

教育部九十八學年度中小學科學教育專案期中報告大綱

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、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

執行單位對計畫支持(援)情形：

1. 98 年 11 月 15 日舉行校內科展，「自然科學研究社」共 14 位同學參與。(圖 1a)
2. 98 年 12 月 22 日舉辦成果展及研討會。(圖 1b、c)
3. 98 學年度上學期開設「自然科學研究社」，並由協同計畫主持人-郭育茹擔任社團指導教師；98 年 12 月 22 日至 31 日舉辦社團靜態成果展。(圖 1d)



圖 1 執行單位對計畫支持(援)情形。

參與計畫人員：

1. 臺北市立復興高中自然科 康國輝
2. 臺北市立復興高中自然科 郭育茹
3. 國立中和高中自然科 陳欣怡

三、研究方法

1. **自潔功能測試：**將珍珠板分別塗上奈米油漆以及傳統油漆，接著在其表面塗抹不同汙染物，用不同清潔用具清洗，量測建材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：**將常見的建材(木材、水泥)做成盒狀，木盒及水泥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及水泥盒，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及水泥盒，量測水溫變化至水溫到達室溫。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. **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，再使用 SEM 分別去拍攝表面結構。

四、目前完成程度

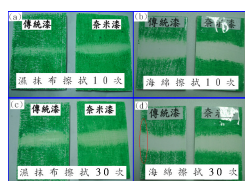


圖 2 以綠色蠟筆塗抹於兩種油漆表面。

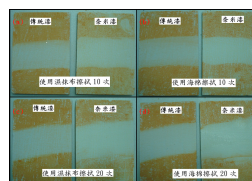


圖 3 以橘色粉筆灰塗抹於兩種油漆表面。

自潔功能測試：由圖 2(b)及圖 3(b)可發現使用海棉擦拭 10 次後，兩種漆面之污染物皆明顯清除，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 30 次後，由圖 2(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，不排除海棉清理污染物時會將傳統油漆一起清除，造成牆面剝落；由圖 2(b)、(d)及圖 3 (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：首先調配冷水與熱水，先調配好 8℃ 冷水與 28℃ 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(表 1-1 與表 2-1)。

表 1-2 與表 2-2 為實驗盒與室溫的溫度差，我們可發現不管是木盒或是水泥盒，在表面塗上奈米油漆的實驗組保溫效果是優於表面塗傳統油漆，圖 4 與圖 5 分別為表 1-2 與表 2-2 的曲線圖，兩圖中的紅線代表奈米油漆藍線代表傳統油漆。

表 1-1 兩組木盒的溫度記錄表

木盒		初始溫度	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時
冷水	奈米	8℃	8℃	11℃	12℃	14℃	15℃	16℃
	傳統	8℃	11℃	13℃	17℃	20℃	21℃	21℃
熱水	奈米	28℃	28℃	27℃	27℃	26℃	25℃	24℃
	傳統	28℃	27℃	25℃	22℃	21℃	21℃	21℃
室溫		18℃	18℃	19℃	20℃	21℃	21℃	21℃

表 1-2 兩組木盒的溫度差記錄表

木盒		與初使溫度差異	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時
冷水	奈米	$\Delta T_c=10^\circ\text{C}$	$\Delta T_c=10^\circ\text{C}$	$\Delta T_c=8^\circ\text{C}$	$\Delta T_c=8^\circ\text{C}$	$\Delta T_c=7^\circ\text{C}$	$\Delta T_c=6^\circ\text{C}$	$\Delta T_c=5^\circ\text{C}$
	傳統	$\Delta T_c=10^\circ\text{C}$	$\Delta T_c=7^\circ\text{C}$	$\Delta T_c=6^\circ\text{C}$	$\Delta T_c=3^\circ\text{C}$	$\Delta T_c=1^\circ\text{C}$	$\Delta T_c=0^\circ\text{C}$	$\Delta T_c=0^\circ\text{C}$
熱水	奈米	$\Delta T_h=10^\circ\text{C}$	$\Delta T_h=10^\circ\text{C}$	$\Delta T_h=8^\circ\text{C}$	$\Delta T_h=7^\circ\text{C}$	$\Delta T_h=5^\circ\text{C}$	$\Delta T_h=4^\circ\text{C}$	$\Delta T_h=3^\circ\text{C}$
	傳統	$\Delta T_h=10^\circ\text{C}$	$\Delta T_h=9^\circ\text{C}$	$\Delta T_h=6^\circ\text{C}$	$\Delta T_h=2^\circ\text{C}$	$\Delta T_h=0^\circ\text{C}$	$\Delta T_h=0^\circ\text{C}$	$\Delta T_h=0^\circ\text{C}$
室溫		18℃	18℃	19℃	20℃	21℃	21℃	21℃

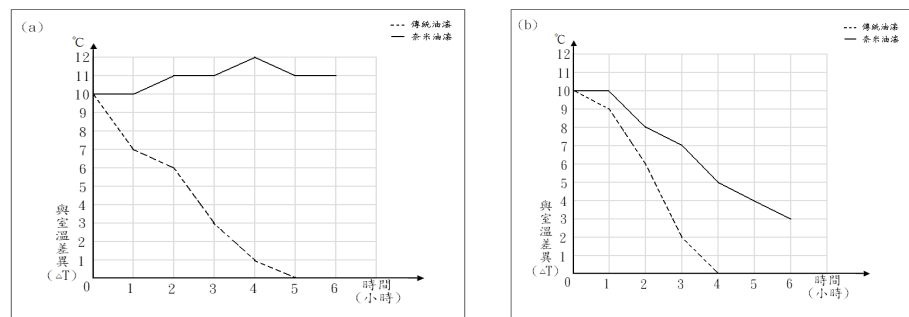


圖 4 實線代表奈米油漆，虛線代表傳統油漆。(a)、(b)為分別塗抹傳統油漆及奈米油漆之木盒內冷水、熱水水溫溫差表。

表 2-1、兩組水泥盒的溫度記錄表

水泥盒		初始溫度	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時
冷水	奈米	8°C	8°C	8°C	9°C	9°C	10°C	10°C
	傳統	8°C	11°C	12°C	15°C	19°C	21°C	21°C
熱水	奈米	28°C	28°C	27°C	27°C	27°C	26°C	25°C
	傳統	28°C	27°C	26°C	24°C	23°C	21°C	21°C
室溫		18°C	18°C	19°C	20°C	21°C	21°C	21°C

表 2-2、兩組水泥盒的溫度記錄表

水泥盒		與室溫差異	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時
冷水	奈米	$\Delta T_c = 10^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_c = 10^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_c = 11^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_c = 11^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_c = 12^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_c = 11^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_c = 11^{\circ}\text{C}$
	傳統	$\Delta T_c = 10^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_c = 7^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_c = 7^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_c = 5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_c = 2^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_c = 0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_c = 0^{\circ}\text{C}$
熱水	奈米	$\Delta T_h = 10^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_h = 10^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_h = 8^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_h = 7^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_h = 6^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_h = 5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_h = 4^{\circ}\text{C}$
	傳統	$\Delta T_h = 10^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_h = 9^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_h = 7^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_h = 4^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_h = 2^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_h = 0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_h = 0^{\circ}\text{C}$
室溫		18°C	18°C	19°C	20°C	21°C	21°C	21°C

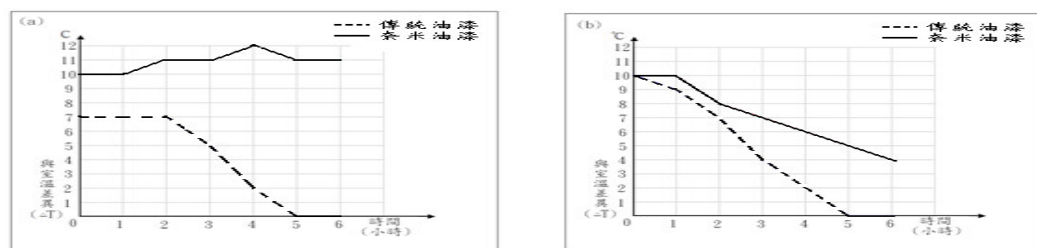


圖 5 實線代表奈米油漆，虛線代表傳統油漆。(a)、(b)為分別塗抹傳統油漆及奈米油漆之木盒內冷水、熱水水溫溫差表。

由上述實驗可知奈米油漆的隔熱性是優於傳統油漆，而表 3 與圖 8 可清楚看到塗抹奈米油漆的木盒每小時冰塊溶化的克數是遠小於傳統油漆，再次證明塗抹奈米油漆可以保持盒內溫度使冰塊溶化較慢，而塗抹傳統油漆之木盒則因為盒外溫度越來越高而冰塊溶化速度越來越快。

表 3 木盒中冰塊溶化紀錄表。

木盒		1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時	7 小時	8 小時	9 小時
奈米	剩餘冰塊	295.3g	273.6g	229.3g	184.4g	140.2g	97.4g	57.1g	18.7g	0g
	溶化冰塊	4.7g	26.4g	70.7g	115.6g	159.8g	202.6g	242.9g	281.3g	300g
	每小時溶	4.7	21.	44.3	44.9	44.2	42.8	40.3	38.4	18.7
傳統	剩餘冰塊	287.9g	236.4g	172.3g	99.2g	27.1g	0g	0g	0g	0g
	溶化冰塊	12.1g	63.6g	127.7g	200.8g	272.9g	300g	0g	0g	0g
	每小時溶	12.1	51.5	64.1	73.1	72.1	27.1			

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 6 至圖 8 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 6 至圖 8 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 μ m，因為二氧化鈦尺寸在 10 到 50nm 之間會有團聚現象。

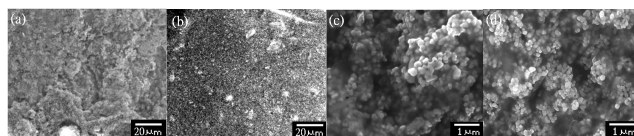


圖 6 傳統油漆試片與奈米油漆試片浸泡於 1M 醋酸 4 小時的 SEM 圖。

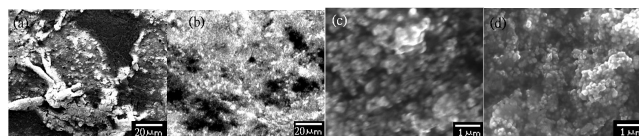


圖 7 傳統油漆試片與奈米油漆試片浸泡於 2M 醋酸 4 小時的 SEM 圖。

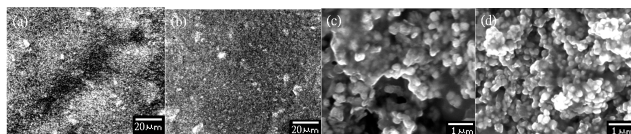


圖 8 傳統油漆試片與奈米油漆試片浸泡於 1M 氫氧化鈉 4 小時的 SEM 圖。

五、預期成果

圖 9 可清楚發現奈米油漆表面及邊緣較為平整光滑，右邊之傳統油漆被腐蝕的較厲害且邊緣呈現不規則，狀似岩岸地形，由此可知奈米油漆耐酸度優於傳統油漆。因為金屬處於酸性環境中較易腐蝕，而本校恰位於北投地區溫泉硫磺氣體腐蝕問題嚴重，此實驗證明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。



圖 9 浸泡於 1M 醋酸中 4 小時試片放大 35 倍之 SEM 照片。

六、檢討

1. 因為在自潔功能部分是 使用人力清潔 ，容易因人為操作 ，施力不均造成實驗誤差 ，因此將清潔部分改用磁攪拌器以 消除因人為操控因素的實驗誤差 。
2. 目前正在進行抗腐蝕測試 ，確認塗抹奈米油漆後 ，可以降低或延緩被腐蝕 的機率 ，提升器材及金屬製品的使用年限 ，實驗成果將在期末報告呈現 。