

# 中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

高級中等學校組 物理與天文學科

051810

利用紫外線激化法製作奈米銀粒子--並探討其熱  
輻射吸收現象

學校名稱：臺北市立大直高級中學

作者：  高二 吳奕欣  高二 蔣承燁  高二 高國豪	指導老師：  陳秉貴
---	------------------

關鍵詞：奈米銀、紫外光觸媒激化實驗、光譜分析

## 摘要

奈米銀粒子對熱輻射在一定波段有吸收的效應，有隱熱的效果。傳統上以還原法及電化學法製作奈米銀，但步驟較為繁複不易擷取粒子。本實驗以紫外線激化法製作奈米銀粒子，使用醋酸銀作為原材料，經由照射紫外光、並利用二氧化鈦薄膜作為轉換光觸媒，調製照射紫外光距離、原材料種類及濃度，使得產生不同奈米銀粒子濃度之溶液。利用粒徑分析、SEM、X-ray 繞射實驗及顏色判斷奈米銀顆粒大小，並以光譜分析儀來探討濃度、照射距離與奈米銀光譜曲線分析之相關係。本研究以實驗製作出的奈米銀粒子來設計隱熱實驗，以驗證奈米銀粒子的熱輻射吸收效應。

經由本研究特殊設計之熱輻射分布實驗及多點溫度量製布置，可判斷有塗佈奈米銀顆粒有吸收熱輻射的效應。

## 壹、研究動機

常在一些報章雜誌及科學期刊上看到一些奈米金屬顆粒之報導，它在許多領域內都有很受重視的應用價值，而其中報導篇數最多的應屬奈米銀顆粒了！把銀奈米化後所得到的大表積，會使它的功能大幅增加，同時也因新功能的出現，連帶開發出許多奈米銀的新應用，例如用噴墨方式製作電子產品，以塗布方式製成隱身塗料，以及抗菌產品等。既然奈米銀粒子有如此大之應用功能，所以我們就想找一種簡易的、且是一般人未發展出的奈米銀粒子製造法來從事較深入的研究。我們與自然科學專題老師的討論結果是：因為奈米銀粒子最常用的製造方是(1)鹽類還原法(2)電化學法，而這兩種方法都是已被很多高中學生討論及研究過的，是屬於一種 well-developed 的技術。

而老師的建議是：本校在奈米  $\text{TiO}_2$  光觸媒方已有很長久之研究技術，老師認為我們是否應發展一種利用光觸媒的強氧化還原力去將普通金屬銀刺激氧化還原成奈米銀顆粒，而這步驟我們就把它定位為激化技術。當然這種  $\text{TiO}_2$  光觸媒研究在我們學校已行之多年，所以這種奈米銀顆粒的製造將是本校奈米科學研究的一大主力。

另外曾看到一系列的期刊論文討論到利用超聲波去將水溶液中的銀離子還原成銀原子，而這個關鍵就在於過程中產生了強還原能力的氫氧自由基( $\bullet\text{OH}$ )，並利用所加入的界活性劑使其被包裹成奈米銀顆粒。整個過程完全不用到添加使銀離子還原成原子的還原劑，這使奈米銀粒子製做簡化很多。所以這也就是我們研究團隊想利用我們上提到研究許久的  $\text{TiO}_2$  光觸媒實驗去產生大量的氫氧自由基( $\bullet\text{OH}$ )，去激化銀離子還原成銀原子，並使它成為奈米銀粒子。

除了參考各種激化(超聲波、金屬還原、電化學還原)金屬離子還原成金屬原子的文獻，我

們也特別自行設計了一套光觸媒實驗激化系統，做一些觸媒實驗試圖產生氫氧自由基( $\bullet\text{OH}$ )來激化銀離子的還原。當然顆粒製作出來須要加以測試以檢驗，以確定是否奈米級銀顆粒之形成。所以除了用傳統的檢測方式去驗證外；如可見光吸收光譜、顏色變化、SEM 觀察、X-ray 繞射法，我們也與老師討論出一個繞射光斑的檢測方式。希望這些實驗能讓我們奈米研究的視野再往上提升。

## 貳、研究目的

### 一、研究目的

- (一)利用紫外光照射  $\text{TiO}_2$  光觸媒使產生大量氫氧自由基及過氧自由基，並以此探討光觸媒降解現象解釋自由基的功能。
- (二)利用本研究的奈米  $\text{TiO}_2$  光觸媒實驗產生自由基激化銀離子使還原成銀原子。
- (三)利用各種觀測(顏色、濃度變化、顯微光學現象及雷射光斑觀測)判斷紫外線激化現象之發生程度。
- (四)利用各種相關測試(S.E.M.、光譜分析、粒徑分析)來計算判斷所發展奈米銀粒子的大小等其他特性。
- (五)利用紫外光-可見光譜分析，探討紫外光激化實驗產出奈米銀粒子特性與紫外光照設距離、時間、原材料醋酸銀質量、原材料醋酸銀濃度及產出奈米銀粒子延滯時間與產生奈米銀粒子特性之關係。
- (六)將本實驗研發出的奈米銀粒子塗佈纖維布品，從可見光的吸收光譜實驗及照射溫度變化進而探討奈米銀粒子的隱紅外線特性。

### 二、研究問題

- (一)探討奈米  $\text{TiO}_2$  光觸媒激化還原銀離子成奈米銀顆粒實驗之理論及相關性。
- (二)設計本研究之簡單型奈米紫外光激化實驗系統，以求得紫外光照射激化之最佳效果。
- (三)提出本研究奈米  $\text{TiO}_2$  光觸媒紫外光照射激化實驗之基本理論機制。
- (四)經由奈米  $\text{TiO}_2$  紫外光照射激化實驗所製造產生之奈米銀顆粒之測試及驗證：
  - 1.奈米銀顆粒觀察、測試：可見光光譜、顏色及光斑觀測變化、SEM、X-ray 繞射法。
  - 2.利用可見光光譜分析探討奈米銀紫外線激化過程中產生奈米顆粒濃度、顆粒大小與激化實驗中之原始材料(raw material)濃度、照射紫外線距離的相關影響關係。
- (五)利用奈米銀粒子 450nm 可見光吸收作用，進行奈米銀薄膜的隱熱實驗及相關問題解決。

### 三、紫外光激化法基本理論探討

二氧化鈦吸收光的能量，電子會從共價基態被激發至較高能階，將共價帶的一個電子提升到導電帶，產生一對自由電子-電洞對，此時電子擁有較高的能量，極不穩定，可以供周遭需要電子的介質，原共價帶因電子跳脫而有空缺，稱為電洞(帶有正電荷)，也極不穩定，需要周遭介質任何電子之補充。這也就是說二氧化鈦照射紫外光產生的電子-電洞對，可以移至二氧化鈦表進行光催化作用。所以光觸媒的催化程序主要包括：**(1)**紫外光照射引發電子-電洞對產生**(2)**電子-電洞對捕捉污物，產生氧化還原。每一顆二氧化鈦粒子可將照射紫外光後的電子或電洞傳遞給吸附在表面的離子，進行氧化或還原反應。如果在水溶液中，能與水和氧氣進行一連串的化學反應，產生氫氧自由基( $\bullet\text{OH}$ )或過氧自由基( $\bullet\text{-2O}$ )，由於這兩種自由基具有高的氧化電位及還原電位，因此容易分解空氣中或水中的有機物質，達到破壞污染物的目標。

一般二氧化鈦光觸媒的紫外光激化作用(降解作用)進行中可表現出比較濃度的變化、有機液顏色的變化的變化，可針對這三種研究方向設計二氧化鈦紫外光激化實驗。

### 四、奈米銀的隱熱現象探討

直徑約 420 nm 的奈米銀顆粒可吸收可見光中的藍綠光區光能，使感熱器無法偵測到這段失去的光能區，這即為引熱現象或隱身現象。

所以隱熱實驗可以驗證光激化奈米銀所產生的顆粒大小。

整個實驗的溫度變化監測已熱電偶(thermocouple)執行及溫度電表顯示，並由紀錄器不斷記錄下來。

## 參、研究設備及器材

### 一、研究設備

加熱燈、紫外線照射燈、掃描式電子顯微鏡(SEM，北科大借用)、X ray 繞射(大同大學借用)、雷射筆、夾具、加熱板、照度計、防水燈泡、紫外光—紫外光譜分析儀(自備)。

### 二、研究材料

蒸餾水、Sodium lauryl sulfate (SLS)、蒸餾水、酒精、玻棒、濾紙、奈米二氧化鈦粉末。

## 肆、研究方法與過程

### 一、光激化製作奈米銀粒子實驗

#### (一)TiO<sub>2</sub> 光觸媒平板製作

- 1.將 TiO<sub>2</sub> 光觸媒加水研磨成凝膠狀。
- 2.將 TiO<sub>2</sub> 光觸媒凝膠塗抹在玻璃瓶板上。
- 3.將導電玻璃洗乾淨後塗抹 TiO<sub>2</sub>，並將導電玻璃放進爐中以 380~420°C 退火(圖一)。

#### (二)紫外光激化銀離子降解產生奈米銀粒子實驗(圖二)

- 1.配製不同濃度的醋酸銀溶液並加入不同劑量的介面活性劑 SLS，形成降解溶液。
- 2.將 TiO<sub>2</sub> 光觸媒平板一定數量(數量變數)以對稱方式擺放在激化降解溶液中。
- 3.以紫外光照射 TiO<sub>2</sub> 光觸媒平板表面，並採取照射距離、照射時間及醋酸銀濃度為實驗變數，循序完成實驗。

### 二、奈米銀粒子測試

#### (一)紫外光-可見光譜分析

利用光譜分析，可測量奈米銀溶液中粒子的可見光繞射波段訊號強弱，以推知實驗的奈米銀粒子的大小及濃度高低。

- 1.利用可見光譜分析探討紫外光激化照射距離與生成奈米銀顆粒濃度及大小關係。
- 2.利用可見光譜分析探討紫外光激化照射原材料濃度與生成奈米銀顆粒濃度關係。
- 3.利用可見光譜分析探討紫外光激化照射原材料種類與生成奈米銀顆粒濃度關係。
- 4.利用可見光譜分析探討紫外光激化照射時間與生成奈米銀顆粒濃度關係。
- 5.利用可見光譜分析探討紫外光激化照射之生成顆粒濃度及延滯時間之關係。

#### (二)乳光散射

利用雷射光照射溶液得到乳光散射，以確定溶液中有奈米銀粒子存在。

#### (三)SEM(掃描式電子顯微鏡)觀測

將本研究奈米銀粒子在載玻璃片沉積乾燥，經由高倍率電子顯微鏡可判斷觸出本研究奈米銀顆粒大小及排列形式。

#### (四)粒徑分析

經由雷射掃描粒徑分析可估算奈米銀溶液中之顆粒大小比例。

#### (五)X- ray 繞射分析

利用 X- ray 繞射特性曲線判斷出材料種類，由此測試確定本實驗是否為奈米銀顆粒。

### 三、奈米銀顆粒隱熱實驗

經由披覆奈米銀顆粒之纖維布以高功率鹵素燈照射，觀測其溫度上升變化情形，並與未披覆奈米銀顆粒之纖維布比較，觀察其溫度差別變化，且溫度變化採多點監測。

## 伍、實驗結果

- 一、經由雷射光乳光色散實驗得知以紫外光激化實驗已可產生奈米銀顆粒(圖四)，這些奈米銀粒子造成雷射光繞射形成乳光狀。
- 二、經由 X-ray 繞射實驗，憑繞射訊號曲線圖形之特殊角度可確知紫外光激化實驗所得粒子為奈米銀(圖五)，是本研究成分確定奈米銀的主要方式。
- 三、經由粒徑分析實驗可得紫外光激化實驗所得粒子大小直徑約為 400~430nm (圖六)。
- 四、經由電子顯微鏡掃描，本實驗所得奈米銀粒子大小亦約為 400~430nm (圖七)。
- 五、經由紫外光-可見光光譜分析得知，得知本實驗奈米銀粒子大小亦為 400~430nm。
- 六、經由紫外光-可見光光譜分析得知，本紫外光激化法所產生的針對奈米銀粒子濃度光譜線強度與照射距離成遞增關係(圖八)。
- 七、經由紫外光-可見光光譜分析得知，本紫外光激化法所產生的針對奈米銀粒子濃度光譜線強度與原材料質量成遞增關係(圖九)。
- 八、經由紫外光-可見光光譜分析得知，本紫外光激化法所產生的針對奈米銀粒子濃度光譜線強度與原材料醋酸銀濃度成遞減關係(圖十)。
- 九、經由紫外光-可見光光譜分析得知，本紫外光激化法所產生的針對奈米銀粒子濃度光譜線強度與激化照光時間成遞增關係(圖十一)。
- 十、經由紫外光-可見光光譜分析得知，本紫外光激化法所產生的針對奈米銀粒子濃度光譜線強度與激化照光後延時間成遞增關係(圖十二 A、B)。
- 十一、經由隱熱實驗可看出奈米銀在可見光波段 400~430nm(藍綠光區)有吸熱作用，因為吸收不反射，所以不易被偵測到。

## 陸、討論

- 一、在溶液中經由雷射照射會有乳狀光產生，那是雷射光經由每一顆粒子繞射所產生的繞射光影，因為數目頗多固形成乳狀光。
- 二、經由 X-ray 特色繞射條紋特性訊號曲線可得知本研究之生成奈米粒子為銀粒子。
- 三、經由粒徑分析及光譜儀分析得知本紫外光激化法所產生的粒子直徑大小為 400~430nm。另外激化後奈米銀濃度越大則光譜線訊號強度越強越明顯。
- 四、本紫外光激化奈米銀實驗所產生奈米銀濃度與紫外光照射距離成正比。主要是因距離越遠，照射紫外光激化範圍越廣，故激化產生奈米銀粒子濃度成遞增狀況。
- 五、經由紫外光-可見光光譜分析得知，本紫外光激化法所產生的針對奈米銀粒子濃度光譜線強度與原材料醋酸銀質量成遞增關係。原材料質量越大能提供被激發的粒子數越多，所以光譜分析特性曲線強度越大。
- 六、經由紫外光-可見光光譜分析得知，本紫外光激化法所產生的奈米銀粒子濃度光譜線強度與原材料醋酸銀濃度成遞減關係。因為原材料濃度越大，原材料顆粒堆擠越密，會影響粒子紫外線激發效果。
- 七、經由紫外光-可見光光譜分析得知，本紫外光激化法所產生的針對奈米銀粒子濃度光譜線強度與激化照光時間成遞增關係。照射時間越長則可以使紫外光激化過程更加完整。
- 八、經由紫外光-可見光光譜分析得知，本紫外光激化法所產生的針對奈米銀粒子濃度光譜線強度與激化照光後延時間成遞增關係。預估因為激化溶液留有殘餘醋酸銀繼續由大氣中紫外線繼續激化，所以隨著時間增長繼續激化過程，所以光譜儀特性曲線會更增強，但此效應僅能維持至原材料醋酸銀消耗殆盡。
- 九、經由隱熱實驗可看出奈米銀在可見光波段 400~430nm (藍綠光區)有吸熱作用，因為吸收不反射，所以不易被偵測到，故將來適合在隱熱應用方向發展。
- 十、本研究激化實驗中所添加的介面活性劑扮演著包裹激化後的銀粒子，使其不會因團聚而去奈米顆粒的意義。而介面活性劑亦是一主要奈米粒子研製的主要變因。

## 柒、結論

- 一、紫外光激化法實驗可確定生產出奈米銀粒子，其粒徑約在 400~430nm。
- 二、本激化法屬於研製奈米銀粒子方法中最簡單及最具物理意義的。
- 三、搭配 SEM、粒徑分析、雷射乳光及光譜分析等測試，可使本實驗更加完備。
- 四、紫外光-可見光光譜分析實驗可更深入測試得知激化法實驗與激化照射距離、時間、原材料醋酸銀質量、原材料水溶液濃度及延滯實驗時間有密切之關係。
- 五、因為奈米銀粒子在可見光 450nm 處有吸收輻射作用，故可隱熱(隱身衣)實驗上做大幅度之應用。
- 六、本紫外光激化奈米銀研究已可勾畫出整個理論過程(圖十三)。

## 捌、參考資料與其他

- 一、呂宗昕 (2003)。奈米科技與光觸媒(128-144 頁)。台北市:商周。
- 二、室井宗一 (2001)。紙塗布技術(25-30 頁 65-70 頁)。台北縣:高立。
- 三、莊萬發 (1998)。超微粒子理論應用 (81-95 頁)。台南市:復漢。
- 四、馬遠榮 (2002)。奈米科技(54-55 頁 154-156 頁)。台北市:商周。
- 五、許溢适 (2000)。新電池技術介紹 (184-190 頁)。板橋市:文笙。
- 六、Duncan J shaw (2001)。膠體及介面化入門(7-12 頁)。台北縣:高立。
- 七、宋麗賢(2005)。雙微乳液法製備奈米氧化鐵的研究及表徵。化學通報，68 卷。
- 八、Yoshiteru Mizukoshi(2014). *j. of physical chemistry B* Vol.101(7033-7037)
- 九、Kenji Okitsu.(2007). *j. of physica chemistry B* Vol.101 (5470-572)
- 十、Kenji Okitsu.(2013). *Chem. Mater.* Vol.8 (315-317)
- 十一、Wanquan Jiang(2004). *Preparation and properties of superparamagnetic nanoparticles With narrow size distribution and biocompatible J. of Magnetism and Magnetic Materials* (210-214)
- 十二、H.E.Horng (2005). *Nanomagnetic particles for SQUID-Based magnetically labeled Immunoassay IEEE transaction on appalled superconductivity* Vol.15 No.2 (669-682)
- 十三、H.E.Horng (2006). *Magnetic nano-particles and their applications in immunoassays J.of Korean physical Society* Vol.48 No.5 (999-1003)

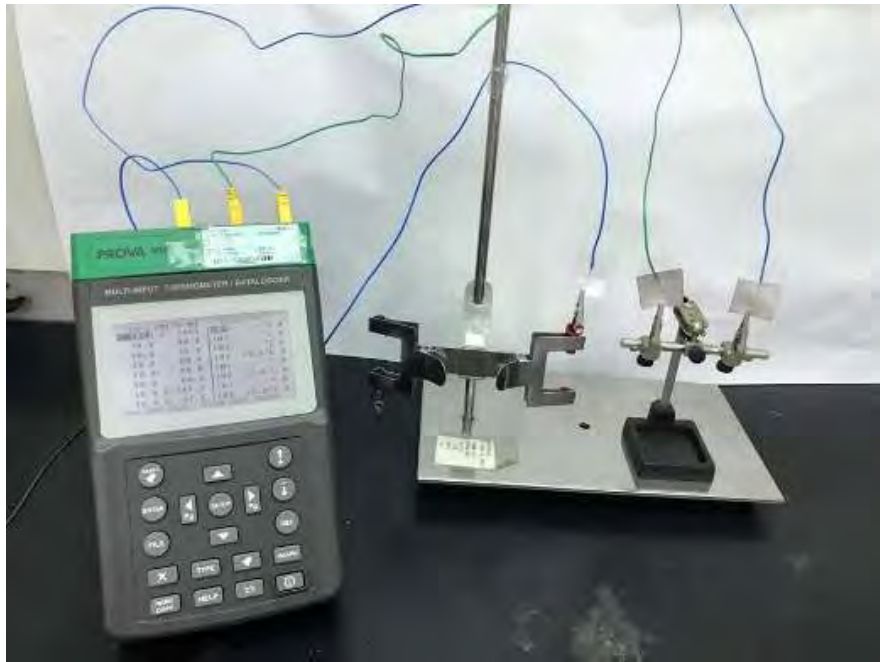
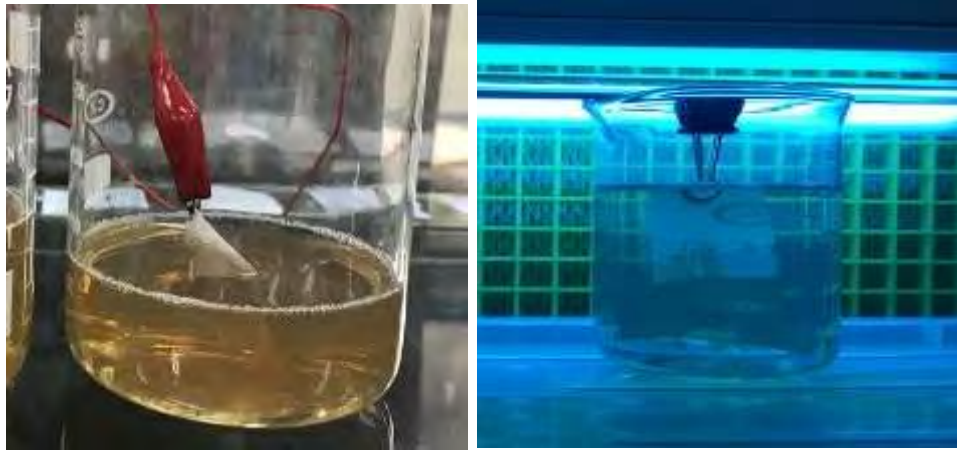




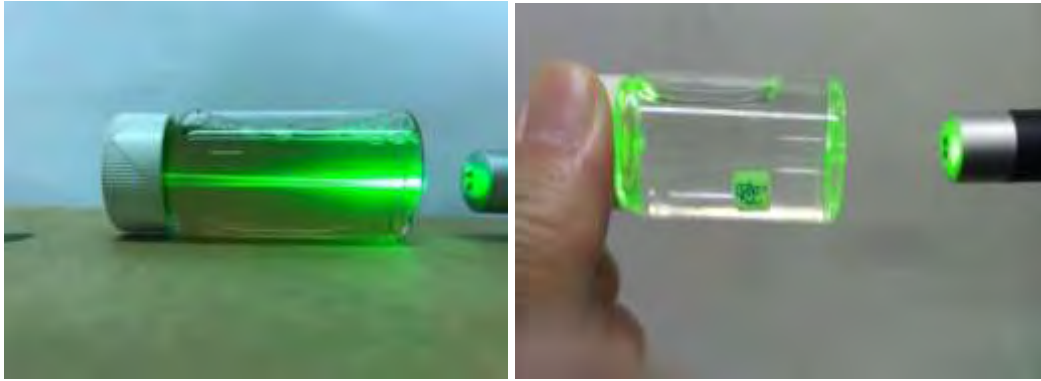
圖一：TiO<sub>2</sub>光觸媒降解平板製作



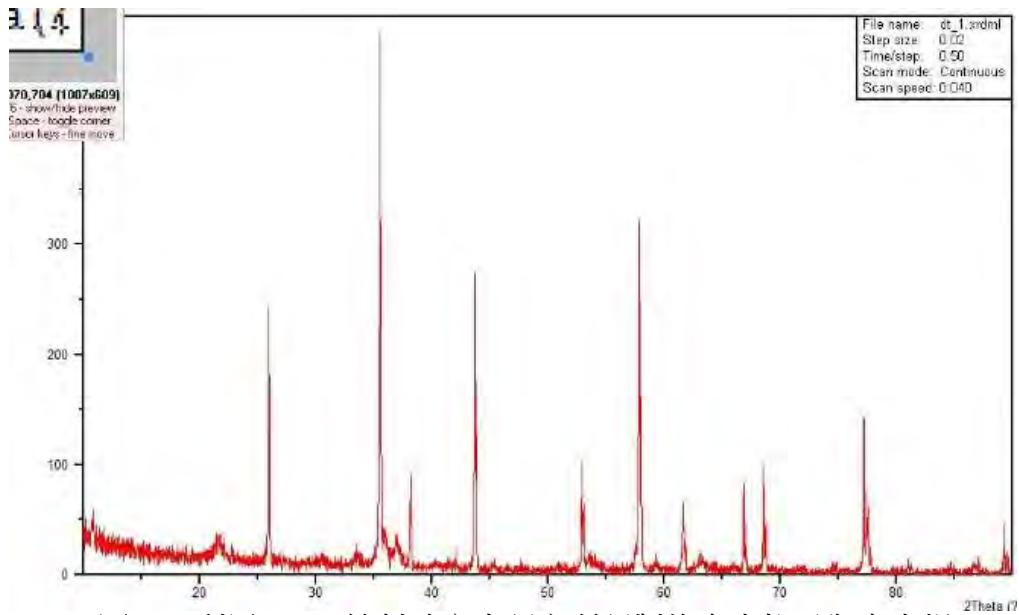
圖二：紫外光激化銀離子降解產生奈米銀粒子實驗



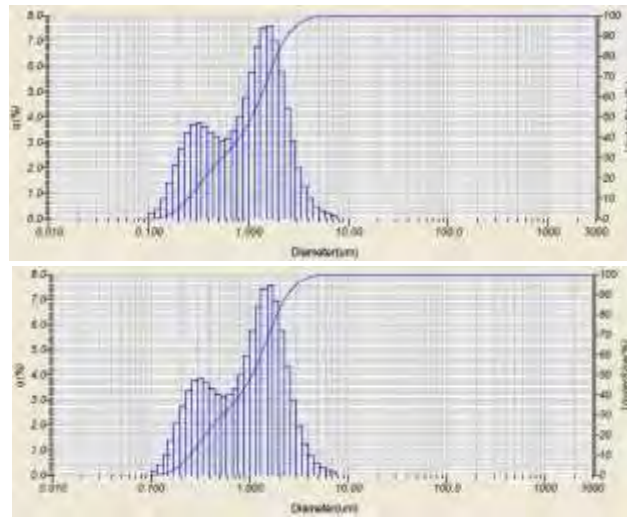
圖三：奈米銀顆粒隱熱實驗  
(溫度監測採多點紀錄)



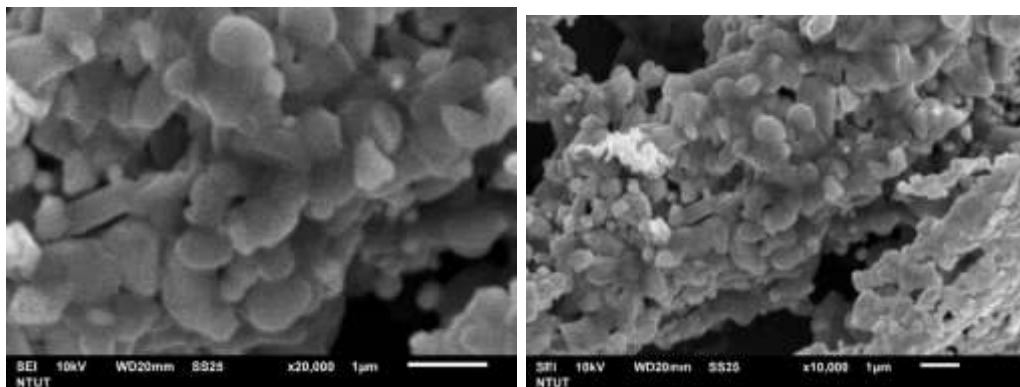
圖四：利用雷射照射溶液，有乳光現象為奈米銀溶液(左圖，粒子繞射)無乳光現象為不含奈米粒子(右圖)



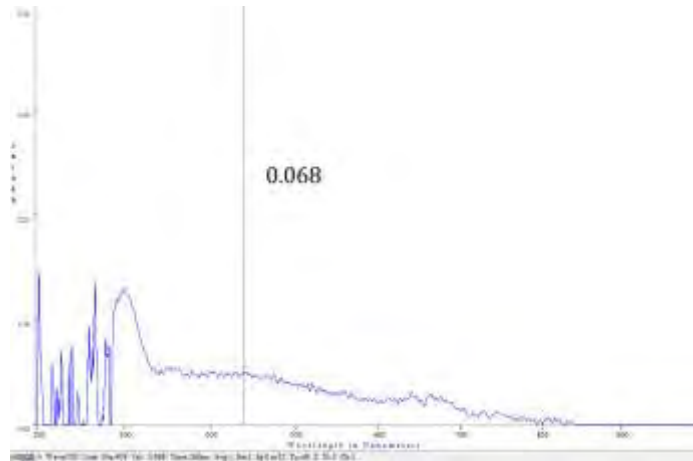
圖五：利用 X-ray 繞射確定本研究所研製的奈米粒子為奈米銀



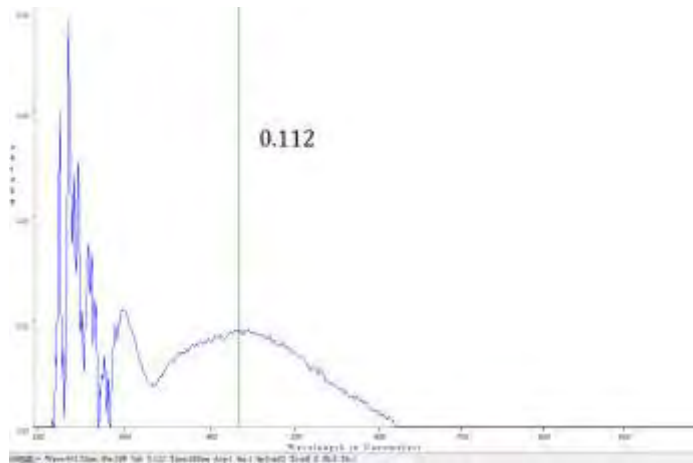
圖六：本研究利用雷射粒徑分析量出本研究紫外光激化所產生奈米銀粒子的平均粒徑及為均勻  
(上圖照光時間 20min ，下圖照光時間 30min)



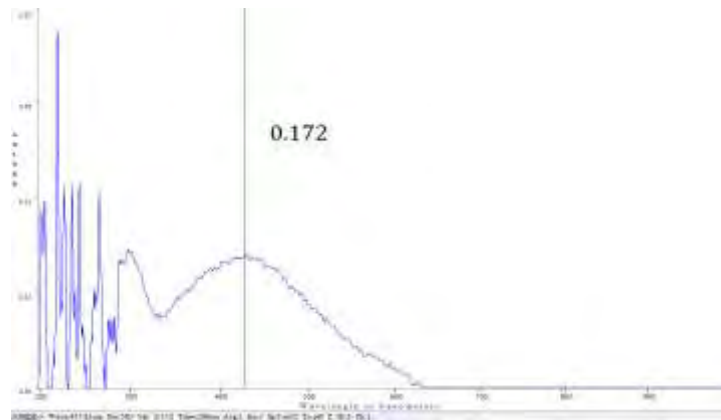
圖七：本實驗所研製奈米銀 SEM 掃描  
(可驗證出本研究紫外線激化奈米銀子粒子直徑約為 400~430 nm)



1.2 醋酸銀+0.8gSDS+200ml 水(照光 30min.  
距離 7cm)



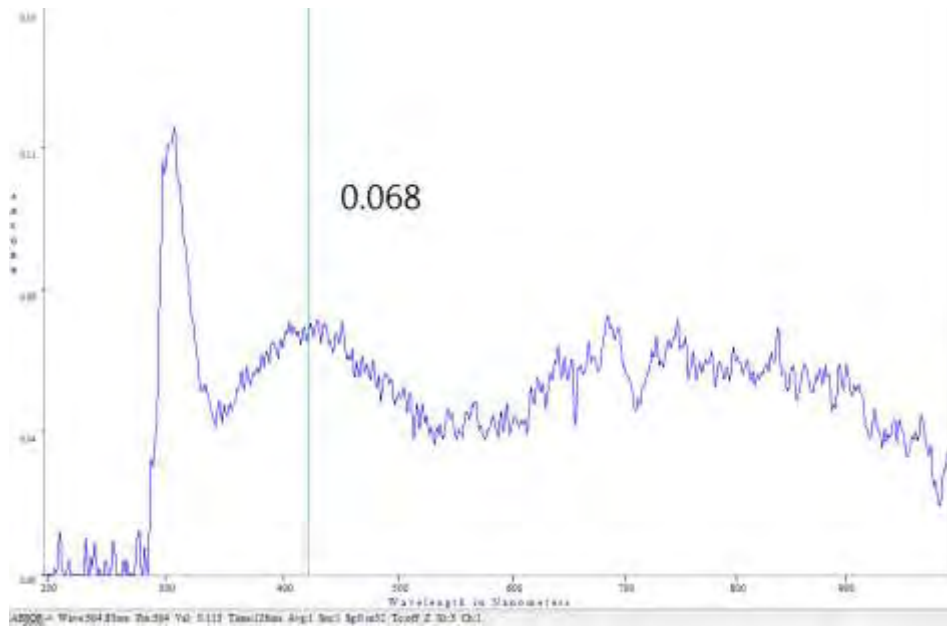
1.2 醋酸銀+0.8gSDS+200ml 水(照光 30min.距離  
14cm)



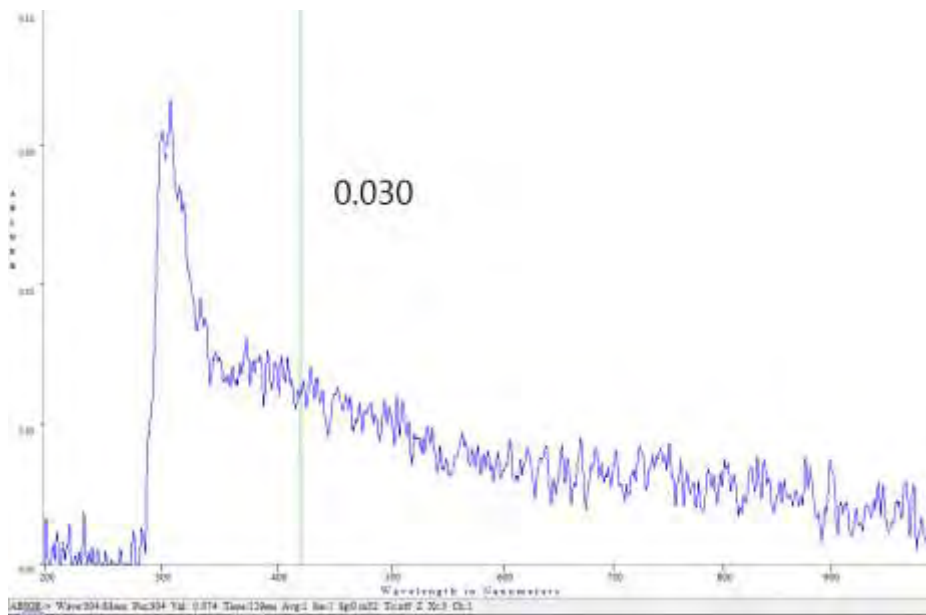
1.2 醋酸銀+0.8gSDS+200ml 水(照光 30min.距離  
21cm)

圖八：奈米銀粒子濃度相對光譜線強度與紫外線激化照射距離成遞增關係。



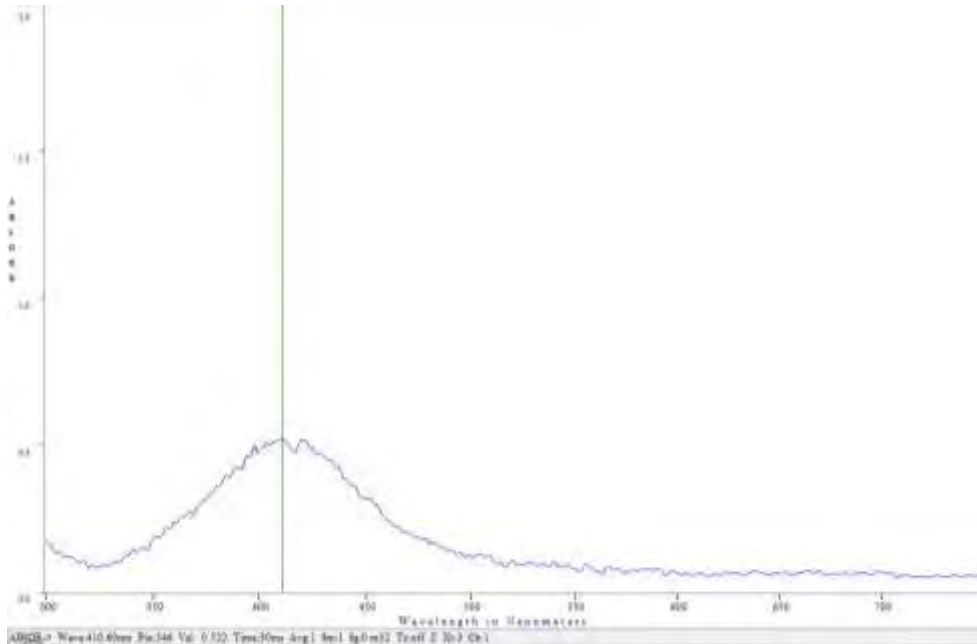


1.2g 醋酸銀+0.8gSDS+200ml 水(照光 30min.即時量測)

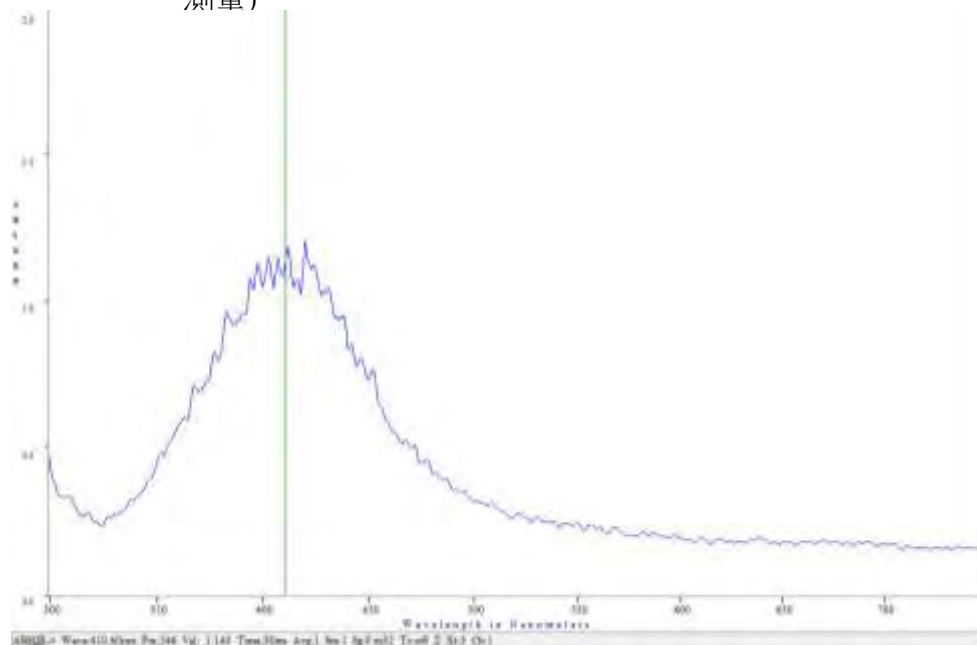


0.6g 醋酸銀+0.8gSDS+200ml 水(照光 30min.即時量測)

圖九：奈米銀粒子濃度相對光譜線強度與紫外線激化照射原材料醋酸銀質量成遞增關係。

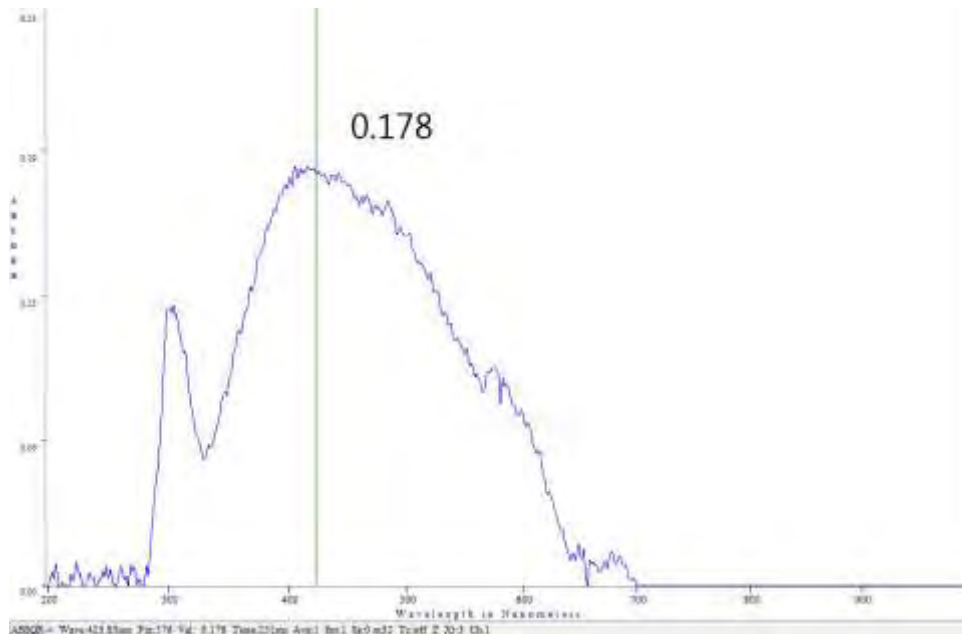


1.2g 醋酸銀+0.6gSDS+400ml 水(照光 30min.即時測量)

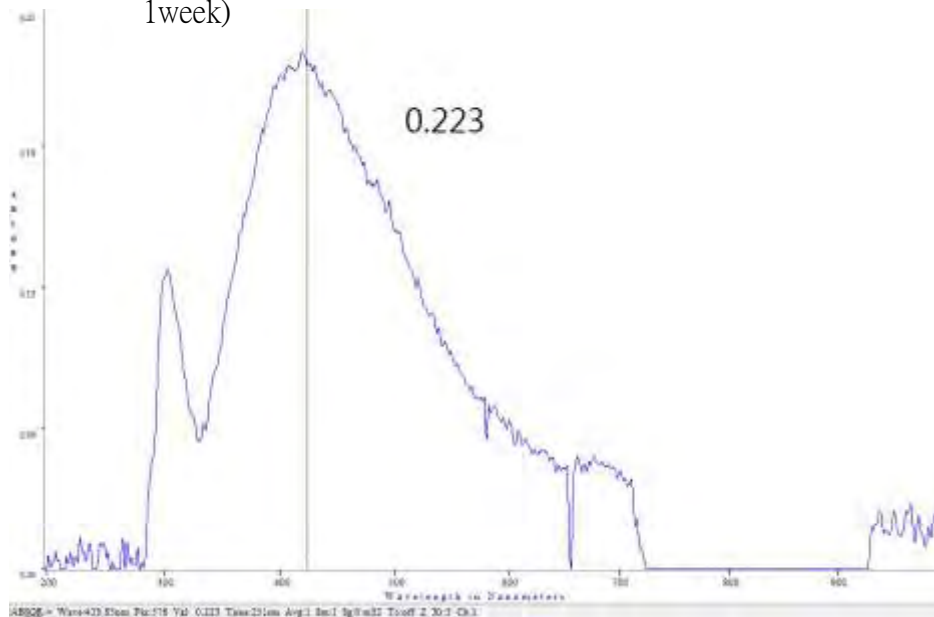


1.2g 醋酸銀+0.6gSDS+200ml 水(照光 30min.即時測量)

圖十：奈米銀粒子濃度相對光譜線強度與紫外線激化照射原材料醋酸銀濃度成遞增關係。



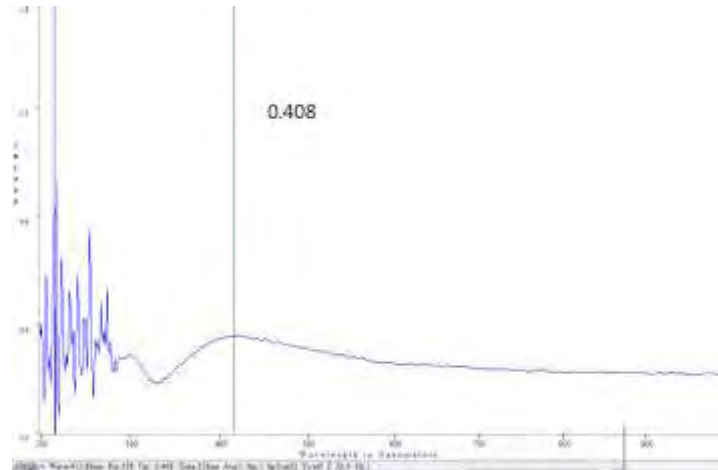
1.2g 醋酸銀+0.8gSDS+200ml 水(照光 30min.放置 1week)



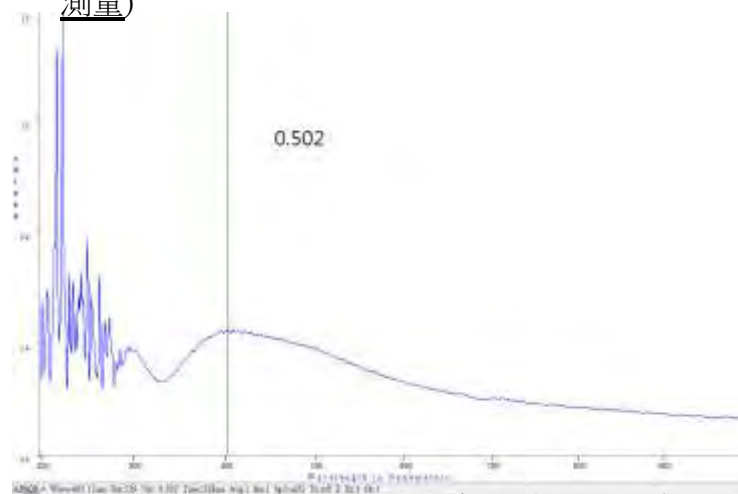
1.2g 醋酸銀+0.8gSDS+200ml 水(照光 60min.放置 1week)

圖十一：奈米銀粒子濃度相對光譜線強度與紫外線激化照射時間呈遞增關係。

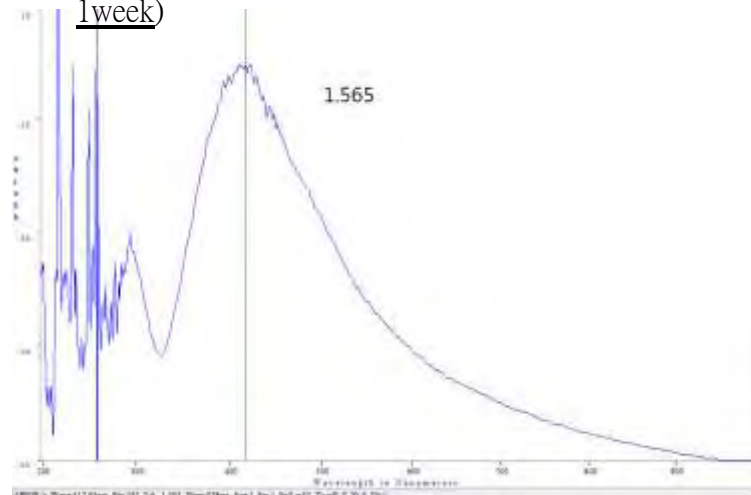




1.2g 醋酸銀+0.8g SDS+200ml 水(照光 30min. 即時測量)

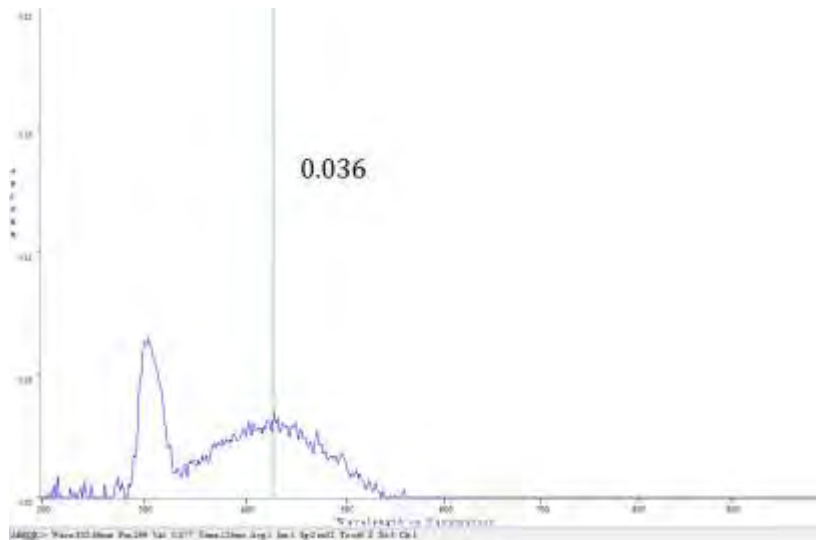


1.2g 醋酸銀+0.8g SDS+200ml 水(照光 30min. 放置 1week)

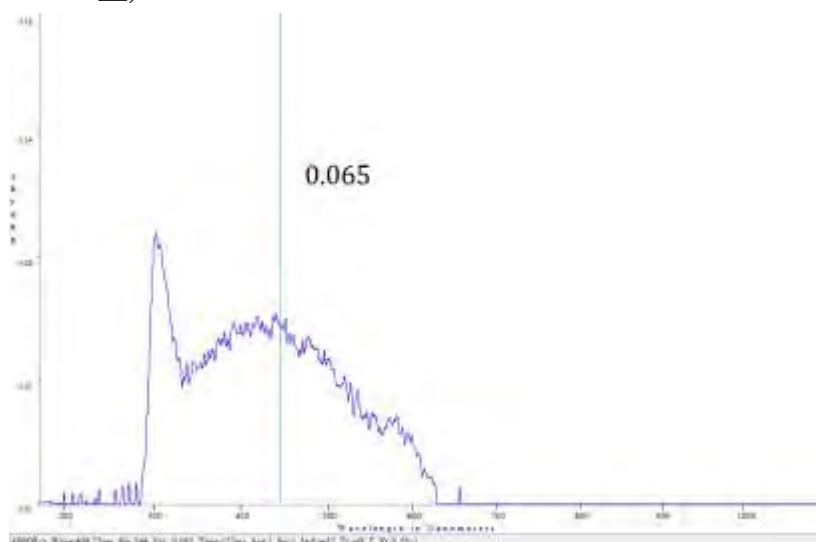


1.2g 醋酸銀+0.8g SDS+200ml 水(照光 30min. 放置 3week)

圖十二 A：奈米銀粒子濃度相對光譜線強度與紫外線激化照射後放置時間呈遞增關係

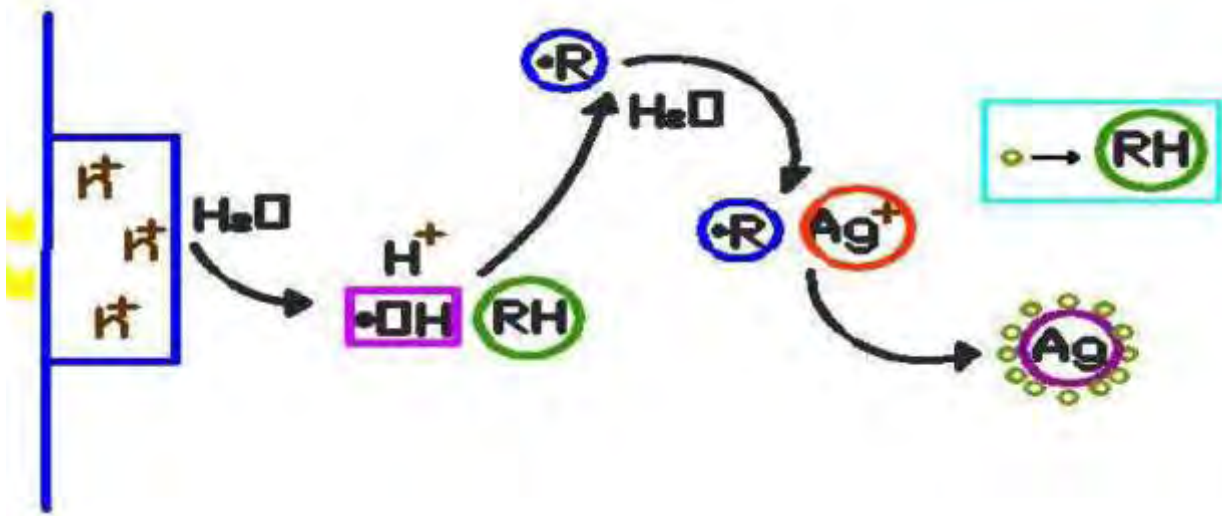


1.2g 醋酸銀+0.8gSDS+200ml 水(照光 30min,即時測量)



1.2g 醋酸銀+0.8gSDS+200ml 水(照光 30min,放置 1week)

圖十二 B：奈米銀粒子濃度相對光譜線強度與紫外線激化照射後放置時間呈遞增關係



圖十三 本紫外光激化奈米銀研究已可勾畫出整個理論過程(示意圖)。

## 【評語】 051810

實驗以奈米  $\text{TiO}_2$  光觸媒在紫外光的照射下產生具有強氧化製作出的奈米銀粒子，利用光觸媒的強氧化還原力產生奈米粒子也不是新的想法，特定實驗流程及量測，依據貴重按鍵儀器標準實驗量測，較缺數據分析，數據討論簡略，僅認定及撰寫結論，缺數據邏輯分析據以為結論的探討。應再對實驗數據，作深入了解及分析，據以揭示實驗的新穎現象。

# 壹、研究動機

常在一些報章雜誌及科學期刊上看到一些奈米金屬顆粒之報導，它在許多領域內都有很受重視的應用價值，而其中報導篇數最多的應屬奈米銀顆粒了！把銀奈米化後所得到的大表積，會使它的功能大幅增加，同時也因新功能的出現，連帶開發出許多奈米銀的新應用，例如用噴墨方式製作電子產品，以塗布方式製成隱身塗料，以及抗菌產品等。既然奈米銀粒子有如此大之應用功能，所以我們就想找一種簡易的、且是一般人未發展出的奈米銀粒子製造法來從事較深入的研究。我們與自然科學專題老師的討論結果是：因為奈米銀粒子最常用的製造方是(1)鹽類還原法(2)電化學法，而這兩種方法都是已被很多高中學生討論及研究過的，是屬於一種 well-developed 的技術。

另外曾看到一系列的期刊論文討論到利用超聲波去將水溶液中的銀離子還原成銀原子，而這整個關鍵就在於過程中產生了強還原能力的氫氧自由基( $\cdot\text{OH}$ )，並利用所加入的界活性劑使其被包裹成奈米銀顆粒。整個過程完全不用到添加使銀離子還原成原子的還原劑，這使奈米銀粒子製做簡化很多。所以這也就是我們研究團隊想利用我們上提到研究許久的  $\text{TiO}_2$  光觸媒實驗去產生大量的氫氧自由基( $\cdot\text{OH}$ )，去激化銀離子還原成銀原子，並使它成為奈米銀粒子。

# 貳、研究目的

- (一)利用紫外光照射  $\text{TiO}_2$  光觸媒使產生大量氫氧自由基及過氧自由基激化銀離子使還原成銀原子，並以此探討光觸媒降解現象解釋自由基的功能。
- (二)利用本研究之簡單型奈米紫外光激化實驗系統，以求得紫外光照射激化之最佳效果，提出  $\text{TiO}_2$  光觸媒紫外光照射激化實驗之基本理論機制。
- (三)利用各種觀測（顏色、濃度變化、顯微光學現象及雷射光斑觀測）判斷紫外線激化現象之發生程度。
- (四)利用各種相關測試（粒徑分析、顏色及光斑觀測變化、SEM、X-ray 繞射法）來計算判斷所發展奈米銀粒子的大小等其他特性。
- (五)利用光譜分析探討奈米銀紫外線激化過程中產生銀粒子大小與原材料醋酸銀及介面活性劑濃度、紫外光照設距離及時間、銀粒子延滯時間之關係。
- (六)將本實驗研發出的奈米銀粒子塗佈纖維布品，從可見光的吸收光譜實驗及照射溫度變化進而探討奈米銀薄膜的隱熱實驗及相關問題解決。

# 參、研究設備及器材

- 一、研究設備：加熱燈、紫外線照射燈、掃描式電子顯微鏡、X ray 繞射、雷射筆、夾具、加熱板、照度計、防水燈泡、紫外光-可見光譜分析儀。
- 二、研究材料：蒸餾水、Sodium lauryl sulfate (SLS)、蒸餾水、酒精、玻棒、濾紙、奈米二氧化鈦粉末。

# 肆、研究方法

## 一、光激化製作奈米銀粒子實驗

### (一) $\text{TiO}_2$ 光觸媒平板製作

- 1.將  $\text{TiO}_2$  光觸媒加水研磨成凝膠狀並塗抹在清洗過後的導電玻璃平板上。
- 2.將塗抹過  $\text{TiO}_2$  的導電玻璃放進退火爐中以  $380\sim 420^\circ\text{C}$  退火(圖一)。

### (二)紫外光激化銀離子降解產生奈米銀粒子實驗

- 1.配製不同濃度的醋酸銀溶液並加入不同劑量的介面活性劑 SLS，形成降解溶液。
- 2.將一定數量的  $\text{TiO}_2$  光觸媒平板以對稱方式擺放在激化降解溶液中照射紫外光(圖二)。
- 3.採取照射距離、照射時間及醋酸銀濃度、介面活性劑濃度為實驗變數，循序完成實驗。



圖一： $\text{TiO}_2$  光觸媒平板退火



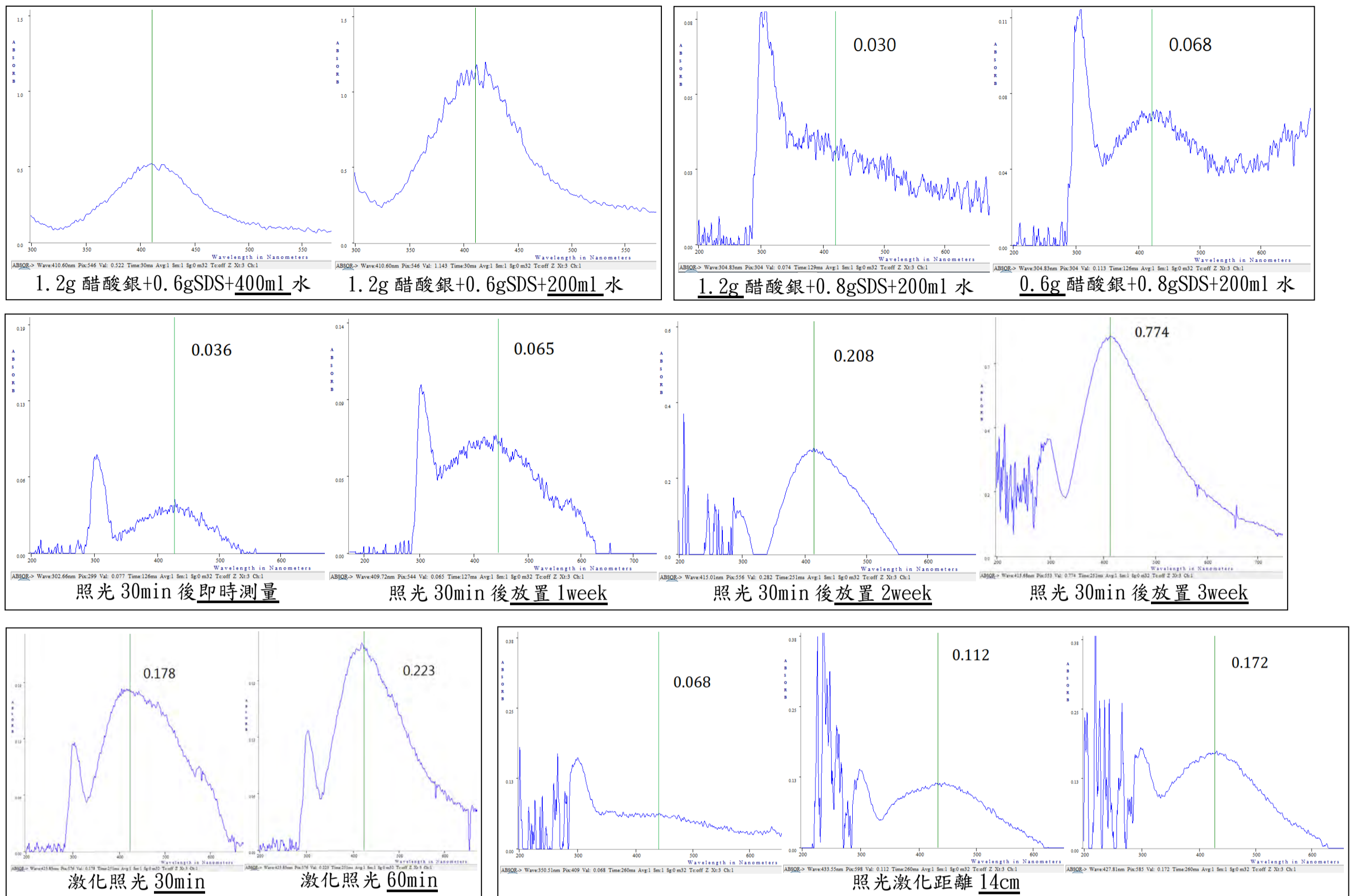
圖二：紫外光激化降解產生奈米銀粒子





### 三、奈米銀粒子測試

(一)紫外光-可見光譜分析：測量奈米銀溶液的吸收光譜線強度，以推知實驗的奈米銀粒子的大小及濃度高低。

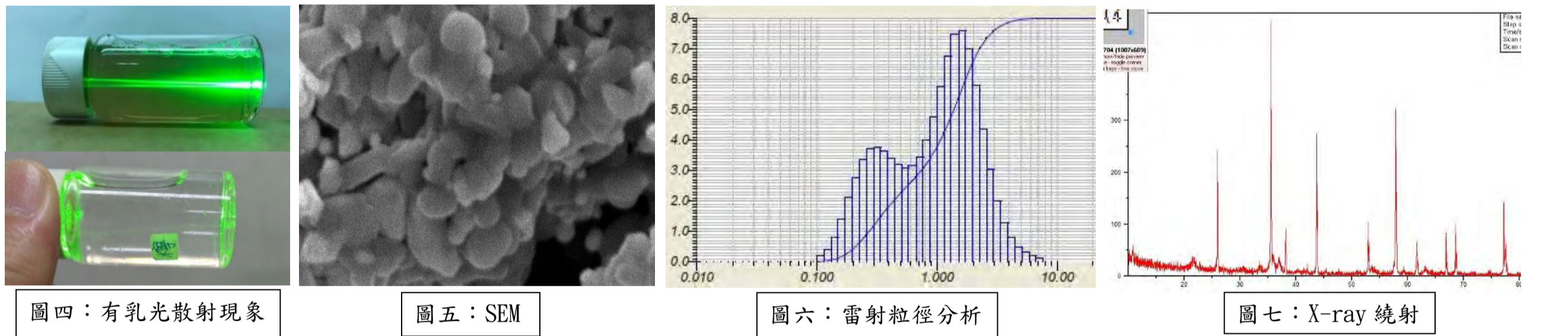


(二)乳光散射：利用雷射光照射溶液得到乳光散射，以確定溶液中有奈米銀粒子存在。

(三)SEM（掃描式電子顯微鏡）：將銀粒子放置於載玻璃片上，經高倍電子顯微鏡判斷出銀顆粒大小及排列形式。

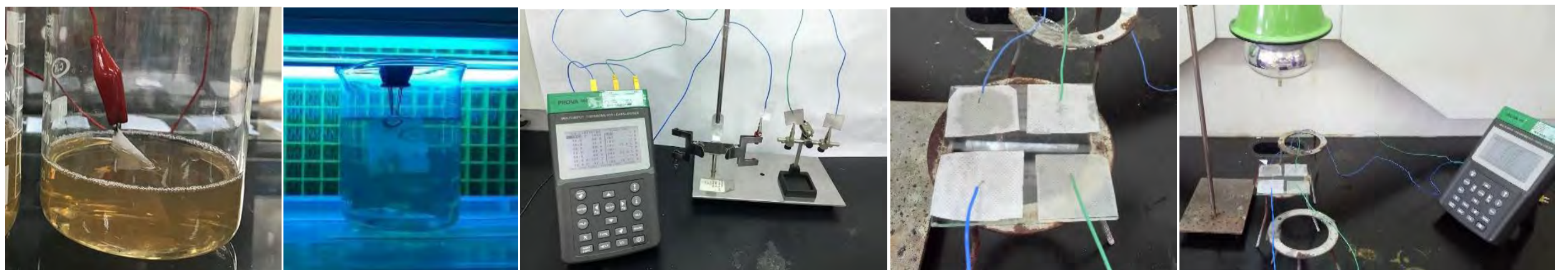
(四)粒徑分析：經由雷射掃描粒徑分析可估算奈米銀溶液中之顆粒大小比例。

(五)X- ray 繞射分析：利用 X- ray 繞射特性曲線判斷出材料種類，由此測試確定本實驗是否為奈米銀顆粒。



### 四、奈米銀顆粒隱熱實驗

經由披覆奈米銀顆粒之纖維布以高功率鹵素燈照射，觀測其溫度上升變化情形，並與未披覆奈米銀顆粒之纖維布比較，觀察其溫度差別變化，且溫度變化採多點監測。



round1	一般棉布	先照光後浸布	同時照光與浸布	round2	一般棉布	先照光後浸布	同時照光與浸布	round3	一般棉布	先照光後浸布	同時照光與浸布
初始溫度	27.8	25.1	25	初始溫度	28.2	25.3	25.3	初始溫度	28.1	25.1	25.3
照光後溫度	39.1	53	51.8	照光後溫度	40.5	54.9	51.2	照光後溫度	40.7	54.8	51.5
溫差	11.3	27.9	26.8	溫差	12.3	29.6	25.9	溫差	12.6	29.7	26.2

圖八：奈米銀顆粒隱熱實驗 (溫度監測採多點紀錄)



# 伍、實驗結果

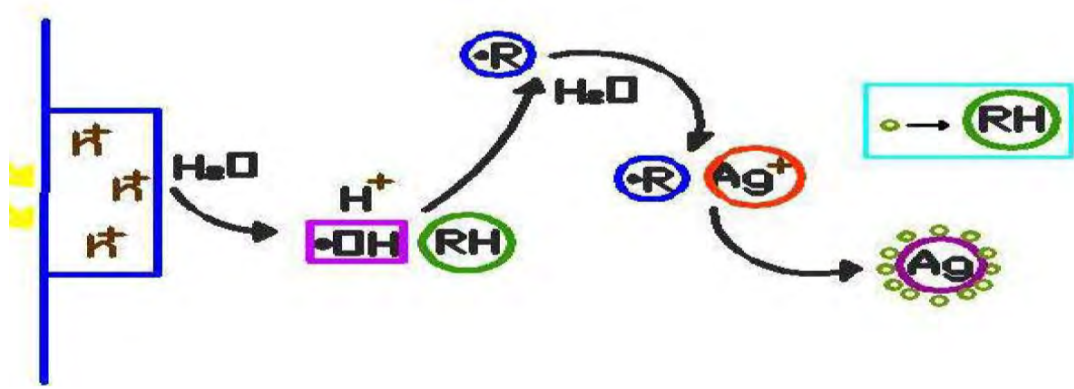
- 一、經由雷射光乳光色散實驗得知以紫外光激化實驗已可產生奈米銀顆粒(圖四)。
- 二、經由 X-ray 繞射實驗，憑繞射訊號曲線圖形之特殊角度可確知紫外光激化實驗所得粒子為奈米銀(圖五)。
- 三、經由粒徑分析實驗可得紫外光激化實驗所得粒子大小直徑約為 400~430nm (圖六)。
- 四、經由電子顯微鏡掃描，本實驗所得奈米銀粒子大小亦約為 400~430nm (圖七)。
- 五、經由紫外光-可見光光譜分析得知，得知本實驗奈米銀粒子大小亦為 400~430nm。
- 六、經由光譜分析得知，本紫外光激化法所產生的針對奈米銀粒子濃度光譜線強度與照射距離成遞增關係(圖八)。
- 七、經由光譜分析得知，本紫外光激化法所產生的針對奈米銀粒子濃度光譜線強度與原材料質量成遞增關係(圖九)。
- 八、經由光譜分析得知，本紫外光激化法所產生的針對奈米銀粒子濃度光譜線強度與醋酸銀濃度成遞減關係(圖十)。
- 九、經由光譜分析得知，本紫外光激化法所產生的針對奈米銀粒子濃度光譜線強度與激化照光時間成遞增關係(圖十一)。
- 十、經由光譜分析得知，本紫外光激化法所產生的針對奈米銀粒子濃度光譜線強度與照光後延時間成遞增關係(圖十二)。
- 十一、經由隱熱實驗可看出奈米銀在可見光波段 400~430nm(藍綠光區)有吸熱作用，因為吸收不反射，所以不易被偵測到。

# 陸、討論

- 一、在溶液中經由雷射照射會有乳狀光產生，那是雷射光經由每一顆粒子繞射所產生的繞射光影，因為數目頗多固形成乳狀光。
- 二、經由 X-ray 特色繞射條紋特性訊號曲線可得知本研究之生成奈米粒子為銀粒子。
- 三、經由粒徑分析及光譜儀分析得知本紫外光激化法所產生的粒子直徑大小為 400~430nm。且奈米銀濃度越大則光譜線強度越強。
- 四、奈米銀濃度與紫外光照射距離成正比。主要是因距離越遠，照射紫外光激化範圍越廣，故激化產生奈米銀粒子濃度成遞增狀況。
- 五、經由光譜分析得知，奈米銀粒子濃度光譜線強度與醋酸銀質量成遞增關係。是因提供粒子數較多，故光譜線強度越強。
- 六、經由光譜分析得知，奈米銀粒子濃度光譜線強度與醋酸銀濃度成遞減關係。因為濃度越大顆粒堆擠越密，會影響激發效果。
- 七、經由光譜分析得知，奈米銀粒子濃度光譜線強度與照光激化時間成遞增關係。照射時間越長則可以使激化過程更加完整。
- 八、經由光譜分析得知，奈米銀粒子濃度光譜線強度與照光後延時間成遞增關係。可能因溶液殘餘醋酸銀與自然紫外線繼續反應。
- 九、經由隱熱實驗可看出奈米銀在可見光波段 400~430nm (藍綠光區)有吸熱作用，因為吸收不反射，故適合在隱熱應用方向發展。
- 十、本研究所添加的介面活性劑負責包裹銀粒子，使其不會團聚而能保有奈米尺度。而介面活性劑亦是奈米粒子研製的主要變因。

# 柒、結論

- 一、紫外光激化法實驗可確定生產出奈米銀粒子，其粒徑約在 400~430nm。
- 二、本激化法屬於研製奈米銀粒子方法中最簡單及最具物理意義的。
- 三、搭配 SEM、粒徑分析、雷射乳光及光譜分析等測試，可使本實驗更加完備。
- 四、光譜分析實驗測試得知照射距離、時間、醋酸銀質量、濃度及延滯實驗時間有密切之關係。
- 五、因為奈米銀粒子在可見光 450nm 處有吸收輻射作用，故可於隱熱實驗上做大幅度之應用。
- 六、本紫外光激化奈米銀研究已可勾畫出整個理論過程(圖十三)。



# 捌、參考資料

- 一、呂宗昕 (2003)。奈米科技與光觸媒(128-144 頁)。台北市:商周。
- 二、室井宗一 (2001)。紙塗布技術(25-30 頁 65-70 頁)。台北縣:高立。
- 三、莊萬發 (1998)。超微粒子理論應用 (81-95 頁)。台南市:復漢。
- 四、馬遠榮 (2002)。奈米科技(54-55 頁 154-156 頁)。台北市:商周。
- 五、許溢适 (2000)。新電池技術介紹 (184-190 頁)。板橋市:文笙。
- 六、Duncan J shaw (2001)。膠體及介面化入門(7-12 頁)。台北縣:高立。
- 七、Wanquan Jiang(2004)。 *Preparation and properties of superparamagnetic nanoparticles With narrow size distribution and biocompatible J. of Magnetism and Magnetic Materials* (210-214)
- 八、H.E.Horng (2005)。 *Nanomagnetic particles for SQUID-Based magnetically labeled Immunoassay IEEE transaction on applied superconductivity* Vol.15 No.2 (669-682)
- 九、H.E.Horng (2006)。 *Magnetic nano-particles and their applications in immunoassays J.of Korean physical Society* Vol.48 No.5 (999-1003)

