

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組物理科

080109

臺北市松山區敦化國民小學

指導老師姓名

闕誌賢

郭文陽

作者姓名

周加璿

梁哲維

林廉傑

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會
作品說明書

科 別：物 理 科

組 別：國 小 組

作品名稱：「蓮蓮看」-「奈米小精靈」

關 鍵 詞：蓮花、奈米結構、自潔效應

編 號：

「蓮蓮看」-「奈米小精靈」



「蓮蓮看」 - 「奈米小精靈」

目 錄

壹、摘要	1
貳、研究動機	1
參、研究目的	1
肆、研究設備及器材	2
伍、研究過程	2
一、蓮花自潔效應(Lotus Effects)追根究底	
二、尋找校園及植物園中具有自潔效應的植物	
三、模擬製作蓮花、芋頭及姑婆芋葉面之模型	
四、利用所製作之模型說明蓮花、芋頭及姑婆芋之表面結構	
陸、研究結果	4
一、蓮花自潔效應(Lotus Effects)追根究底	
二、尋找校園及植物園中具有自潔效應的植物	
三、模擬製作蓮花、芋頭及姑婆芋葉面之模型	
四、利用所製作之模型說明蓮花、芋頭及姑婆芋之表面結構	
柒、討論	9
一、蓮花自潔效應(Lotus Effects)追根究底	
二、尋找校園及植物園中具有自潔效應的植物	
三、模擬製作蓮花、芋頭及姑婆芋葉面之模型	
四、利用所製作之模型說明蓮花、芋頭及姑婆芋之表面結構	
捌、結論	12
玖、未來展望	13
拾、參考資料	16

「蓮蓮看」 - 「奈米小精靈」

壹、摘要

奈米科技是一項高科技，甚至被公認是二十一世紀最重要的科技產業。事實上在我們周遭自然環境中處處充滿著許多奈米現象，等著我們去發掘。本研究將分別在蓮花等 30 種植物的葉面分別滴上水、墨汁及蜂蜜，帶我們去發現由於「奈米小精靈」在蓮花葉面上的作用，使得水、墨汁及蜂蜜在蓮花葉面上均會集結成珠，如將葉面與地面保持 45 度的夾角，觀察並記錄其流動情形，會發現不論是水、墨汁及蜂蜜均會瞬間被滾走。蓮花這種自潔的功能，事實上就是一種奈米效應。只要我們用心觀察，會發現自然界中蘊藏著許多奈米科技的概念，值得我們去研究。

經由以上的發現，本實驗將以珠針、保力龍球及保力龍板來實際模擬三種不同等級結構的植物表面，其中有具奈米結構的蓮花和具微米結構的芋頭及一般無奈米及微米結構的姑婆芋葉面。製作完成後，以大的海綿球替代灰塵來解釋，為何蓮花具有自潔效應（蓮花效應）。

貳、研究動機

在三年級上學期自然課本第二單元中(康軒出版)，介紹了植物的根莖葉，老師在課堂中指導我們去觀察各種植物葉面的差異，深入淺出的介紹引發了我們的興趣，漸漸地，我們常會自動去觀察植物。

有一天我們和同學相約到植物園賞花，當時飄著小雨，我們發現滴在蓮花葉面上的雨滴不是被彈走就是集結成珠後流走，更奇怪的是水珠還可以將葉面的髒東西帶走。無論池水如何泥濘，淡淡粉紅色的蓮花花瓣，總是像包裹了一層什麼東西似的，幾乎無法沾上灰塵。這和植物園中其他的植物明顯的不同，於是大家在好奇心的驅使下決定展開此一連串的研究。

參、研究目的

- 一、經由資料的蒐集研讀，了解蓮花「出污泥而不染」的自潔效應。
- 二、使用水、墨汁及蜂蜜來找尋校園及植物園中，哪些植物葉面具有「自潔效應」。
- 三、利用保力龍板、保力龍球及珠針模擬蓮花（表奈米級植物）、芋頭（表微米級植物）及姑婆芋（表一般植物）等三種不同等級的葉面結構。
- 四、利用保力龍球及所製作的模擬葉面來說明蓮花的「自潔效應」；並與芋頭及姑婆芋葉面作比較。

肆、研究設備及器材

本研究所使用之設備器材如下：

- 一、滴管三支、水、墨汁、蜂蜜、保力龍板、保力龍球、海綿球、軟木塞、木板、珠針、數位相機、量角器、膠水、直尺。
- 二、植物共有蓮花、榕樹、芋、菩提樹、荔枝葉、黃槐、雲南黃馨、桑樹、芒果、金霧花、茄苳、馬英丹、檸檬葉、馬拉巴栗、姑婆芋、鵝掌藤、黃金葛、竹、阿伯勒、小葉欖仁、含笑花、茉莉花、山茶花、蕃石榴、月橘、大花紫薇、雀榕、第倫桃、扶桑、橡膠樹等 30 種。
如圖 1 所示。



圖 1:本實驗所使用的 30 種植物

伍、研究過程

一、蓮花自潔效應(Lotus Effects) 追根究底

- (一) 蒐集並研讀與蓮花自潔效應相關的書籍與期刊。
- (二) 上網尋找奈米科技及蓮花自潔效應的相關網站。

二、尋找校園及植物園中具有自潔效應的植物

實驗過程：

- (一) 準備三支滴管與水、墨汁及蜂蜜各一瓶。
- (二) 在學校及植物園中蒐集蓮花、榕樹、芋、菩提樹、荔枝葉、黃槐、雲南黃馨、桑樹、芒果、金霧花、茄苳、馬英丹、檸檬葉、馬拉巴栗、姑婆芋、鵝掌藤、黃金葛、竹、阿伯勒、小葉欖仁、含笑花、茉莉花、山茶花、蕃石榴、月橘、大花紫薇、雀榕、第倫桃、扶桑、橡膠樹等 30 種植物。
- (三)將水、墨汁及蜂蜜分別滴在傾斜 45 度的葉面上，並記錄其流動情形。

三、模擬製作蓮花、芋頭及姑婆芋葉面之模型

製作過程：

- (一) 準備珠針、保力龍板、保力龍球及膠水。
- (二) 利用珠針及保力龍板製作模擬一般植物葉面。
- (三) 將保力龍球切半，並利用膠水將保力龍球固定在保力龍板上，模擬芋頭葉面(微米結構)。
- (四) 以同樣方法再製作一份微米結構的葉面，並將珠針插在保力龍球上模擬蓮花葉面(奈米結構)。

四、利用所製作之模型說明蓮花、芋頭及姑婆芋之表面結構

實驗過程：

- (一) 利用海綿球來模擬灰塵或水滴。
- (二) 將海綿球分別置放於製作的模擬葉面板上，依序將板子傾斜，利用傾斜所產生的垂直重力為外力，觀察比較各種葉面之海綿球滑落所需之角度，實驗過程如圖 2~圖 5 所示。



圖 2: 海綿球與三種葉面結構模型



圖 3: 蓮葉微米結構上之奈米結構很紮實，灰塵無法滲入，所以當水分流過時，灰塵會被迅速帶走。



圖 4: 芋頭葉面上之微米結構

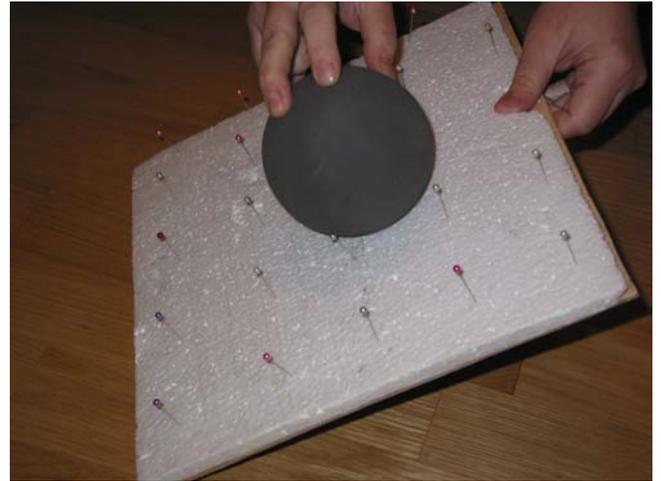


圖 5: 姑婆芋上之一般結構

陸、研究結果

一、蓮花自潔效應(Lotus Effects) 追根究底

當灰塵附著於蓮葉表面上時，因為蓮葉表面的纖毛結構，使灰塵和蓮葉的接觸面積減少，因此減少了灰塵和蓮葉間的吸附力量。而當水滴由葉面上滾過時，由於灰塵和水滴間的接觸面積變大，灰塵粒子和水滴間有較強的吸附力，所以很容易就被水滴帶走。這就是蓮花為何能「出污泥而不染」了。由於蓮葉表面同時擁有這種奈米尺寸的物理結構與疏水性的組成，因此才具有自潔的功能。

自然界蘊藏著許多奈米科技的概念。除了蓮花的疏水性奈米尺寸的纖毛，具有自潔的功能；鯨魚及海豚的皮膚擁有奈米尺寸的孔穴，也具有自潔的功能，不但可以防止有害微生物的附著，還可減少游行所產生的摩擦力。此外，有些昆蟲在飛行時，翅膀上如果黏附灰塵將會影響飛行的平衡，因此有些翅膀較長的昆蟲，其翅膀上也有奈米尺寸的結構，具有自潔的效果。

另外，我們常見鵝與鴨在水中嬉戲、覓食，卻不見他們羽毛被水打濕，只需輕微一抖，就能將水甩掉，這是因為鵝毛和鴨毛是防水的，原因乃是鵝毛與鴨毛的排列非常整齊，且毛與毛之間的隙縫極小，小到奈米尺寸，所以水分子無法穿透層層的鵝毛和鴨毛，但卻極為通氣，所以鵝與鴨得以在水中保持身體的乾燥。

二、尋找校園及植物園中具有自潔效應的植物

由校園及植物園裡收集的葉子實驗結果如表 1 所示：

表 1、水、墨汁、蜂蜜在各植物葉面流動情形一欄表

自潔能力 樹名	水			墨汁			蜂蜜		
	有	無	流動情形	有	無	流動情形	有	無	流動情形
蓮花	✓		快速滾動 不留痕跡	✓		快速滾動 不留痕跡	✓		快速滾動 不留痕跡
榕樹		✓	慢速流動 留下水痕		✓	慢速流動 留下墨痕		✓	緩慢流動留 下蜂蜜
芋	✓		快速滾動 不留痕跡	✓		快速滾動 微留痕跡	✓		快速滾動 不留痕跡 但比蓮葉慢
菩提樹		✓	慢速流動 留下水痕		✓	慢速流動 留下墨痕		✓	緩慢流動留 下蜂蜜
荔枝葉		✓	慢速流動 留下水痕		✓	慢速流動 留下墨痕		✓	緩慢流動留 下蜂蜜
黃槐		✓	慢速流動 留下水痕		✓	慢速流動 留下墨痕		✓	緩慢流動留 下蜂蜜
雲南黃馨		✓	慢速流動 留下水痕		✓	慢速流動 留下墨痕		✓	緩慢流動留 下蜂蜜
桑樹		✓	慢速流動 留下水痕		✓	慢速流動 留下墨痕		✓	緩慢流動留 下蜂蜜
芒果		✓	慢速流動 留下水痕		✓	慢速流動 留下墨痕		✓	緩慢流動留 下蜂蜜
金霧花		✓	慢速流動 留下水痕		✓	慢速流動 留下墨痕		✓	緩慢流動留 下蜂蜜
茄苳		✓	慢速流動 留下水痕		✓	慢速流動 留下墨痕		✓	緩慢流動留 下蜂蜜
馬英丹		✓	慢速流動 留下水痕		✓	慢速流動 留下墨痕		✓	緩慢流動留 下蜂蜜
檸檬葉		✓	慢速流動 留下水痕		✓	慢速流動 留下墨痕		✓	緩慢流動留 下蜂蜜
馬拉巴栗		✓	慢速流動 留下水痕		✓	慢速流動 留下墨痕		✓	緩慢流動留 下蜂蜜

姑婆芋	✓	慢速流動 留下水痕	✓	慢速流動 留下墨痕	✓	緩慢流動留 下蜂蜜
鵝掌藤	✓	慢速流動 留下水痕	✓	慢速流動 留下墨痕	✓	緩慢流動留 下蜂蜜
黃金葛	✓	慢速流動 留下水痕	✓	慢速流動 留下墨痕	✓	緩慢流動留 下蜂蜜
竹	✓	慢速流動 留下水痕	✓	慢速流動 留下墨痕	✓	緩慢流動留 下蜂蜜
阿伯勒	✓	慢速流動 留下水痕	✓	慢速流動 留下墨痕	✓	緩慢流動留 下蜂蜜
小葉欖仁	✓	慢速流動 留下水痕	✓	慢速流動 留下墨痕	✓	緩慢流動留 下蜂蜜
含笑花	✓	慢速流動 留下水痕	✓	慢速流動 留下墨痕	✓	緩慢流動留 下蜂蜜
茉莉花	✓	慢速流動 留下水痕	✓	慢速流動 留下墨痕	✓	緩慢流動留 下蜂蜜
山茶花	✓	慢速流動 留下水痕	✓	慢速流動 留下墨痕	✓	緩慢流動留 下蜂蜜
蕃石榴	✓	慢速流動 留下水痕	✓	慢速流動 留下墨痕	✓	緩慢流動留 下蜂蜜
月橘	✓	慢速流動 留下水痕	✓	慢速流動 留下墨痕	✓	緩慢流動留 下蜂蜜
大花紫薇	✓	慢速流動 留下水痕	✓	慢速流動 留下墨痕	✓	緩慢流動留 下蜂蜜
雀榕	✓	慢速流動 留下水痕	✓	慢速流動 留下墨痕	✓	緩慢流動留 下蜂蜜
第倫桃	✓	慢速流動 留下水痕	✓	慢速流動 留下墨痕	✓	緩慢流動留 下蜂蜜
扶桑	✓	慢速流動 留下水痕	✓	慢速流動 留下墨痕	✓	緩慢流動留 下蜂蜜
橡膠樹	✓	慢速流動 留下水痕	✓	慢速流動 留下墨痕	✓	緩慢流動留 下蜂蜜

三、模擬製作蓮花、芋頭及姑婆芋葉面之模型

製作結果：

- (一) 以保力龍板模擬一般植物之葉面，以珠針代表葉面上之纖毛，如圖 6～圖 7 所示。



圖 6: 模擬葉面的保力龍板



圖 7: 以珠針來模擬一般植物葉面之纖毛結構

- (二) 將保力龍球切半來模擬芋頭葉面的微米結構，並將其固定在保力龍板上。如圖 8～圖 9 所示。



圖 8: 保力龍球切開剖面



圖 9: 保力龍球切半來模擬芋頭葉面的微米結構

(三) 將保力龍球切半來模擬蓮花葉面的微米結構，並以珠針一一插在保力龍球上來模擬蓮花葉面之奈米結構(纖毛)。模擬結果如圖 10~圖 11 所示。



圖 10: 以保力龍球及珠針模擬蓮花葉面之奈米結構 (遠拍圖)

圖 11: 以保力龍球及珠針模擬蓮花葉面之奈米結構 (近拍圖)

四、利用所製作之模型說明蓮花、芋頭及姑婆芋之表面結構

經由結果三所模擬製作的各種葉面，以海綿球替代灰塵實驗之結果如表 2 所示：

表 2、各種模擬葉面上海綿球傾斜滑落所需角度之比較

植物類別	傾斜角度		
	第一次實驗	第二次實驗	第三次實驗
蓮花葉面(奈米結構)	20 度	24 度	21 度
芋頭葉面(微米結構)	45 度	40 度	44 度
姑婆芋(一般葉面)	86 度	85 度	88 度

柒、討論

一、蓮花自潔效應(Lotus Effects) 追根究底

雖然說奈米科技是一項高科技，但它也是非常自然的事，早在我們的身邊出現，最著名的就是「出淤泥而不染」的蓮花效應。奈米現象早就存在，只是礙於對奈米尺度下的技術檢測發展的較晚，因此於最近幾年隨著科技的進步，才一一解開自然界中奈米現象的奧秘。因此奈米現象是從地球形成以來至今就相隨整個大千世界的微小世界，所以我們現在更應以謙卑的心向大自然學習。

二、尋找校園及植物園中具有自潔效應的植物

(一) 由以上的實驗結果，發現 30 種植物中只有蓮花和芋在滴上水、墨汁及蜂蜜時會集結成珠，其他植物則均無此現象，如圖 12~圖 14 所示。經實驗發現蓮花的奈米效應較為明顯，如圖 15~圖 18 所示。而芋的奈米效應較不明顯而屬於微米效應，如圖 19~圖 21 所示。



圖 12:黃金葛滴上紅墨汁，墨汁迅速擴散開來，並未集結成珠。



圖 13:馬拉巴栗滴上水，水分迅速擴散開來，並未集結成珠。



圖 14: 第倫桃滴上紅墨汁，水分迅速擴散開來，並未集結成珠。

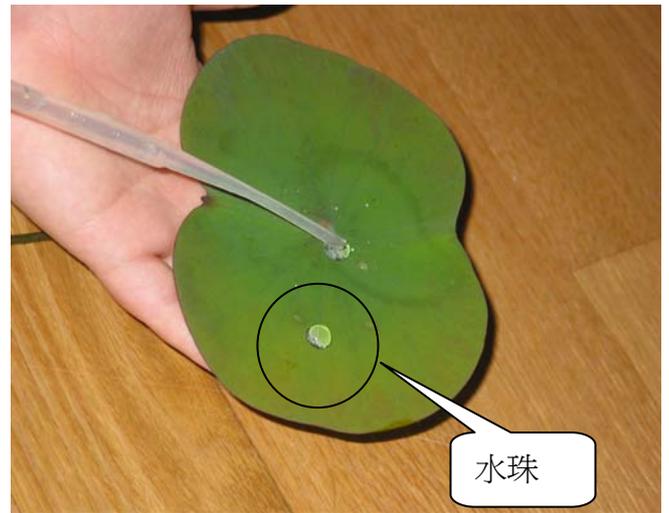


圖 15: 蓮葉上的水珠可以迅速的移動，移動過的地方顯得特別乾淨，且不留下任何痕跡。



圖 16: 蓮葉上的蜂蜜與一般的葉面不同，蜂蜜可以迅速的移動，移動過的地方不留下任何蜂蜜。

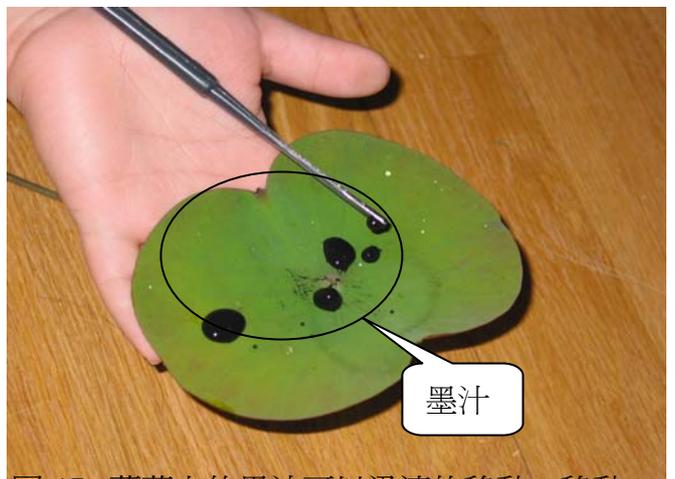


圖 17: 蓮葉上的墨汁可以迅速的移動，移動過的地方不留下任何墨汁。



圖 18: 即使乾枯的蓮葉上仍然具有非常明顯的自潔效應。

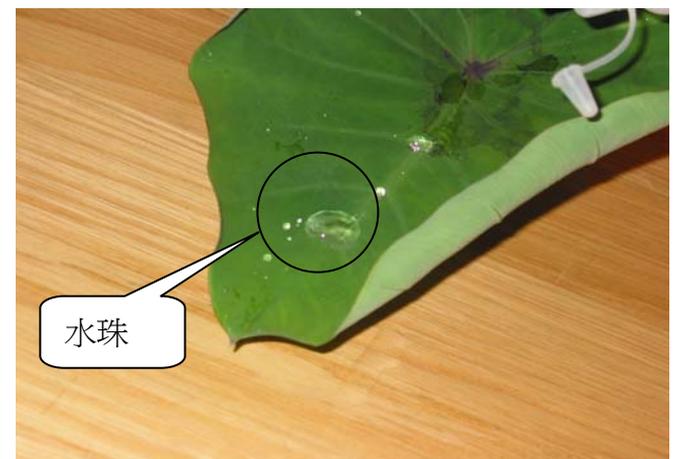


圖 19: 芋葉上的水珠可以迅速的移動，移動過的地方顯得特別乾淨，且不留下任何痕



圖 20: 芋葉上的蜂蜜與一般的葉面不同，蜂蜜可以迅速的移動，移動過的地方不留下任何蜂蜜。

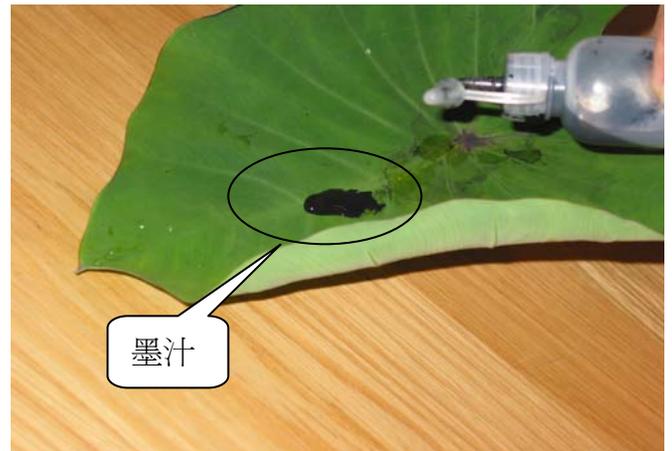


圖 21: 芋葉上的墨汁可以迅速的移動，但移動過的地方會留下些許的顏色。

- (二) 由上圖 18 中可清楚發現，即使乾燥枯萎的蓮葉也同樣對水及墨汁具有良好的自潔效應，由此可知蓮葉上的奈米結構不會因為蓮葉的乾燥枯萎而失去自潔能力。亦即蓮葉不會因為乾燥而破壞葉面的奈米結構。
- (三) 由上圖 16~21 中做比較，可以看出芋頭葉面雖具有良好的自潔效應，但還是以蓮葉的效果較好，經台大實驗室的證實，由於蓮葉上具有特殊奈米結構，所以自潔能力遠優於芋頭表面的微米結構。

三、模擬製作蓮花、芋頭及姑婆芋葉面之模型

- (一) 就長度而言，毫米、微米及奈米各相差一千倍，因此在使用保力龍板、保力龍球和珠針來模擬一般葉面、芋頭葉面及蓮花葉面時，應盡可能地用等比例縮小來作，但如此一來，所需的珠針、保力龍球和保力龍板需要相當大，會不利於說明。所以將各比例代表性地縮小，以便說明蓮花表面的自潔效應。
- (二) 由圖 9 的模擬，可完整的呈現出芋頭葉面的表面結構。
- (三) 由圖 10、11 可清楚的呈現出蓮花葉面所具有的特殊結構，在微米的結構上長出奈米結構，此結構較紮實，不易被外力所破壞，其疏水性及自潔能力也都相當良好。

四、利用所製作之模型說明蓮花、芋頭及姑婆芋之表面結構

將海綿球分別置放於製作的模擬葉面板上，依序將板子傾斜，利用傾斜所產生的垂直重力為外力，觀察比較各種葉面之海綿球滑落所需之角度。見圖 22。

1

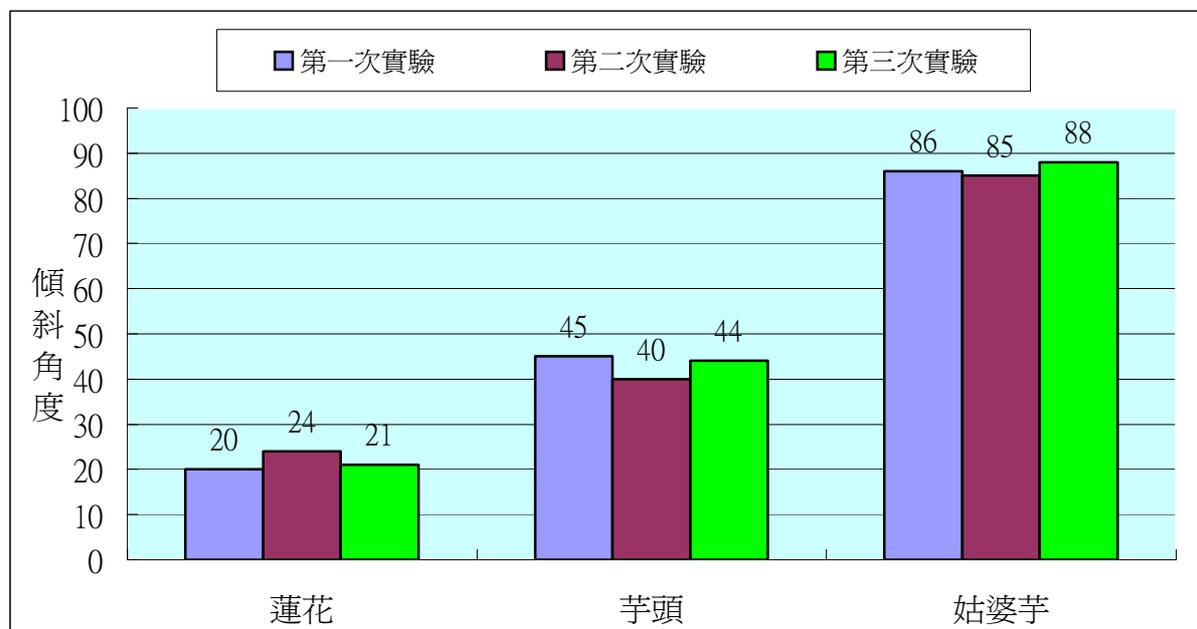


圖 22: 蓮花、芋頭及姑婆芋葉面模擬實驗比較圖

經實驗發現，海綿球在模擬葉面板上滑落所需之角度蓮花最小，芋頭其次，姑婆芋最大。

由以上的模擬結果即可明顯的看出，蓮花表面欲除去灰塵或水滴只需要將模擬葉面板傾斜 20~24 度即可；芋頭則需 40~45 度；而姑婆芋則需到 85~88 度才可將灰塵或水滴移除，甚至無法移除。以上的模擬結果與事實相符合。

一般葉面較易停留灰塵及髒的物質，而表面具有微米結構或更小的奈米結構時，灰塵及其他物質較不易停留，即使停留也容易藉由外力去除。例如，在自然界中下雨就能將蓮葉上的所有髒物質洗去。

捌、結論

一、經由資料的蒐集研讀，了解蓮花「出污泥而不染」的原因。當灰塵附著於蓮葉表面上時，因為蓮葉表面的纖毛結構(奈米結構)，使灰塵和蓮葉的接觸面積減少，因此減少了灰塵和蓮葉間的吸附力量。而當水滴由葉面上滾過時，由於灰塵和水滴間的接觸面積變大，灰塵粒子和水滴間則有較強的吸附力，所以很容易就被水滴帶走。這就是蓮花為何能「出污泥而不染」了。由於蓮葉表面同時擁有這種奈米尺寸的物理結構與疏水性的組成，因此才具有自潔的功能。

- 二、使用水、墨汁及蜂蜜來找尋校園、植物園中 30 種的植物實驗中，僅芋頭及蓮葉表面具有自潔效應。由實驗結果得知蓮花因具有特殊的奈米結構，因而產生超級的疏水性，此乃最具代表性的蓮花自潔效應，而芋葉具有與蓮花相似的自潔能力。因此只要植物的葉面具有微米結構或更小的奈米結構時，此葉面便具有自潔效應。但芋頭表面只具有微米結構，雖有自潔效應，但其結構不夠紮實)
- 三、如進一步將蓮花及芋頭兩者做比較，由滴墨汁的實驗過程中，會發現蓮花的自潔效應較強。
- 四、從保力龍板、保力龍球及珠針模擬蓮花葉面結構的實驗中得知，因為蓮葉表面的纖毛結構（微米上長奈米結構），較芋頭中的微米結構更紮實，且更不易被破壞，而且具有超強的疏水自潔效應。
- 五、因此本實驗所模擬製作的各種葉面與實際上的葉面結構相符合，經由模擬板的製作使同學更容易了解蓮花出淤泥而不染的原理。

玖、未來展望

一、觀察自然界中其他具有和蓮花自潔特性相同的物質

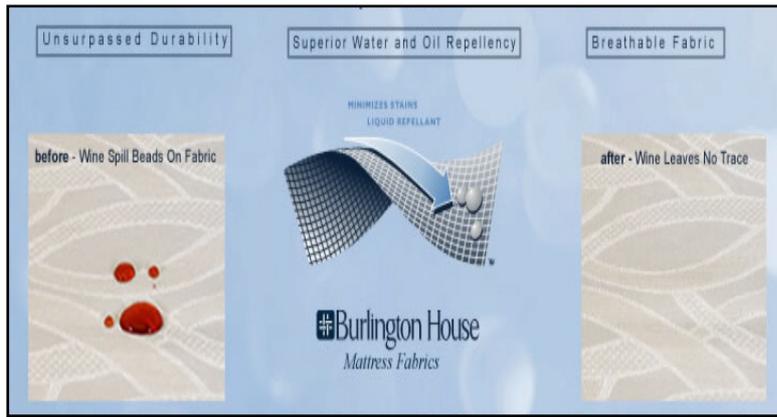
自然界其實蘊藏著許多奈米科技的概念。除了蓮花的疏水性奈米尺寸的纖毛，具有自潔的功能，鯨魚及海豚的的皮膚擁有奈米尺寸的自潔功能，不但可以防止有害微生物的附著，還可減少游行時所產生的摩擦力。另外，像昆蟲在飛行時，必須保持翅膀平衡，如果有一點點灰塵沾上，都會造成飛行上的問題。因此，有些翅膀較長的昆蟲，其翅膀上也有奈米尺寸的結構，具有自潔的效果。還有蛾眼睛上具有奈米尺寸的纖毛，可減少光的反射，飛行時不易被敵人發現。

二、模仿蓮葉自潔功能，應用表面奈米結構之技術，市面上已研發出許多具有防塵、抗污、防菌的產品。如圖 23~圖 29 所示。



★ 在長達四年的研發之後，M.Benz 在 2004 年，導入一種新的汽車塗裝烤漆，可以有效抵抗日積月累的摧殘，讓汽車的烤漆在使用一段時間後還能保持光亮，這就是奈米科技所創造出來的「奈米烤漆」。這項新技術主要是藉由奈米科技將直徑小於 1 微米的陶瓷粒子懸浮於汽車塗裝漆料中，進而使漆料的結構增強。增強的結構可以提高外在的抵抗能力。

圖 23: 奈米塗裝汽車



- ★ 在纖維表面噴塗上一層氧化鈦奈米微粒處理，可使材料呈現超強的雙疏性(疏水和疏油)。經「超雙疏」界面材料處理過的棉、麻、毛、絨、絲及化纖等各種紡織品都將具有對水、油等物質「不沾」的「超疏」特性，和蓮花的「自潔效應」是一樣的。

圖 24: 奈米自潔領帶、衣服



- ★ 奈米自潔塗料具有防污能力，乃因塗料表面具有奈米尺寸的大小孔隙，不易沾惹塵埃，所以具有奈米塗料的房屋表面可常保清潔。具有如同蓮花表面之「自潔」能力。

圖 25: 奈米自潔塗料



- ★ 滾筒洗衣機長期使用會藏污納垢，為解決此問題已有業者將氧化銀材料以奈米技術加入滾筒表面陶瓷材料中，除了不易藏污納垢外，還有殺菌之功效。

圖 26: 奈米抗菌洗衣機



★ 有業者引用先進的**奈米光觸媒科技**，打造冰箱更乾淨的冷藏空間，使食物更鮮美衛生，並達到殺菌抗毒、除霉脫臭、清潔除污等功能。

圖 27: 奈米抗菌冰箱



★ 運用**奈米技術**於衛浴設備中，如洗臉盆、馬桶等產品外層塗上奈米級釉料，除了可以產生更光滑細緻的表面，還可使髒污不易停留在衛浴設備表面上，完全達到抗污防菌的效果。

圖 28: 奈米衛浴設備



★ 全新科技**奈米彩晶**，細緻光滑、觸感細膩，擁有低附著、高抗污的特性，愛車不易沾染髒污，保養更輕鬆！奈米彩晶對氣候具有絕佳的適應力，車身不易褪色，永遠亮眼令人驚艷。

圖 29: 奈米彩晶塗裝機車

拾、參考資料

- 一、工研院奈米科技研發中心 <http://www.ntrc.itri.org.tw/>
- 二、中央研究院奈米科學實驗室 <http://www.phys.sinica.edu.tw/~nano/index.html>
- 三、台灣大學奈米科技中心 <http://nanost.ntu.edu.tw/>
- 四、交通大學奈米中心 <http://www.src.nctu.edu.tw/>
- 五、奈米創新網 <http://www.nano.com.tw/>
- 六、奈米科學網 <http://nano.nchc.gov.tw/>
- 七、尹邦耀 奈米時代 nano 台北五南圖書公司 2002-03 初版
- 八、白春禮 納米科技現在與未來 新竹凡異出版社 2002-02 初版
- 九、呂宗昕 奈米科技與光觸媒 台北商周出版 2003 -10 初版
- 十、徐世昌 蓮花的自潔功能與奈米科技的應用 科學發展 354 期 60 - 63 頁
行政院國家科學委員會 2002-06 出版
- 十一、馬遠榮 奈米科技 台北商周出版 2003-04 初版
- 十二、黃德歡 改變世界的納米技術 台北瀛舟出版社 2002-02 初版
- 十三、黃朝楷 全新 M.Benz SLK 即將發表 一手車訊 158 期 88 頁
新加坡車訊國際 2004 -02 出版
- 十四、蔡宜壽 奈米硬碟粉墨登場—逢甲大學奈米科技研究中心
科學人 特刊 1 號 83 頁 台北遠流出版社 2003 -10 出版
- 十五、蘇宗榮 從壁虎到奈米科技運用 大師輕鬆讀-點米成金 48 期 57-62 頁
商智文化公司 2003-10 出版
- 十六、龔建華 奈米科技 台北出版社 2002-07 初版

評語

080109 國小組物理科 最佳(鄉土)教材獎

蓮蓮看—奈米小精靈

1. 研究主題結合最新之奈米科技與最具鄉土代表之蓮花，頗具巧思。
2. 資料搜集齊全，唯創意稍嫌不足。
3. 奈米科技學理較為深奧，並非只是尺度縮小放大之問題，其中牽涉量子力學的原理。以此類型題目進行研究時，須特別注意學童是否有正確的學理認知。