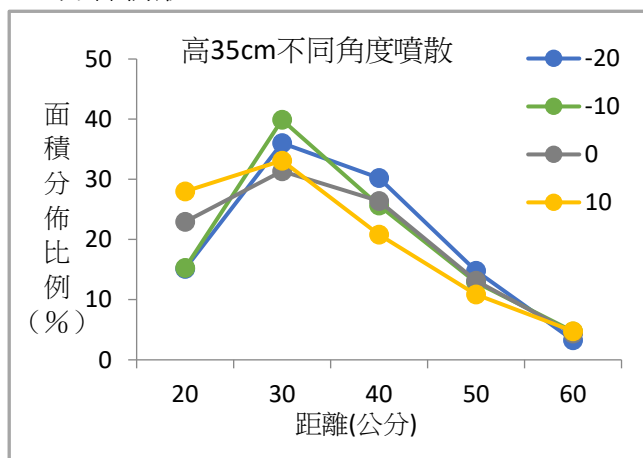


圖 29 高度 35cm，不同角度噴散，底板的分佈情形

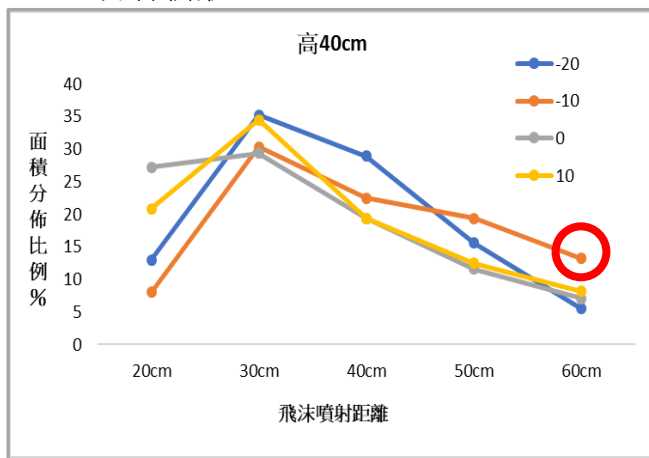


圖 30 高度 40cm，不同角度噴散，底板的分佈情形

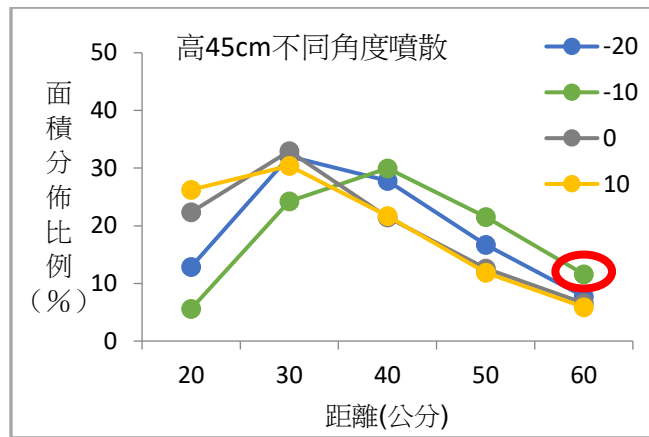


圖 31 高度 45 cm，不同角度噴散，底板的分佈情形

(一)本裝置能有效觀察螢光飛沫噴散的方向及軌跡，並能量化飛沫的分佈情形及殘留量。

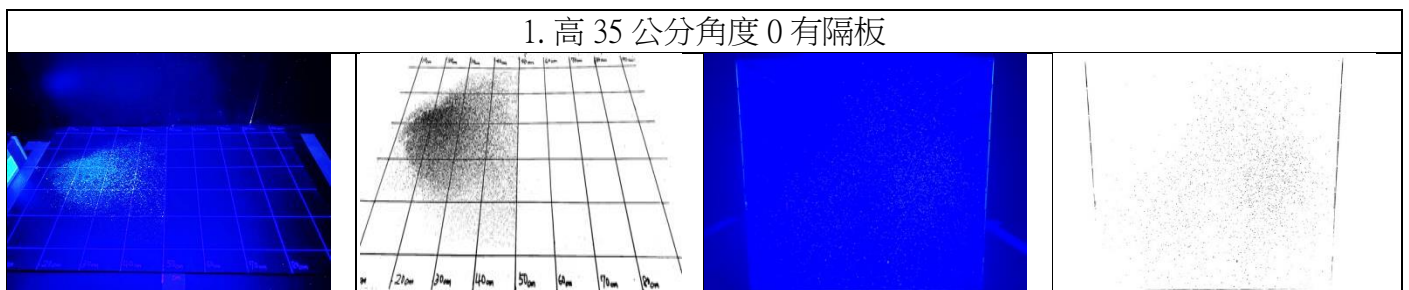
(二)以不同角度噴射飛沫，在向上 10 度及水平 0 度時(圖 25、26)，約在 20~30 公分處飛沫量最大，而在向下 10 度及 20 度時(圖 27、28)，在 30~40 公分處含量均相對較高。不管何種角度噴射，最大值均落在 30 公分左右，且飛沫量均會隨著距離遞減，直至 60cm 後降至最低。

(三)而以不同高度噴射時，其最大量約在 30cm 處，角度向下時飛沫可飄至更遠處。以上兩種實驗結果，均呈現飛沫量隨著距離而減少，但是當噴射角度向下 10 度且高度在 40 及 45 公分時，遠至 60 公分處仍有 10% 以上的飛沫量(圖 27、30、31)，因此實驗二的隔板設置於 50 公分處。

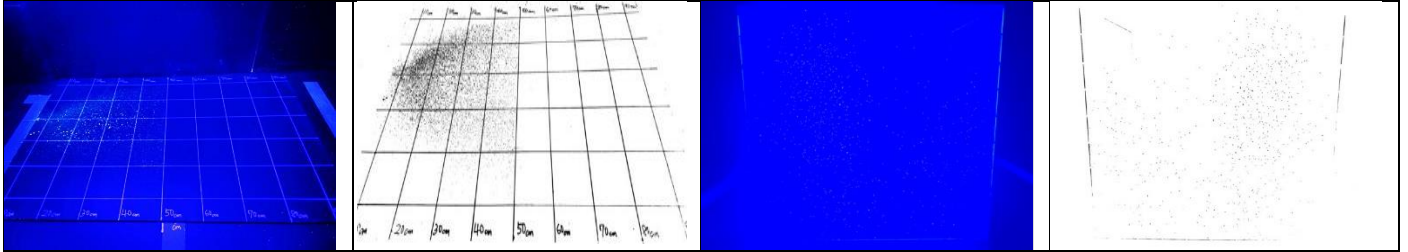
【實驗二】 探討模擬飛沫在有隔板時的噴散情形

一、實驗結果：

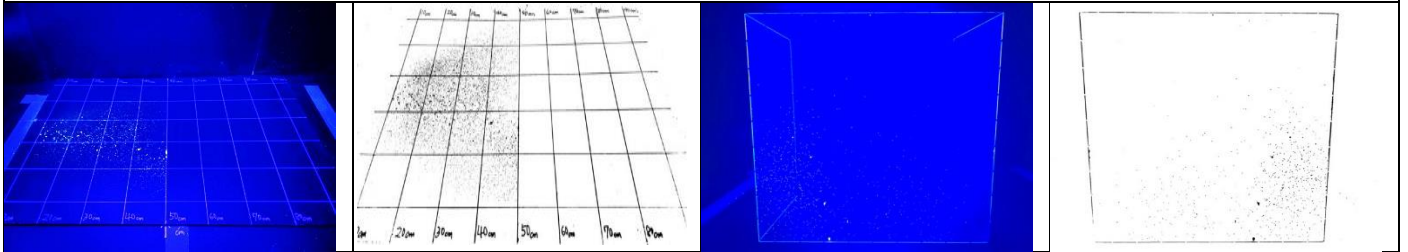
(一)利用儀器拍攝的照片經 Image J 軟體轉換後的圖片。



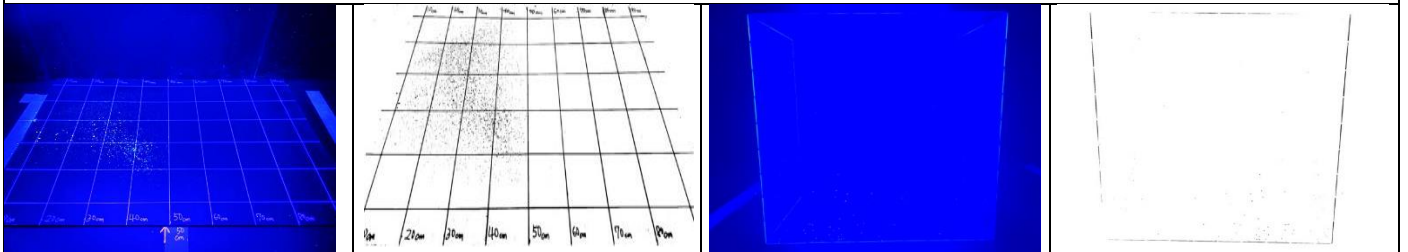
2. 高 35 公分角度+10 有隔板



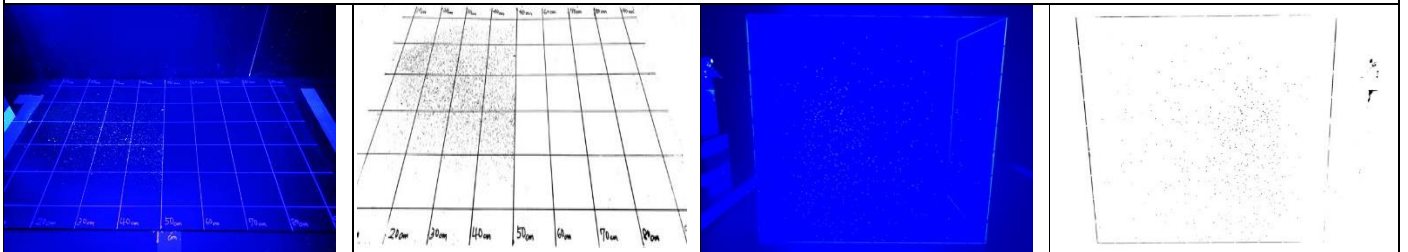
3. 高 35 公分角度-10 有隔板



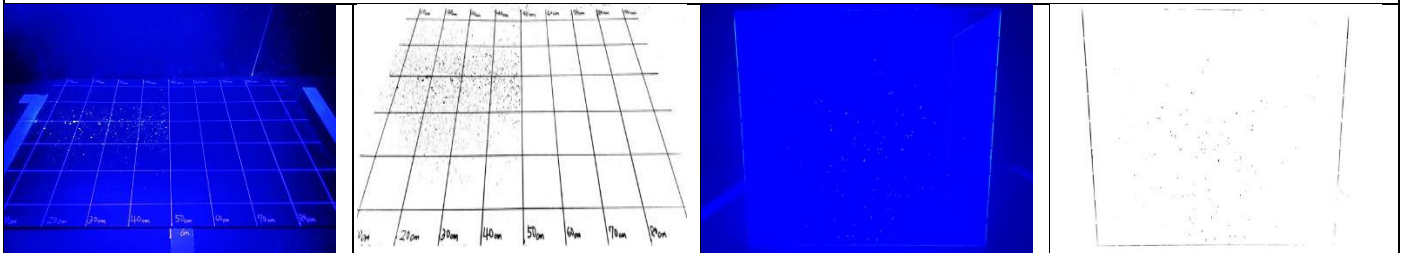
4. 高 35 公分角度-20 有隔板



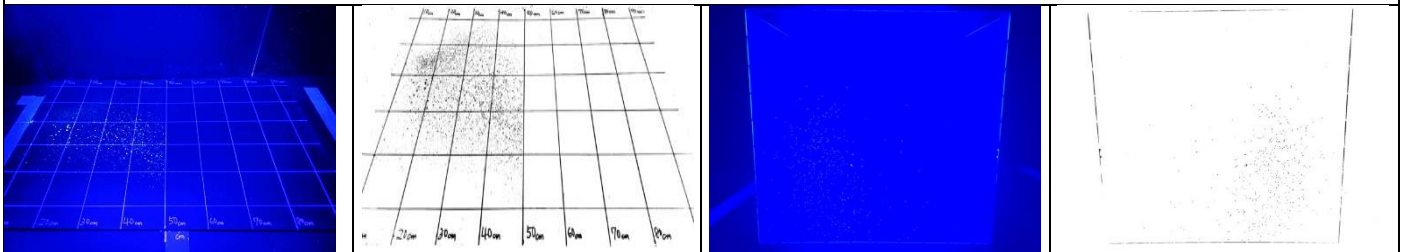
5. 高 40 公分角度 0 有隔板



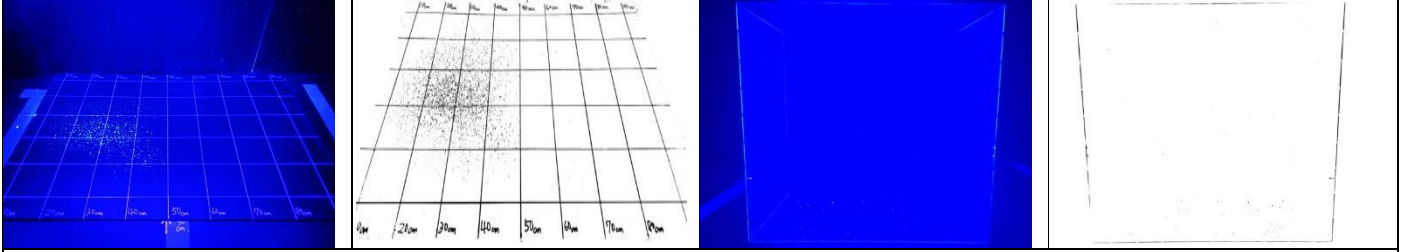
6. 高 40 公分角度+10 有隔板



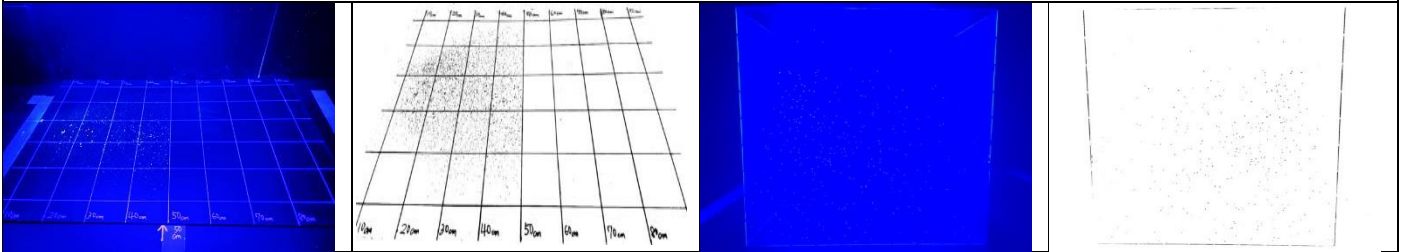
7. 高 40 公分角度-10 有隔板



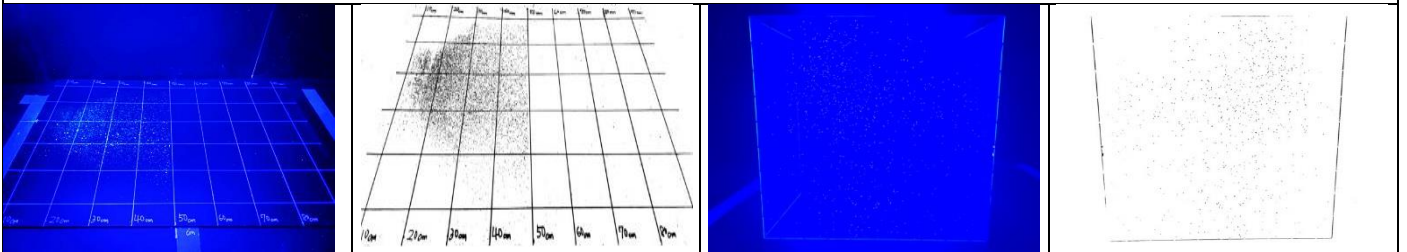
8. 高 40 公分角度-20 有隔板



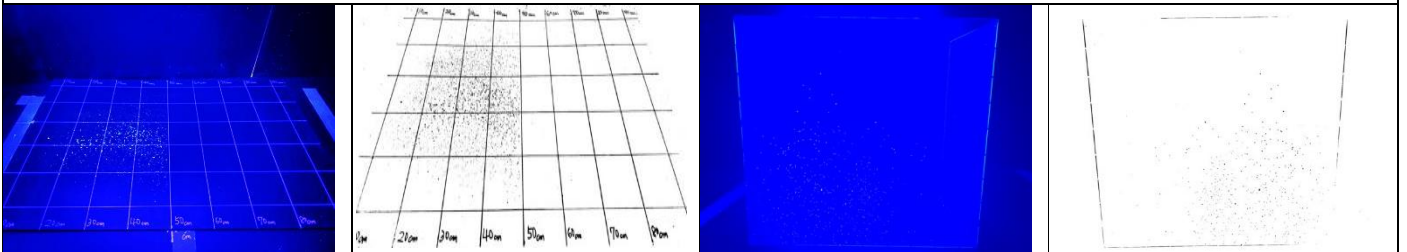
9. 高 45 公分角度 0 有隔板



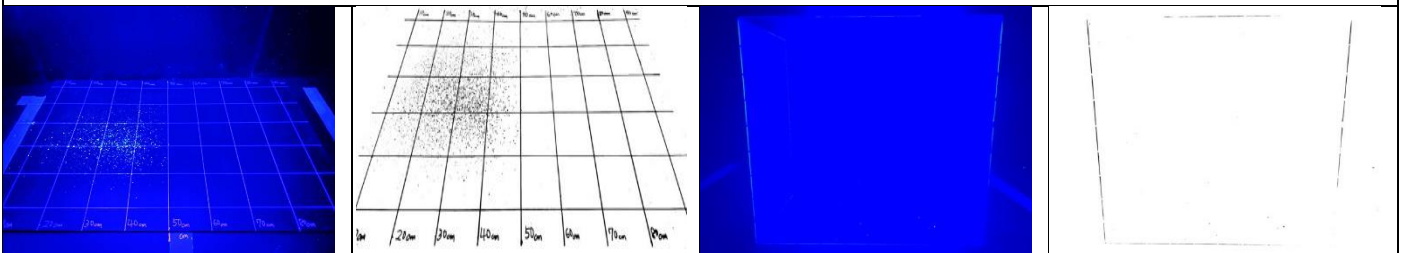
10. 高 45 公分角度+10 有隔板



11. 45 公分角度-10 有隔板



12. 高 45 公分角度-20 有隔板



(二)圖片經 Image J 軟體分析計算後，桌面底板及隔板每個區塊的噴沫殘留量
(以高 35 公分角度+0 無隔板為例，其餘見實驗日誌)

每 10cm 區塊飛沫殘留比例

| | 桌面 | | | | 隔板 | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm | 10cm | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm |
| 10cm | 0.0 | 3.9 | 13.1 | 9.1 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.6 | 0.1 |
| 20cm | 23.8 | 57.6 | 40.2 | 18.6 | 0.0 | 0.2 | 1.5 | 2.6 | 0.6 |
| 30cm | 40.0 | 62.8 | 43.3 | 19.0 | 0.2 | 1.2 | 1.5 | 4.1 | 1.4 |
| 40cm | 5.4 | 29.6 | 23.0 | 14.0 | 0.2 | 1.0 | 0.9 | 1.4 | 0.4 |

每 10cm 區塊飛沫總合比例

| | 桌面 | | | | 隔板 | | | | |
|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm | 10cm | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm |
| 10cm | 0.00 | 0.91 | 3.05 | 2.11 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.13 | 0.02 |
| 20cm | 5.53 | 13.40 | 9.35 | 4.33 | 0.00 | 0.05 | 0.35 | 0.60 | 0.15 |
| 30cm | 9.31 | 14.60 | 10.08 | 4.42 | 0.04 | 0.27 | 0.36 | 0.96 | 0.32 |
| 40cm | 1.26 | 6.87 | 5.34 | 3.25 | 0.04 | 0.23 | 0.21 | 0.32 | 0.09 |

二、實驗討論：

表一 各高度及角度下，於底板及隔板的飛沫含量(%)

| 噴口高度 角度 | 35cm | | 40cm | | 45cm | |
|------------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | 底板 | 隔板 | 底板 | 隔板 | 底板 | 隔板 |
| -20° | 97.91 | 0.33 | 97.58 | 4.26 | 98.41 | 0.06 |
| -10° | 88.52 | 6.57 | 94.05 | 4.13 | 90.26 | 6.25 |
| 0° | 93.81 | 4.26 | 92.27 | 6.25 | 93.86 | 3.38 |
| +10° | 95.75 | 3.57 | 95.88 | 2.75 | 94.69 | 3.83 |

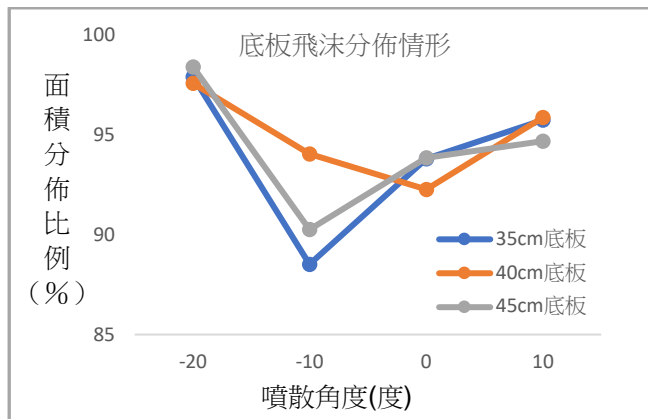


圖 32 放置隔板，不同高度與角度噴散，
底板飛沫分佈情形

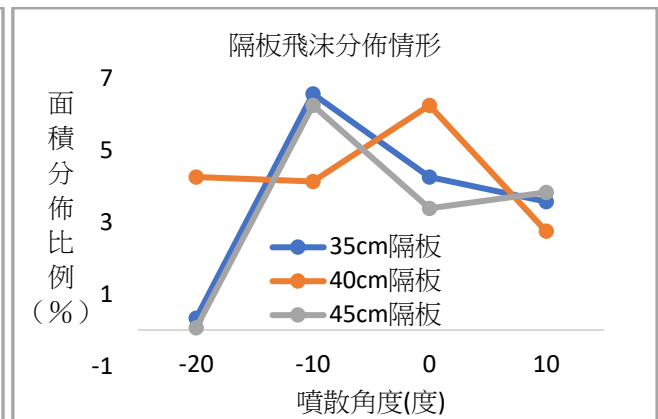


圖 33 放置隔板，不同高度與角度噴散，
隔板飛沫分佈情形

(一)在 50 公分處設置隔板，不論噴瓶以任何角度或高度噴發，接近 90%的飛沫均落在底板上
(圖 32)。

(二)噴瓶向下 10 度或水平 0 度噴發時，在隔板上有較多的飛沫附著量，最高約 6~7%(圖 33)。

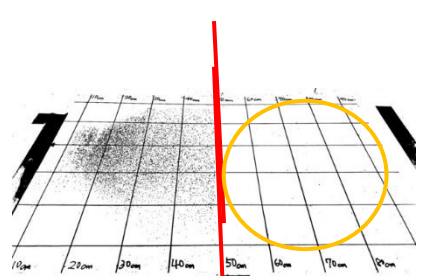
(三)不論噴瓶位於任何高度，實驗結果均以向下 10 度噴射飛沫時，在隔板有較高飛沫量。

(四)在 50 公分處的隔板雖有飛沫量，但其量均遠低於落在底板上。因此，建議使用隔板時，可再靠近使用者，可更有效附著飛沫。

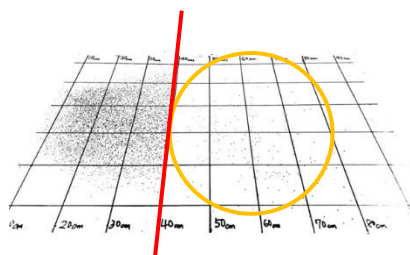
【實驗三】 探討隔板在不同位置的隔絕效果

一、實驗結果：

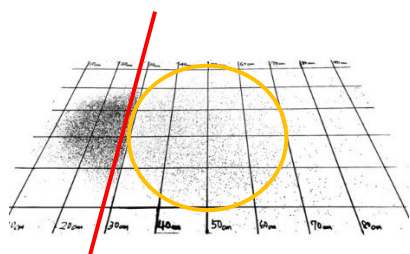
下表圖中，使用的隔板高度45公分，噴瓶噴口高度為45cm，角度+10°時，無論隔板位置在 30、40或50cm處，都有飛沫噴越到隔板後方(如下方表格有底色資料)，此條件之下阻隔效果有明顯的差異。



隔板距離 50cm



隔板距離 40cm



隔板距離 30cm

| 隔板距離 50cm | | | | | | | | |
|-----------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm | 60cm | 70cm | 80cm | 90cm |
| 10cm | 0.022 | 5.932 | 5.039 | 4.529 | 0.079 | 0.034 | 0.037 | 0 |
| 20cm | 19.202 | 33.228 | 16.777 | 7.873 | 0.034 | 0.082 | 0.043 | 0.007 |
| 30cm | 21.456 | 30.405 | 20.104 | 11.787 | 0 | 0.041 | 0.065 | 0.058 |
| 40cm | 2.279 | 12.796 | 9.651 | 8.064 | 0.022 | 0.033 | 0.05 | 0.085 |
| 50cm | 0.017 | 0.236 | 0.765 | 1.365 | 0.039 | 0.018 | 0.087 | 0.066 |
| 隔板距離 40cm | | | | | | | | |
| | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm | 60cm | 70cm | 80cm | 90cm |
| 10cm | 0.05 | 0.852 | 3.172 | 0.026 | 0.077 | 0.049 | 0 | 0.004 |
| 20cm | 14.986 | 16.016 | 10.594 | 0.046 | 0.124 | 0.184 | 0.137 | 0.072 |
| 30cm | 16.956 | 20.679 | 16.307 | 0.271 | 0.432 | 0.439 | 0.112 | 0.073 |
| 40cm | 8.856 | 14.699 | 12.643 | 0.21 | 0.851 | 0.553 | 0.421 | 0.056 |
| 50cm | 0.131 | 1.363 | 2.135 | 0.129 | 0.122 | 0.8 | 0.311 | 0.021 |
| 隔板距離 30cm | | | | | | | | |
| | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm | 60cm | 70cm | 80cm | 90cm |
| 10cm | 0.123 | 0.287 | 0.24 | 0.391 | 0.66 | 0.285 | 0.144 | 0.238 |
| 20cm | 9.466 | 30.109 | 3.138 | 2.704 | 1.558 | 1.011 | 0.337 | 0.36 |
| 30cm | 31.332 | 48.337 | 6.985 | 6.979 | 3.393 | 1.47 | 0.563 | 0.334 |
| 40cm | 13.333 | 37.087 | 6.195 | 6.644 | 4.908 | 1.916 | 0.384 | 0.23 |
| 50cm | 0.164 | 3.049 | 0.96 | 3.803 | 3.793 | 2.221 | 0.924 | 0.325 |

圖 34 噴口高度 45cm 角度+10 每 10cm 區塊飛沫比例在不同隔板距離下的分佈情形

二、實驗討論：

(一)不同噴口高度和不同隔板位置，以噴口角度+10°噴射飛沫，量測隔板後方飛沫顆粒數總量如下表：

| 噴口高度 隔板距離 | 35cm | 40cm | 45cm |
|--------------|------|------|------|
| 30cm | 0.3 | 1.2 | 63 |
| 40cm | 0.8 | 1.8 | 5.5 |
| 50cm | 0 | 1 | 1 |

(二)噴口在高 45cm，角度+10°時，出現較多噴越隔板的飛沫量，隔板位置距離 30cm 時，噴越數總量為 63；隔板距離 40cm 時，噴越數總量為 6；隔板距離 50cm 時，噴越數總量為 1。

(三)隔板位於 50 公分處時，不管在任何高度噴射，其噴越數量均為最少，顯示其隔絕效果最佳。

【實驗四】 探討隔板上不同位置設置抽氣裝置飛沫噴散情形

一、實驗結果：

(一)噴口高度為 40cm，角度 0°時，向 50cm 處隔板噴射飛沫，當隔板未設置抽氣口時，底板及隔板的飛沫顆粒總數為 393，在正中央設置抽氣口時，總顆粒數為 207，而在正下方設置抽氣口時，總顆粒數為下降至 175。

(二)下列三個表格為每一方塊的殘留的飛沫顆粒數量。

表二 高度 40cm、角度 0、隔板距離 50cm 無抽氣

| | 底板 | | | | 隔板 | | | | |
|------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm | 10cm | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm |
| 10cm | 0.909 | 9.678 | 7.473 | 2.4385 | 0.065 | 0.1755 | 0.7415 | 0.9055 | 0.2975 |
| 20cm | 52.8505 | 56.181 | 23.0095 | 8.6995 | 0.069 | 0.488 | 1.702 | 2.197 | 0.563 |
| 30cm | 35.5105 | 59.43 | 40.1355 | 19.152 | 0.2445 | 0.776 | 0.9685 | 1.4415 | 0.473 |
| 40cm | 7.336 | 20.849 | 20.499 | 15.092 | 0.1525 | 0.3925 | 0.6375 | 0.8255 | 0.314 |

表三 高度 40cm、角度 0、隔板距離 50cm 抽氣孔在下

| | 底板 | | | | 隔板 | | | | |
|------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm | 10cm | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm |
| 10cm | 0.0975 | 0.3155 | 1.243 | 0.7785 | 0.102 | 0.094 | 0.2185 | 0.3185 | 0.1605 |
| 20cm | 2.577 | 20.363 | 26.5155 | 8.6685 | 0.0885 | 0.1715 | 1.0295 | 1.4625 | 0.52 |
| 30cm | 3.513 | 21.4695 | 29.7735 | 28.673 | 0.097 | 0.583 | 1.6725 | 1.7225 | 0.6805 |
| 40cm | 1.5195 | 3.797 | 4.905 | 6.0025 | 0.239 | 0.6285 | 3.2525 | 1.822 | 0.3925 |

表四 高度 40cm、角度 0、隔板距離 50cm 抽氣孔在中

| | 底板 | | | | 隔板 | | | | |
|------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm | 10cm | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm |
| 10cm | 0.094 | 0.306 | 1.424 | 2.0135 | 0.101 | 0.143 | 0.4955 | 1.2695 | 0.507 |
| 20cm | 0.402 | 6.711 | 35.998 | 35.836 | 0.135 | 1.05 | 2.9295 | 3.883 | 2.3105 |
| 30cm | 1.274 | 10.418 | 20.7575 | 16.961 | 0.252 | 2.2435 | 16.6175 | 6.3545 | 2.3585 |
| 40cm | 0.9055 | 2.5995 | 2.085 | 3.141 | 0.3425 | 5.1705 | 14.4075 | 4.338 | 0.7205 |

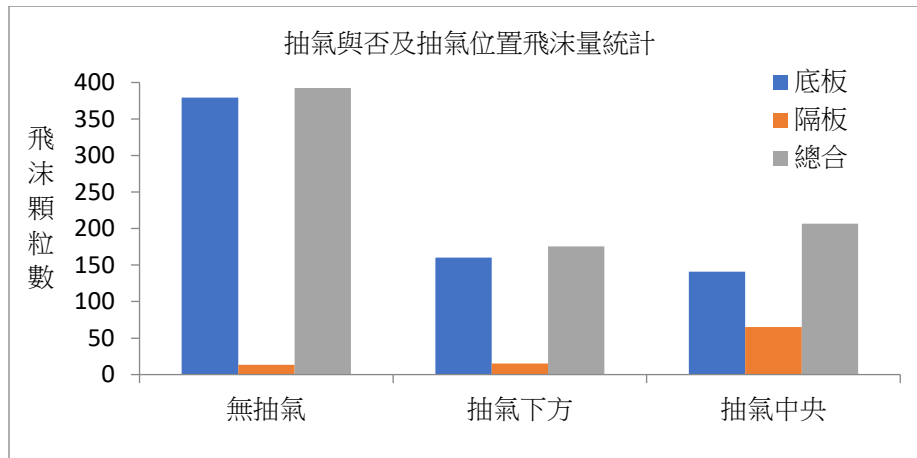


圖 35 不同抽氣位置，噴口高度 40cm，角度 0°時的飛沫噴散情形

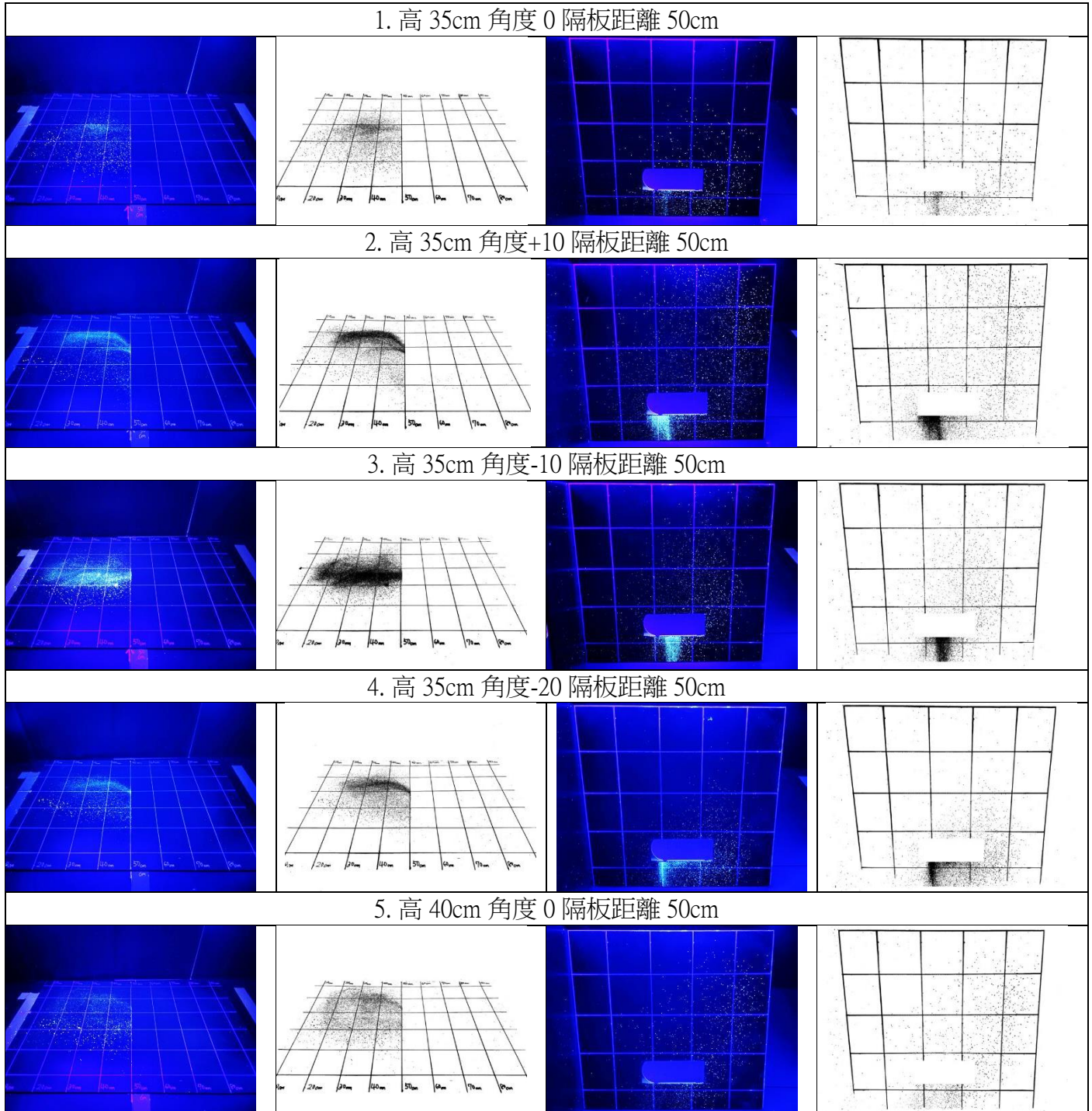
二、實驗討論：

- (一) 隔板沒有加裝抽氣裝置時，飛沫幾乎落在底板上，而隔板上只有非常少量的飛沫附著。
- (二) 加裝抽氣裝置後，殘留在底板的飛沫量減少超過 50%，而隔板的附著量也稍有增加。
- (三) 底板的飛沫附著量：下方抽氣 > 中央抽氣；隔板的飛沫附著量：下方抽氣 < 中央抽氣；但是總附著量則為：下方抽氣 < 中央抽氣。
- (四) 加裝抽氣裝置，可以使飛沫朝向隔板流動，且飛沫總殘留量幾乎是未裝抽氣裝置的一半尤其是下方抽氣效果更好。飛沫殘量越少，可大大的減少飛沫的感染，有助於防疫效果。

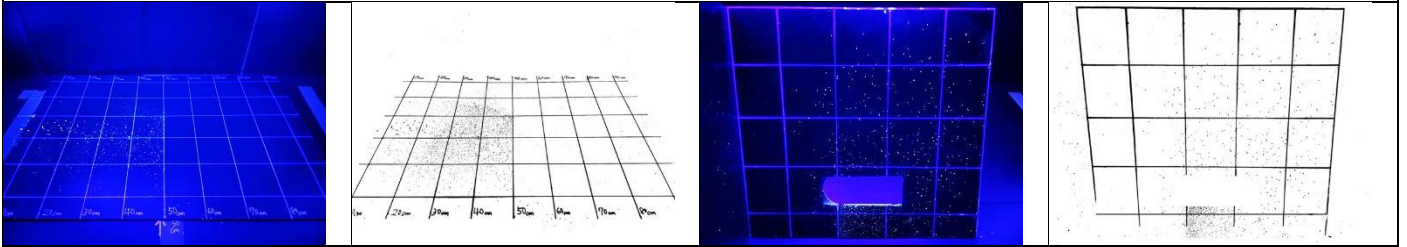
【實驗五】 探討模擬飛沫在有隔板及抽氣裝置時的噴散情形

一、實驗結果：

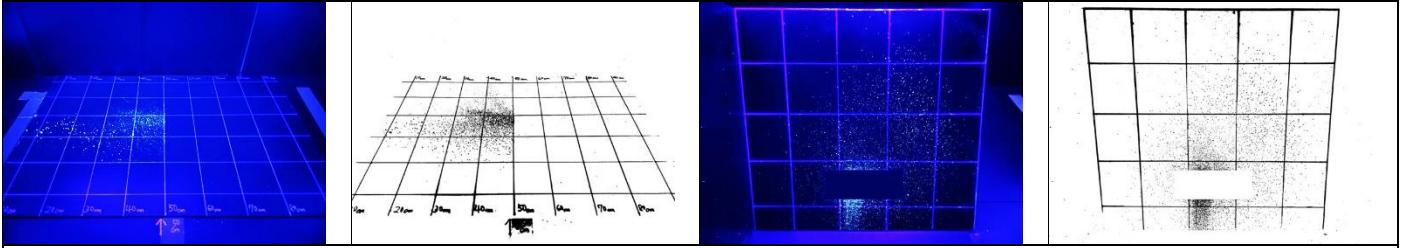
(一)利用儀器拍攝的照片經 Image J 軟體轉換後的圖片。



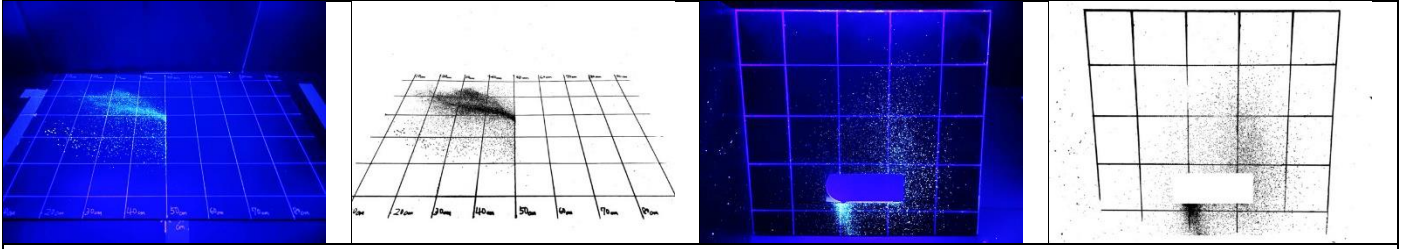
6. 高 40cm 角度+10 隔板距離 50cm



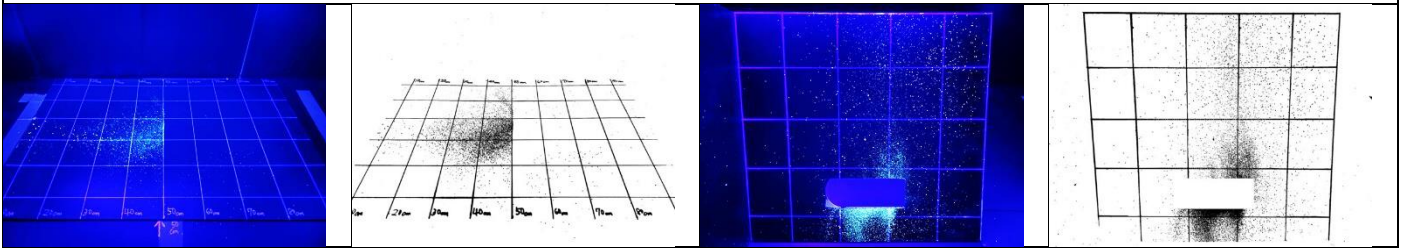
7. 高 40cm 角度-10 隔板距離 50cm



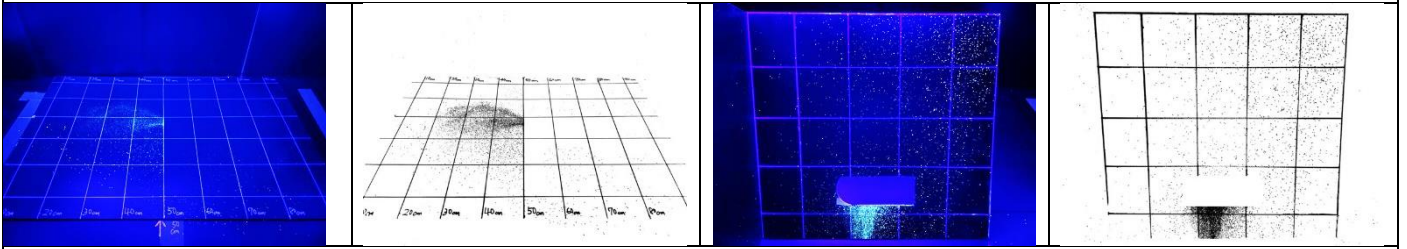
8. 高 40cm 角度-20 隔板距離 50cm



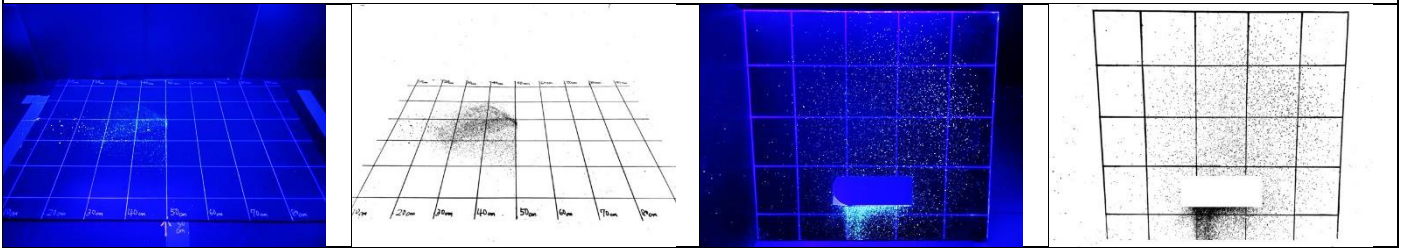
9. 高 45cm 角度 0 隔板距離 50cm



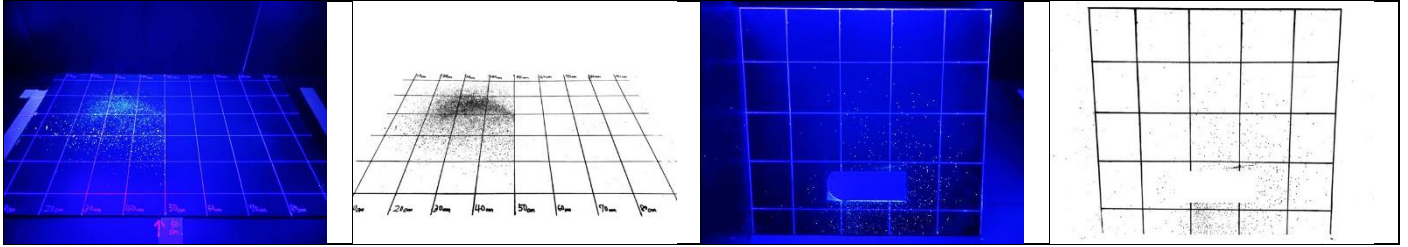
10. 高 45cm 角度+10 隔板距離 50cm



11. 高 45cm 角度-10 隔板距離 50cm



12. 高 45cm 角度-20 隔板距離 50cm



(二)圖片經 Image J 軟體分析計算後，每個區塊的噴沫殘留量

(以高 35cm、角度 0、隔板距離 50cm，有隔板為例，其餘見實驗日誌)

每 10cm 區塊飛沫殘留比例

| | 桌面 | | | | 隔板 | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm | 10cm | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm |
| 10cm | 0.1 | 0.2 | 0.7 | 0.9 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 |
| 20cm | 0.6 | 4.7 | 15.8 | 7.8 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.3 | 0.2 |
| 30cm | 4.3 | 21.3 | 39.4 | 21.5 | 0.0 | 0.3 | 0.8 | 1.1 | 1.1 |
| 40cm | 2.4 | 5.7 | 14.3 | 12.5 | 0.2 | 0.5 | 2.7 | 2.6 | 1.6 |

每 10cm 區塊飛沫總合比例

| | 桌面 | | | | 隔板 | | | | |
|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm | 10cm | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm |
| 10cm | 0.06 | 0.12 | 0.41 | 0.53 | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.10 | 0.18 |
| 20cm | 0.37 | 2.76 | 9.20 | 4.54 | 0.02 | 0.02 | 0.16 | 0.15 | 0.11 |
| 30cm | 2.53 | 12.41 | 23.03 | 12.58 | 0.01 | 0.15 | 0.48 | 0.65 | 0.64 |
| 40cm | 1.38 | 3.33 | 8.32 | 7.29 | 0.09 | 0.28 | 1.56 | 1.54 | 0.94 |

二、實驗討論：

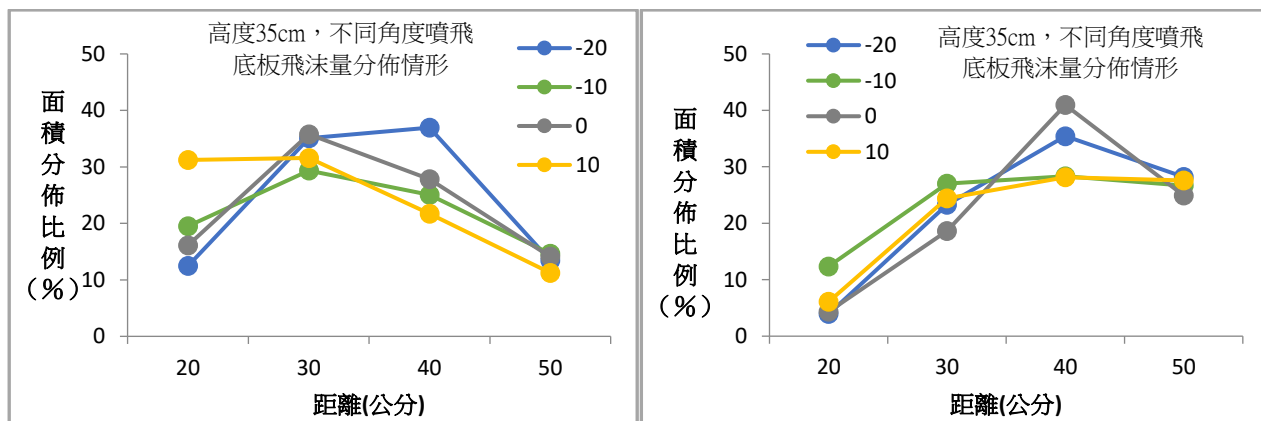


圖 36 隔板(左圖無，右圖有)加裝抽氣裝置，高度 35cm 以不同角度噴發，底板飛沫量分佈情形

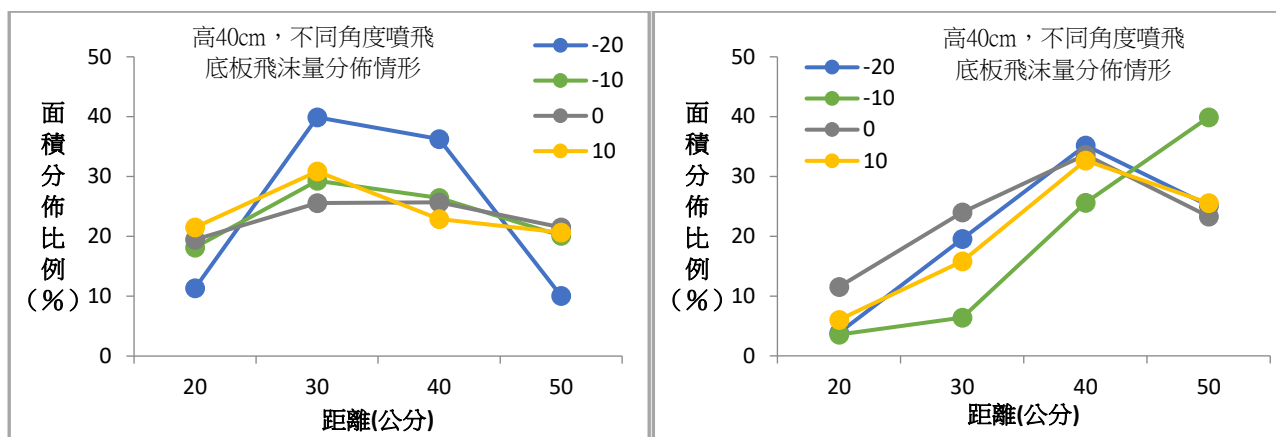


圖 37 隔板(左圖無，右圖有)加裝抽氣裝置，高度 40cm 以不同角度噴發，底板飛沫量分佈情形

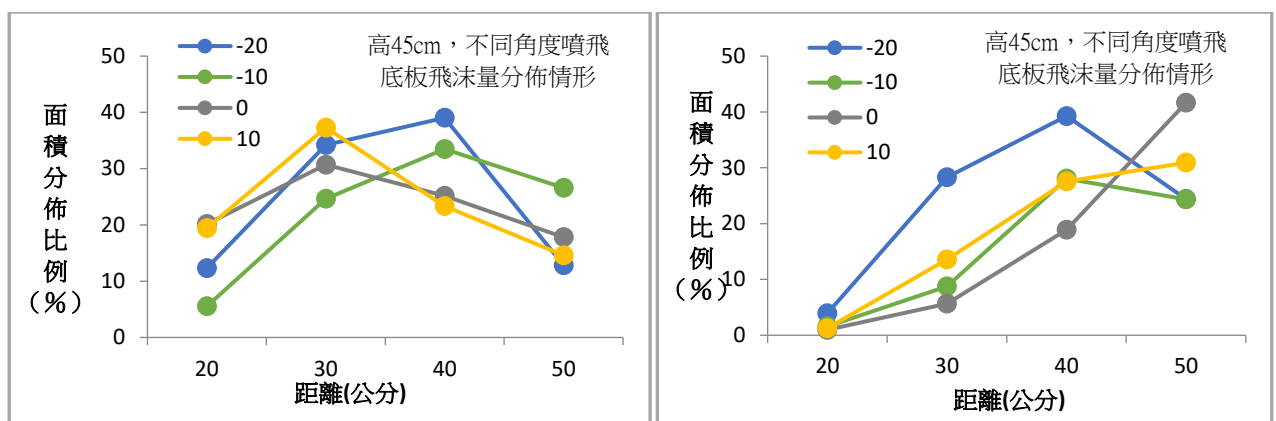


圖 38 隔板(左圖無，右圖有)加裝抽氣裝置，高度 45cm 以不同角度噴發，底板飛沫量分佈情形

表五 隔板下方加裝抽氣裝置，噴口以不同高度及角度噴射飛沫時，於底板及隔板所量測的飛沫殘留量

| 噴口高度 角度 | 35cm | | 40cm | | 45cm | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 底板 | 隔板 | 底板 | 隔板 | 底板 | 隔板 |
| -20° | 91.43 | 8.55 | 84.01 | 16 | 96.71 | 3.27 |
| -10° | 94.73 | 5.27 | 76.38 | 23.63 | 63.28 | 36.67 |
| 0° | 92.77 | 7.2 | 93.47 | 6.48 | 70.31 | 29.68 |
| +10° | 87.24 | 12.75 | 87.34 | 12.71 | 77 | 23.01 |

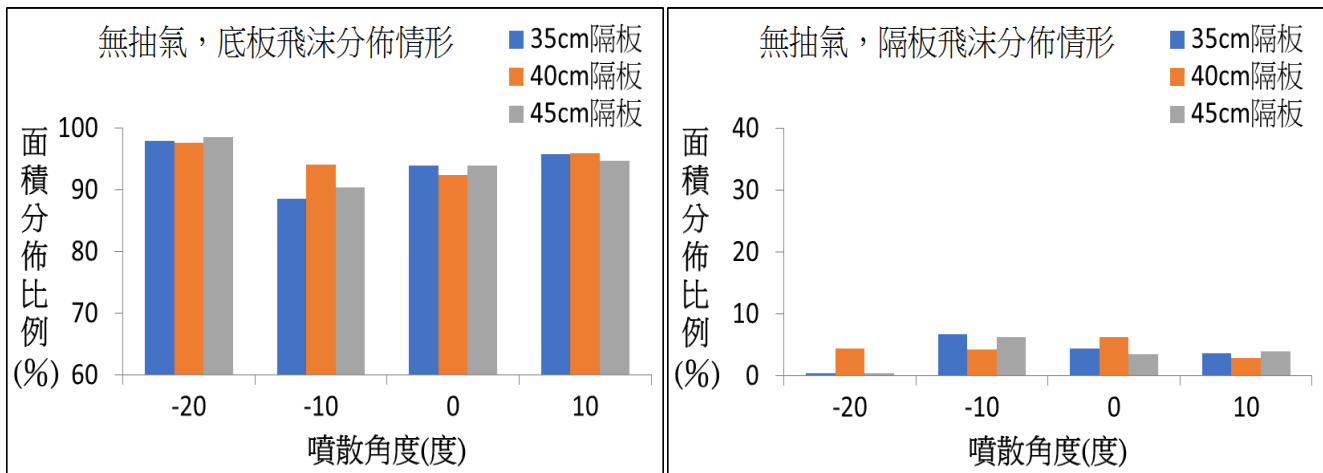


圖 39 無抽氣隔板，以不同高度與角度噴散，底板(左圖)、隔板(右圖)上飛沫分佈情形

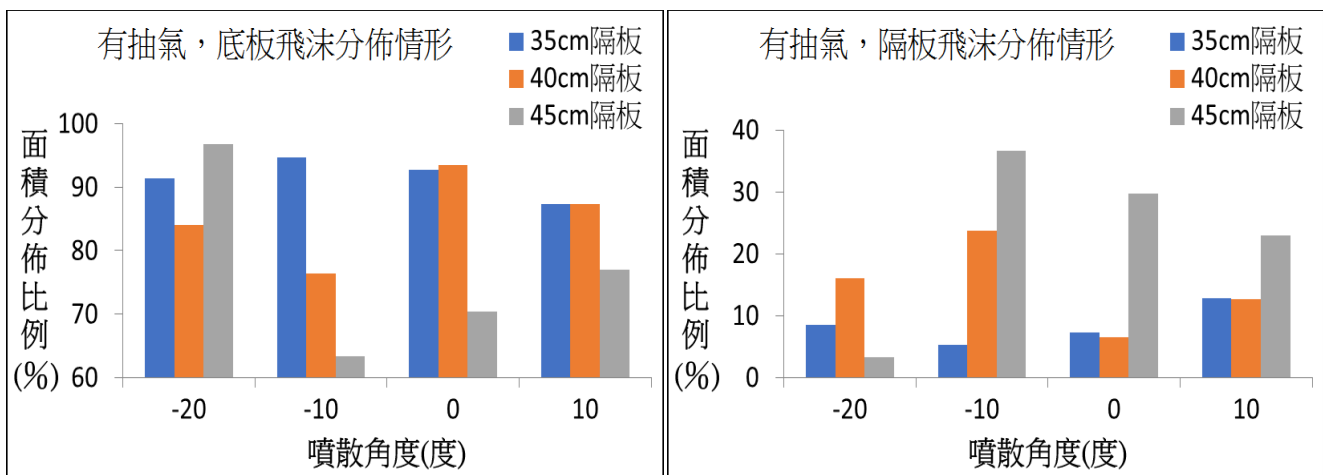


圖 40 有抽氣隔板，以不同高度與角度噴散，底板(左圖)、隔板(右圖)上飛沫分佈情形

- (一)隔板下方加裝抽氣裝置時，不論噴瓶位於任何高度或從任何角度噴射飛沫，飛沫會因抽風氣流的帶動下飛向隔板。尤其噴口高度在 40 及 45cm，角度為-10 度時，底板附著飛沫比例降低 20%以上。
- (二)有抽氣裝置的隔板附著飛沫比例明顯高於無抽氣裝置。
- (三)不論噴瓶位於任何高度，在角度+10°、0°、-10°時，以底板 20cm~30cm 距離的抽氣效果最為明顯，在無抽氣隔板狀況下，該距離的飛沫顆粒數總和為 733，使用抽氣裝置時飛沫顆粒數總和為 532，結果證明抽氣隔版能有效減少噴口正前方的飛沫量。
- (四)分析實驗結果數據(與無抽氣有隔板比較)顯示抽風裝置可有效的吸走飛沫。

【實驗六】探討自製微型抽濾裝置模擬飛沫噴散情形

一、實驗結果：圖片經 Image J 軟體分析計算後，每個區塊的噴沫殘留量

(以高 35cm、角度 10、隔板距離 50cm，其餘見實驗日誌)

(一)高35公分、角度10、隔板距離50公分、無抽氣

| 每 10cm 區塊飛沫殘留比例 | | | | | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|------|-------------------|------|------|------|------|------|
| 桌面底板 | | | | | 隔板 | | | | | |
| | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm | | 10cm | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm |
| 10cm | 0.0 | 0.9 | 1.6 | 1.3 | 10cm | 0.0 | 0.6 | 1.5 | 3.5 | 3.0 |
| 20cm | 4.6 | 14.7 | 9.3 | 4.1 | 20cm | 0.0 | 0.8 | 0.8 | 1.7 | 1.5 |
| 30cm | 21.2 | 31.8 | 17.0 | 7.9 | 30cm | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.9 | 0.7 |
| 40cm | 2.7 | 14.5 | 14.3 | 8.9 | 40cm | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.4 |
| 50cm | 0.1 | 0.6 | 3.0 | 3.7 | 底板+隔板殘留量比例總合: 179 | | | | | |

| 每 10cm 區塊飛沫隔板總合比例 | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 桌面底板 | | | | | 隔板 | | | | | |
| | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm | | 10cm | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm |
| 10cm | 0.02 | 0.50 | 0.87 | 0.74 | 10cm | 0.02 | 0.32 | 0.81 | 1.93 | 1.65 |
| 20cm | 2.56 | 8.21 | 5.23 | 2.29 | 20cm | 0.03 | 0.43 | 0.44 | 0.93 | 0.82 |
| 30cm | 11.85 | 17.79 | 9.50 | 4.39 | 30cm | 0.05 | 0.16 | 0.22 | 0.50 | 0.41 |
| 40cm | 1.53 | 8.13 | 8.00 | 4.96 | 40cm | 0.02 | 0.06 | 0.07 | 0.24 | 0.21 |
| 50cm | 0.03 | 0.31 | 1.67 | 2.10 | | | | | | |

(二)高35公分、角度10、隔板距離50公分、有抽氣

| 每 10cm 區塊飛沫殘留比例 | | | | | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|------|--------------------|------|------|------|------|------|
| 桌面底板 | | | | | 隔板 | | | | | |
| | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm | | 10cm | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm |
| 10cm | 0.1 | 0.2 | 0.9 | 0.7 | 10cm | 0.1 | 0.7 | 1.0 | 1.4 | 1.2 |
| 20cm | 1.1 | 7.1 | 6.2 | 3.2 | 20cm | 0.0 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 0.6 |
| 30cm | 0.8 | 5.8 | 12.9 | 11.3 | 30cm | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.7 | 0.4 |
| 40cm | 0.2 | 1.3 | 2.9 | 6.4 | 40cm | 0.0 | 0.2 | 2.0 | 0.4 | 0.3 |
| 50cm | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 1.4 | 底板+隔板殘留量比例總合: 74.7 | | | | | |

| 每 10cm 區塊飛沫隔板總合比例 | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 桌面底板 | | | | | 隔板 | | | | | |
| | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm | | 10cm | 20cm | 30cm | 40cm | 50cm |
| 10cm | 0.08 | 0.24 | 1.24 | 0.91 | 10cm | 0.09 | 0.88 | 1.38 | 1.88 | 1.63 |
| 20cm | 1.49 | 9.48 | 8.24 | 4.26 | 20cm | 0.06 | 0.66 | 1.13 | 1.05 | 0.75 |
| 30cm | 1.01 | 7.73 | 17.22 | 15.15 | 30cm | 0.15 | 0.44 | 0.20 | 0.99 | 0.52 |
| 40cm | 0.27 | 1.70 | 3.92 | 8.55 | 40cm | 0.04 | 0.28 | 2.68 | 0.60 | 0.40 |
| 50cm | 0.17 | 0.25 | 0.44 | 1.86 | | | | | | |

二、實驗討論：

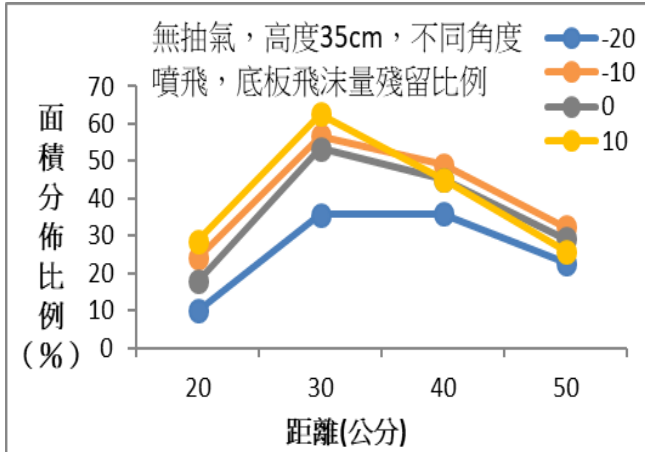


圖41 無抽氣，高度35cm以不同角度噴發，底板飛沫殘留比例

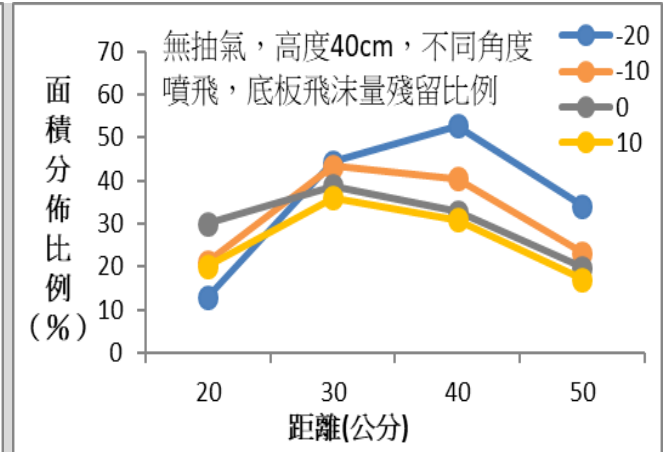


圖42 無抽氣，高度40cm以不同角度噴發，底板飛沫殘留比例

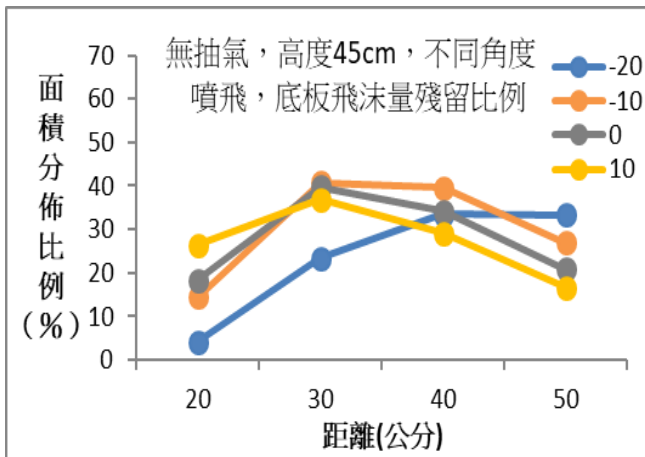


圖43 無抽氣實驗，高度45cm以不同角度噴發，底板飛沫殘留比例

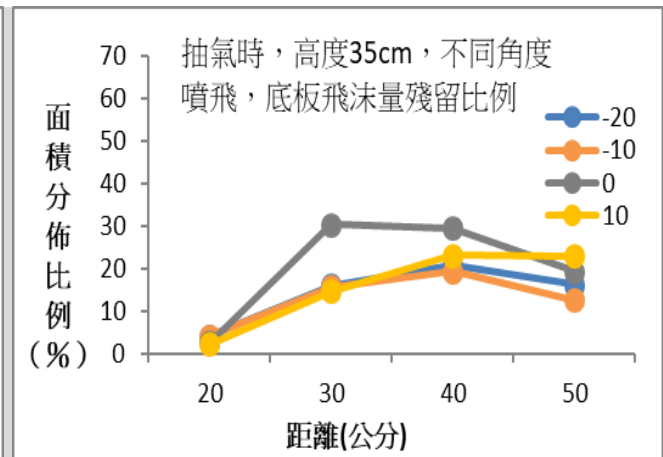


圖44 有抽氣，高度35cm以不同角度噴發，底板飛沫殘留比例

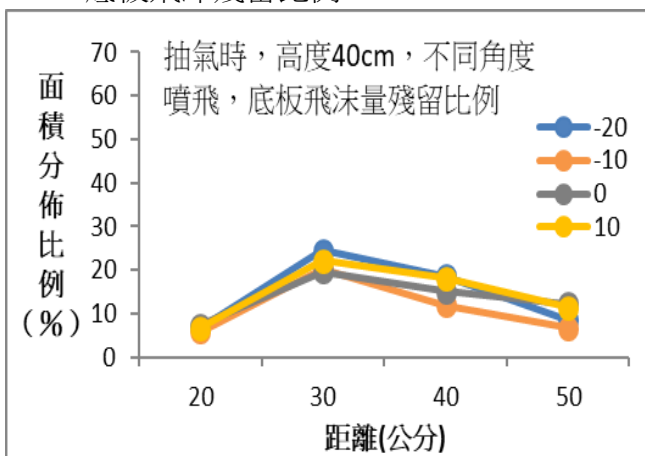


圖45 有抽氣，高度40cm以不同角度噴發，底板飛沫殘留比例

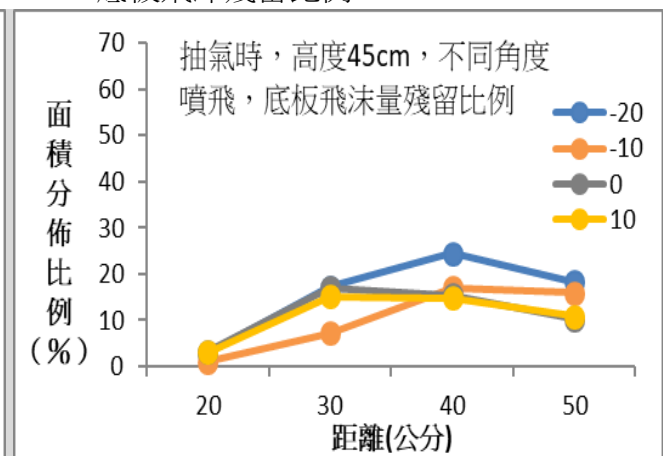


圖46 有抽氣，高度45cm以不同角度噴發，底板飛沫殘留比例

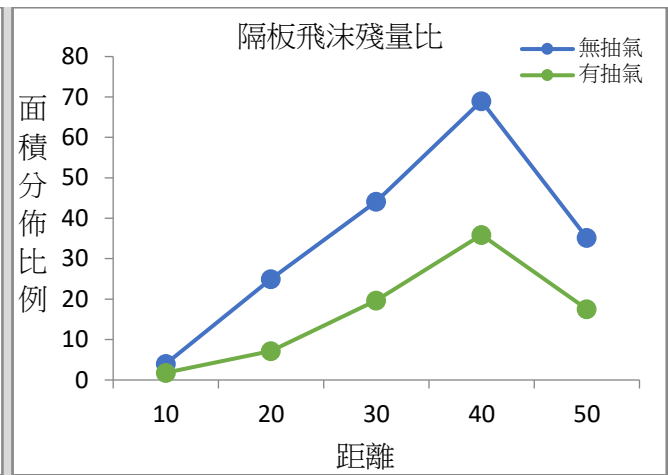
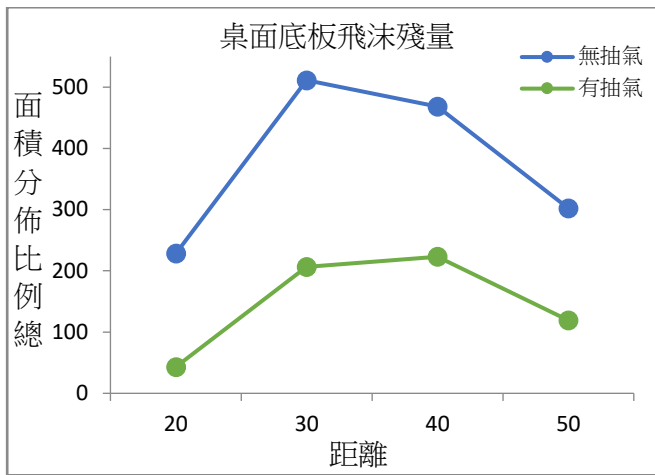


圖47 所有高度和角度噴發，底板飛沫殘量比例總合

圖48 隔板的所有高度和所有角度飛沫殘量比例總合

(一)當啟動抽氣時(圖 44-46)，底板在 30-40 公分處，有較大量的飛沫，但均小於 30%；而未啟動抽氣時(圖 41-43)，底板在 30-40 公分處，有較大量的飛沫，且量均大於 30%，甚至高達 60%以上。顯示有抽氣明顯可降低底板的飛沫量。

(二)進一步將將所有高度及角度噴發在底板及隔板各位置之飛沫殘留量分別加總後(圖 47-48)，發現有抽氣時，不管是底板或者是隔板，在任何位置，其總量均明顯低於無抽氣總量，可見抽氣裝置發揮減少飛沫量效果。

(三)本研究中使用的**第一代微型抽濾裝置**，以保麗龍組合抽氣馬達，透明保特瓶做為紫外燈殺菌及過濾飛沫，容易造成馬達過熱燒融保麗龍及紫外線外洩傷人，因此，設計**第二代微型抽濾裝置**，如(圖 49-51)。採抽氣隔板與過濾盒組裝方式，隨時可連接使用。

(四)本研究中針對個人使用設計，若要推廣至多人或商業使用，只要改良紫外燈殺菌及過濾裝置，組裝成多人共用過濾系統，即可連接多組抽氣隔板，如(圖 52)下方示意圖，節省空間並具商業價值。

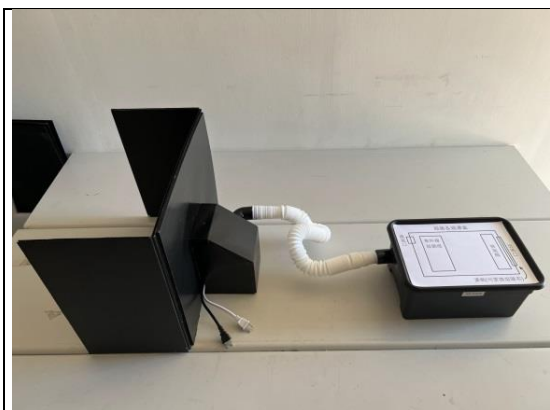


圖49 第二代微型抽濾裝置外觀圖



圖50 紫外燈殺菌及過濾網內裝盒

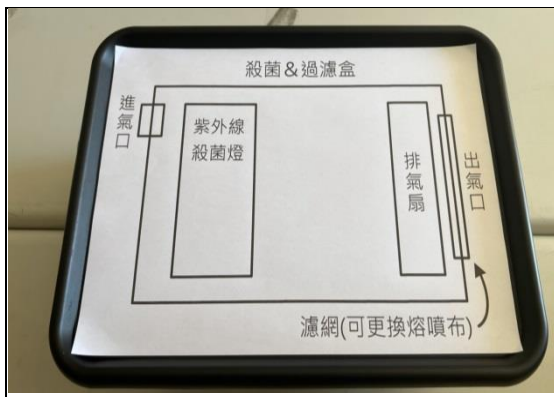


圖51 紫外燈殺菌及過濾網示意圖

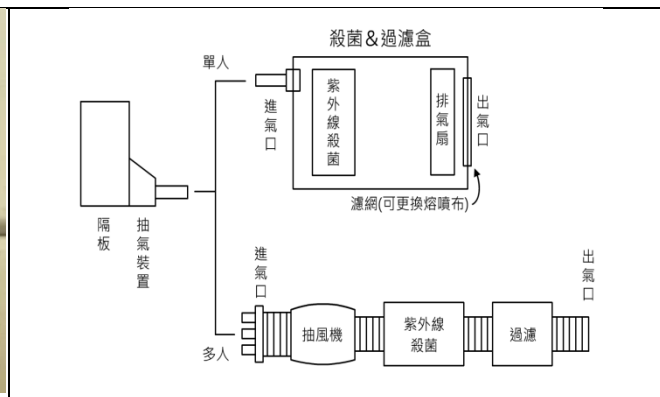


圖52 第二代抽濾裝置個別及多人使用示意圖

伍、結論

- 一、我們以螢光劑水溶液，在自製暗箱中，模擬飛沫的噴散，透過紫外燈照射，可清楚觀察及拍攝其噴散情形。並進一步以 Image J 軟體來分析照片，可量化飛沫分佈情形及其在各位置的殘留量。
- 二、在未設置隔板狀況下，當飛沫以不同角度噴射時，飛沫量會隨著距離遞減，最大量落在 20~30 公分處，直至 60 公分後降至最低。當飛沫以不同高度(模擬坐姿時人的臀部高度)噴射時，其最大量約在 30cm 處，角度向下時飛沫可飄至更遠處。以上兩種實驗結果，均呈現飛沫量隨著距離而減少，但是當噴射角度向下 10 度且高度在 40 及 45 公分時，至 60 公分處仍有 10% 以上的飛沫量。
- 三、距離使用者 50 公分處設置隔板時，噴瓶以向下 10 度或水平 0 度噴發時，在隔板上較多的飛沫附著量，最高約 6~7%，尤其是向下 10 度時更明顯。
- 四、距離使用者不同位置設置隔板，當噴口在 45cm 且向上 10° 噴發時，30cm 處隔板後方明顯有大量的飛沫殘量，而在 50 公分處隔板後方的飛越量最少，最適合設置隔板位置。或者將隔板高度提高亦可減少飛沫噴越。
- 五、在隔板加裝抽氣裝置，可使飛沫朝隔板流動，且飛沫的總殘留量約減少一半，尤其是裝在隔板下方，其效果更佳。
- 六、全程在隔板下方進行抽氣時，隔板附著飛沫比例會大量提升，而當噴口高於 40cm 及角度向下 10 度時，底板飛沫比例降低 20-50% 以上。

- 七、自製第一代微型抽濾裝置，亦能使桌面底板及隔板的飛沫殘量明顯降低至 30%以下。且飛沫被吸入過濾瓶中，經紫外燈殺菌及熔噴布(或 hepa 濾網，均為可抽換式)過濾後排放，可有效的減少病毒散播，達到防疫效果。
- 八、改進第一代微型抽濾裝置過熱易融化保麗龍及紫外線外洩傷人的缺失，設計第二代微型抽濾裝置，採抽氣隔板與過濾盒組裝方式，可連接個人過濾盒或多人共用過濾系統，供多人或商業使用，節省空間並具商業價值。

陸、參考資料

- 一、【口罩防疫措施】日本節目模擬病毒家庭人傳人 一家 7 口嫲嫲 1 個原因無中病毒成功防疫 · 香港經濟日報(2020) · 取自：<https://topick.hket.com/article/2556912?r=cpsdlc>
- 二、楊鎮宇(2012) · 不可思議水魔術：吸管噴霧器 · 取自：
<https://www.parenting.com.tw/article/5047751>
- 三、帝一化工-隱形顏料(水性) · 取自：
https://shop.dechemical.com.tw/product.php?pid_for_show=6200&category_sn=530。
- 四、特力屋-燈具照明-紫外線燈 · 取自：
https://www.trplus.com.tw/p/016340257?utm_source=feebee&utm_medium=cpc&utm_campaign=exposition_0327。
- 五、葉綠舒(2014) · 我們咳嗽、噴嚏的飛沫可以飛多遠？ · 取自：
<https://pansci.asia/archives/62530>。
- 六、萬國華(2022) · 從 COVID-19 談「飛沫」對人體的健康威脅與預防 · 取自：
https://www.cgmh.org.tw/cgmn/category.asp?id_seq=2002002#.YqQw56FBzIX
- 七、口罩分類教學！醫療用口罩差別是什麼？口罩種類/等級/效果怎麼分？蝦品輯(2020) · 取自：
<https://shopee.tw/blog/face-mask-types-classifications/>。
- 八、防疫大作戰背後的熔噴不織布 · 全球紡織資訊網(2020) · 取自：
<http://www.tnet.org.tw/Article/Detail/26550>。
- 九、日本飛沫傳染實驗 · 基性電視台(2020) · 取自：
<https://www.youtube.com/watch?v=ttdSra0QqJ0>。

【評語】 032909

1. 建議加入黏滯係數的概念，以了解螢光水液做為飛沫模擬物質的可行性。
2. 可多加確認以噴霧瓶作為噴灑飛沫來源是否適合用以模擬人體飛沫的傳播。
3. 建議可探討人體打噴嚏時，噴射壓力是否能套用在此研究上。

作品簡報

病毒病毒
遠離我



032909-國中組
生活與應用科學科(二)

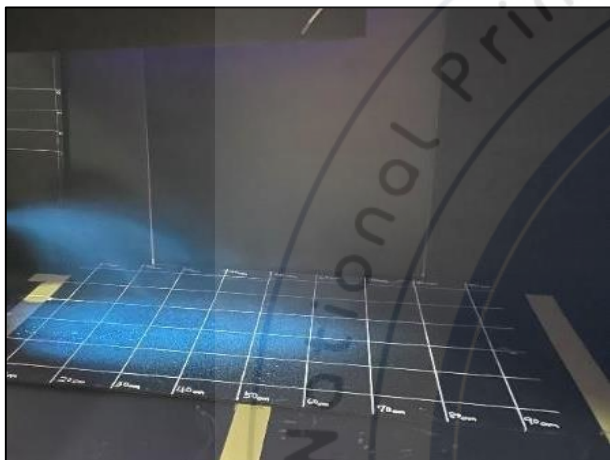
壹、研究動機

1. 疫情期間，建議使用防疫隔板，但其防疫效果卻一無所知。
2. 飛沫乃病毒的傳染途徑，而其噴飛路徑及殘留量，難以用肉眼觀察。
3. 為了探討防疫隔板設置位置及加裝抽氣殺菌過濾裝置對於隔離飛沫的效果。
4. 我們以螢光水溶液模擬飛沫噴飛情形，透過紫外燈照射，觀察及拍攝噴沫飛散情形，並以軟體分析及計算飛沫分佈情形及殘留量。

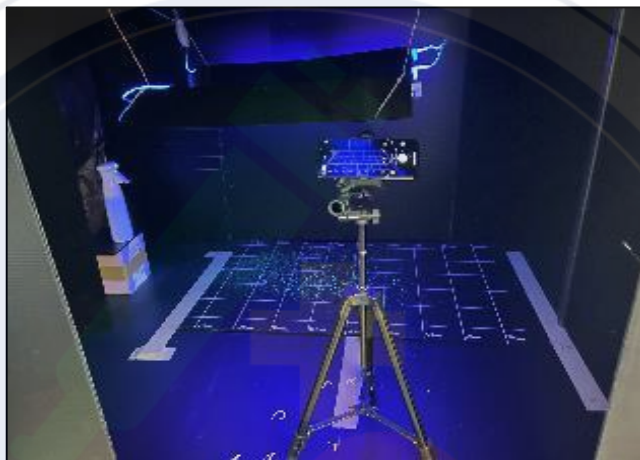
貳、研究目的

1. 探討模擬飛沫在沒有隔板時的噴散情形。
2. 探討模擬飛沫在有隔板時的噴散情形。
3. 探討隔板在不同位置時隔絕飛沫效果。
4. 探討隔板上不同位置設置抽氣裝置飛沫噴散情形。
5. 探討隔板下方設置抽氣裝置飛沫噴散情形。
6. 探討自製微型抽濾裝置模擬飛沫噴散情形。

參、研究設備及器材



飛沫模擬裝置



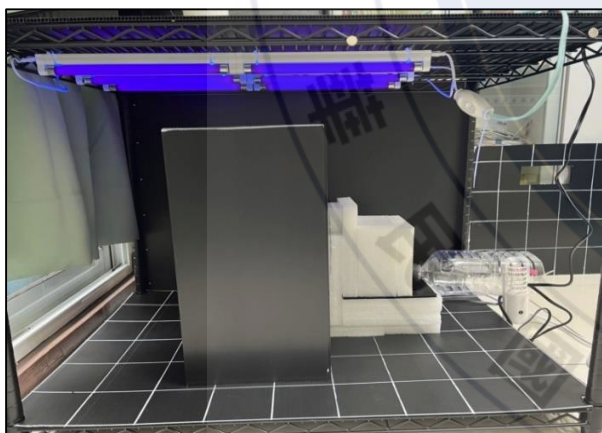
拍攝裝置



仰角10度裝置



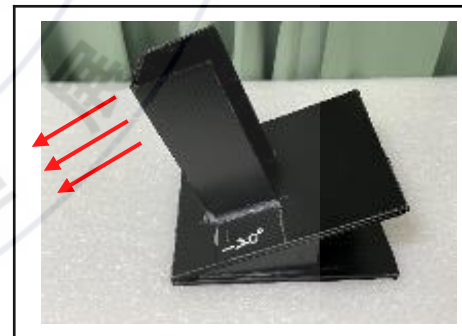
俯角10度裝置



第一代微型抽濾裝置圖



紫外燈殺菌及熔噴布過濾裝置



俯角20度裝置

肆、實驗結果與討論

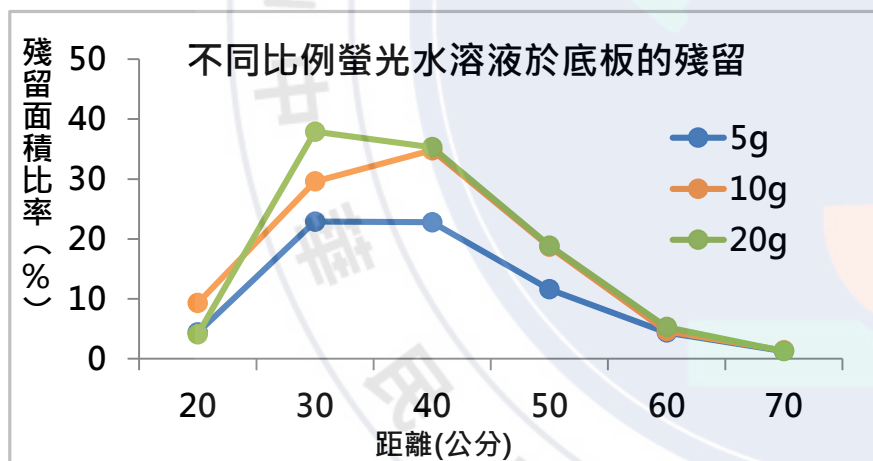
前導實驗1-螢光溶液調配



按壓式噴瓶噴
飛的效果

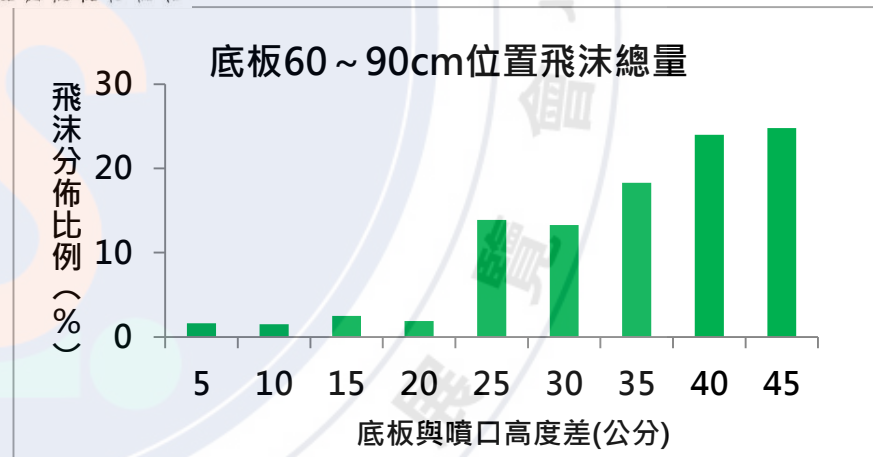
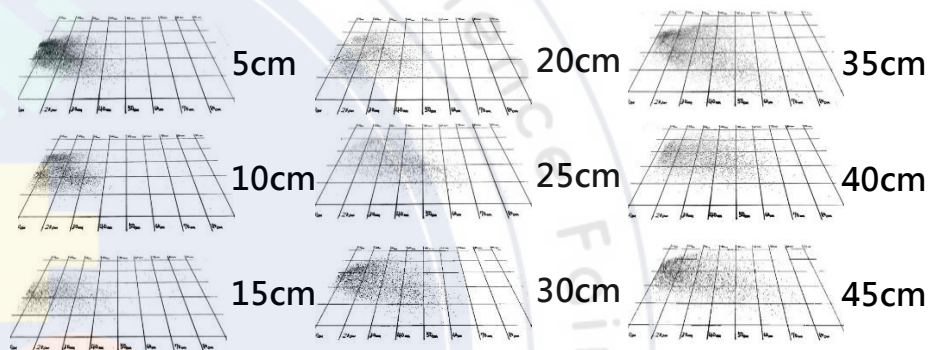
自動噴霧瓶噴
飛的效果

300g水+10g螢
光劑顯色效果



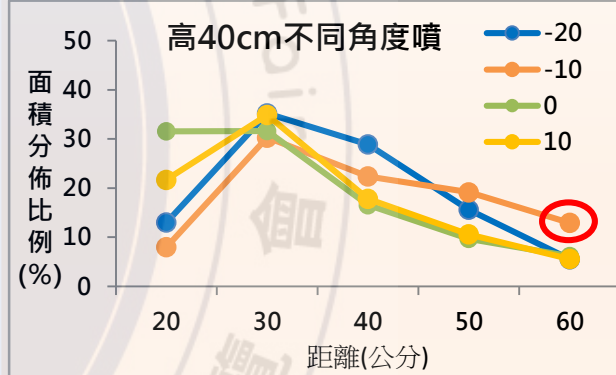
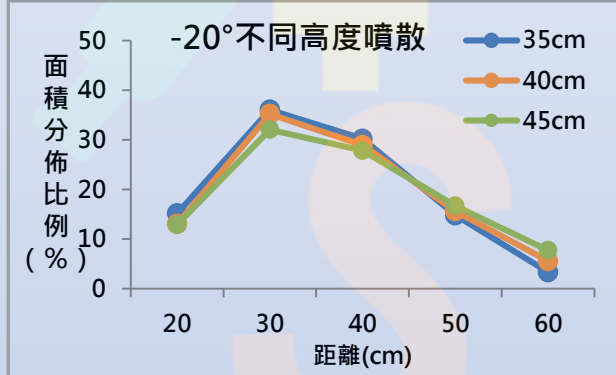
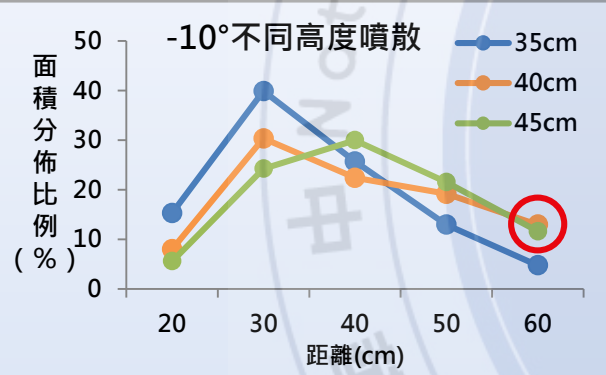
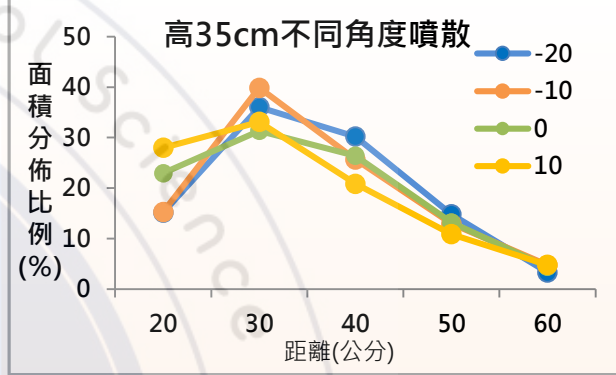
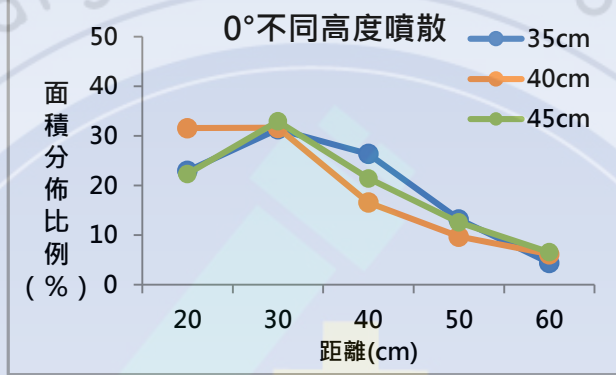
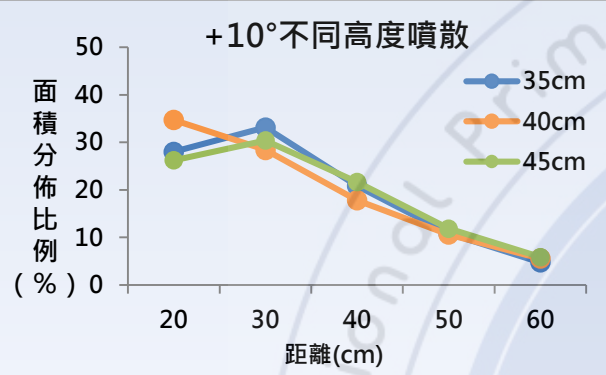
300:5的殘留量最不明顯，而300:10及300:20兩組殘留量幾乎相同，後續實驗以300g蒸餾水+10g螢光劑作為觀測實驗標準

前導實驗2-噴口高度模擬

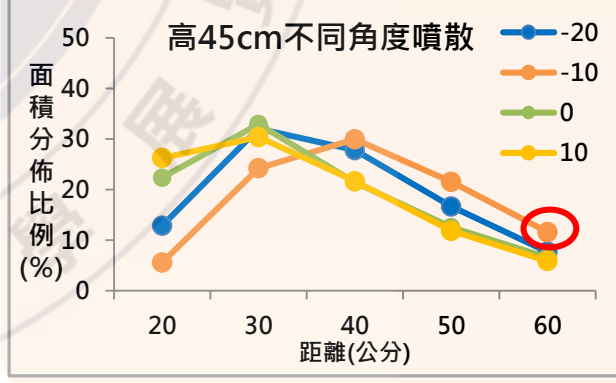


底板與噴口高度差為35、40、45公分時，底板位於60~90cm處有較高的飛沫分布總量，而此三種高度正好可代表不同身高坐姿時嘴巴高度。

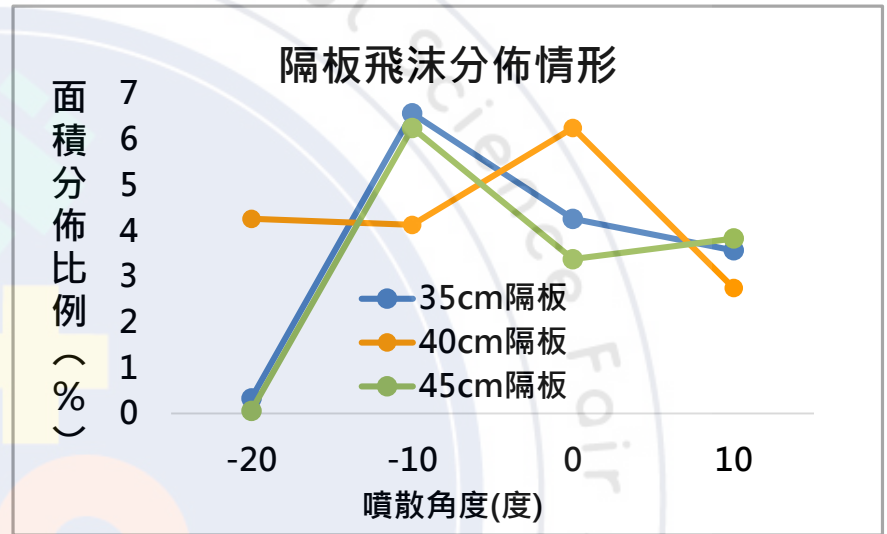
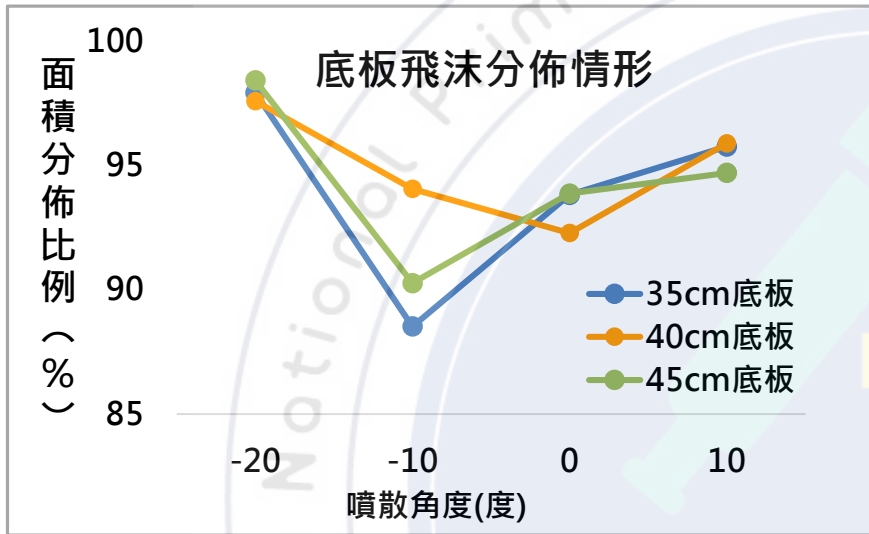
【實驗一】 探討模擬飛沫在沒有隔板時的噴散情形



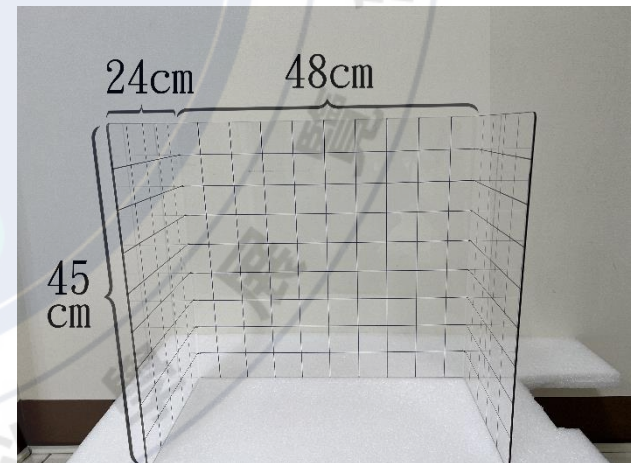
- 1.以不同角度噴射飛沫，向上10度及水平0度時，約在20~30公分處飛沫量最大；向下10度及20度時，在30~40公分處含量均相對較高。且飛沫量均會隨著距離遞減，直至60cm後降至最低。
- 2.以不同高度噴射飛沫，其最大量約在30cm處，角度向下時飛沫可飄至更遠處。但當噴射角度向下10度且高度在40及45公分時，遠至60公分處仍有10%以上的飛沫量，因此實驗二的隔板設置於50公分處。



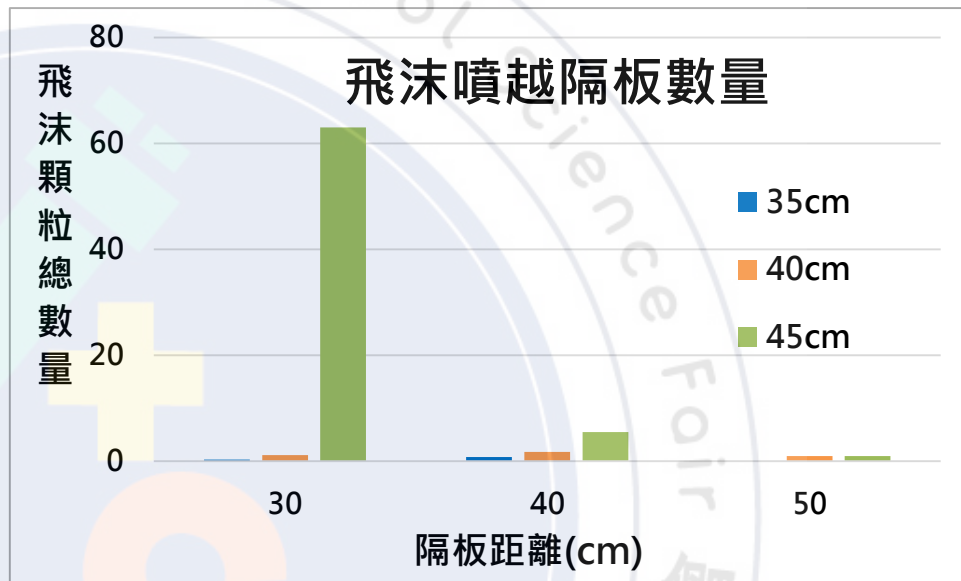
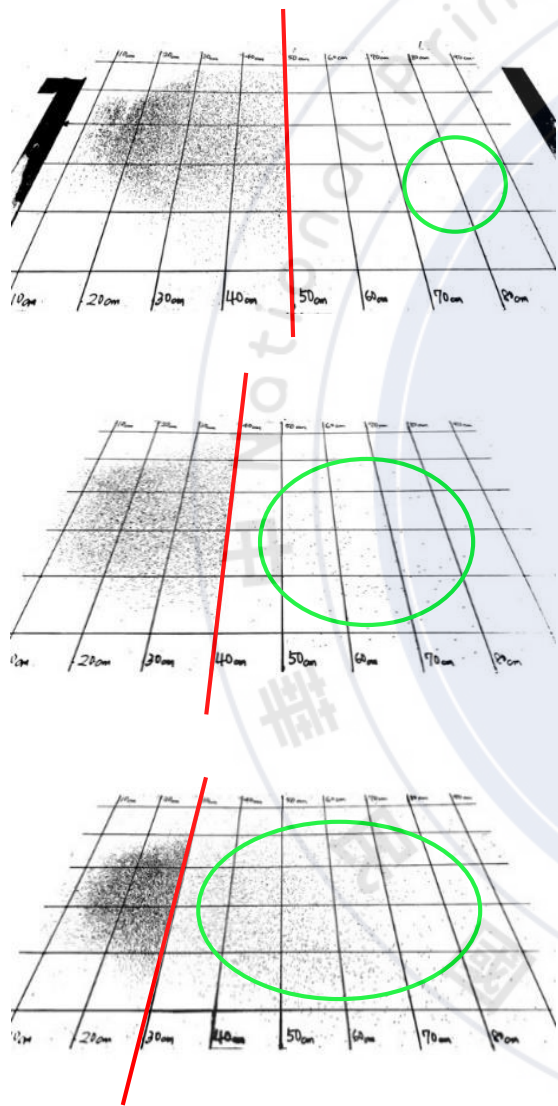
【實驗二】 探討模擬飛沫在有隔板時的噴散情形



- 1.在50公分處設置隔板，不論以任何角度或高度噴發，**高達約90%的飛沫均落在底板上。**
- 2.位於任何高度噴發，向下10度或水平0度噴發時，在隔板上有較多的飛沫附著量，約6~7% (上右圖)，尤其是以向下10度之附著量最多。
- 3.在50公分處的隔板雖有飛沫量，但其量均遠低於落在底板上。**因此，建議使用隔板時，可再靠近使用者，但需考量使用者的身高。**



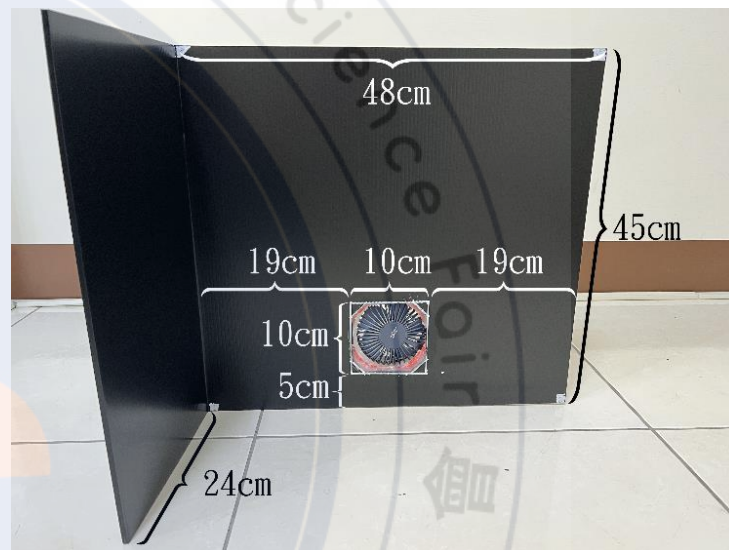
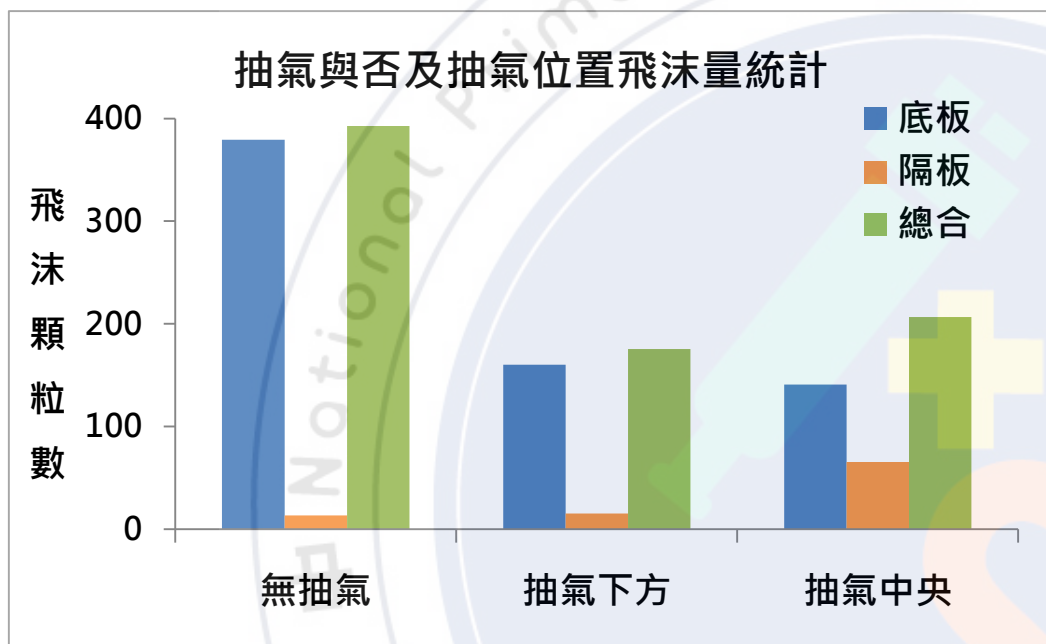
【實驗三】 探討隔板在不同位置的隔絕效果



噴發角度+10°，不同噴發高度及隔板位置，飛沫噴越隔板顆粒數量

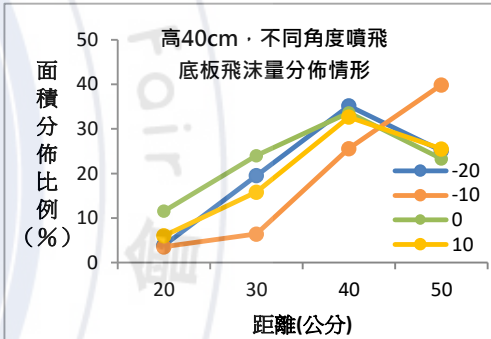
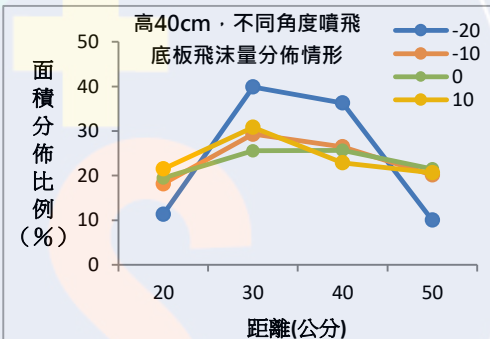
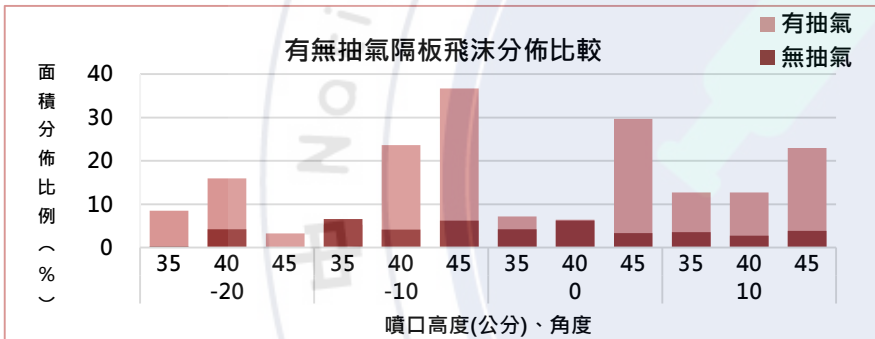
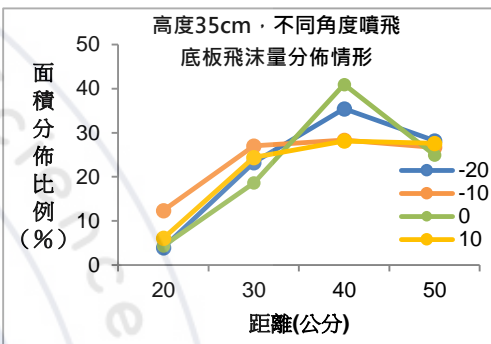
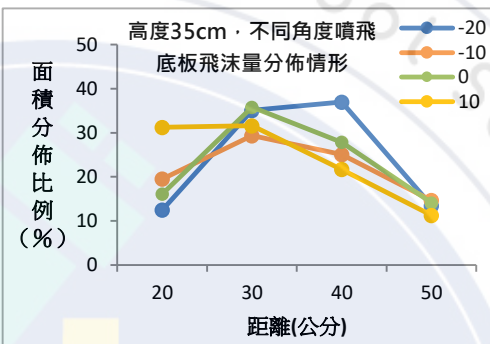
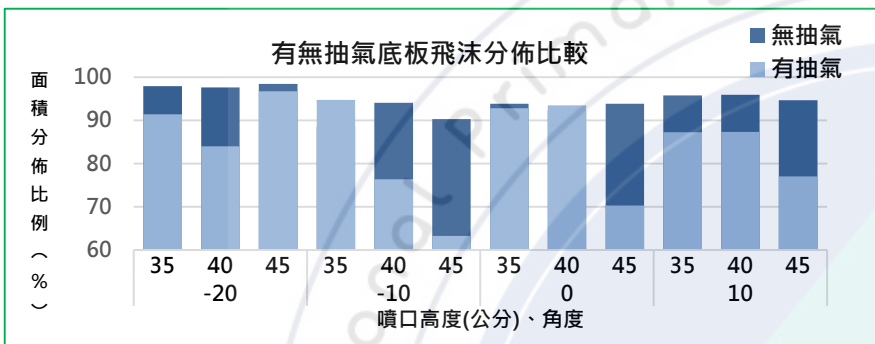
1. 噴口高度在45cm，角度+10°時，出現較多噴越隔板的飛沫量。隔板位置距離噴口30cm時，噴越數總量為63為最高；距離40cm時，總量為6；距離50cm時，總量為1，為最少。
2. 隔板位於50公分處時，不管在任何高度噴射，其噴越數量均為最少，顯示其隔絕效果最佳。

【實驗四】探討隔板上不同位置設置抽氣裝置飛沫噴散情形



1. 隔板沒有加裝抽氣裝置時，飛沫幾乎落在底板上，而隔板上只有非常少量的飛沫附著。加裝抽氣裝置後，殘留在底板的飛沫量以及總殘留量均減少超過50%。
2. 底板的飛沫附著量，下方抽氣 > 中央抽氣；而隔板的附著量及總殘留量則與底板相反。
3. 加裝抽氣裝置，可以使飛沫朝向隔板流動，且飛沫總殘留量幾乎是未裝抽氣裝置的一半，尤其是在下方抽氣效果更好。飛沫殘留量越少，可大大的減少飛沫的感染，有助於防疫效果。

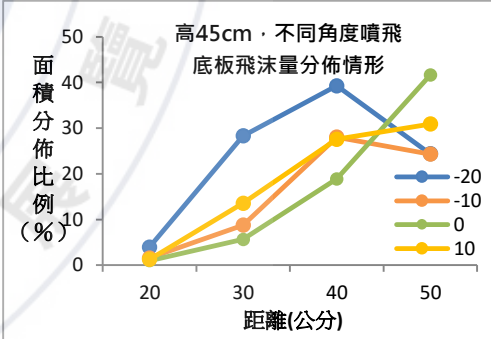
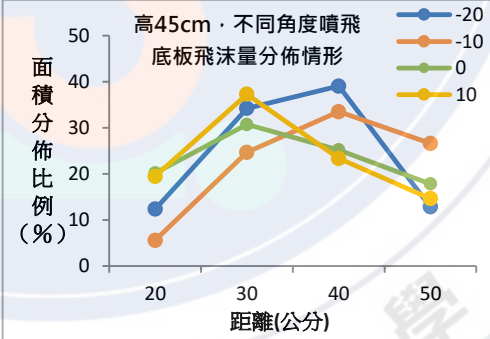
【實驗五】探討模擬飛沫在有隔板及抽氣裝置時的噴散情形



1. 隔板下方加裝抽氣裝置時，不論噴瓶位於任何高度或從任何角度噴射飛沫，飛沫會因抽風氣流的帶動下飛向隔板，底板附著飛沫比例降低20%以上。

2. 有抽氣裝置的隔板附著飛沫比例明顯高於無抽氣裝置。

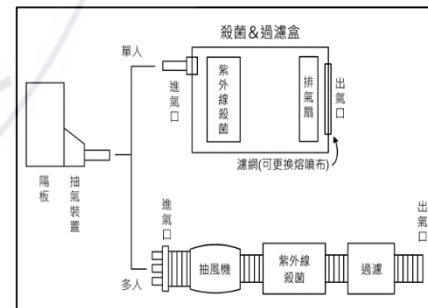
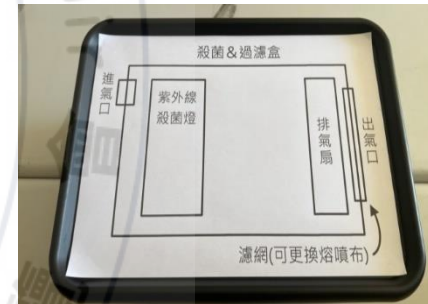
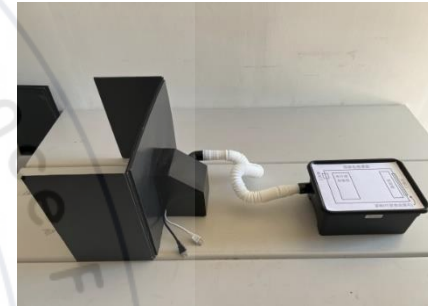
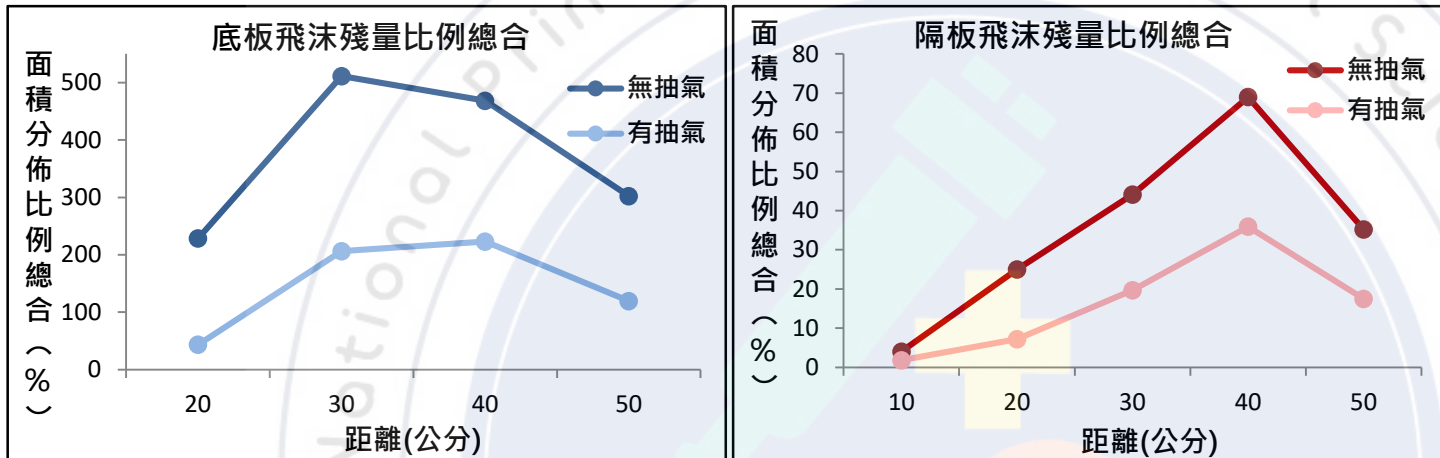
3. 在無抽氣隔板狀況下，該距離的飛沫顆粒數總和為733，使用抽氣裝置時飛沫顆粒數總和為532，結果證明抽氣時隔版能有效減少噴口正前方的飛沫量。



隔板有加裝抽氣裝置

隔板無加裝抽氣裝置

【實驗六】探討自製微型抽濾裝置模擬飛沫噴散情形



- 1.當**啟動抽氣時**，**底板的飛沫量**，均小於**30%**；而未啟動抽氣時，底板有較大量的飛沫，在**30%-60%**以上。顯示有抽氣明顯可降低底板的飛沫量。
- 2.由上圖知，所有高度及角度噴發之飛沫殘留量**比例總合**，不論是**底板或隔板**在任何位置，**有抽氣總量**均明顯低於**無抽氣總量**，可見抽氣裝置有效減少飛沫量。
- 3.本研究中使用的**第一代微型抽濾裝置**，以保麗龍組合抽氣馬達，透明保特瓶加裝紫外燈殺菌及過濾飛沫，造成馬達過熱燒融保麗龍及紫外線強度因素。因此，設計**第二代微型抽濾裝置**。採**抽氣隔板與過濾盒**組裝方式，隨時可連接使用。若要推廣至多人或商業使用，只要改良紫外燈殺菌及過濾裝置，組裝成多人共用過濾系統，即可**連接多組抽氣隔板**，節省空間並具商業價值。

伍、結論

「微飛沫」是新冠病毒傳播途徑，在密閉空間風險更高。而飛沫容易受氣流影響，我們探討密閉空間，隔板功能及加裝抽濾裝置，減少飛沫中病毒的傳播，增加防疫效用。實驗結果：

1. 微飛沫軌跡追蹤與分析：以噴霧瓶噴發300:10螢光水溶液，模擬飛沫噴散，經紫外燈照射，清晰拍攝噴沫飛行軌跡及殘留情形；以Image J軟體分析計算，量化飛沫殘留量。
2. 飛沫殘留量：最大量落在20~30公分處，60公分後降至最低。距離50公分處適合設置隔板，向下10度或水平0度噴發時，在隔板上有較多的飛沫附著量，最高約6~7%。隔板高度可視個人身高調整。
3. 抽濾裝置：隔板下緣加裝較強力抽氣裝置，飛沫朝隔板流動，總殘留量減少50%，以自製第一代微型抽濾裝置可降低30%，並具紫外燈殺菌及過濾(可抽換熔噴布或Hepa濾網)效果。
4. 第二代微型抽濾裝置：改良第一代缺失，採抽氣隔板與過濾盒組裝方式，可降低約總量一半。(可連接個人過濾盒或多人共用過濾系統，節省空間並具商業價值。

陸、參考資料

- 一、楊鎮宇(2012)．不可思議水魔術：吸管噴霧器．取自：
<https://www.parenting.com.tw/article/5047751>
- 二、葉綠舒(2014)．我們咳嗽、噴嚏的飛沫可以飛多遠？．取自：
<https://pansci.asia/archives/62530>。
- 三、萬國華(2022)．從COVID-19 談「飛沫」對人體的健康威脅與預防．
取自：
https://www.cgmh.org.tw/cgmn/category.asp?id_seq=2002002#.YqQw56FBzIX
- 四、防疫大作戰背後的熔噴不織布．全球紡織資訊網(2020)．取自：
<http://www.tnet.org.tw/Article/Detail/26550>。
- 五、日本飛沫傳染實驗．基性電視台(2020)．取自：
<https://www.youtube.com/watch?v=ttdSra0QqJ0>。

報告結束，請評審指教