

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生活與應用科學科

佳作

030803

躍然紙上---探討防水宣紙的特性及應用

學校名稱：花蓮縣立美崙國民中學

作者： 國二 潘宣竹 國二 張有呈 國二 張紫羅 國二 陳凱文	指導老師： 戴淑萍 羅貽君
---	-----------------------------

關鍵詞：宣紙、奈米二氧化矽

研究摘要

字畫受損的主要原因是宣紙中含有纖維質具高吸濕性，容易招致蟲蛀、發霉且易受環境塵埃污染，當字畫慘遭破壞後便失去原有藝術價值。

故本研究企圖將蓮葉之疏水性、自潔性實際應用於宣紙保存，我們利用奈米級二氧化矽設計下面六個實驗：

- (一) 如何製作出疏水性最佳的奈米宣紙
- (二) 測試奈米宣紙透氣性
- (三) 比較奈米宣紙之吸水性
- (四) 觀察奈米宣紙抗日之照能力
- (五) 奈米二氧化矽處理對宣紙書寫的影響
- (六) 奈米宣紙的自潔效果

綜合結果：以毛筆沾取墨汁書寫在宣紙後，再以 **20%** 奈米級二氧化矽溶液處理，則宣紙可有效表現出疏水性、抗塵自潔、良好透氣性、且不吸水。最後將此技術實際應用於中國畫的保存方法上效果良好，為字畫保存方式提供更經濟有效的選擇性。

壹、研究動機

從奈米科學營的實驗中我們發現奈米布的表面很特別，可以防水防塵。於是我們聯想到如果能把奈米布的表面構造應用在宣紙上，也許會發現什麼驚人的發現呢！宣紙這項偉大的發明，廣泛運用在中國書法及水墨畫上，被國人視為文房四寶之一。但經過一段時間後宣紙可能因受潮產生黃漬或發霉。因此，希望藉由製作奈米布的經驗應用於宣紙上，令宣紙具有奈米疏水表面，讓宣紙能保持美觀且達到防水、防塵的效果，希望為中國字畫保存技術提供精進的可能性。

貳、研究目的

- 一、了解中國字畫保存的方法與困境，字畫保存方法改進的可能性。
- 二、了解奈米宣紙表面的性質。
 - (一) 如何製作出疏水性最佳的奈米宣紙
 - (二) 測試奈米宣紙透氣性
 - (三) 比較奈米宣紙之吸水性
 - (四) 觀察奈米宣紙抗日照之能力
 - (五) 奈米二氧化矽處理對宣紙書寫的影響
 - (六) 奈米宣紙的自潔效果
- 三、探討實際應用在保存中國傳統字畫的方法。

參、設備及器材

- 一、**實驗器材**：燒杯、注射筒、數位相機、光學顯微鏡、放大鏡、檯燈、玻璃片、量筒、透鏡實驗組、鐵架、量角斜面器、熨斗、塑膠盆、滴管、雙面膠、簽字筆、毛筆。
- 二、**實驗材料**：宣紙、二氧化矽、自來水、墨汁、透明噴漆、裱褙字畫一幅。



圖一、量角斜面器。



圖二、數位顯微照相。



圖三、宣紙。



圖四、奈米二氧化矽。

肆、研究過程

一、文獻探討

(一)研究目的：

- 1.利用網路與文獻資料了解蓮花的自潔效應原理及生活上的應用。
- 2.利用網路與文獻資料了解宣紙的歷史與中國字畫的保養、保存方式。

(二)研究結果：

1.蓮葉效應（Lotus effec）的原理：

(1).**疏水性**：當液體滴在固體表面上，固體表面和液滴切線的夾角就是所謂的表面接觸角。如果表面接觸角大，代表液體不容易濕潤固體表面。蓮葉除了含有化學的疏水組成外，在物理結構上含有尺寸大約5~15微米細微突起與100~200奈米纖毛結構，這些細微的結構使蓮葉表面變得粗糙，讓接觸角上升原因有兩個，第一是由於起伏的結構中會包含了空氣成分，可以貢獻部份低表面張力與高接觸角功能。第二是粗糙結構增加了整個水與蓮葉接觸面積，因此表面張力變低，讓水在蓮葉上的接觸角變大，可以讓水滴輕易的滾動。

(2) **自潔性**：自潔性（self-cleaning）主要構成因素是超低表面能特性，所謂表面能即是蓮葉表面與外在物質如空氣、水、髒污等之間吸引力，表面能越低吸引能量小，外在的物質就好像輕輕的附在蓮葉上，很容易被移除，再加上蓮葉的超疏水特性，水珠容易在蓮葉上滾動，輕易的將輕輕附在蓮葉上的灰塵帶走，就可達到表面淨潔，這就是蓮葉的自潔性。

(3)奈米布：沿用蓮花荷葉效應原理研發的『奈米織物自潔』材料，能讓織物產生具有超疏水及自潔的特性。由於加工後的布料具有疏水、不吸水的表面，落在布料上的液體會因表面張力的作用形成水珠狀，只要布面稍微傾斜，液體就會滾離布面。

2.宣紙

(1)紙的歷史及造紙技術遠傳世界：紙是我國古代科學技術的四大發明之一，它與指南針、火藥、印刷術一起給我國古代文化的繁榮提供了物質技術的基礎。據考證我國西漢時已開始了紙的製作。至獻帝時造紙方法作了改進，紙潔白、細膩、柔軟，進一步提高了紙張品質。西元 8 世紀我國已經廣泛使用紙，之後的幾個世紀我國將紙出口到亞洲各個地方，並嚴保造紙秘密，在蔡倫發明造紙術後的一千多年後歐洲才建立第一個造紙廠。

(2)宣紙由於具有吸墨的特性，最適宜作中國字畫：世界上擁有書法藝術的民族屈指可數，然而唯有中國書法具有最悠久的歷史。由於宣紙具有吸墨的特性，最適宜作中國字畫，也一直是書寫和繪畫不可缺少的珍品。

(3)珍藏字畫的保樣要點：字畫不管是立軸、屏、手捲、還是扇面，因宣紙含有纖維質，所以有吸濕性、乾濕不勻、陽光紫外線輻射、環境空氣塵埃的污染等等問題，因此出現蟲蛀、霉變、褪色等現象。依照傳統收藏保護好字畫必須把握好四個方法：

①**防潮：**要選擇乾燥的牆壁張掛，預防平時的濕氣附在字畫上。當雨季到來之前，應暫時將字畫收藏起來，待梅雨季過後，將字畫逐一展開以便在通風中驅散潮氣。

②**去塵：**字畫收藏前最好揮去字畫表面的灰塵，對於灰塵一定要耐心清除，因為灰塵中潛伏著人眼看不到的蟲卵，在溫、濕度適宜時孵化成蟲，日後便會蛀咬字畫。

③**避光：**陽光中的紫外線會使紙的纖維變質或泛黃、褪色、發脆，造成字畫的損壞而縮短字畫的壽命。所以字畫應放置於避光、陰涼、乾燥之處妥善保管。

④**密封：**最好能將字畫以牛皮紙包裹好放入密封性高的箱子或櫃子裡，同時在箱角處放上樟腦塊等驅蟲用品，以防蟲蛀延長字畫壽命。

(三)研究討論：

我們了解到字畫需採些防潮與防塵土有效地預防措施，可使字畫壽命延長。故本研究將探討以奈米布的製作方式，將具有疏水、不吸水的表面應用在中國字畫宣紙保存之可行性。

二、了解奈米宣紙表面的性質的探討。

(一) 實驗一：如何製作出疏水性最佳的奈米宣紙

1.實驗目的：測量水珠與宣紙接觸角，找出最適合產生疏水性的二氧化矽溶液濃度。

2.實驗步驟:

- (1)將奈米二氧化矽溶液配製成體積濃度分別1%、2%、3%、4%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、40%、50%。
- (2)取兩張宣紙浸泡在濃度1%的二氧化矽溶液中，利用熨斗將宣紙燙平備用。依相同方式製作出不同濃度之宣紙備用。
- (3)取另一張宣紙用透明噴漆處理備用。
- (4)每張宣紙分別採八個樣區，測量紙張與水珠的接觸角度。
- (5)觀察、紀錄並分析不同濃度之二氧化矽對接觸角的影響。



圖 1-1 熨斗將宣紙燙平。



圖 1-2 測量其與水珠接觸角度之裝置圖。

3.實驗結果：

(1)測量各種不同的宣紙與水珠接觸角度，觀察如下列照片。

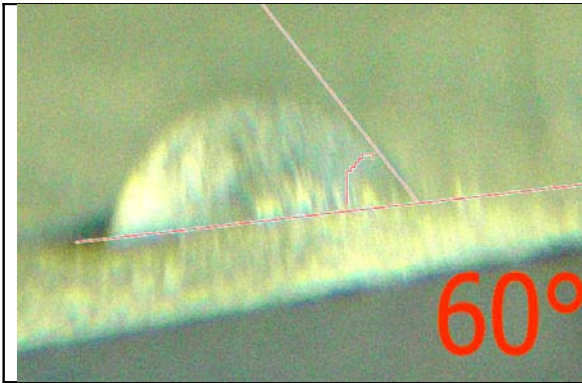


圖 1-3 濃度 1%平均角度 62.62°

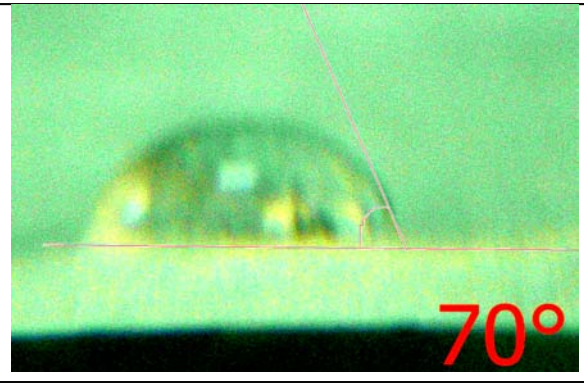


圖 1-4 濃度 2%平均角度 71.87°

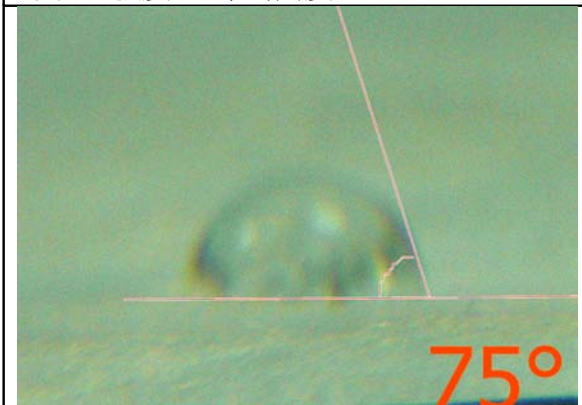


圖 1-5 濃度 3%平均角度 73.12°

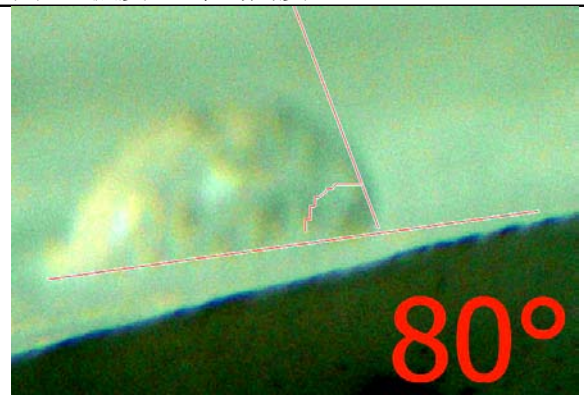


圖 1-6 濃度 4%平均角度 79.37°

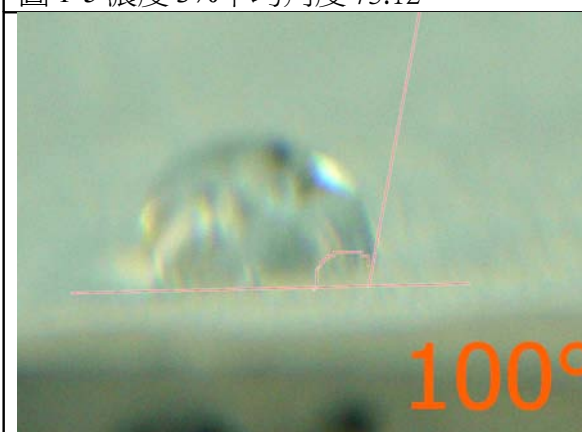


圖 1-7 濃度 5%平均角度 100°.00

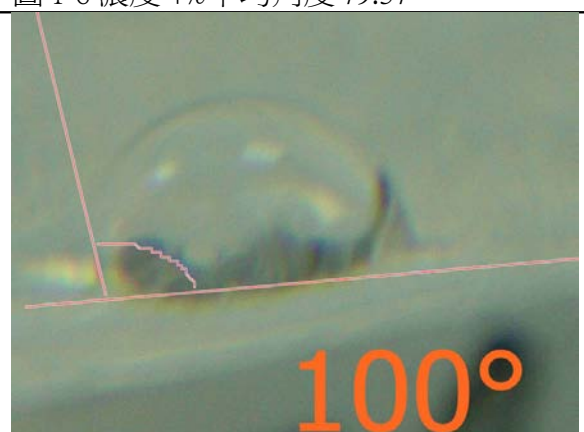


圖 1-8 濃度 10%平均角度 101.87°

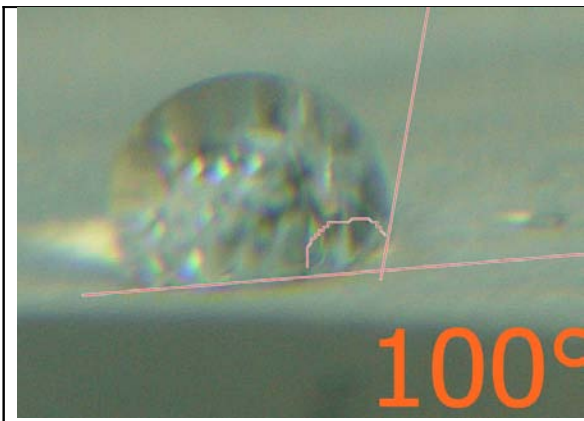


圖 1-9 濃度 15%平均角度 108.12°

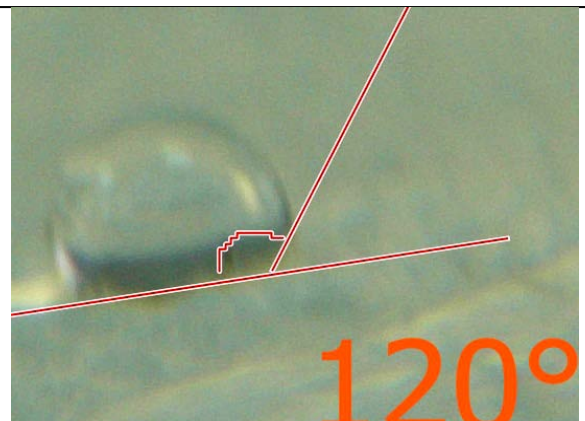


圖 1-10 濃度 20%平均角度 118.75°

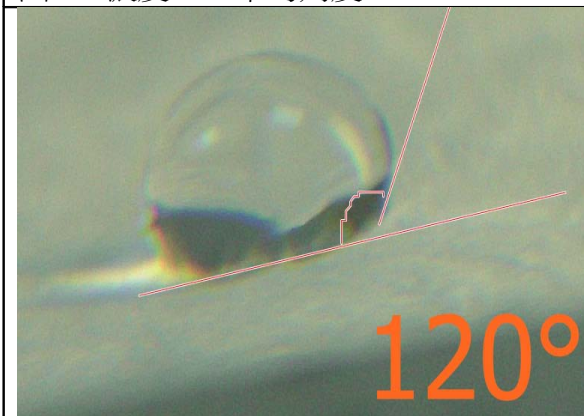


圖 1-11 濃度 25%平均角度 114.37°

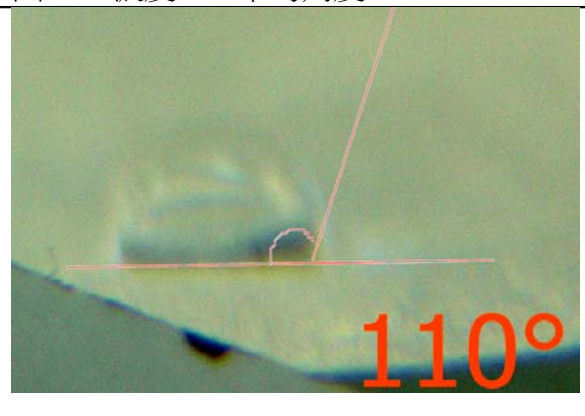


圖 1-12 濃度 30%平均角度 111.87°

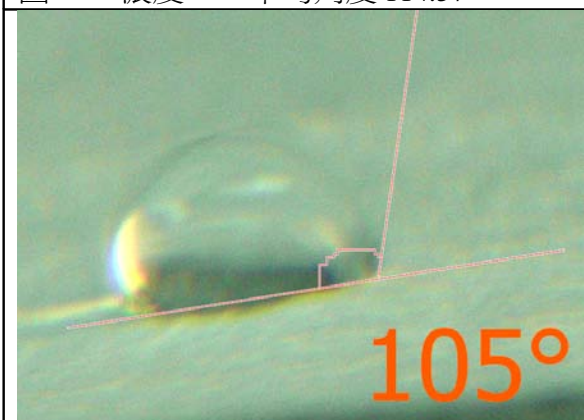


圖 1-13 濃度 40%平均角度 105.62°

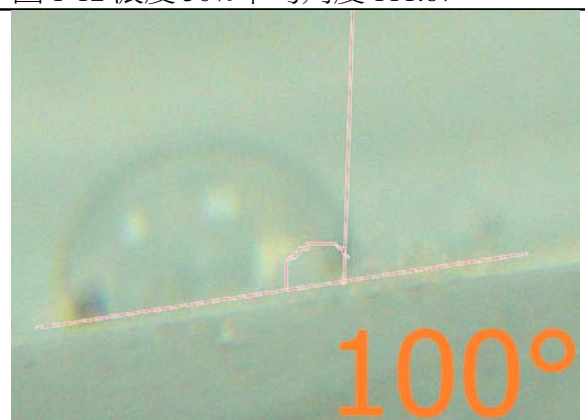


圖 1-14 濃度 50%平均角度 102.50°

(2) 每種宣紙進行八次與水珠接觸角度測試，觀察紀錄於下表 1-1 中。

表 1-1 宣紙與水珠接觸角度

次數 濃度	一	二	三	四	五	六	七	八	平均值
1%	66°	60°	65°	70°	65°	60°	55°	60°	62.625°
2%	60°	75°	75°	75°	70°	70°	75°	75°	71.875°
3%	80°	75°	70°	70°	75°	70°	65°	80°	73.125°
4%	95°	70°	85°	80°	70°	85°	75°	75°	79.375°
5%	95°	95°	100°	105°	100°	105°	95°	105°	100.000°
10%	95°	105°	100°	90°	105°	110°	105°	105°	101.875°
15%	105°	110°	110°	110°	100°	110°	115°	105°	108.125°
20%	120°	130°	115°	110°	120°	125°	115°	115°	118.750°
25%	110°	115°	120°	120°	115°	115°	110°	110°	114.375°
30%	110°	120°	115°	120°	105°	105°	110°	110°	111.875°
40%	110°	115°	100°	100°	105°	105°	100°	110°	105.625°
50%	110°	85°	105°	80°	100°	110°	110°	120°	102.500°

4.實驗討論：

(1)由上表統計後可作出圖 1-15：

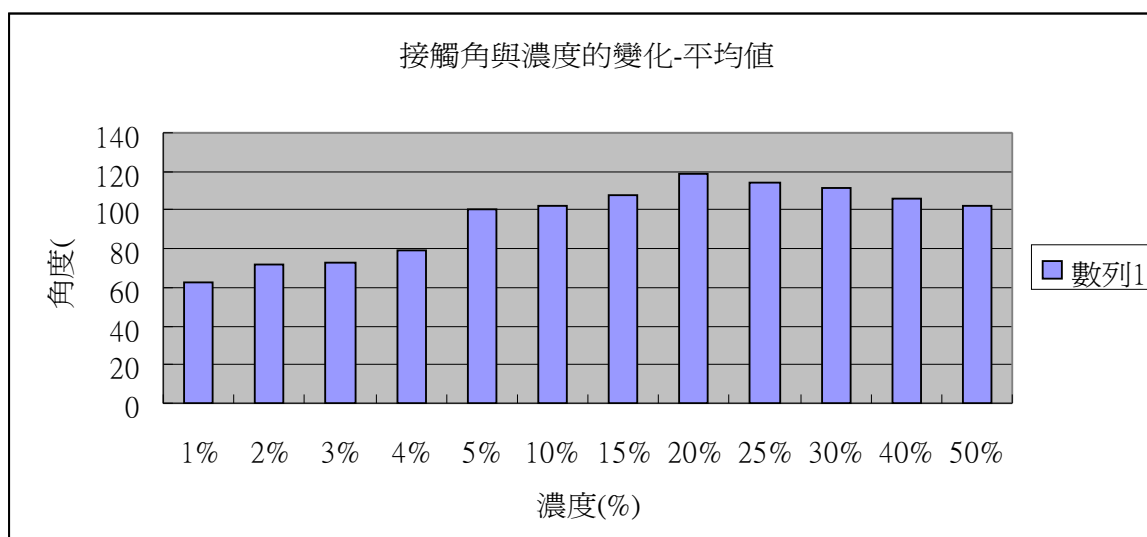


圖 1-15 不同濃度下，宣紙與水珠接觸角度的平均值。

(2)由圖 1-15 可知：奈米二氧化矽濃度為 20%時，接觸角平均 118.75°為最大。故可知：當濃度為 20%時宣紙之疏水效果最佳。

(二) 實驗二：製作出的奈米宣紙是否改變宣紙原本的良好透氣性

1. 實驗目的：了解奈米宣紙的透氣性與傳統宣紙在透氣性上的差異。

2. 實驗器材：燒杯、量筒、實驗一中所製作的各種奈米宣紙。

3. 實驗步驟：

- (1) 以量筒各取 100 毫升的水，分別倒入準備好的燒杯內。
- (2) 將不同濃度的奈米宣紙覆蓋在燒杯上，再以橡皮筋緊密地套在燒杯上，以固定宣紙，如圖 2-1 所示。
- (3) 30 天後測量燒杯中水量的變化。



圖 2-1 不同濃度的奈米宣紙透氣性的測量。

4. 實驗結果：

- (1) 實驗結果統計如下表 2-1 所示。
- (2) 不同濃度的奈米宣紙蒸發水量之平均值為 27.3 公克，而其損失的重量和普通宣紙相同。

表 2-1 使用不同的奈米和油面宣紙燒杯內所餘水分之測量

奈米宣紙濃度 %	0	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30	40	50	油面處理
剩餘量 (ml)	73	73	72	72	73	75	71	73	75	73	72	71	72	84
蒸發量 (ml)	27	27	28	28	27	25	29	27	25	27	28	29	28	16
蒸發量 %	27	27	28	28	27	25	29	27	25	27	28	29	28	16
原紙重 (g)	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8
重量變化 (g)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5.實驗討論：

(1)由表 2-1 統計後可得圖 2-2。

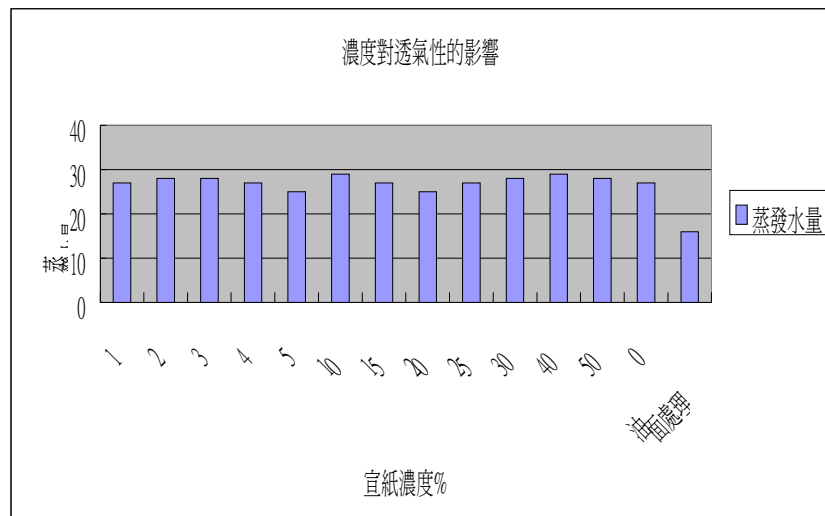


圖 2-2 不同表面處理的宣紙對透氣性的影響

(2)由上圖 2-2 可知：每百公克的水透過不同濃度二氧化矽處理的宣紙，其蒸散量都介於 25~29 公克之間，與一般未處理宣紙蒸發 27 公克沒有顯著的差別。

(3)奈米宣紙的重量實驗前後相同，可知水是完全蒸發並無吸收在紙上，奈米宣紙透氣性良好。

(4)由上圖 2-2 可知經透明噴漆處理過之油面宣紙透氣性效果最差，此外宣紙表面呈現油面不自然現象，會產生反光與光影而影響對畫作的欣賞上的不自然感受。

(三) 實驗三-(一)：比較奈米宣紙之吸水性

1. 實驗目的：觀察不同濃度二氧化矽所處理的奈米宣紙滴水後是否會留下水痕。

2. 實驗器材：衛生紙、水、不同濃度的奈米宣紙、注射針筒。

3. 實驗步驟：

(1) 先在每張不同濃度的奈米宣紙上滴上 3 滴等量的水。

(2) 靜置 10 分鐘，再用衛生紙將水吸乾。

(3) 觀察水留下來的痕跡。

4. 實驗結果：

(1) 各種濃度的宣紙上留下之水痕如圖 3-1~3-4。水漬留存痕跡的紀錄如表 3-1-1。



圖 3-1-1 1%奈米宣紙吸水前。



圖 3-1-2 1%奈米宣紙吸水後。



圖 3-1-3 15%奈米宣紙吸水前。

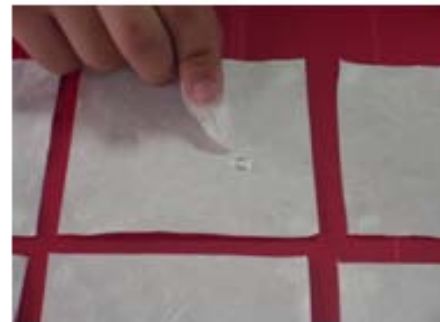


圖 3-1-4 15%奈米宣紙吸水後。

表 3-1-1 不同濃度的奈米宣紙表面水痕留存之比較

奈米宣紙濃度 %	0	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30	40	50	油面處理
水痕情形	明顯	明顯	明顯	少許	少許	無	無	無	無	無	無	無	無	無

5.實驗討論：

(1)濃度 1%至 4%二氧化矽處理的奈米宣紙會吸水，故當二氧化矽濃度不夠高時無法表現出奈米宣紙的防水性。

(2)由下表 3-1 可知：宣紙若以濃度 5%~50%之二氧化矽處理，其結果與油面處理之結果相同皆不留下水漬，故推測皆不吸水。

(3)以透明噴漆處理的宣紙雖然可以防水，但表面會呈現油面的光滑情形。

三-（二）、吸水性實驗改進

1.實驗目的：由於實驗三-（一）只能觀察奈米宣紙表面是否留下水痕，但是吸收量無法客觀比較所以改進實驗方式觀察之。

2.實驗器材：不同濃度的奈米宣紙、膠帶、直尺、塑膠盆。

3.實驗步驟：

(1)於盆中取等量的水，並將宣紙用膠帶黏在直尺上固定如右圖。80 分鐘後，觀察水痕上升高度其變化並紀錄之。



4.實驗結果：

(1) 實驗結果呈現於下圖及表 3-2-1。0%~5%宣紙會吸水，10%~50%皆不吸水。

(2)經油面處理的宣紙，表面依舊具有反光效果。



圖 3-2-1 0%~5%奈米宣紙放入水中，部分有水痕明顯上升的情形。



圖 3-2-2 0%~40%奈米宣紙放入水中，水被排開，水痕沒有上升。



圖 3-2-3 50%、油面處理宣紙放入水中，水被排開，水痕沒有上升。



圖 3-2-4 5%奈米宣紙表面水痕。

表 3-2-1 測量不同濃度的奈米宣紙吸水情形

奈米宣紙濃度 %	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30	40	50	0	油面處理
水位上升高度 cm	2.30	1.10	1.40	0.50	1.40	0	0	0	0	0	0	0	6.60	0

5. 實驗討論：

(1) 5% 奈米宣紙只會濕潤表面，表面水痕高度不同。（如前圖 3-2-4）

(2) 由表 3-2-1 可知：二氧化矽濃度愈高的奈米宣紙，愈不具有吸水性，尤其是油面和 5% 以後的奈米宣紙水完全不易滲進去，表面也幾乎完全不濕潤。

(3) 奈米級二氧化矽處理時雖只處理表面，但在濃度 10%~50% 的奈米宣紙橫切時水痕也不會滲入裡面。

(四) 實驗四：觀察日照對奈米宣紙的影響

1. 實驗目的：測試奈米二氧化矽處理後之宣紙在陽光照射下的差異。

2. 實驗步驟：

(1) 將宣紙之四角以雙面膠固定於紙板上，彼此間留有空隙。

(2) 將紙板置於玻璃窗內側，曝曬日光十個星期，再觀察宣紙受日光影響後的變化。



圖 4-1 不同的奈米宣紙用放置於窗台上日曬光照射

3. 實驗結果：

(1) 奈米二氧化矽處理後的宣紙與未處理之宣紙在陽光照射下的差異紀錄於表 4-1。

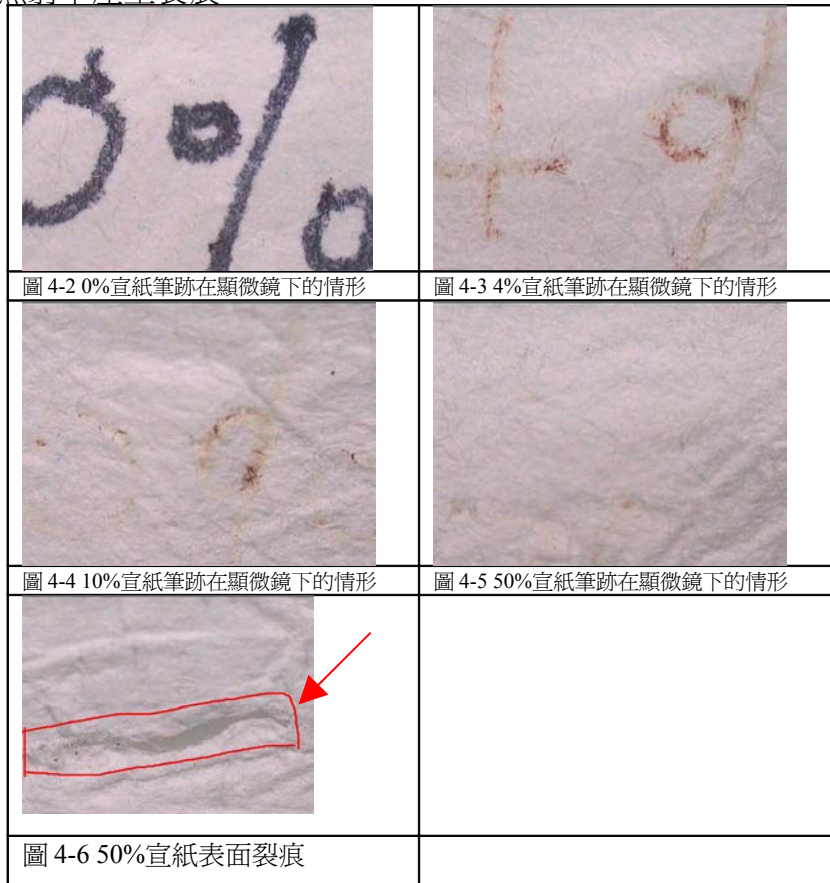
表 4-1 奈米二氧化矽處理後的宣紙與未處理宣紙在陽光照射後的結果

奈米宣紙濃度 %	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30	40	50	0	油面
表面	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
質地	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
簽字筆字跡	●	●	●	●	●	△	△	△	△	△	▲	▲	○	○
裂痕	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

符號代表：×代表無。*代表變酥。○清晰，●褪色，△模糊，▲消失。

4. 實驗討論：

- (1)各種奈米宣紙在陽光照射下，都有以手觸摸脆弱易碎的情形。
- (2)0%的宣紙表面用簽字筆紀錄的筆跡清晰可見，而2%、3%、4%、5%筆跡皆褪色，10%~25%已淡到無法清楚辨識，50%更是完全不見。
- (3)50%奈米宣紙表面有明顯的碎裂情形，可見二氧化矽濃度高反而會影響宣紙在陽光照射下產生裂痕。



(五)實驗五-(一)：奈米二氧化矽處理後，對宣紙書寫性的影響

1.實驗目的：二氧化矽表面處理是否對宣紙造成在書寫上的影響

2.實驗步驟：

- (1)以毛筆吸取墨汁，不同濃度處理的奈米宣紙上書寫同樣的字。
- (2)寫好以後，先放著等它乾，在觀察墨水對奈米宣紙的影響。

3.實驗結果：

- (1)實驗結果紀錄於圖 5-1-1 至圖 5-1-4。
- (2)由圖可知當濃度介於0%~3%時，奈米宣紙最適用於墨水書寫，在4%~15%次之，在20%~40%效果不佳，50%和油面處理明顯可見字跡非常不清楚。



圖 5-1-1 0%~3%墨水書寫情形。



圖 5-1-2 4%~15%墨水書寫情形。



圖 5-1-3 20%~40%墨水書寫情形。

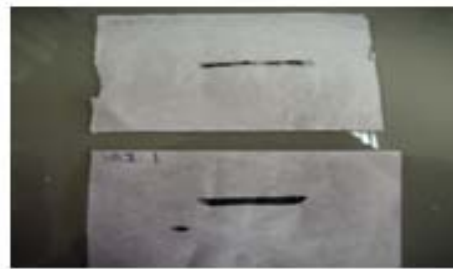


圖 5-1-4 50%和油面處理墨水書寫情形。

4.實驗討論：

- (1)由書寫情形可知當宣紙表面疏水越好，墨水越不容易書寫。反之，宣紙疏水性越低墨水越容易書寫，而油面處理後的宣紙不適用於書寫。
- (2)故可推論：宣紙於創作前不適合做奈米處理。

(五)實驗五- (二) 宣紙書寫後再以奈米二氧化矽處理，對創作品的影響

1.實驗目的：觀察二氧化矽表面處理過程是否影響宣紙上筆墨的原貌

2.實驗步驟：

- (1)在宣紙上書寫相同的字跡。再以不同濃度之二氧化矽溶液處理。如圖 5-2-1 所示。
- (2)觀察不同濃度的奈米宣紙，經處理後的字跡暈開面積之差異性。



圖 5-2-1 以不同濃度二氧化矽溶液處理後，觀察其字跡的變化

3.實驗結果：

- (1)不論濃度為多少的奈米宣紙，處理後表面面積均無差異性，也無暈開的現象。結果紀錄下圖所示。

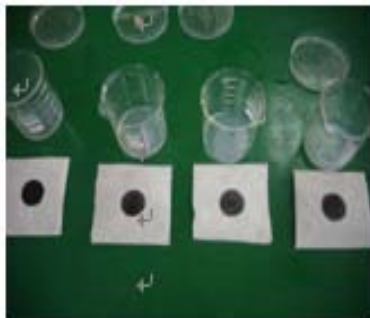


圖 5-2-3 1%~4% 表面無暈開。



圖 5-2-4 5%~20% 表面無暈開。



圖 5-2-5 25%~50% 表面無暈開。

4.實驗討論：

- (1)由於墨汁在不同濃度二氧化矽處理之宣紙上並無暈開的現象，可知奈米處理並不會影響書寫後宣紙上筆墨的原貌。若想讓字畫具有奈米特性，可先書寫再經奈米二氧化矽表面處理。

(六)實驗六：奈米宣紙的自潔效果

1.實驗目的：觀察奈米宣紙自潔效果。

2.實驗器材：二氧化矽濃度 20%宣紙、未奈米處理的宣紙、滴管、膠帶、角度器材。

3.實驗步驟：

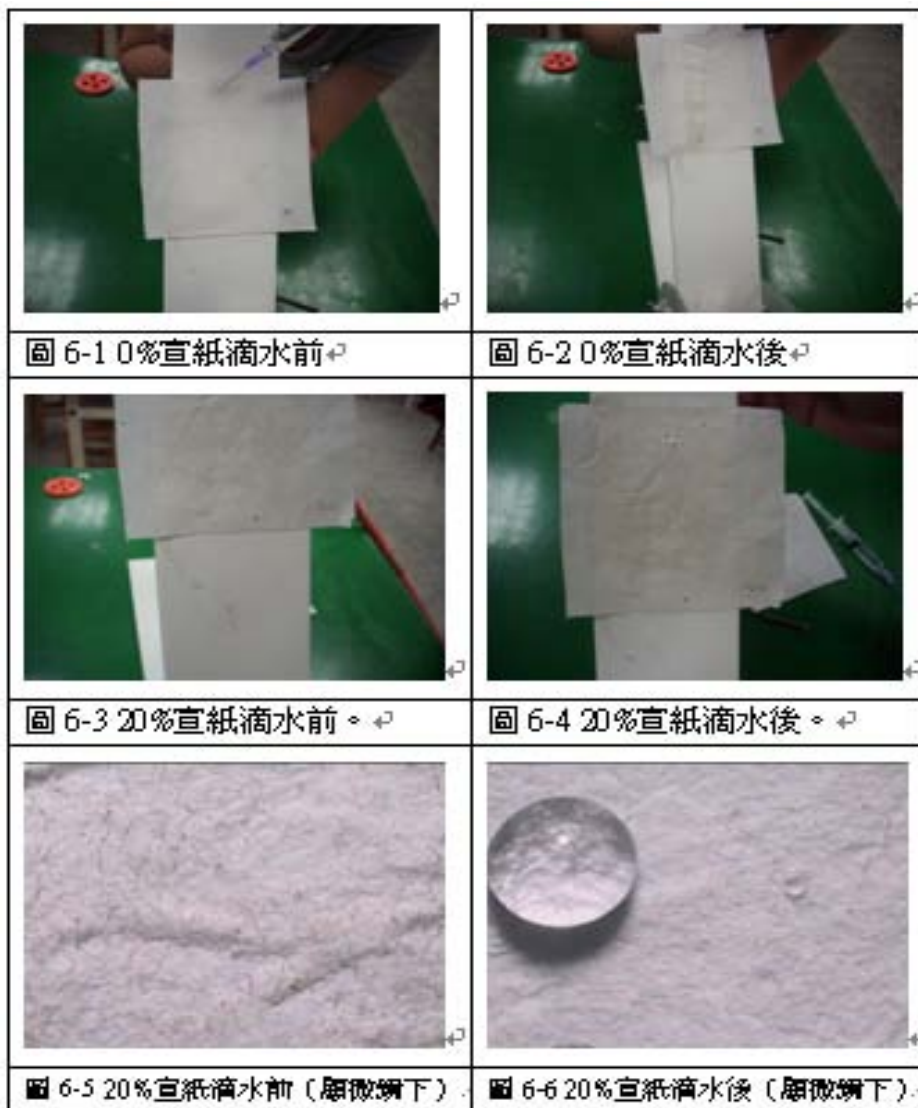
(1)取 20%的宣紙使其表面布滿灰塵，用膠帶將宣紙固定在仰角 30 度的角度器材上。

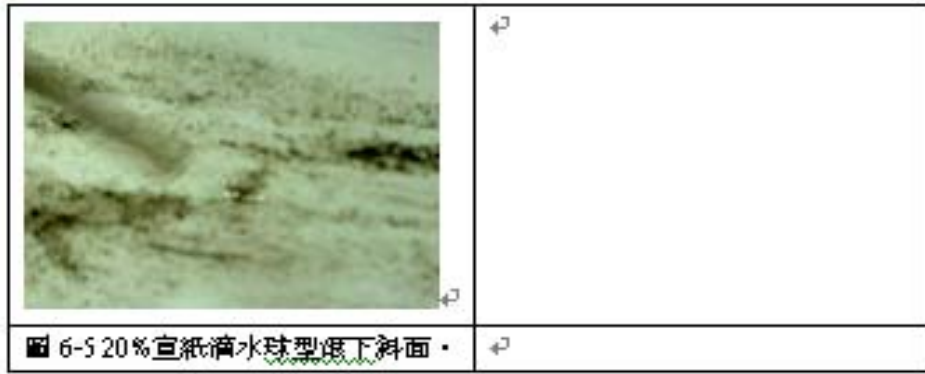
(2)用滴管將水滴在宣紙上，直到宣紙乾淨為止。觀察並紀錄之。

4.實驗結果：

(1)實驗結果紀錄於圖 6-1 至圖 6-7。

(2)取 20%的宣紙其表面布滿灰塵，水滴不但將灰塵帶走了，滴出的水成球型水珠狀滾下斜面，紙張表面也沒有濕，使用約不到 1ml 的水量就有效清除灰塵。未處理的宣紙遇水就濕掉，水珠不會以球狀方式滾下。





5. 實驗討論：

(1) 20% 不但具有疏水性，也有自潔效果，球型水珠滾下斜面時也將表面灰塵輕易滾下帶離宣紙表面。而未經奈米處理的宣紙不具自潔效果，需用較多的水沖洗，不但整張溼透，所需的水也較多，才能恢復整潔。但因表面完全溼透難以自斜面取下，取下過程容易因此破損。

三、奈米宣紙技術實際應用於中國畫的保存

1. 實驗目的：複製奈米宣紙的經驗於中國字畫作奈米處理，了解實際應用的可行性。

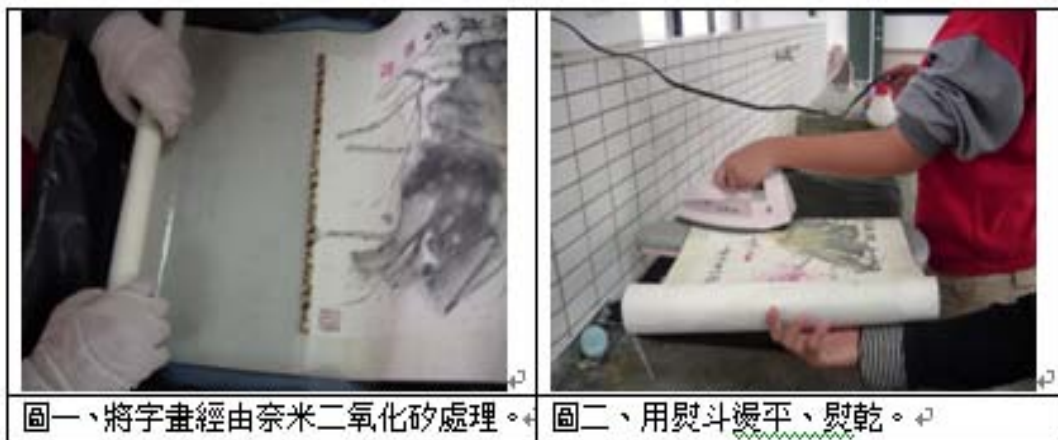
2. 實驗藥品及器材：奈米二氧化矽濃度體積濃度 20% 水溶液、裱褙之字畫一幅。

3. 實驗步驟：

(1) 將字畫置入奈米二氧化矽濃度體積濃度 20% 水溶液中，使字畫完全浸濕。

(2) 取出後以熨斗燙乾。

(3) 觀察水澆在表面觀察是否能有效防水保持乾爽；並以未表面處理的字畫比較澆水差異。



4.實驗結果：

(1)若將灰塵灑在處理過的畫軸上，再用水清洗，可看見畫軸上的灰塵也跟著水滴成水珠狀般一同帶走，而畫軸上的墨並沒有褪去，表面也保持乾燥，和奈米宣紙相同，可見二氧化矽並不會破壞其畫作表面，反而有了疏水和自潔的效果，也因此得知二氧化矽溶液可運用在畫軸上。



5.實驗討論：

- (1)製作過程中發現，剛開始在防火毯上熨乾時候，二氧化矽溶液將地毯上的黑色纖維沾上字畫，且畫軸處不容易熨平。改以在專業燙衣架上便能大大地改善。本次實驗用的熨斗的面積太小，若能用專業大面積熨斗平整效果可以更好。
- (2)成品檢討：疏水性比未經處理的字畫好許多，值得對裱褙業者推廣。

伍、結論

字畫容易受損的主因是受潮與髒污，故本研究應用蓮葉的自潔效應在宣紙上表現出疏水性、自潔的特性，爲了瞭解奈米宣紙表面的性質因此設計了實驗一至實驗六，其結果如下：

實驗（一）如何製作出疏水性最佳的奈米宣紙：由測量接觸角可知奈米級二氧化矽水溶液處理的奈米宣紙表面疏水性在濃度 20%時接觸角最大（平均 118.75°）。

實驗（二）觀察製作出的奈米宣紙的透氣性：得知不同濃度二氧化矽表面透氣性與沒有處理的宣紙沒有顯著的差別，透氣性沒有受影響。

實驗（三）不同濃度奈米級二氧化矽水溶液處理製作出的奈米宣紙表面吸水性：得知奈米二氧化矽濃度 5%至 50%和透明噴漆處理過的宣紙一樣的不具吸水性。

實驗（四）觀察奈米宣紙之抗日照能力：與沒有處理的宣紙最後都有紙張變黃的情形，但是 50%奈米宣紙表面有明顯的碎裂情形，可見二氧化矽濃度高反而會影響宣紙在陽光照射下產生裂痕。

實驗（五）奈米二氧化矽處理對宣紙書寫的影響：須在書寫後才對宣紙做奈米二氧化矽處理。

實驗（六）測量奈米宣紙的自潔效果：取 20%的宣紙其表面布滿灰塵，滴出的水成球型水珠狀滾下斜面，水滴不但將灰塵帶走了，紙張表面也沒有濕，使用約不到 1ml 的水量就有效清除灰塵。

綜合以上結果：宣紙若經奈米級的二氧化矽水溶液(體積濃度 20%處理過後，接觸角平均 118.75°，可以有良好的疏水性。此宣紙不但具有疏水性，也有好的自潔效果，且透氣又能有不吸水特質，可以有效的達到自潔的抗塵和抗水效果，但對抗光性與未處理的宣紙一樣無差異性，所以依然要避免日照。

奈米宣紙疏水表面與自潔性實際應用在中國字畫上，發現對於字畫的保護性有很大的助益，在已經裱褙的字畫上處理，表面也可保持疏水乾燥和奈米宣紙相同，可見二氧化矽並不會破壞畫作來的表面，反而令其有了疏水和自潔的效果，結果令人感到滿意。

陸、建議

- 一、傳統字畫所用的不只宣紙，還有絹布，而這次我們針對宣紙部分，而布料部分也值得探討。
- 二、不同濃度的奈米宣紙與沒有處理的宣紙之抗日照沒有顯著的差異，均有變黃的情形，建議能再做如何對抗日照的方法。

柒、參考文獻

- 一、國中自然與生活科技第三冊，98年8月康軒文教出版，第一章 p.24~p.25，奈米科技小小奈米讓世界大不同。
- 二、奈米國家型科技人才培育計畫專刊。國立中興大學。國立科學工藝博物館編著。
- 三、王怡婷，95年 超疏水性表面之製備及其學理研究。國立交通大學-應用化學研究所碩士論文。
- 四、網路資源：
 1. <http://big5.cctv.com/art/20040509/101191.shtml>
 2. <http://nano.nstm.gov.tw/02nature/nature03.asp>
 3. <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1005032202046>
 4. http://chemedu.pu.edu.tw/lifechem/q&a/qa_5.htm
 5. <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1206061210054>

附件一、生活中的創意應用

創意（一）：公佈欄當中的美麗作品不用再拿進拿出。如下圖：



圖一是正在潑水的情形



圖二是經過潑水後表面完全不濕的情形

創意（二）：具有氣質高雅清新脫俗的免洗紙燈罩。



創意（三）：可裝水的宣紙容器，不只攜帶方便，而且可裝 300c.c 依舊堅固不滲漏，真是神奇。



【評語】 030803

利用科學營所學知識，應用到日常生活上，並能利用巧思提高接觸雨量測準確度，建議奈米溶液先確定是奈米層次。