



# 二氧化鈦觸媒光催化還原二氧化碳

Photocatalytic Reduction of Carbon Dioxide Using Titania Catalysts

計畫編號：NSC90-2214-E-002-038

執行期限：90年8月1日至91年7月31日

主持人：吳紀聖 台灣大學化學工程研究所

計畫參與人員：周欣穎 曾怡享 台灣大學化學工程研究所

## 一、中文摘要

本研究的主要目的為以光觸媒催化反應還原二氧化碳，達到二氧化碳減量的效果，並嘗試利用長波之紫外光 (365nm)，希望能達到有效利用光源的目的。

關鍵詞：光催化，二氧化碳，Cu/TiO<sub>2</sub>，  
Ag/TiO<sub>2</sub>

## Abstract

The objective of the project is to investigate the photocatalytic reduction of CO<sub>2</sub> using TiO<sub>2</sub> photocatalyst. The wavelength of UV source (365 nm) was applied so that we could utilize the solar energy to decrease the CO<sub>2</sub> concentration in the atmosphere.

Keywords: Photocatalysis, carbon dioxide, Cu/TiO<sub>2</sub>, Ag/TiO<sub>2</sub>

## 二、緣由與目的

以光觸媒用光誘導的方式還原二氧化碳是這個世紀開始的新興研究。採用不同的觸媒、溶劑、製備觸媒的溫度、觸媒含金屬量的多寡，粒子大小等...皆會影響二氧化碳還原的效率及產物種類。到目前為止，我們了解在二氧化碳的還原產物中，轉移兩個電子的是一氧化碳和甲酸，六個電子的是甲醇，八個電子的是甲烷。至於會產生哪一種產物則視光觸媒的準備步驟及實驗條件而定。

## 三、實驗

本實驗使用光觸媒二氧化鈦以光誘導的方式還原二氧化碳。我們嘗試改變二氧化碳還原反應的條件，如：改變二氧化鈦光觸媒的銀含量、不同的前驅物、不同前驅物加入時

間、觸媒製備的方法、不同波長的光源...等，以期能得到最佳的產率並進而了解反應機制。

Fig. 1 簡示觸媒製備。觸媒製備過程為加入Ti(OC<sub>4</sub>H<sub>9</sub>)<sub>4</sub>、n-C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>OH、CH<sub>3</sub>COOH、CuCl<sub>2</sub>或Cu(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>、AgNO<sub>3</sub>為前驅物，採改良式溶凝膠法並經150°C乾燥、500°C煅燒，製備出一系列不同之Cu/TiO<sub>2</sub>觸媒及Ag/TiO<sub>2</sub>觸媒；再利用UV光源(波長=254nm或365nm)進行二氧化碳飽和水溶液之光催化還原反應，產物分析得甲醇及微量之溶氧[1]。

進行實驗時，先以超高純度99.9999v%的二氧化碳通入含氫氧化鈉之光觸媒懸浮水溶液中，待二氧化碳飽和後，再以紫外光照射以進行二氧化碳之光還原反應，最後以GC-FID分析液相產物為甲醇，並且以溶氧偵測器測得少量氧氣。

## 四、結果與討論

為探討進行二氧化碳光還原反應之最佳觸媒，首先根據之前之實驗結果[1]發現，銅含量2%的Cu/TiO<sub>2</sub>觸媒有最佳之反應結果，因此本實驗之觸媒皆製備銅含量為2%之Cu/TiO<sub>2</sub>觸媒，單純就不同之Cu前驅物及前驅物加入時間不同所製備觸媒進行反應結果之比較，實驗結果發現，在零小時即加入前驅物為CuCl<sub>2</sub>之2%Cu/TiO<sub>2</sub>觸媒有最佳的反應結果，如Fig. 2所示。

另外，本實驗亦選擇AgNO<sub>3</sub>為前驅物，製備一系列不同比例之Ag/TiO<sub>2</sub>觸媒，進行UV光(波長=254nm)還原二氧化碳反應，由實驗結果發現，利用2%Ag/TiO<sub>2</sub>之觸媒進行反應可得到較高的反應速率，如Fig. 3所示。

此外，為了嘗試將紫外光源往可見光範圍發

展，本研究亦選擇長波 ( $\lambda = 365\text{nm}$ ) 之紫外燈管進行光還原二氧化碳反應，結果發現，經由長波紫外燈照射之反應產量明顯比短波紫外燈照射之反應產量減少許多；在短波紫外光照射下，2%Cu/TiO<sub>2</sub>與2%Ag/TiO<sub>2</sub>之反應結果趨勢幾近一致，兩者在50小時之產量約達500  $\mu$  mole/g，如Fig. 4所示。

但在長波紫外光照射下，Cu/TiO<sub>2</sub>在50小時之產量約達35  $\mu$  mole/g，Ag/TiO<sub>2</sub>的產量約只有20  $\mu$  mole/g，如Fig. 5所示，推測可能因為Ag之螢光光譜所對應的激發波長 (220nm) [2]較Cu之螢光光譜所對應的激發波長 (270-300nm) 短[3]，故Cu/TiO<sub>2</sub>在長波

紫外光照射下之反應結果較Ag/TiO<sub>2</sub>之反應結果好。

## 五、參考文獻

1. I-H. Tseng, W.-C. Chang, J. C.-S. Wu, *Applied Catalysis B* **37**, 37 (2002)
2. M. Anpo, S. Zhang, H. Moshima, M. Matsuoka and H. Yamashita, *Catalysis Today*, **39**, 159 (1997).
3. M. Anpo, M. Matsuoka, K. Hanou, H. Mishima and H. Yamashita, *Coordination Chemistry Reviews*, **171**, 175 (1998).

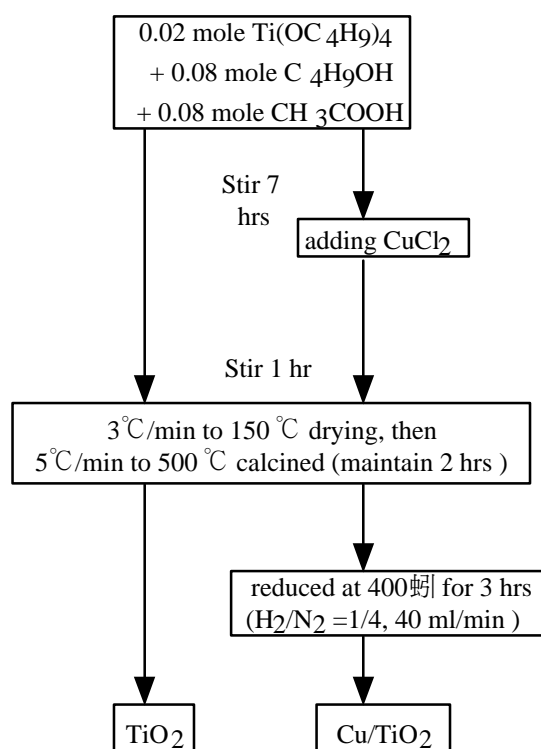


Figure 1 : Preparation procedure of TiO<sub>2</sub> and Cu/TiO<sub>2</sub>

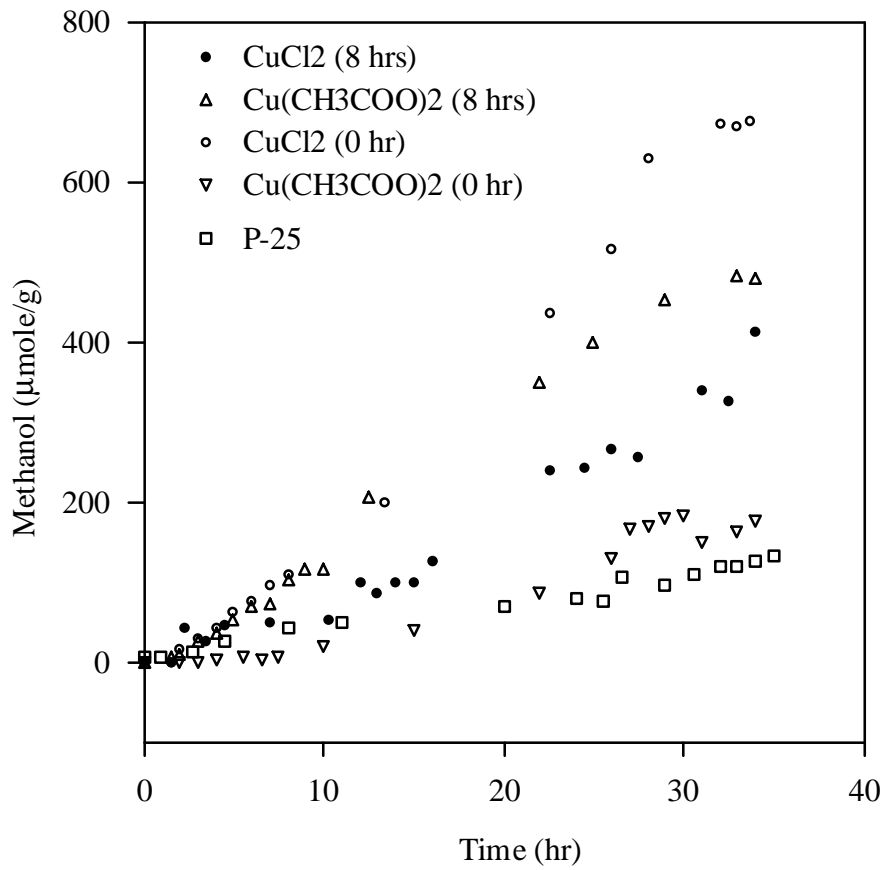


Figure 2: 銅前驅物種類及加入時間對反應之影響

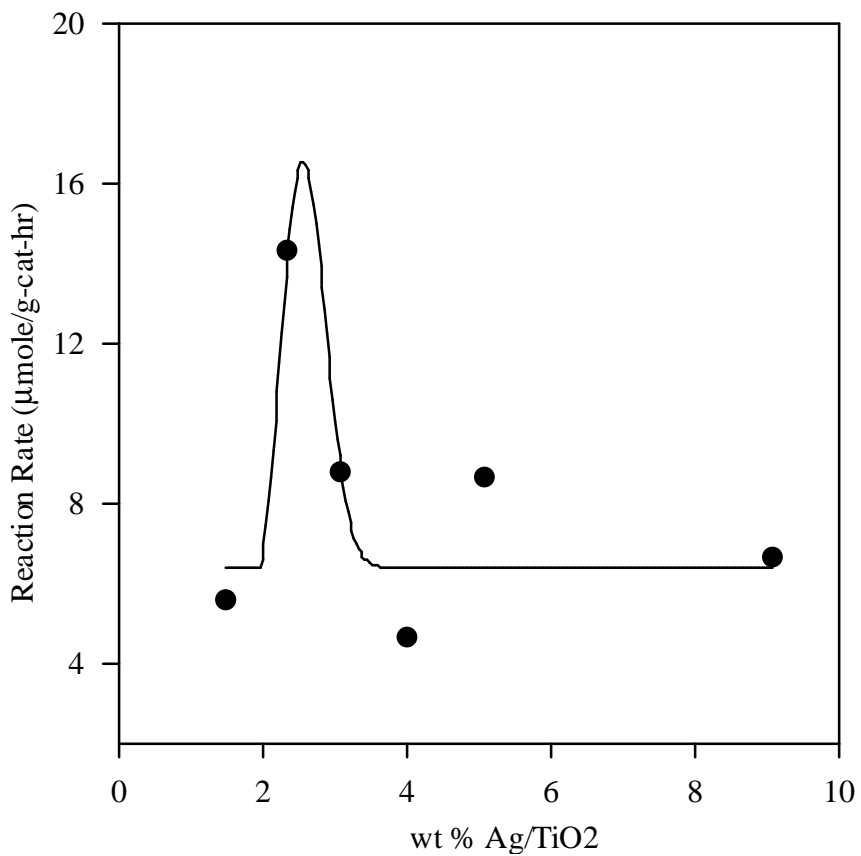


Figure 3: 不同比例之Ag/TiO<sub>2</sub>觸媒之光還原反應速率比較

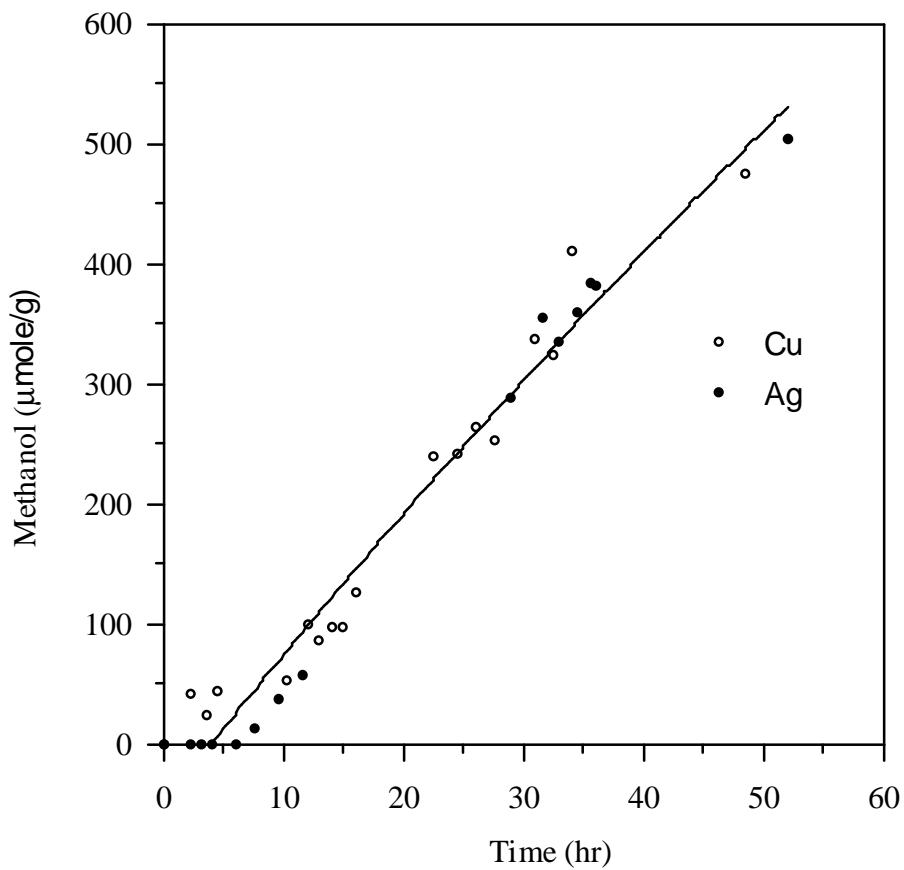


Figure 4: 在254nm紫外燈照射下之2%Cu/TiO<sub>2</sub>與2%Ag/TiO<sub>2</sub>觸媒反應之比較

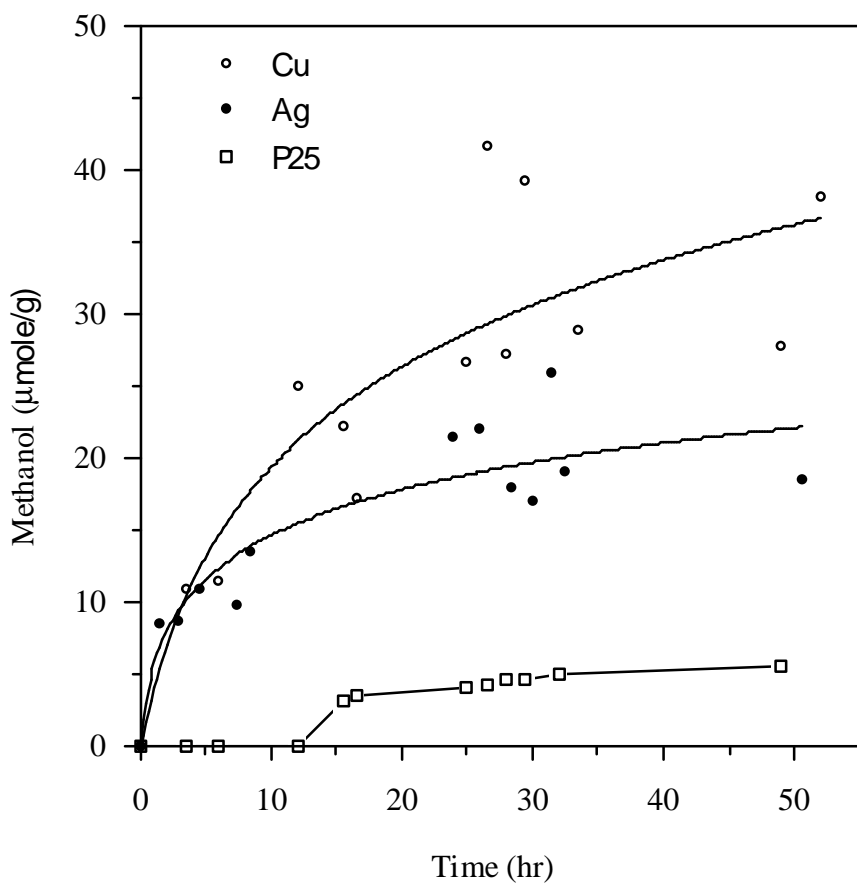


Figure 5: 在365nm紫外燈照射下之2%Cu/TiO<sub>2</sub>與2%Ag/TiO<sub>2</sub>觸媒反應之比較