

教育部九十八年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計 畫 名 稱：一粒米彩繪世界---奈米塗料

主 持 人：康國輝

執 行 單 位：台北市立復興高中自然科

一、計畫目的

奈米技術帶給人類相當的便利性，節省了許多時間與能源，例如清潔工在清潔大樓外牆，如何以最少水量將大樓外側清洗乾淨，甚至下雨時就讓大樓具有自潔功能，以達到省水目的。加上近年來如何節能減碳一直是人類關切的問題，冬天開暖氣，夏天吹冷氣，就是希望將室溫維持在 25℃，如果能使室溫降低或升高速率變慢，這樣就可以減少開暖氣或冷氣的時間，減少電力耗費。

本計畫研究目的就是比較傳統塗料與奈米塗料的隔熱（保溫）能力與清潔能力（自潔力）之優異性，並藉由生活化之題材與簡單實驗方法與步驟提升學生參與科學教育之興趣。

本校又恰位於北投地區溫泉硫磺氣體腐蝕問題嚴重，由於奈米油漆抗腐蝕能力是優於傳統油漆，希望能藉此特性將金屬器材表面塗抹一層奈米油漆以提升器材使用年限，降低器材耗損率。

二、研究方法

1、自潔性測試：

將珍珠板分別塗上奈米油漆以及傳統油漆，接著在其表面潑灑不同汙染物。為了模擬汙染物附著大樓外側之狀態，將上述已處理之建材放置數小時不等，並用不同清潔用具清洗，觀測珍珠板表面汙染物殘留量並紀錄分析，藉此比較傳統塗料與奈米塗料之自潔功能優異性。

2、隔熱功能測試：

(1) 將木盒分別塗上奈米油漆以及傳統油漆，將 300g 的冰塊放入塗好塗料之木盒，測量冰塊全部融化成水所需之時間。將設定好相同溫度之冷水/熱水放入塗好塗料之木盒，量測水溫變化至水溫到達室溫。

(2) 量測盒內表面與盒外表面之溫度並紀錄下來，再分別繪出盒內外降溫曲線圖，藉此比較傳統塗料與奈米塗料之隔熱功能優異性。

3、硬度測試：

將表面已塗奈米油漆或是傳統油漆之金屬塊材放置在 1M 醋酸中，經過 30 分鐘後取出，並以去離子水清洗，以避免殘留於塊材表面之醋酸繼續進行腐蝕，將其置入烘箱以室溫烘乾，再以 Rockwell(洛氏)硬度試驗機量測傳統油漆與奈米油漆在腐蝕前後硬度的差異。

4、耐腐蝕性測試：

(1) 配置不同濃度之鹼性腐蝕液。首先配置 8M 之氫氧化鈉，將 10M 氫氧化鈉取出 80cc 再加入去離子水稀釋至 100cc 即可。接著依照上述步驟取出 10M 氫氧化鈉各 60cc、40cc、20cc，依序加入去離子水稀釋至 100cc 即配置成 6M、4M、2M 之氫氧化鈉溶液各 100cc。

(2) 配置不同濃度之酸性腐蝕液。將 5M 醋酸取出 40cc 再加入去離子水稀釋至 100cc 即可配置出 2M 之醋酸水溶液。再依照上述步驟取出 5M 醋酸水溶液各 32cc、24cc、16cc、8cc，依序加入去離子水稀釋至 100cc 即配置成 1.6M、1.2M、0.8M、0.4M 之醋酸水溶液各 100cc。

三、研究成果

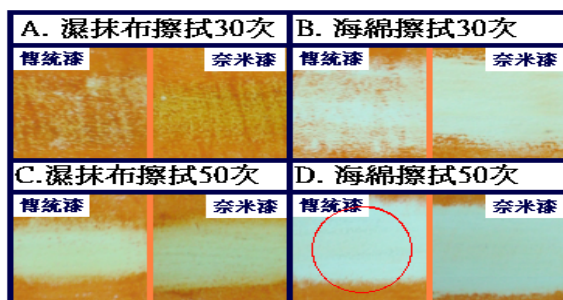


圖 1 以蠟筆塗抹於兩種油漆表面。

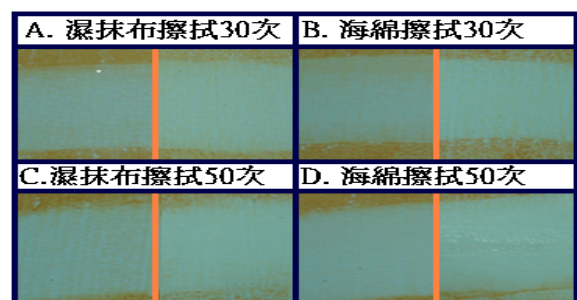


圖 2 以粉筆灰塗抹於兩種油漆表面。

自潔功能測試：由圖 1(b)及圖 2(b)可發現使用海棉擦拭 30 次後，兩種漆面之汙染物皆明顯清除，且傳統油漆之珍珠板表面變得比奈米油漆之珍珠板光滑，但持續使用海棉擦拭 50 次後，由圖 1(d)可發現傳統漆珍珠板的擦拭區左邊表面油漆有明顯剝落現象，不排除海棉清理汙染物時會將傳統油漆一起清除，造成牆面剝落；由圖 1(b)、(d)及圖 2 (b)、(d)發現使用濕抹布擦拭後，奈米漆面清除效果雖然優於傳統漆面，但是清潔效果有限。

隔熱功能測試：首先調配好 8°C 冷水與 28°C 熱水各 2000 毫升，再分別取出 500 毫升倒入燒杯中，將裝水後之燒杯迅速放入實驗盒中，插上溫度計並紀錄每小時溫度變化並繪製成曲線圖(圖 3 與圖 4)。

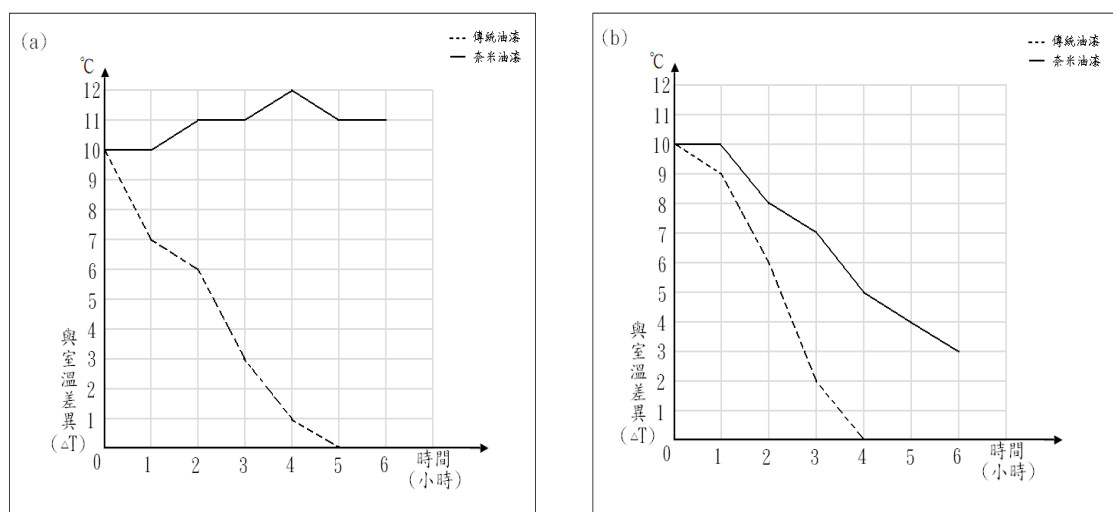


圖 3 實線代表奈米油漆，虛線代表傳統油漆。(a)、(b)為分別塗抹傳統油漆及奈米油漆之木盒內冷水、熱水水溫溫差表。

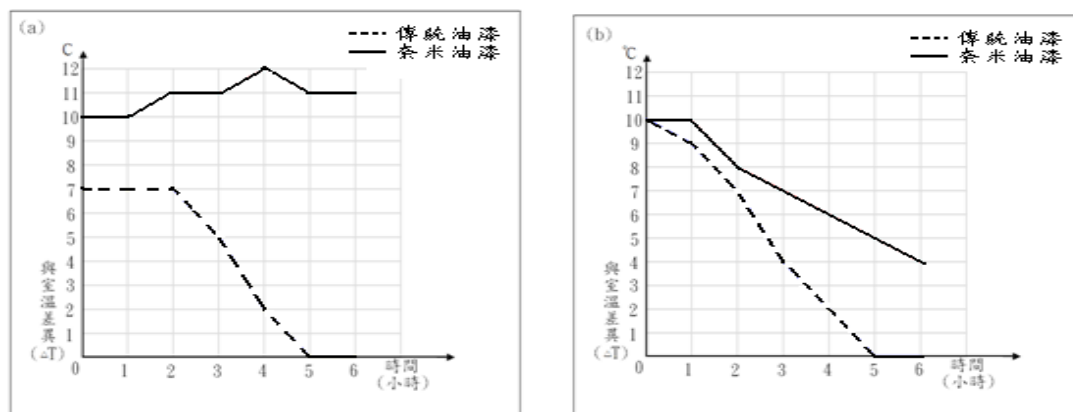


圖 4 實線代表奈米油漆，虛線代表傳統油漆。(a)、(b)為分別塗抹傳統油漆及奈米油漆之木盒內冷水、熱水水溫溫差表。

硬度測試：

(一)腐蝕前

表 1-1 鐵的 Rockwell 硬度試驗機量測值

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 平均值 |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 奈米油 | 81.5 | 79.1 | 83.6 | 82.4 | 82.7 | 81.9 |
| 傳統油 | 77.6 | 74.4 | 75.1 | 76.7 | 80.4 | 76.8 |

*(硬度單位：HRB)

表 1-2 銅的 Rockwell 硬度試驗機量測值

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 平均值 |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 奈米油 | 39.5 | 39.7 | 40.8 | 41.2 | 40.1 | 40.3 |
| 傳統油 | 37.5 | 33.4 | 32.9 | 35.1 | 34.4 | 34.7 |

*(硬度單位：HRB)

(二)腐蝕 30 分鐘

表 2-1 鐵的 Rockwell 硬度試驗機量測值

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 平均值 |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 奈米油 | 75.1 | 76.4 | 76.5 | 73.9 | 77.5 | 75.9 |
| 傳統油 | 70.4 | 68.5 | 69.1 | 70.3 | 69.9 | 69.7 |

*(硬度單位：HRB)

表 2-2 銅的 Rockwell 硬度試驗機量測值

| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 平均值 |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 奈米油 | 35.1 | 34.2 | 34.9 | 33.5 | 32.7 | 34.1 |
| 傳統油 | 27.4 | 28.6 | 26.7 | 27.5 | 26.9 | 27.4 |

*(硬度單位：HRB)

抗腐蝕功能測試：

分別將傳統油漆試片與奈米油漆試片浸泡 1M、2M 醋酸或 1M 氫氧化鈉

中四小時後取出，再分別去拍攝 SEM。其中圖 5 至圖 9 的(a)為傳統油漆試片放大 500 倍，(b)為奈米油漆試片放大 500 倍，(c) 為傳統油漆試片放大 10,000 倍，(d)為奈米油漆試片放大 10,000 倍。

比較圖 5 至圖 9 的(a)、(b)及(c)、(d)可發現傳統油漆面被腐蝕的較厲害，而(c)拍攝出來的 SEM 圖較為模糊是因為傳統油漆面被腐蝕較厲害造成景深較深，SEM 的電子在掃描時無法對焦所造成的，奈米油漆乃是添加 0.5 至 20nm 的二氧化鈦以達到具有光催化的效果，但是(d)圖中二氧化鈦顆粒大小約 $0.1\mu\text{m}$ ，因為二氧化鈦尺寸在 10 到 50nm 之間會有團聚現象。

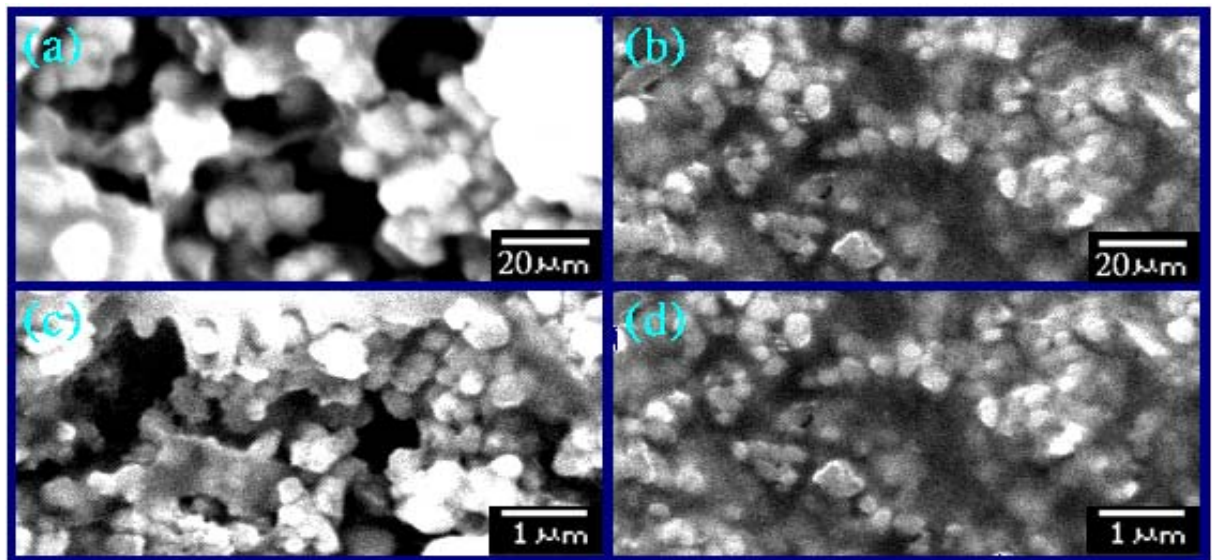


圖 5 傳統油漆試片與奈米油漆試片浸泡於 0.5M 醋酸 1 小時的 SEM 圖。

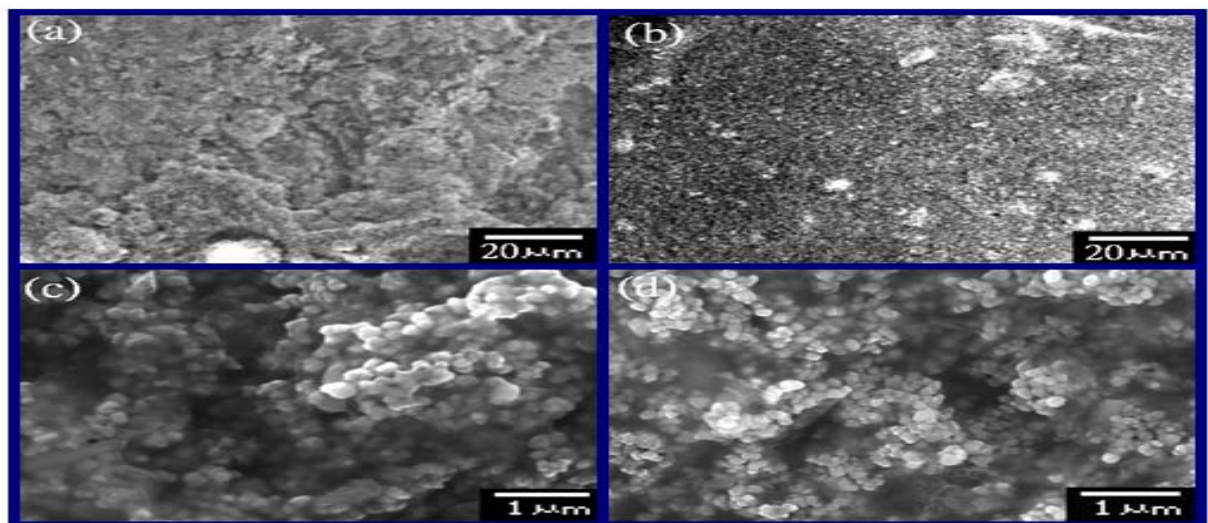


圖 6 傳統油漆試片與奈米油漆試片浸泡於 1M 醋酸 4 小時的 SEM 圖。

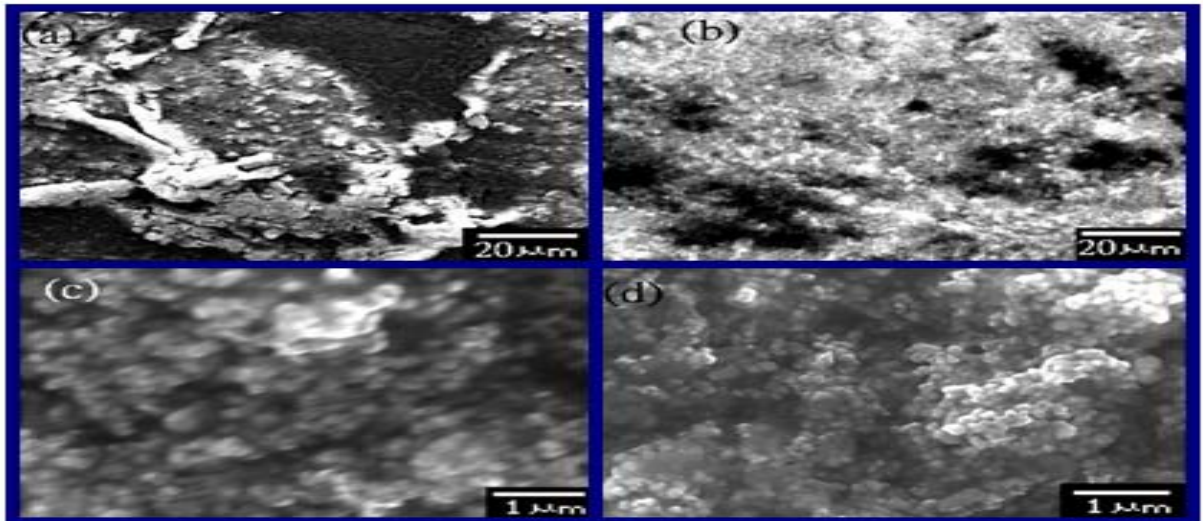


圖 7 傳統油漆試片與奈米油漆試片浸泡於 2M 醋酸 4 小時的 SEM 圖。

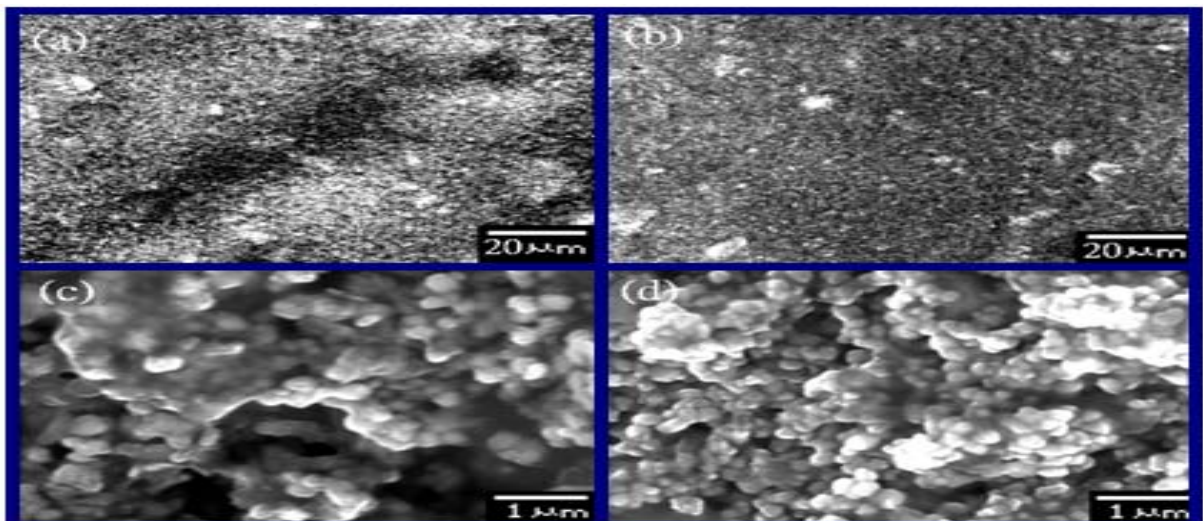


圖 8 傳統油漆試片與奈米油漆試片浸泡於 1M 氫氧化鈉 4 小時的 SEM 圖。

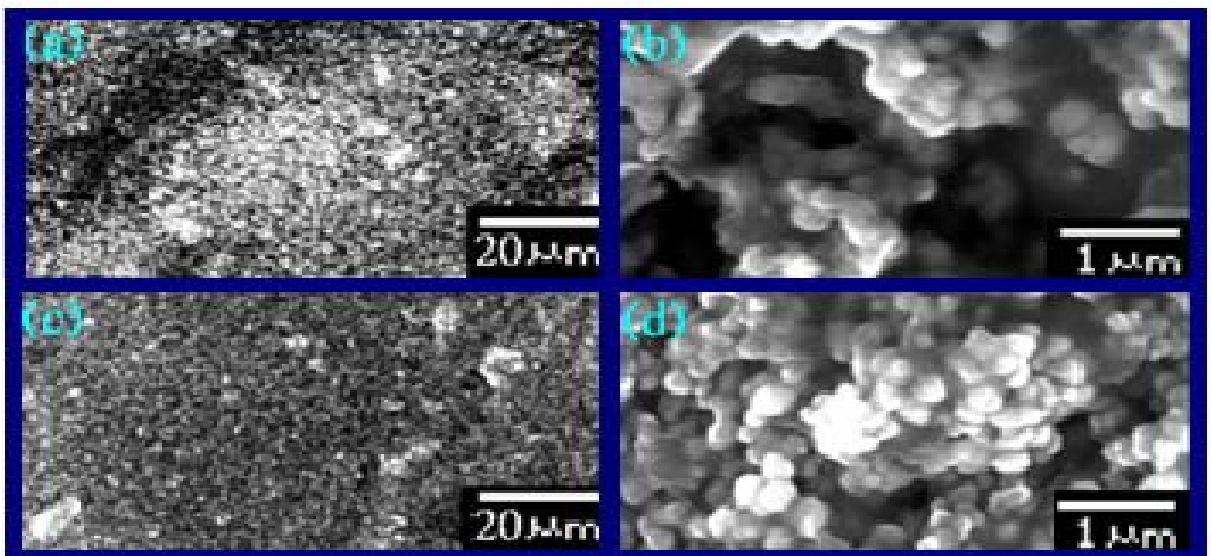


圖 9 傳統油漆試片與奈米油漆試片浸泡於 5M 氫氧化鈉 7 天的 SEM 圖。



圖 10 浸泡於 1M 醋酸中 4 小時試片放大 35 倍之 SEM 照片。

五、討論及建議（含遭遇之困難與解決方法）

1. 在隔熱的相關功能測試時，須將兩間教室分別以奈米油漆與傳統油漆粉刷過，但兩間教室不可因日照或是任何環境因素造成教室溫度不同，因此將空間縮小，改用自製的水泥盒以及木盒測試。

2. 北投溫泉為特有酸性氣體，本實驗計畫原先使用北投溫泉，但因溫泉水濃度較低，其腐蝕現象須長時間才会有明顯效果產生，後來改用市售溫泉粉，將腐蝕液體濃度提高，進而達到縮短實驗時間。

3. 經由不同濃度酸性與鹼性腐蝕液之測試，奈米油漆的耐酸鹼腐蝕程度優於傳統油漆，且具有自潔性，能節省水資源，加上硬度較高，較耐刷洗不易掉漆，且奈米油漆因為分子尺寸小，牆壁粉刷後所呈現之光感效果較傳統油漆好，抵抗硫磺氣之侵蝕時間亦較長，所以在北投區之居民若是在粉刷牆面時選用奈米油漆不但可達到節約水資源還可有防金屬製品銹蝕之功能，因奈米油漆還具有較高保溫效果，在夏天開冷氣及冬天開暖氣時能維持溫度較久，若是將溫泉水之導管內部鍍上一層奈米油漆，還可降低溫泉水在管內流動時所造成之熱能損失。

因此我們希望能將經過這些科學測試及論述之報告，進而與北投區各機關學校分享，在爾後校舍整修或是金屬製品、實驗器材維護上能夠考慮使用奈米油漆，不單可達到金屬防蝕液所能做到的防腐蝕效果，另外還可以提升節能減碳功率。