

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 化學科

040204

鏡中銀—奈米銀之抗菌

學校名稱：國立溪湖高級中學

作者： 高二 邱信嘉 高二 陳瑞羚 高二 黃俐綺 高二 吳昇勳	指導老師： 蘇佳俊
---	--------------

關鍵詞：奈米銀、界面活性劑 (SDS)、PVA

摘要

本實驗採取的製程方式是改良自高中化學實驗－銀鏡反應，利用多倫試液，加入葡萄糖作為還原劑，則可析出金屬銀並附著於反應容器的表面。在奈米銀製作過程中，我們應用界面活性劑 SDS(Sodium dodecyl sulfate)吸附在微粒表面上以抑制其凝聚，在這個實驗，我們加入不同劑量的 SDS，並且發現加入 1.5g 的 SDS，在 410nm 吸光值最高。我們採用 1.5g 的劑量的 SDS，測出吸光值後，採取吸光值最高的奈米銀溶液，製作成 PVA 薄膜，並且發現具有抑菌的效果。

我們將此澄清透明的亮黃色奈米銀液體製成的 PVA 薄膜，等薄膜凝固之後，貼在培養基上，有的直接用澄清透明的亮黃色液體塗抹，或是不讓薄膜凝固直接塗抹，觀察抑菌及抗菌效果，此為本實驗重要之論點，也能由此再證明一次此澄清透明的亮黃色液體正是奈米銀粒子。

壹、研究動機

現今市面上有許多「奈米銀的商品」，「奈米」是近幾年來重要的課題，然而奈米科技將會是未來工業革命推手。奈米化的金屬粒子的屬性與肉眼所能看見的金屬塊的屬性有顯著的差異。在這充滿細菌的環境中，無一處不是菌，從目前高中階段所能得到的知識中，以簡單的銀鏡反應製作出能抗菌的奈米金屬粒子，這是我們所能做到的。根據美國藥物食品檢驗局（FDA）研究文獻證實：銀具有公認的抗菌效果，一般而言，一種抗生素大致可殺死 6 種不同的抗生體，但是銀卻可殺死 600 多種細菌，透過高科技奈米技術的方式，使銀粒子活性變大，抗菌功能增強，因此奈米銀的殺菌功效最為有效。除此之外，奈米銀還有除臭、淨水、防腐、醫療等用途。

銀之所以能殺菌而不傷害有益菌和正常細胞，是因為大部分的病原菌是單細胞微生物，是倚靠蛋白酶來維持新陳代謝，進而繁殖影響正常細胞，在這些蛋白酶之中還有一種氧代謝酶，當銀遇到這種氧代謝酶時，氧代謝酶的活性會搶走銀的一個電子，使銀原子變成帶正電的銀離子，銀離子就會吸引蛋白酶中帶有負電荷的巰基，病原菌的蛋白酶就會失去活性，無法再繁殖，而這些病原菌的生存時間只有幾十分鐘，在無法繁殖下，這些病原菌會自然死亡，而這些銀離子又會得回原本的電子還原成銀原子。所以銀本身的殺菌功能是不會消失的。圖（二）

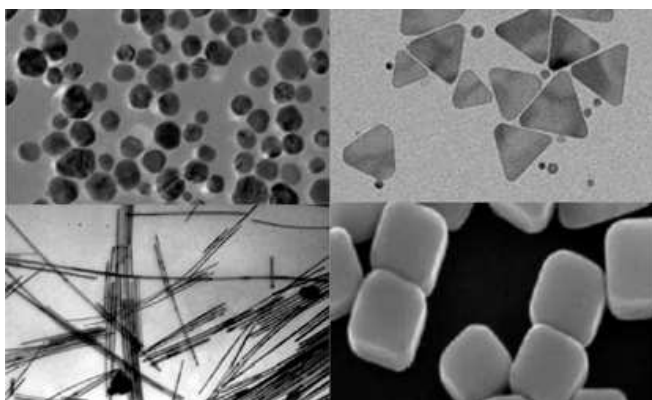
奈米銀的製備乃是在 AgNO_3 存在下加入還原劑(HCOH 或 NaBH_4)還原之，會呈現銀奈米粒子之黃褐色溶液，再以界面活性劑微胞穩定之，避免銀奈米粒子聚集造成顆粒變大而沉澱。奈米銀製作過程中，最重要關鍵在於避免銀粒繼續長大，或者因凝聚而變大，目前已有不少化學技巧可使用，例如應用各種保護劑吸附在微粒表面上以抑制其成長或凝聚。其中，有些保護劑因會選擇性地吸附在特定晶面上，故銀微粒具有特殊的形狀。球形銀(左上)；三角形銀(右上)；銀絲(左下)；方塊銀(右下)。如圖（一）

奈米粒子在吸收光譜中會有一特定的吸收波帶，稱為「表面電漿共振」，這是因為當金屬粒子粒徑遠小於入射光波長時，表面電子因受到入射光激發，引起集體式的偶極振盪，造成表面電子偏極化的現象。銀奈米粒子的特定吸收波帶大約在 410 nm，溶液呈黃褐色。這種表面電漿共振現象會隨著金屬的種類、粒徑、形狀及分散溶劑的不同而有所差異，在稀釋狀態下，黃色是奈米銀所獨有，若濃度增加，外觀顏色則漸由黃褐色變為墨綠色。

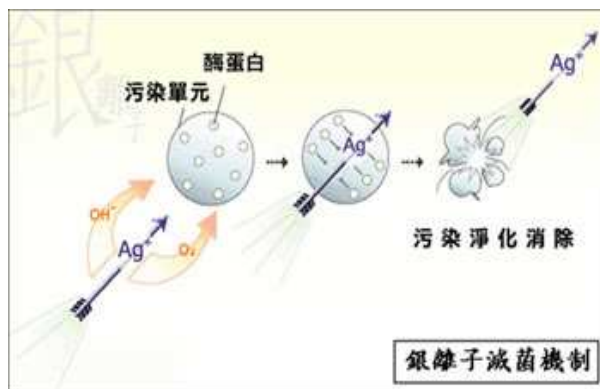
銀離子具有很好的殺菌效果，其抗菌原理乃是銀離子在接觸細菌後，因細胞膜帶負電荷，

而銀離子帶正電荷，二者會產生電荷吸附而牢固結合，銀離子便穿透細胞膜進入細菌體內，與蛋白質上的硫氫基(-SH)產生化學反應，造成蛋白質凝固，從而造成細菌死亡。此外，由於銀離子具有較高的還原電位，當細菌被消滅後又會從細菌的屍體上游離出來，持續對細菌重複上述作用，直至所有細菌被消滅。

奈米銀的抗菌效果又是如何達成的呢？其抗菌機制為何？學者傾向的解釋是金屬粒子表面有一層氧化物，氧化銀在水中會水解成銀離子與氫氧根離子，其中溶出的銀離子便是造成抗菌效果的根源。2004 年 Sondi 等人曾使用自行合成的奈米銀粒子做為抗菌劑，測試它對大腸桿菌的抗菌效果。研究結果顯示與奈米銀接觸的大腸桿菌，細胞壁上產生了許多小孔洞，奈米銀粒子則累積在細胞壁上。細胞壁形成孔洞之後會使得細胞壁的透過度顯著增加，最後造成細胞的死亡。



圖（一）(參考 周更生：科學發展)



圖（二）

貳、研究目的

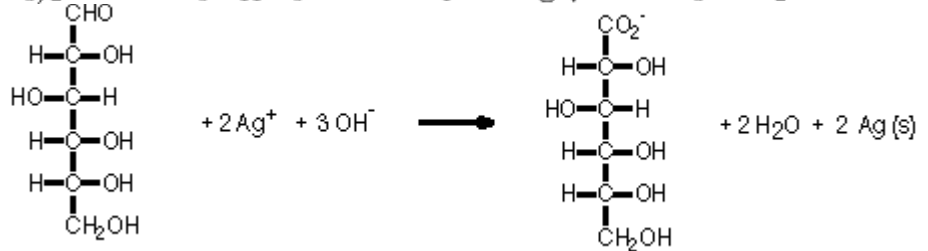
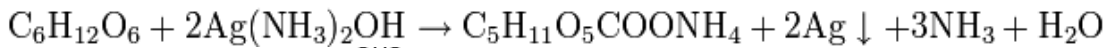
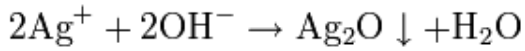
- 一、改良高中課程中的銀鏡反應，控制銀離子聚集顆粒的大小，並且穩定存，形成膠體溶液。
- 二、測量不同的 SDS 的克數，找出最適合的量可完整的包覆銀離子，使其不再被聚集成銀原子。
- 三、將奈米銀膠體溶液，利用 PVA 製作奈米銀薄膜。
- 四、探測不同的 SDS 濃度製成的 PVA 薄膜對於菌落生長情形的影響。
- 五、測試奈米銀的 PVA 薄膜製品是否擁有抗菌、除臭及表面去污能力。

(二) 研究原理

1、銀鏡反應

銀鏡反應是銀化合物的溶液被還原為金屬銀的化學反應，由於生成的金屬銀附著在容器內壁上，光亮如鏡，故稱為銀鏡反應。本實驗所製成的銀鏡反應是正一價的銀離子在鹼性和含氮的溶液中，可被葡萄糖還原成銀原子。析出的銀原子吸附在玻璃表面即生成銀色的鏡面。銀氨錯合物（又稱多倫試劑）被醛類化合物還原為銀，而醛被氧化為相應的羧酸根離子的反應。

銀鏡反應是在氨的鹼性溶液中與醛類作用，糖的醛基會被氧化成(-COOH)可得羧酸及金屬銀之沈澱，而此沈澱以銀鏡方式出現，故稱銀鏡反應，又稱多倫試驗，而銀氨離子之鹼性溶液，稱為多倫試劑。相對的硝酸銀會被還原成銀金屬：

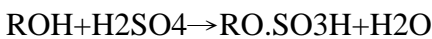


2、界面活性劑原理

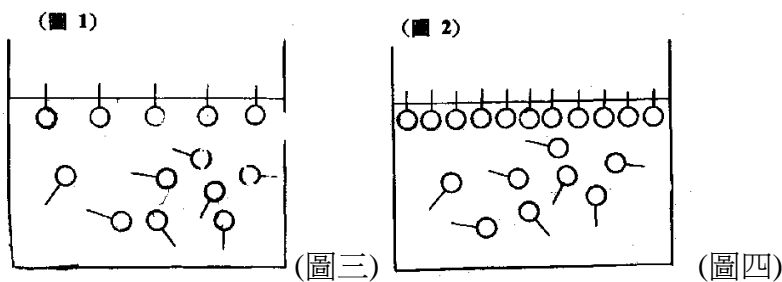
凡一種化合物的分子若擁有一COO⁻、-SO₃⁻、-OSO₃⁻及各級胺基等很容易親近水分子（強親水性）的根基和容易親近油分子疏離水分子（親油性疏水性）的烷基，並且親水基與親油基之間有適當平衡時，該化合物就是界面活性劑。

使界面張力（表面張力）減少的現象稱為界面活性。界面張力乃源自在界面同類分子間的引力。化合物的C₂H₅-及CH₃-等烷基有疏水性，但因為該分子中的一OH及-COOH的親水性傾向比這些短鏈烷基之疏水性傾向較好，這就是所謂的溶解。可是因為疏水性烷基的作用，這種化合物的溶解不是均勻的，而使得一部分的酒精或醋酸的分子被排出水面，把親油性的烷基那一部分伸出空中做整齊的排列。（圖三）這些分子這麼排列（或者換句話說它們吸附於表面），減少了界面（表面）分子間的引力，這就是減少界面張力的原理。如果烷基愈長，在表面吸附的分子就愈多，界面張力之減少也就愈大。（圖四）

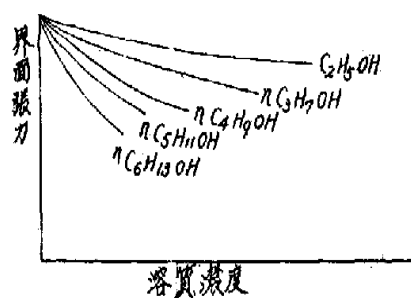
但是因為分子愈大的醇類對水的溶解度愈來愈小（圖五），因此不可能利用高濃度的醇類溶液做為界面活性劑。幸好醇類和硫酸反應成為硫酸鹽之後，可將親水性小的一OH變成親水性大的一OSO₃⁻基就可以當做界面活性劑來應用：



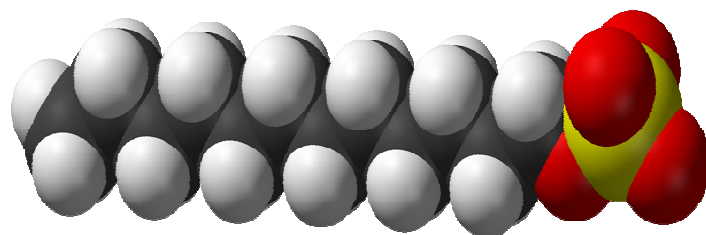
一般高級醇之硫酸酯鹽其與強親水基稍稍平衡的親油性烷基之碳數目約在八~十六之間，而最通用的高級醇硫酸酯鹽為十二醇的硫酸酯鈉鹽（Sodium lauryl sulfate 或 Sodium dodecyl sulfate）（圖六）它是以十二個碳原子長的烷基和-OSO₃⁻形成平衡狀態。



(圖 3) 各種醇類之界面張力



(圖五)



(圖六)

參、研究設備及器材

設備	燒杯、試管、電子天秤、秤量紙、錐形瓶、培養皿、L形玻棒、高壓滅菌鍋、無菌操作台、定量瓶、漏斗、吸量管、滴管、玻棒、加熱板、磁石、溫度計、玻璃片、數位相機、分光光度計、
藥品	蒸餾水、AgNO ₃ 、NaOH、NH ₃ 、C ₆ H ₁₂ O ₆ 、十二烷基硫酸鈉(Sodium dodecyl sulfate, SDS)、PVA(Polyvinyl alcohol)聚乙烯醇、蛋白凍、yeast extract、洋菜、牛肉萃取粉、

肆、研究過程及方法

一、固態培養基的製作

(一) 將電子天平測量完 Pepton (蛋白凍) 1.5g、Yeast extract (酵母抽出物) 0.6g 和 agar (洋菜) 4.5 放置燒瓶中，加入蒸餾水 300ml，加熱到完全溶解。

(二) 將 300ml 溶液分別到入三個錐形瓶中，用鋁箔紙覆蓋在錐形瓶口避免被污染，之後與培養皿、L形玻棒放入高溫高壓滅菌鍋滅菌 15 分鐘 120°C。

(三) 滅菌完成之後放置抽風櫃避免汙染，待稍許的冷卻後，將培養液分裝到培養皿，每一個培養皿 25ml，等待培養液凝固。

(四) 凝固之後保鮮膜包裝，外面再包一層報紙，放入冰箱冷藏。

二、奈米銀配置

(一) 用電子天平秤取 1.02g 硝酸銀加入蒸餾水至 100ml 配置成 0.06M 的硝酸銀溶液。

(二) 秤取 1.00g 氫氧化鈉加入至 100ml，配置成 0.25M 的氫氧化鈉溶液。

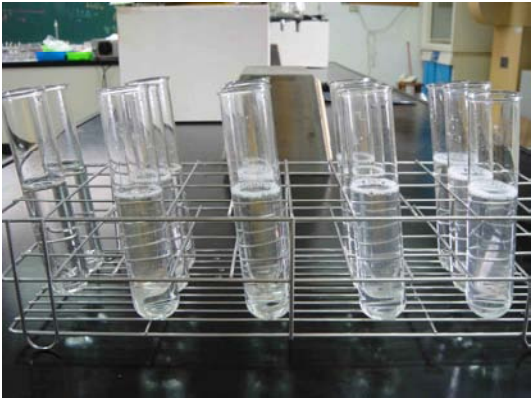
(三) 取 18ml NH₃ 28% 氨水溶液稀釋至 1000ml。

(四) 取 1g 葡萄糖溶液加入至 100ml，配置成 1% 的葡萄糖溶液。

(五) 取十二烷基硫酸鈉 (Sodium dodecyl sulfate, SDS) 粉末 0.5g、1.0g、1.5g、2.0g。

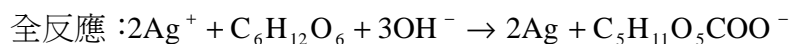
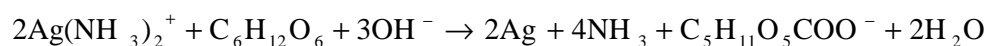
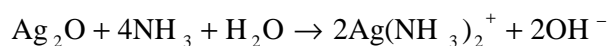
三、液態奈米銀實驗步驟

- (一) 用吸量管各取硝酸銀 5ml 分別置入 15 支試管中，分別再加入 3ml NaOH 使其生成黑色的氫氧化銀 (AgOH) 沉澱。
- (二) 氫氧化銀不穩定，很快即分解為黑褐色的氧化銀 (Ag₂O) 沉澱。此時，向試管中逐滴加入 40ml 28% 氨水溶液 (NH₃)，直至沉澱恰好溶解為止。此時的溶液稱為銀氨溶液，銀主要以 [Ag(NH₃)₂]⁺ 的形式存在。
- (三) 此時為了不讓被還原的銀原子聚集形成晶體，所以必須先加入十二烷基硫酸鈉 (Sodium dodecyl sulfate, SDS) 作為界面活性劑，每 3 支試管一組，分成 5 組，第一組為對照組不加界面活性劑，其餘 4 組再依序加入 0.5g、1.0g、1.5g、2.0g 的 SDS，攪拌 5 至 15 分鐘使其完全溶解，以保護銀離子。

樣品的配置	圖片說明
	此為剛設置好的樣品，由左至右，加入 SDS 的量分別為 0、0.5g、1.0g、1.5g、2.0g

(四) 再分別加入葡萄糖 1ml 還原銀離子，靜置 6 小時，待測其吸光值。

四、實驗方程式



伍、PVA (Polyvinyl alcohol) 的配置

PVA 的溶解方法(本實驗採用 BP 型)


(一)、計量所需用水注入溶解槽，水溫需在 30°C 以下(可避免結塊，縮短溶解時間)。



- (二)、 啓動攪拌機，徐徐投入 PVA，尤其部分鹼化型(BP、BC 型)PVA 水溶液較好，爲避免結成團塊狀，入料時愈慢愈好。投入後確認 PVA 顆粒已完全分散膨潤(約 10~20 分鐘)再予升溫。(常溫 10~20 分鐘的攪伴使 PVA 膨潤，可有效地縮短溶解時間)。
- (三)、 BP 型 PVA 升溫至 80°C 以上，約一小時可完全融解
- (四)、 BP 型較容易起泡，升溫不宜過速
- (五)、 開放系溶解時，溶液表面易結一層膜，造成使用的不便



伍、研究結果

一、實驗結果


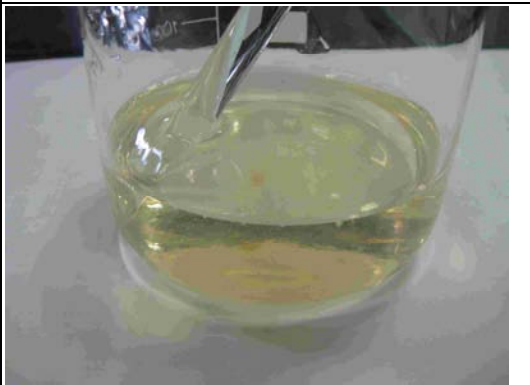
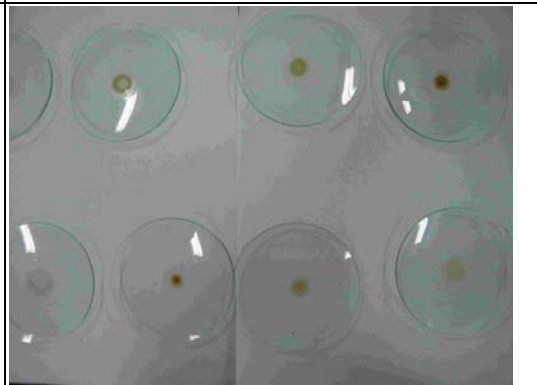
1. 奈米銀溶液的配置

樣品的配置	圖片說明
	<p>此爲剛設置好的樣品，由左至右，加入 SDS 的量分別爲 0、0.5g、1.0g、1.5g、2.0g</p>

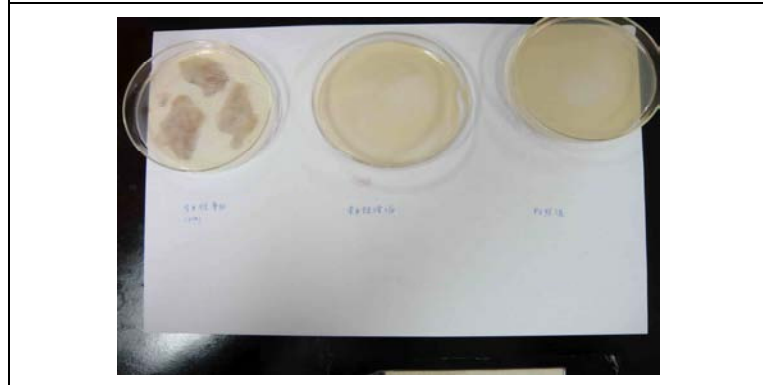
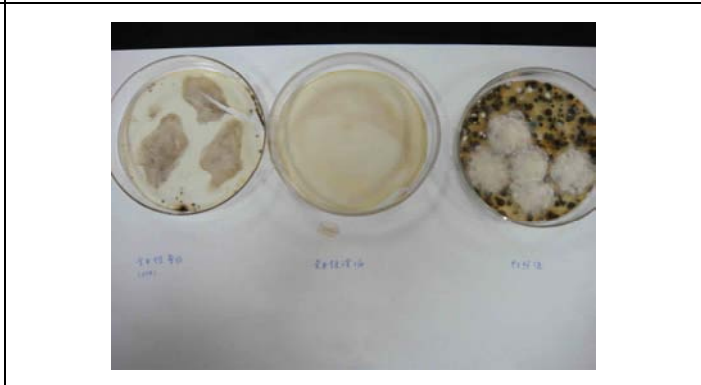
實驗結果	實驗結果
	
<p>左邊未加 SDS 的試管，已經形成銀鏡反應，在試管的表面已經有銀的析出，而加入 0.5g 的 SDS 形成奈米銀的時間最短，加入 2g 的 SDS 的顏色幾乎沒有變化。</p>	<p>放置 6 小時後，未加入 SDS 的試管形成銀鏡反應，其餘的試管均已產生奈米銀溶液。</p>

實驗結果	實驗結果
	
<p>左邊試管未加入 SDS，已形成銀鏡反應，附著在試管壁上，右邊試管加入 SDS，則形成黃褐色奈米銀溶液</p>	<p>此為奈米銀膠體溶液，如果在避光，避免搖晃的環境中，可維持此狀態將近一個月。</p>

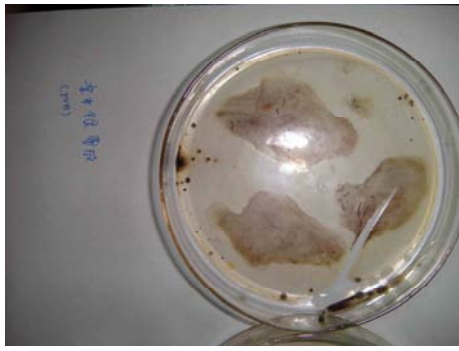
2. PVA 薄膜的製作

實驗結果	實驗結果	實驗結果
		
<p>此為溶解 PVA 後，加入奈米銀溶液的照片</p>	<p>靜待冷卻後，此為 PVA 膠狀溶液</p>	<p>將製做完成的奈米銀溶液，塗佈於鍍玻璃上，放置風乾到隔天，即成奈米銀薄膜。</p>

3. 抗菌效果的比較

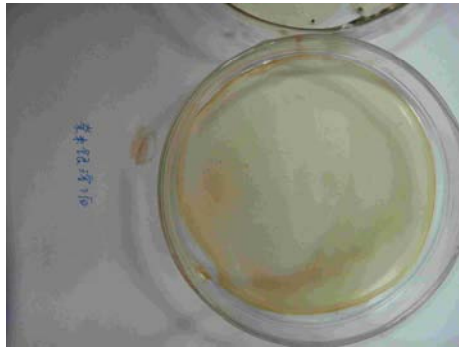
實驗結果	實驗結果
	
<p>此為三個培養基，其中，右邊的培養基為對照組，完全沒有加入奈米銀的處理，中間的培養基則是整個塗佈奈米銀的 PVA 形成薄膜，左邊的圖則是貼上製成的 PVA 薄膜，其中偏褐色的部分即是 PVA 薄膜。</p>	<p>上圖的三個培養基，經過三天後的情況，其中右邊的對照組沒有經過處理，所以培養基上已經佈滿細菌、黴菌等等；而中間整個塗佈奈米銀的培養基，則是完全沒有長菌；而左邊的圖則是在邊緣的地方長出黴菌。</p>

實驗結果



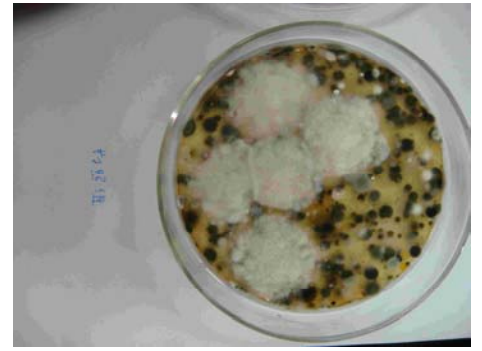
貼上薄膜的培養基中，其中有一個重要的發現。製作出 PVA 薄膜，貼上薄膜的培養基，在薄膜的周圍也沒有長菌，顯示此抗菌的薄膜是有範圍性的，而非貼到的地方才有抗菌效果，最邊角長出黴菌的地方，則是超出了此薄膜能抑菌的範圍，所以才長菌。

實驗結果



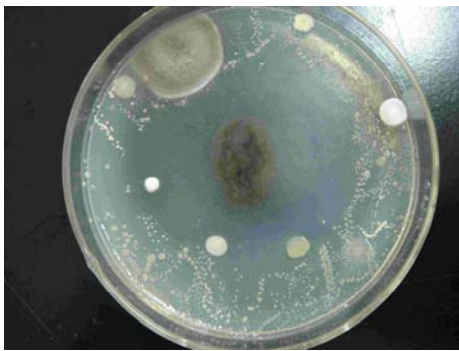
此為整個塗佈奈米銀 PVA 薄膜的培養基，完全沒有菌落的現象。

實驗結果

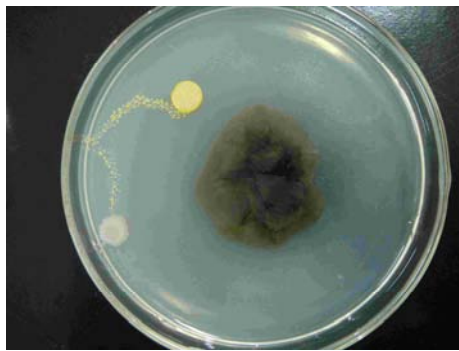


此為對照組，完全沒有經過奈米銀薄膜的處理，經過三天後，培養基已經佈滿了細菌、黴菌。

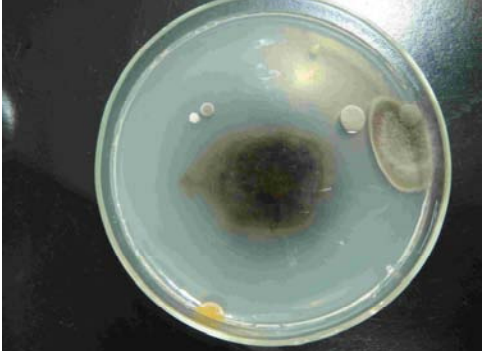
實驗結果



實驗結果



實驗結果



此三個樣品均是中間貼上奈米銀薄膜，約放置一個星期的時間，周圍在一定範圍中，沒有長菌的情形，足見奈米銀薄膜具有範圍性抗菌的效果。

二· 奈米銀溶液吸光值測量

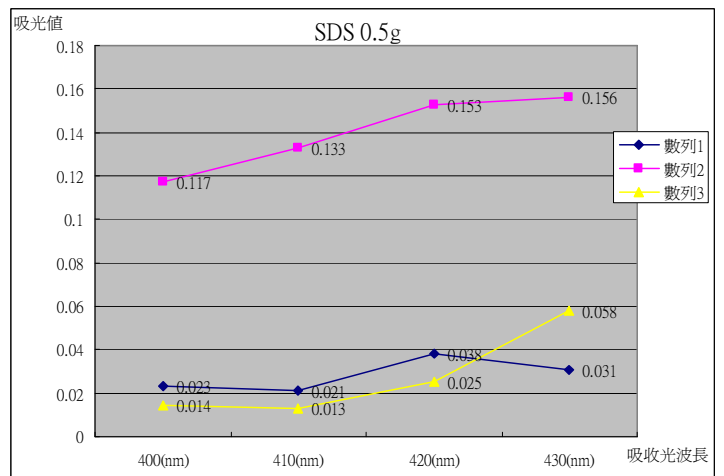
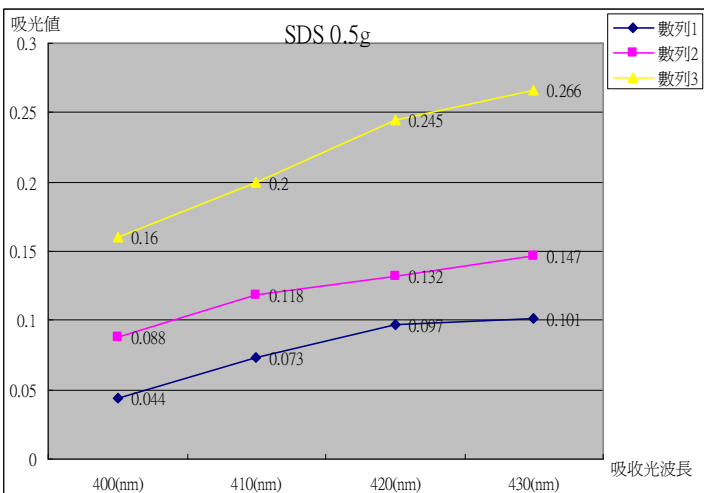
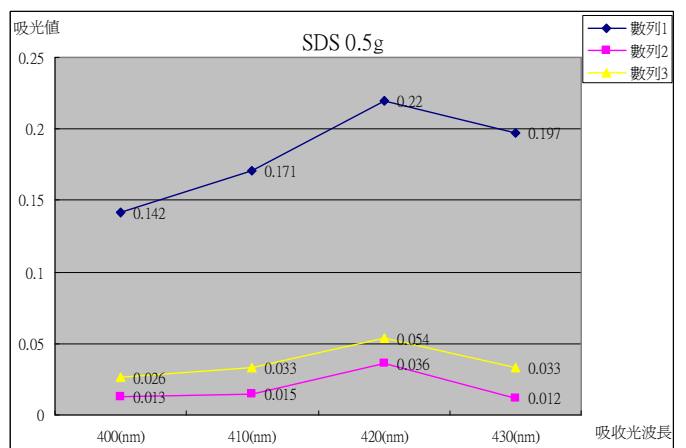
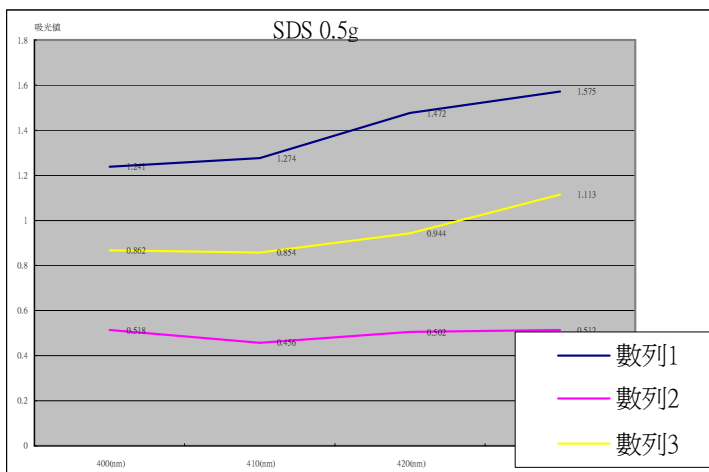
(一) 加入 0.5g SDS

	400(nm)	410(nm)	420(nm)	430(nm)
1	1.241	1.274	1.472	1.575
2	0.518	0.456	0.502	0.512
3	0.862	0.854	0.944	1.113

	400(nm)	410(nm)	420(nm)	430(nm)
1	0.142	0.171	0.22	0.197
2	0.013	0.015	0.036	0.012
3	0.026	0.033	0.054	0.033

	400(nm)	410(nm)	420(nm)	430(nm)
1	0.044	0.073	0.097	0.101
2	0.088	0.118	0.132	0.147
3	0.16	0.2	0.245	0.266

	400(nm)	410(nm)	420(nm)	430(nm)
1	0.023	0.021	0.038	0.031
2	0.117	0.133	0.153	0.156
3	0.014	0.013	0.025	0.058



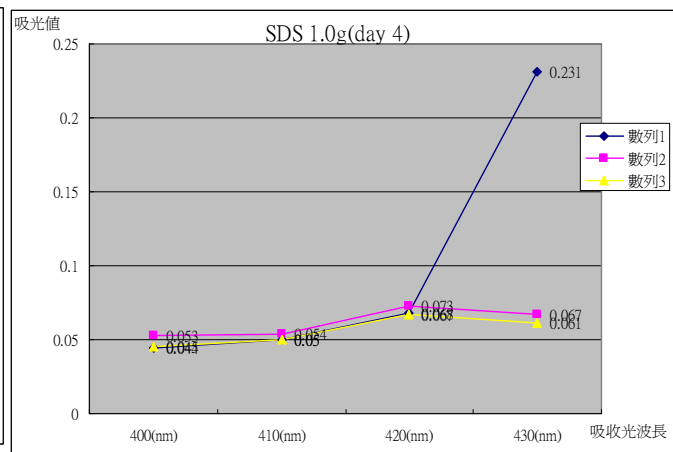
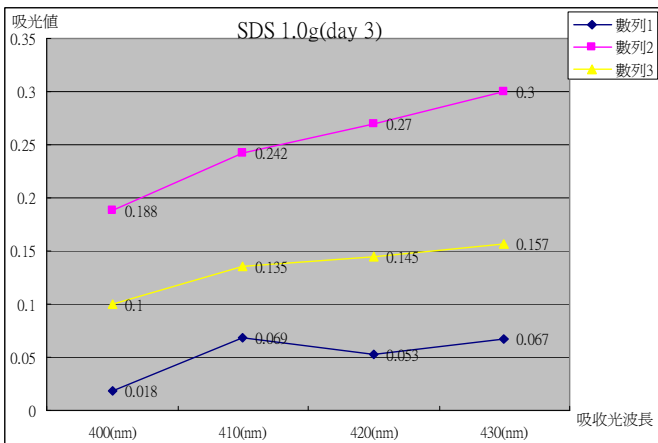
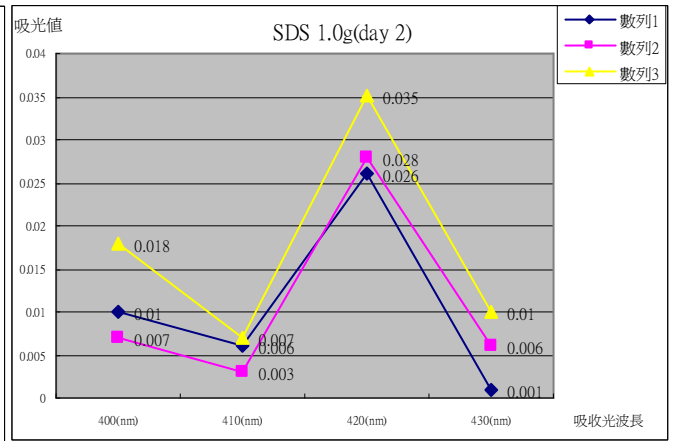
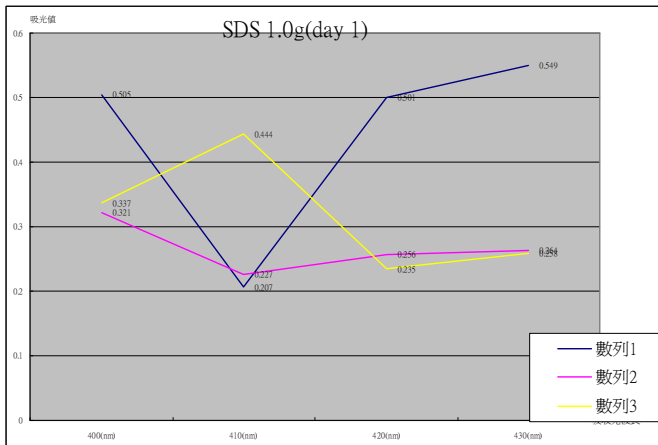
(二)加入 1.0g SDS

SDS 1.0g				
	400(nm)	410(nm)	420(nm)	430(nm)
1	0.505	0.207	0.501	0.549
2	0.321	0.227	0.256	0.264
3	0.337	0.444	0.235	0.258

	400(nm)	410(nm)	420(nm)	430(nm)
1	0.01	0.006	0.026	0.001
2	0.007	0.003	0.028	0.006
3	0.018	0.007	0.035	0.01

	400(nm)	410(nm)	420(nm)	430(nm)
1	0.018	0.069	0.053	0.067
2	0.188	0.242	0.27	0.3
3	0.1	0.135	0.145	0.157

	400(nm)	410(nm)	420(nm)	430(nm)
1	0.044	0.05	0.068	0.231
2	0.053	0.054	0.073	0.067
3	0.045	0.05	0.067	0.061



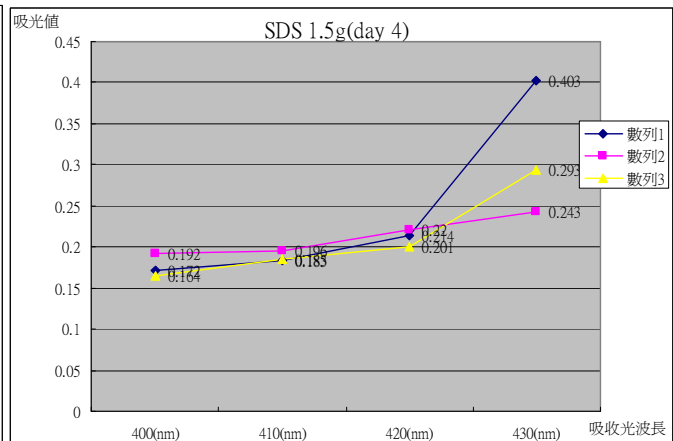
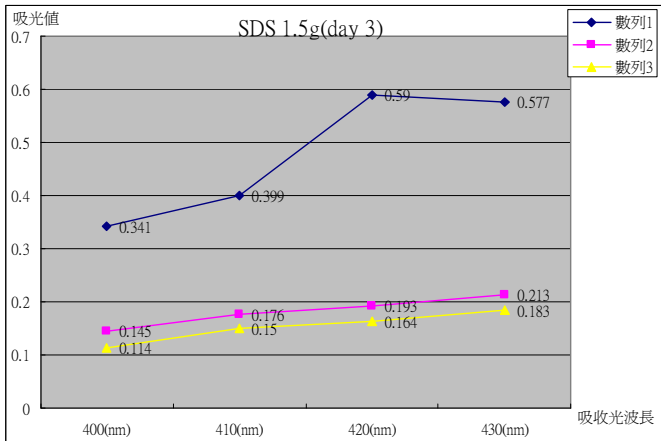
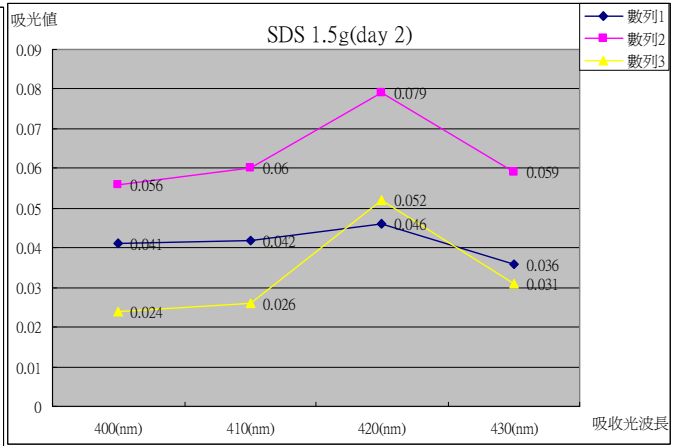
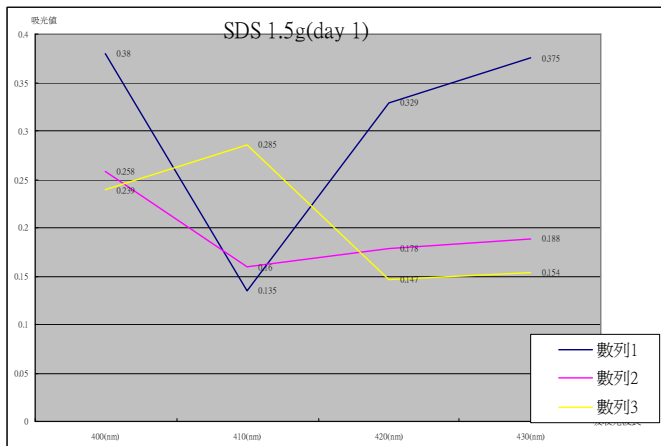
(三)加入 1.5g SDS

SDS 1.5g				
	400(nm)	410(nm)	420(nm)	430(nm)
1	0.38	0.135	0.329	0.375
2	0.258	0.16	0.178	0.188
3	0.239	0.285	0.147	0.154

	400(nm)	410(nm)	420(nm)	430(nm)
1	0.041	0.042	0.046	0.036
2	0.056	0.06	0.079	0.059
3	0.024	0.026	0.052	0.031

	400(nm)	410(nm)	420(nm)	430(nm)
1	0.341	0.399	0.59	0.577
2	0.145	0.176	0.193	0.213
3	0.114	0.15	0.164	0.183

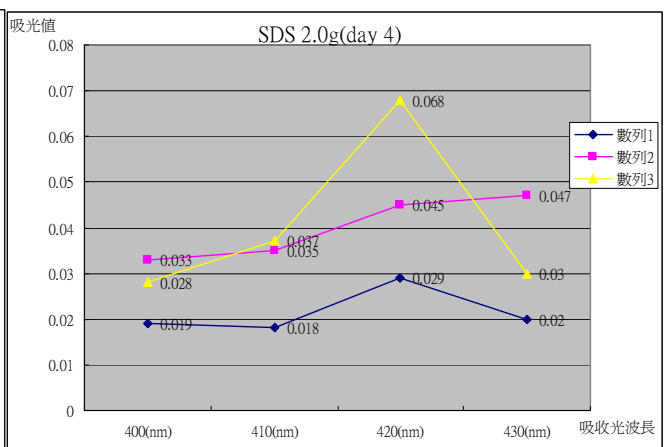
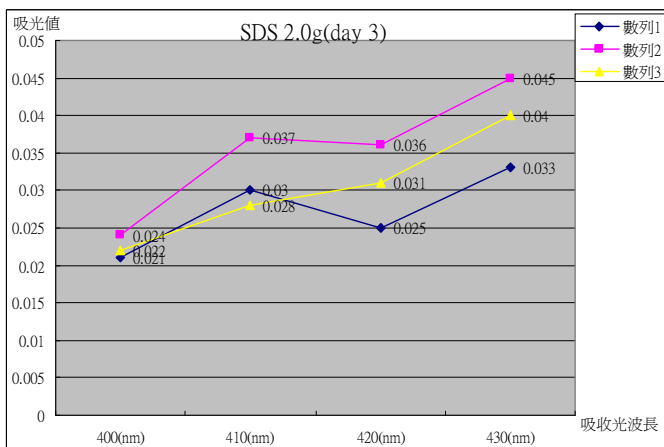
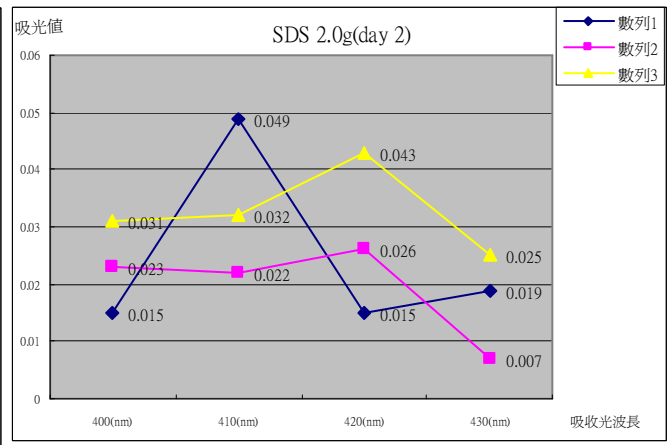
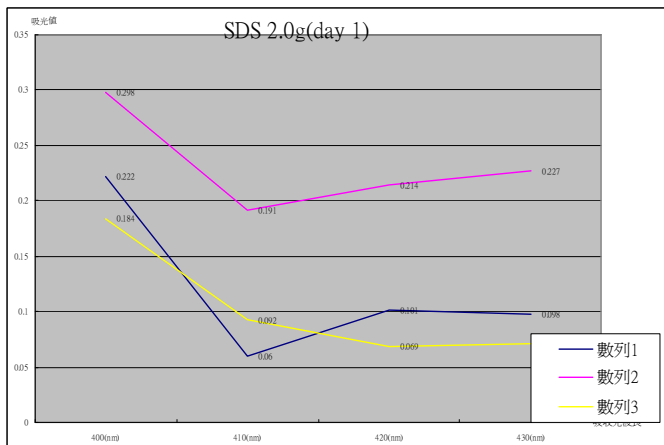
	400(nm)	410(nm)	420(nm)	430(nm)
1	0.172	0.183	0.214	0.403
2	0.192	0.196	0.22	0.243
3	0.164	0.185	0.201	0.293



(四)加入 2.0g SDS

SDS 2.0g				
	400(nm)	410(nm)	420(nm)	430(nm)
1	0.222	0.06	0.101	0.098
2	0.298	0.191	0.214	0.227
3	0.184	0.092	0.069	0.071
	400(nm)	410(nm)	420(nm)	430(nm)
1	0.015	0.049	0.015	0.019
2	0.023	0.022	0.026	0.007
3	0.031	0.032	0.043	0.025

	400(nm)	410(nm)	420(nm)	430(nm)
1	0.021	0.03	0.025	0.033
2	0.024	0.037	0.036	0.045
3	0.022	0.028	0.031	0.04
	400(nm)	410(nm)	420(nm)	430(nm)
1	0.019	0.018	0.029	0.02
2	0.033	0.035	0.045	0.047
3	0.028	0.037	0.068	0.03



(五)依不同天所測的吸光值數據

Day 1	400(nm)	410(nm)	420(nm)	430(nm)
SDS0.5g	1.241	1.274	1.472	1.575
	0.518	0.456	0.502	0.512
	0.862	0.854	0.944	1.113
SDS1g	0.505	0.207	0.501	0.549
	0.321	0.227	0.256	0.264
	0.337	0.444	0.235	0.258
SDS1.5g	0.380	0.135	0.329	0.375
	0.258	0.160	0.178	0.188
	0.239	0.285	0.147	0.154
SDS2g	0.222	0.060	0.101	0.098
	0.298	0.191	0.214	0.227
	0.184	0.092	0.069	0.071
Day 2	400(nm)	410(nm)	420(nm)	430(nm)
SDS0.5g	0.142	0.171	0.220	0.197
	0.013	0.015	0.036	0.012
	0.026	0.033	0.054	0.033
SDS1g	0.010	0.006	0.026	0.001
	0.007	0.003	0.028	0.006
	0.018	0.007	0.035	0.010
SDS1.5g	0.041	0.042	0.046	0.036
	0.056	0.060	0.079	0.059
	0.024	0.026	0.052	0.031
SDS2g	0.015	0.049	0.015	0.019
	0.023	0.022	0.026	0.007
	0.031	0.032	0.043	0.025
Day 3	400(nm)	410(nm)	420(nm)	430(nm)
SDS0.5g	0.044	0.073	0.097	0.101
	0.088	0.118	0.132	0.147
	0.160	0.200	0.245	0.266
SDS1g	0.018	0.069	0.053	0.067
	0.188	0.242	0.270	0.300
	0.100	0.135	0.145	0.157
SDS1.5g	0.341	0.399	0.590	0.577
	0.145	0.176	0.193	0.213

	0.114	0.150	0.164	0.183
SDS2g	0.021	0.030	0.025	0.033
	0.024	0.037	0.036	0.045
	0.022	0.028	0.031	0.040
Day 4	400(nm)	410(nm)	420(nm)	430(nm)
SDS0.5g	0.023	0.021	0.038	0.031
	0.117	0.133	0.153	0.156
	0.014	0.013	0.025	0.058
SDS1g	0.044	0.050	0.068	0.231
	0.053	0.054	0.073	0.067
	0.045	0.050	0.067	0.061
SDS1.5g	0.172	0.183	0.214	0.403
	0.192	0.196	0.220	0.243
	0.164	0.185	0.201	0.293
SDS2g	0.019	0.018	0.029	0.020
	0.033	0.035	0.045	0.047
	0.028	0.037	0.068	0.030

(六)放置兩天後，奈米銀在分光光度計的吸光值數據

400nm	第一天	第二天	增加率
0.5g	0.280	0.282	0.71%
	0.283	0.317	12.01%
	0.308	0.297	-3.57%
1.0g	0.217	0.212	-2.30%
	0.272	0.273	0.37%
	0.258	0.255	-1.16%
1.5g	0.274	0.279	1.82%
	0.275	0.287	4.36%
	0.253	0.265	4.74%
2.0g	0.236	0.258	9.32%
	0.216	0.246	13.89%
	0.296	0.298	0.68%

410nm	第一天	第二天	增加率
0.5g	0.311	0.313	0.64%
	0.331	0.331	0.00%
	0.384	0.467	21.61%
1.0g	0.250	0.257	2.80%
	0.319	0.325	1.88%
	0.299	0.311	4.05%
1.5g	0.316	0.333	5.38%
	0.315	0.348	10.48%
	0.290	0.318	9.66%
2.0g	0.268	0.308	14.93%
	0.251	0.294	17.13%
	0.337	0.360	6.82%

420nm	第一天	第二天	增加率
0.5g	0.353	0.355	0.57%
	0.365	0.379	3.84%
	0.416	0.527	26.68%
1.0g	0.277	0.285	2.89%
	0.358	0.368	2.79%
	0.343	0.355	3.50%
1.5g	0.355	0.354	-0.28%
	0.360	0.394	9.44%
	0.326	0.364	11.66%
2.0g	0.298	0.346	16.11%
	0.280	0.334	19.29%
	0.382	0.407	6.54%

430nm	第一天	第二天	增加率
0.5g	0.394	0.405	2.79%
	0.405	0.434	7.16%
	0.458	0.577	25.98%
1.0g	0.307	0.333	8.47%
	0.404	0.425	5.20%
	0.389	0.445	14.40%
1.5g	0.385	0.427	10.91%
	0.399	0.451	13.03%
	0.357	0.415	16.25%
2.0g	0.319	0.383	20.06%
	0.298	0.371	24.50%
	0.412	0.451	9.47%

(七)加入超過 2.0g SDS 的吸光值大小

SDS 量	410nm	420nm	430nm	440nm
0.5g	0.145	0.154	0.181	0.181
	0.164	0.178	0.195	0.216
	0.139	0.153	0.166	0.179
1.0g	0.146	0.164	0.184	0.197
	0.158	0.178	0.201	0.215
1.5g	0.189	0.216	0.243	0.263
	0.123	0.137	0.154	0.161
	0.159	0.180	0.203	0.214
2.0g	0.159	0.180	0.207	0.210
	0.153	0.171	0.195	0.208
	0.153	0.170	0.193	0.205
3.0g	0.166	0.182	0.205	0.215
4.0g	0.158	0.170	0.191	0.190

陸、研究討論

- 一·由奈米銀在 410nm 的吸光值中，我們發現，即使是同一天，由相同的藥品配製出來的樣品，分成三個不同試管的樣本，經過 6 個小時後，所測量的吸光值也不相同，顏色也不盡相同。而不同天的樣本，加入相同 SDS 質量的溶液，甚至吸光值相差 10 倍以上，所以說，奈米銀形成的吸光值再現性不佳，可能是在短時間內，奈米銀溶液聚集的速度各樣品之間的差距不一樣，受到隨機分佈的影響似乎滿大的。
- 二·雖然每個樣品間的吸光值差異很大，但是在第二天~第四天的實驗數據中，在 410nm 的吸

光值，還是以加入 SDS1.5g 的樣品具有較高的吸光值，因此，我們後續在製造奈米銀 PVA 薄膜都採用加入 SDS1.5g 的樣品來製作，而第一天的 SDS 0.5g 的吸光值則是相當異常的偏高，所以可能是實驗上的誤差。

三·在奈米銀粒子製作成奈米銀薄膜時，我們將培養基曝露在空氣中約三天，發現完全沒有經過奈米銀處理的對照組已經佈滿黴菌，相對之下，整片塗滿奈米銀 PVA 溶液的樣本，則是完全沒有長菌的現象，而製作成奈米銀薄膜的實驗組，則是在貼上奈米銀薄膜的周圍也沒有長菌的現象，在離薄膜較遠的培養基的地方，則是有長出部分的黴菌，所以我們進一步則是製造許多奈米銀薄膜，將奈米銀薄膜貼在培養基的正中央，發現以奈米銀薄膜的周圍一樣有抗菌效果，所以我們推論奈米銀的薄膜的抗菌效果是範圍性的，而非只有貼到薄膜的地方才有抗菌效果，在另一對照組只有放 1.5g SDS，而未含有奈米銀膠體溶液，而實驗發現對照組抑菌範圍 0.8cm，而加了奈米銀膠體溶液的抑菌範圍則是 1cm 左右。

四·在實驗數據(六)這部分的數據顯示，加入 0.5g、0.1g SDS 的三個試管中，除了 0.5g 的第三根試管在第二天，吸光值增加了約 20%~25%左右的吸光值，其餘的幾根試管的吸光值增加量都不明顯，但加入 1.5g、2g 的 SDS 有數根試管在 410~430nm 的吸光值部分有超過 10%以上，甚至有高達 24%。這個結果有可能是因為加入較多的界面活性劑，會減緩銀粒子的聚集，其實在實驗的過程中也可以很明顯的觀察到，形成奈米銀膠體溶液黃澄色的時間點也是 0.5g 的 SDS 最快，而 2.0g 最慢。當我們想要測第三天的數據時，學校的分光光度計燈泡燒壞了，離截稿日期太近了，所以說只有測兩天的數據。

五·在參加完中區科展後，評審給我們的建議是再多做超過 2.0g 的 SDS 的實驗，實驗數據則如(七)，在實驗數據中可以看到，從加入 1.5g、2.0g，一直到加入 3.0g、4.0g 的 SDS，吸光值的變化都不大了，顯示加入 1.5g 的 SDS 的劑量是合宜的。

六·實驗注意事項

- 1.奈米銀的製作過程中，先加入 SDS，再加入葡萄糖，以避免因順序錯誤而形成銀鏡反應。
- 2.在加熱 PVA(BP 型)的過程中，溫度最好維持在 75~85℃，以免因溫度過低而造成 PVA(BP 型)無法溶解，且升溫不宜過速。將 PVA 加入水中時，愈慢愈佳，以防結成團塊狀。

柒、結論

利用銀鏡反應測出是否含有奈米銀的顆粒以致達到抗菌效果，經由 S D S 界面活性劑的保護下，我們測得在 S D S 為 1.5 克為最佳濃度，使銀奈米粒子不再聚集造成顆粒變大而沉澱，此時溶液已呈現金黃色，據分光光度計的數據所顯示此顏色之溶液已是奈米級的銀粒子，把此溶液加入 P V A 薄膜，置於培養基中使其抑菌和抗菌，再此證明此為奈米銀離子具有抗菌效果，其中我們發現以摻入奈米銀離子的 P V A 薄膜其抑菌效果，比照對照組，竟有範圍性，未貼附 P V A 的外圍會有一定區域範圍內不長菌，此證明並不是要奈米銀覆蓋的地方才能抗菌，為此實驗的發現。這些實驗過程使我們徹底了解奈米銀的製作方法，且將他們測試在生活日用品上，也明確證實了奈米銀的抗菌效果。在網路資料中，奈米銀也具有除臭、過濾……等其他功效，所以奈米科技正是我們現代科學家需多多探索的重要研究項目。

捌、參考資料及其他

一、未來發展與展望

銀具有預防潰爛和加速傷口癒合的作用，通過奈米技術處理後的銀表面急劇增大，表面結構發生變化，殺菌能力可提高 200 倍左右，可殺死 600 多種細菌。奈米銀的滅菌原理是當帶正電荷的奈米銀顆粒接觸到帶負電荷的微生物細胞後，會相互吸附，經有效地擊穿細胞壁與細胞膜，使微生物細胞蛋白質變性，無法呼吸、代謝和繁殖，直至死亡，達到滅菌的效果。奈米銀抗菌劑在水中呈中性，能耐酸、耐鹽和弱鹼，對熱和光穩定性好；同時奈米銀抗菌成分並未做任何消耗，仍保持原有的抗菌能力，因此它的抗菌能力可長期有效。

透過高科技奈米技術的方式，使銀粒子活性變大，抗菌功能增強，對居家環境及個人衛生的品質提昇。銀的奈米級細微顆粒以及奈米銀所釋放的銀離子，都具有顯著的殺菌效果，奈米銀在多倍稀釋的情況下，對於大腸桿菌、金黃色葡萄球菌，沙門氏桿菌及綠膿桿菌等，均有 99.99% 的抑制功效，其主因為銀本身具有的生物作用。

奈米銀以經廣泛地應用在淨水濾材、抗菌塗料、各類清潔劑、抗菌纖維布、香皂、噴霧劑上，而奈米銀的殺菌功能已經受到美國衛生署(FDA)認可，使用在紗布、包紮、燒燙傷治療。在如此多菌的世界，抗菌會是未來重要的課題，而奈米銀必定在未來會有很好的發展。

二、參考資料

1.美國衛生署(FDA)

2.維基百科

3.北一女的實驗講義

4.<http://www.sanzo-ltd.com/tw/info.php> 奈米銀資訊

5.<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1005032302076>

Triton SP-190/SDS 混合界劑之界面吸附行為的探討/化學工程學系碩博士班

6.<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/47/senior/040214.pdf>

7.www.accessdata.fda.gov/cdrh_docs/pdf5/K051445.pdf

8.<http://www.because.tw/News--and--Events.php>

9.<http://web1.nsc.gov.tw/ct.aspx?xItem=8423&ctNode=40&mp=1><http://faculty.pccu.edu.tw/~meng/NanoSilver.pdf><http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/49/pdf/040204.pdf><http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/47/senior/040214.pdf>

<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/47/senior/040214.pdf><http://web1.nsc.gov.tw/public/Data/8111010453429.pdf><http://www.sanzo-ltd.com/tw/index.php><http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1005031706693>

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1508030912625><http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1508053111911>

【評語】 040204

本件作品探討製備奈米銀的最佳條件，發現界面活性劑 SDS1.5 克是最佳濃度，在此探討期間顯示科學方法及科學思考。