



# 2016 中技社境外生研究獎學金

## CTCI Science and Technology Research Scholarship



### Solar-driven simultaneous organic wastewater treatment and H<sub>2</sub> evolution

國立台灣大學 化學工程學系

李端行 碩士班二年級 指導教授 吳紀聖 博士



#### Research Focus

隨著人類社會不斷發展，環境污染和能源短缺兩大問題日益凸顯，影響人類身體健康並限制社會經濟水平發展。目前，科學家開發出很多可再生能源的利用方式，例如利用太陽能、地熱能以及潮汐能等，其中對太陽能的利用研究最為深入且前景最為廣闊。由於氫氣是很好的能量載體，可以將能量從可再生能源處輸送到使用端，於是利用太陽光進行光催化水分解產氫氣，將太陽能儲存於氫氣中，以提供工業和居民生活之能源所需。而對於有機廢水所帶來的環境污染問題，亦可通過光催化的方式消除，傳統的處理手段是將有機廢物氧化為二氧化碳和水並釋放能量，然而，這一礦化的過程中，有機物所蘊含的能量均以熱能的形式釋放到環境中，並沒有加以利用，是一種對能量的浪費。在本研究中，我們將光催化有機廢水降解和光催化產氫氣兩個過程耦合在一起，試圖在有機物氧化降解的過程中利用其中所蘊含的能量，將其部分轉化為氫氣中的氫能。這樣，既可以做到有機廢物的去除，保護環境不受污染，同時可以轉化有機物中的化學能和陽光中的太陽能為氫氣中的氫能，獲得新能源。



#### Introduction

利用光催化或光電催化反應，進行水分解產氫氣一直是解決能源短缺問題的前景技術之一。然而光催化水分解成功的案例卻非常少，大部分系統都引入了電子供體作為犧牲試劑，例如醇類和有機酸。同時，很多觸媒需要UV光激發，但UV光只佔太陽光譜中的3%，很多研究通過對觸媒的改制，合成了

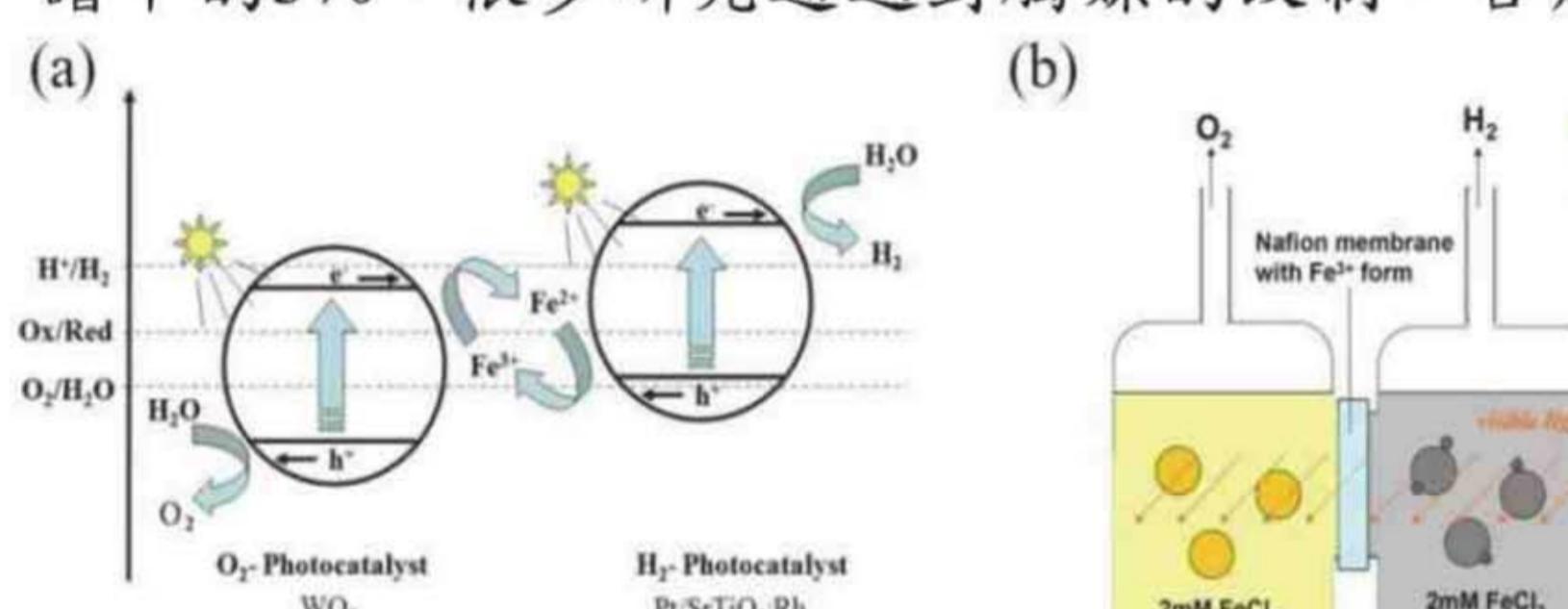


圖 1:雙胞反應器Z-scheme 水分解示意圖

**Complete Mineralization:** Photocatalytic oxidation of various organic pollutants in water and air.

- $CxHyOz + (x + 0.25y - 0.5z)O_2 \rightarrow xCO_2 + 0.5yH_2O$
- Oxidation of organic materials converts hydrogen bound to organic carbons to hydrogen bound to water (thermodynamically favored)

**Partial Mineralization:** Partial conversion instead of complete mineralization

- Convert the hydrogen bound to carbons to molecular hydrogen gas
- $CxHyOz + (2x - z)H_2O \rightarrow xCO_2 + (2x + 0.5y - z)H_2$

#### Results

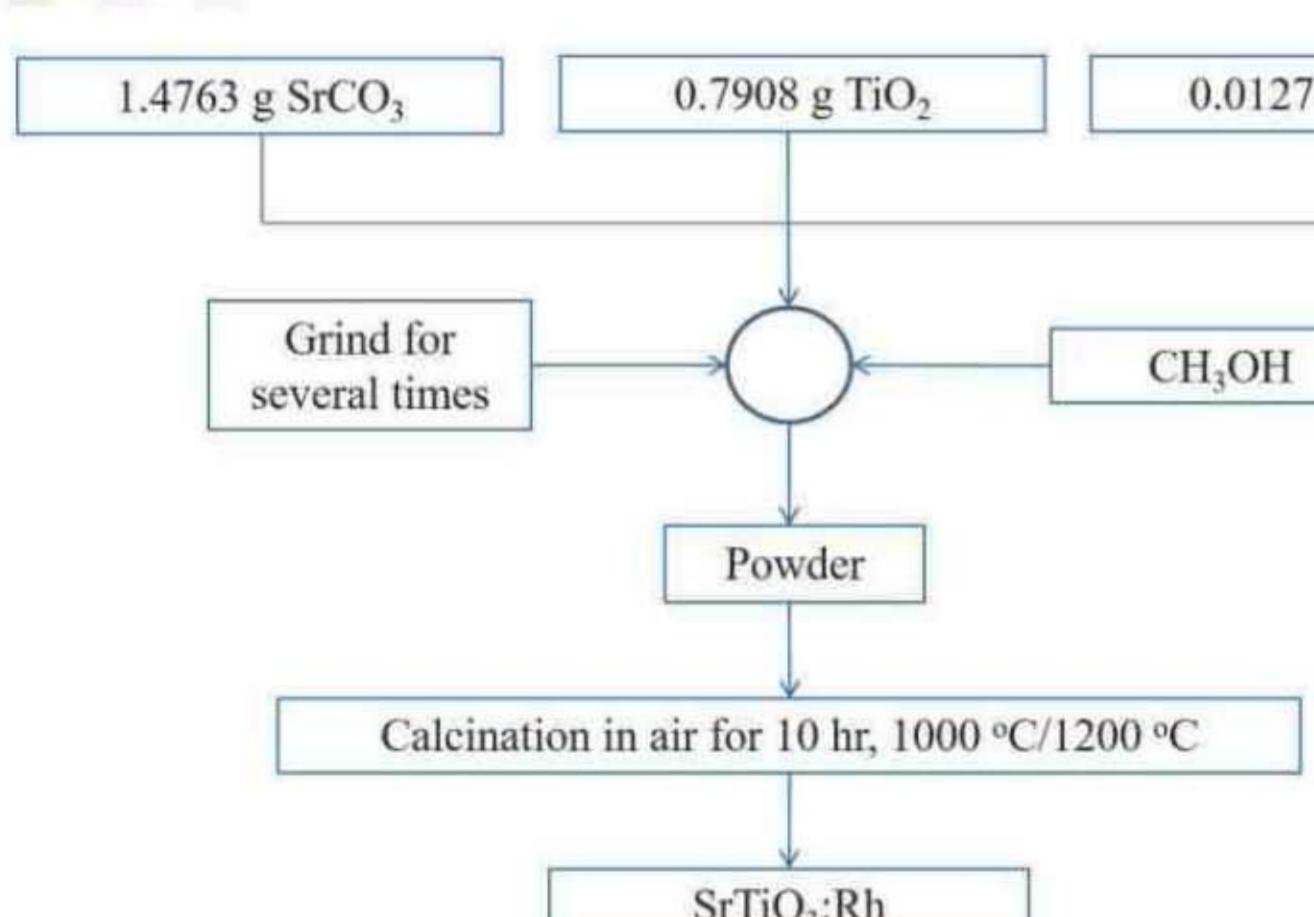


圖 2:觸媒製備方法及觸媒照片

圖2為本研究所用觸媒Pt/SrTiO<sub>3</sub>:Rh的製備流程，基材SrTiO<sub>3</sub>:Rh使用固態熔融法製備，其中Rh參雜的量為1 molar%；Pt利用光沉積法負載於觸媒表面，負載量為0.8 wt%。通過顏色變化可發現，參雜Rh金屬會使觸媒變成深灰色，但負載Pt前後觸媒顏色並未見明顯變化。



#### Results

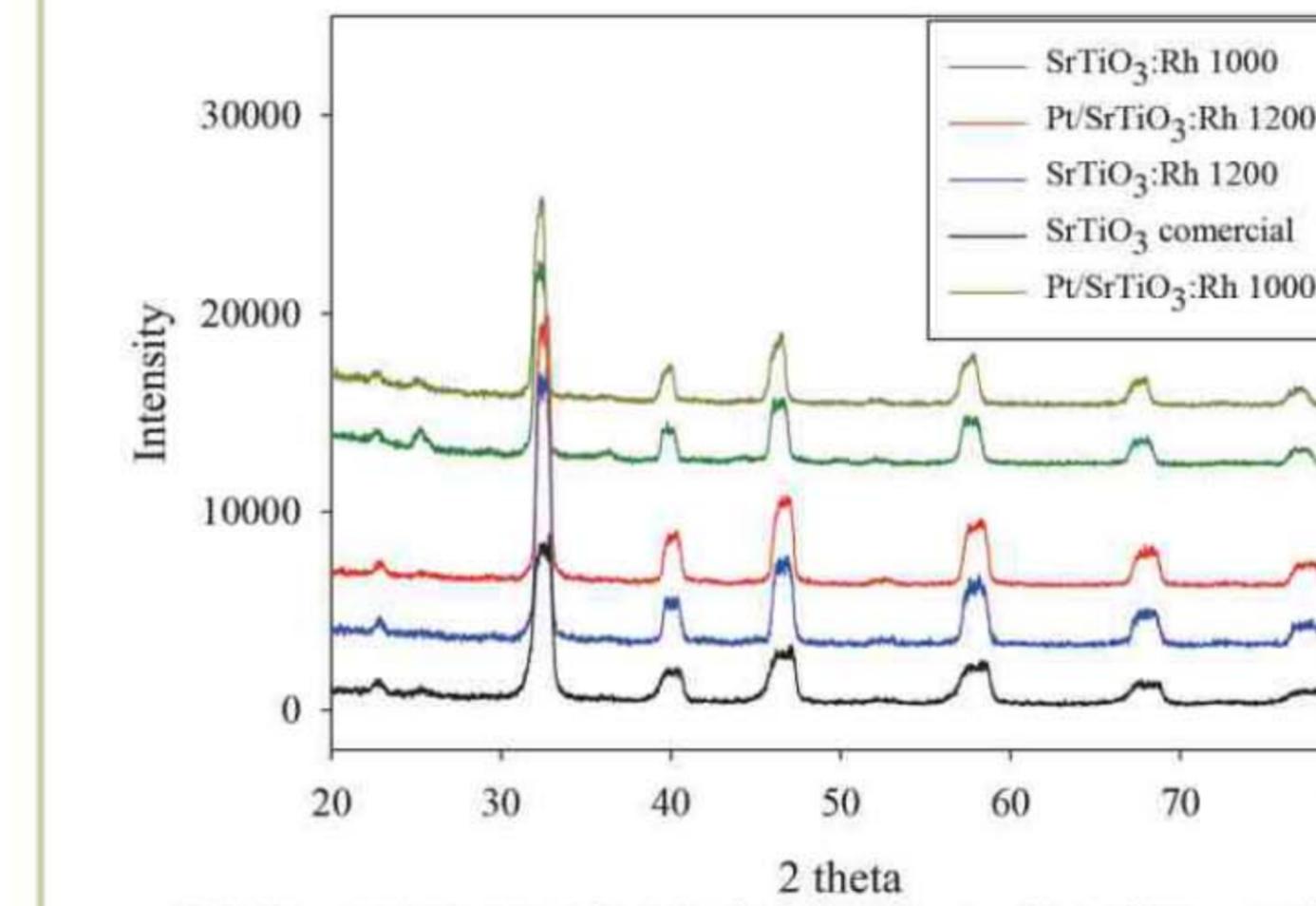


圖 3:不同煅燒溫度合成之SrTiO<sub>3</sub>:Rh 觸媒及負載Pt共觸媒之XRD圖譜

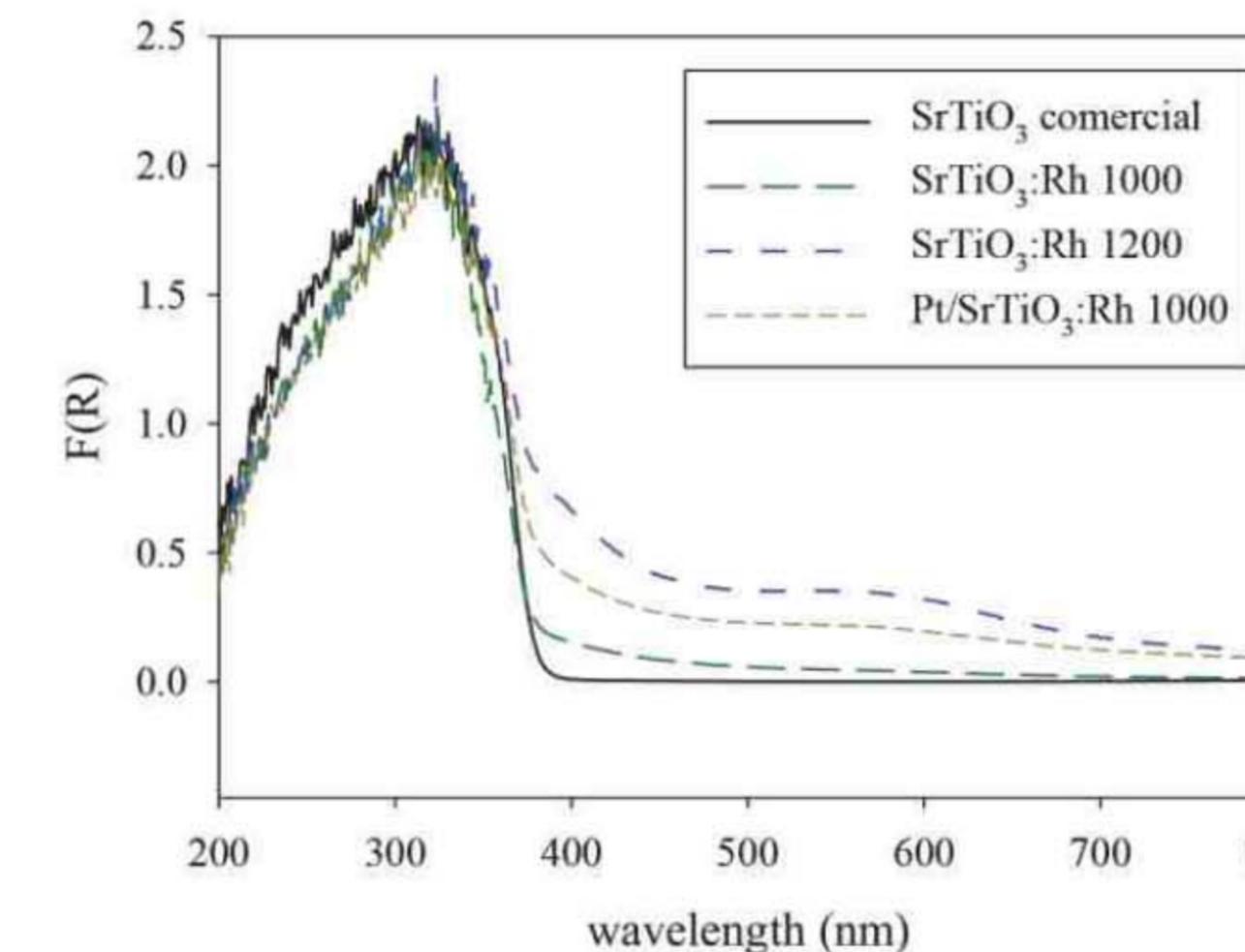


圖 4:不同煅燒溫度合成之SrTiO<sub>3</sub>:Rh 觸媒及負載Pt共觸媒之UV-Vis圖譜

在進行Z-scheme同步降解有機污染物產氫氣實驗前，需先試驗觸媒能否以Fe離子為犧牲試劑還原水產氫氣或氧化水產氧氣。以300 W Xe燈為光源，Fe<sup>3+</sup>為犧牲試劑，WO<sub>3</sub>觸媒的產氧速率為13.3 umol/g h。相同燈源照射下，Fe<sup>2+</sup>為犧牲試劑時，1000°C和1200°C之Pt/SrTiO<sub>3</sub>:Rh產氫速率分別為0.07和0.41 umol/g h。

光觸媒能受光激發產生電子電動對，進而催化化學反應的前提是要能吸收光，於是利用UV-Vis光度計對所製備觸媒的吸光情況進行了表徵。

當煅燒溫度為1000°C時，其對光的吸收並未明顯增多，粉體亦為白色；溫度為1200°C時，對光的吸收範圍延伸至450 nm，且450nm-650nm出現一明顯peak，觸媒顏色也呈灰黑色，其原因是Rh金屬參雜縮小了觸媒的能帶間隙，增加對可見光吸收。

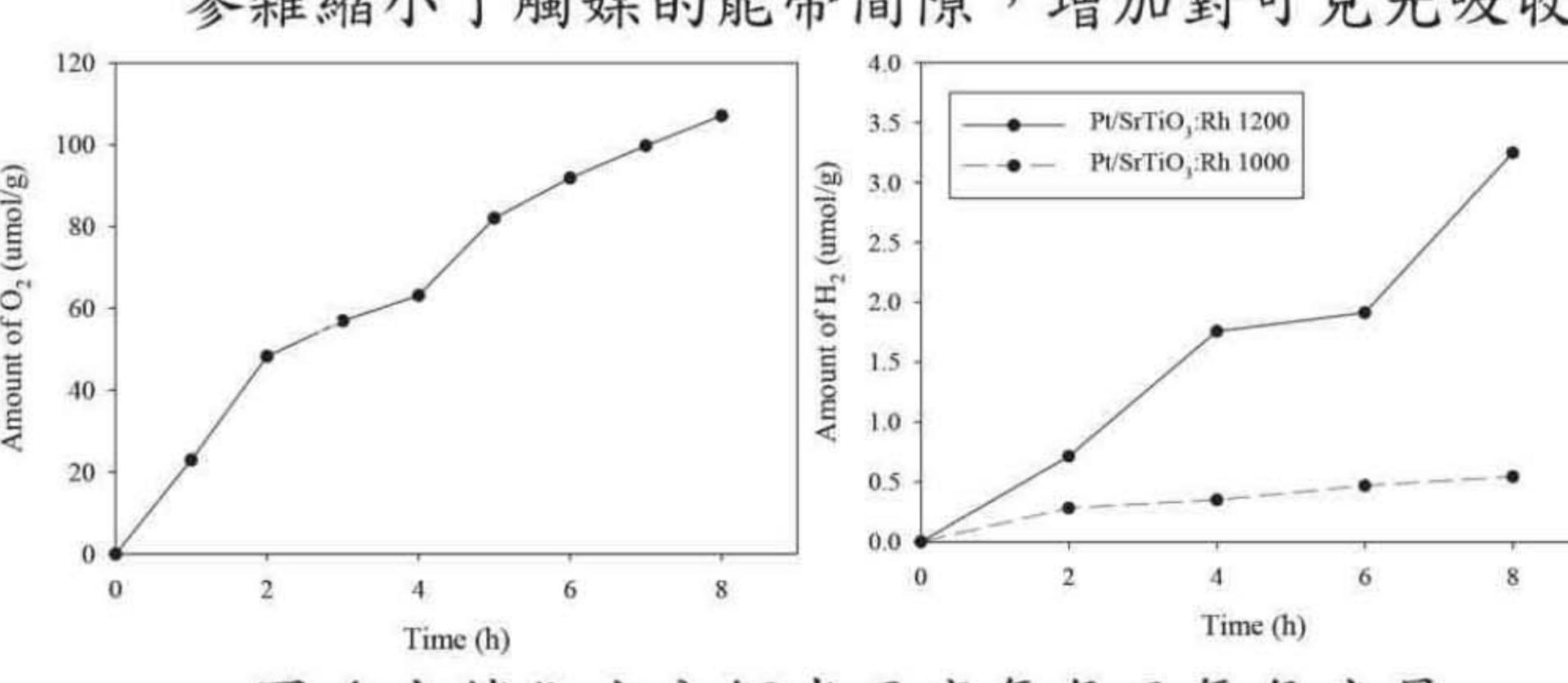


圖 4:光催化水分解半反應氫氣及氧氣產量

#### Acknowledgement

不知不覺中，來臺已經一年有餘，碩士班也進入了第二個年頭。這期間，生活上從初來的不適應變得慢慢習慣，功課因為換專業起初也很吃力，但在同學的幫助下順利通過了各項考試，也收穫了很多化學工程領域的基本知識。我想感謝我的家人，感謝他們對我的支持和包容；感謝我的指導教授吳紀聖老師，感謝他將我帶入觸媒這一領域，老師在課堂和seminar中教給我的研究以及思考問題的方式，都讓我受益匪淺；更要感謝中技社，能夠給予我這項獎學金，對我在台灣的生活幫助很大，讓我可以全身心投入到研究當中。也感謝實驗室、身邊幫助過我的同學和朋友，是你們給我的進步帶來了無限動力！今後的學習，我會百尺竿頭更進一步！



財團  
法人  
**中技社**  
CTCI FOUNDATION