

液相非熱電漿技術備制奈米級 N-doped TiO₂ 降解偶氮染料並結合陶瓷膜分離/回收光觸媒之研究

博士生：鄭旭惠 (Hsu-Hui Cheng)

指導教授：陳孝行 (Shiao-Shing Chen)

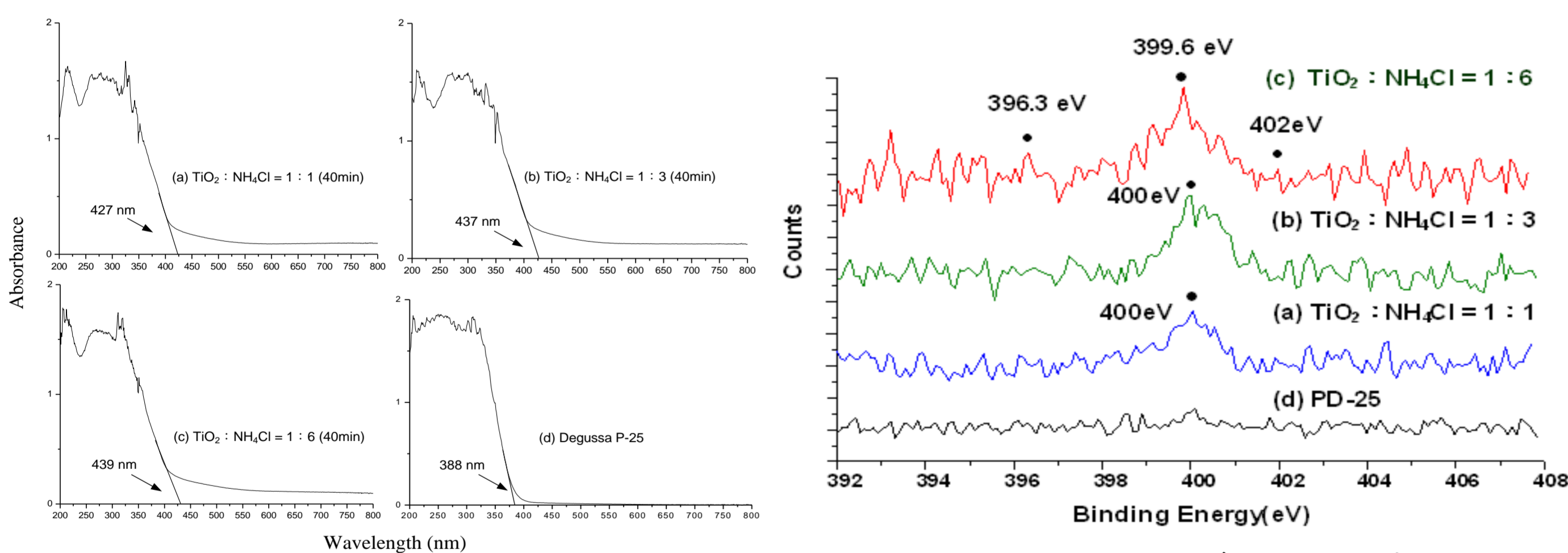
國立台北科技大學 工程科技研究所 環境工程與管理組

研究重點

本研究應用商業級之 Degussa P-25 (DP-25) 和氯化銨 (NH₄Cl) 粉末混和後，放置於自製研發之高效能液相非熱電漿系統中，利用高壓放電予瞬間產生一強烈之電場與伴隨之UV光，促使TiO₂ 受到低於臨界波長的光線照射後，可激發價帶(valance band) 電子躍遷至傳導帶(conduction band) 而產生電子-電洞對，進而將 TiO₂ 中之O原子順利與N原子進行置換，降低光觸媒之能隙(band gap)，備製出含氮二氧化鈦 (TiO_xN_y) 光觸媒。同時亦發展一新式之連續式光催化反應槽；更進一步結合UF陶瓷膜 (ceramic membranes) 系統回收懸浮系統中之TiO_xN_y之光觸媒顆粒。回收之TiO_xN_y光觸媒顆粒，透過反覆清洗方式再次循環使用。不但符合綠色科技及能源之趨勢，亦達到資源「零浪費」的目標。本研究目的及重點如下：

- 研發自製液相非熱電漿系統備製含氮二氧化鈦 (TiO_xN_y) 光觸媒，並同時建立不同的實驗參數，探討改質後之 TiO_xN_y 物性變化(晶相和粒徑等)及對光催化活性之影響，尋求最佳含氮二氧化鈦改質條件。(其包含晶相結構、能隙變化、粒徑變化與元素組成分析)。
- 建構連續式光催化反應系統，來測試TiO_xN_y於懸浮系統中降解偶氮染料廢水，探討其光催化活性效益，並尋求最佳實驗參數。
- 結合陶瓷薄膜系統回收懸浮系統中之TiO_xN_y光觸媒，並進一步評估 TiO_xN_y 使用壽命及回收再利用效率。

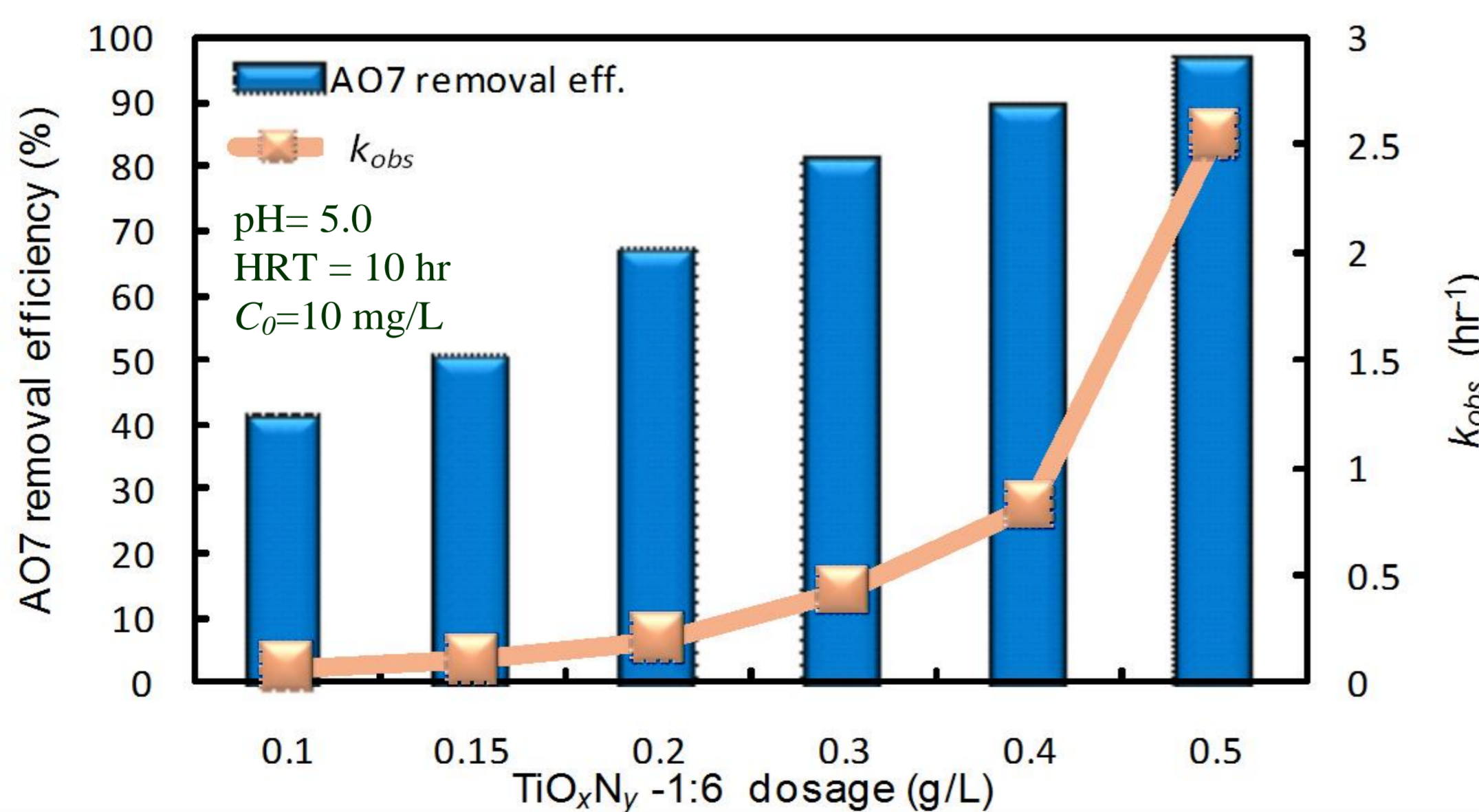
研究成果 (1) - 液相非熱電漿改質之 TiO_xN_y



所製備出的TiO_xN_y，有顯著的能隙變化(3.2→2.82eV)，吸收波長皆位移至可見光區。

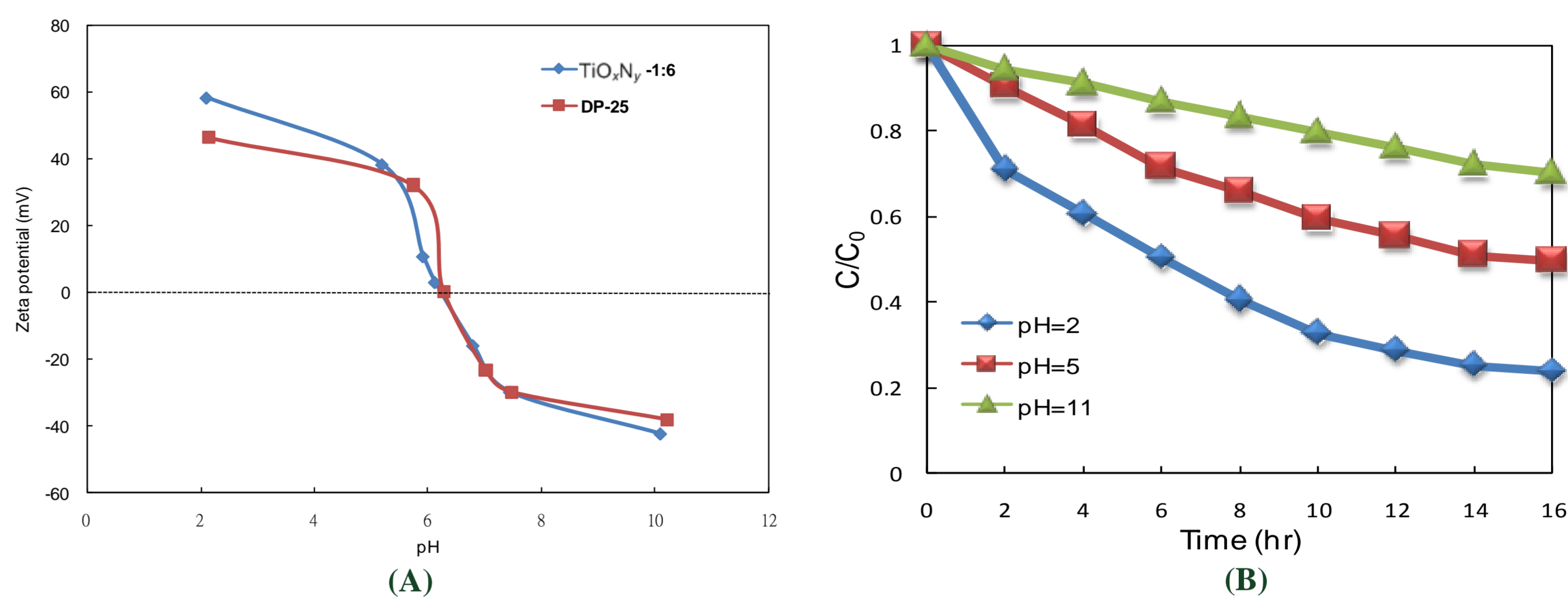
TiO_xN_y在NH₄Cl摻雜比為TiO₂:NH₄Cl=1:6時，已成功將N原子與TiO₂中的O原子進行置換，產生O-Ti-N鍵結

研究成果(2) -連續式可見光光催化試驗探討

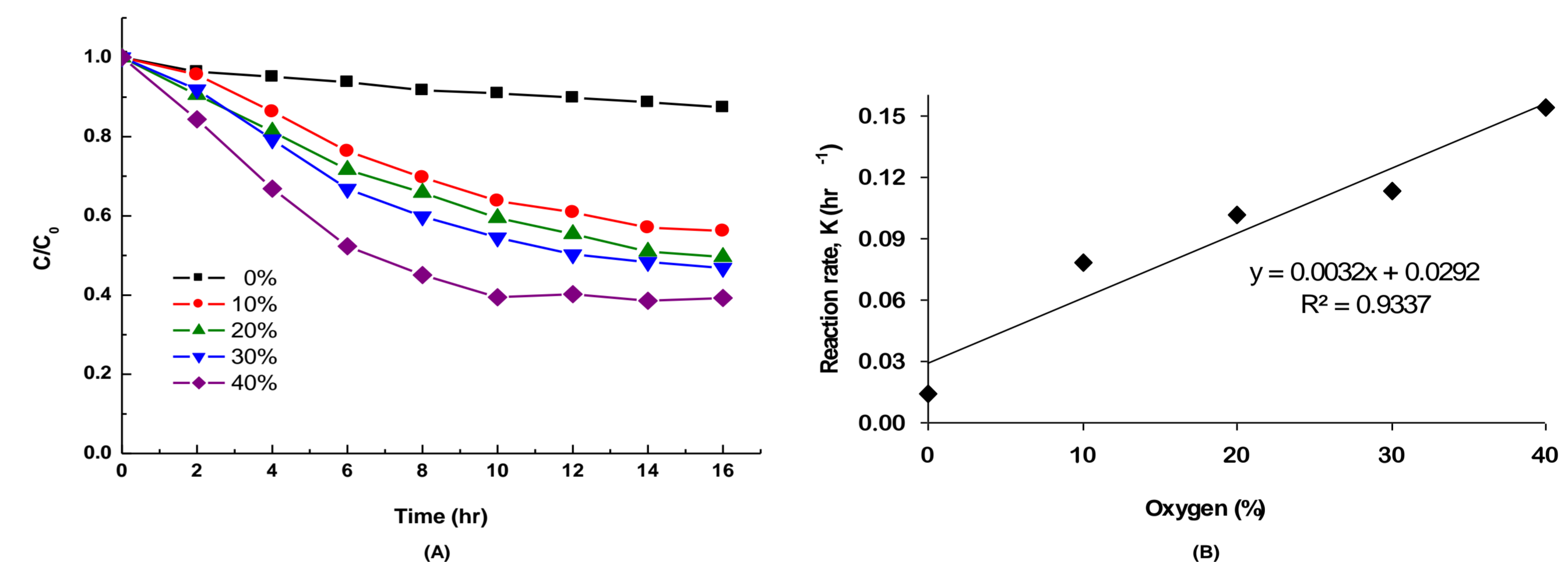


光觸媒添加量部分，由添加 0.10 g/L至0.50 g/L其偶氮染料去除率由41%提升至96%，於光觸媒添加量0.10g/L至0.50 g/L條件下，並無光遮蔽效益的現象產生。

研究成果(2) -連續式可見光光催化試驗探討 (續)

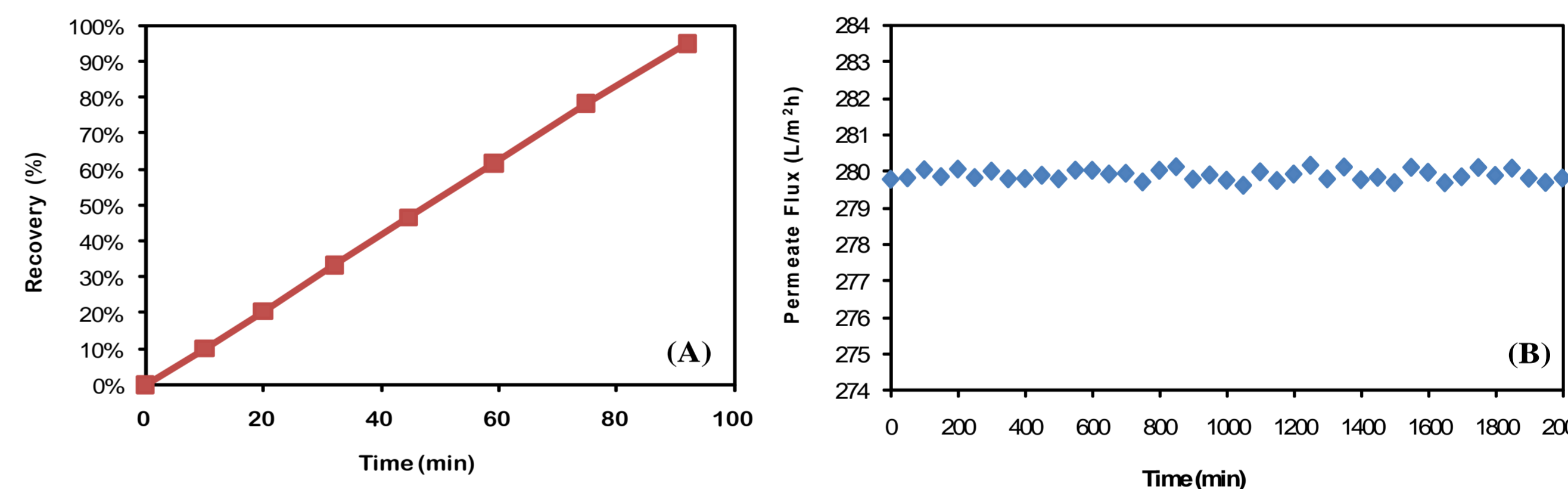


備製之 TiO_xN_y-1:6 經測得其pH_{ZPC}為6.25，因此於pH小於pH_{ZPC}時，反應去除效果較佳，隨著反應pH值升高，反應去除率反而降低，其去除率分別為 pH = 2 > pH = 5 > pH = 11。

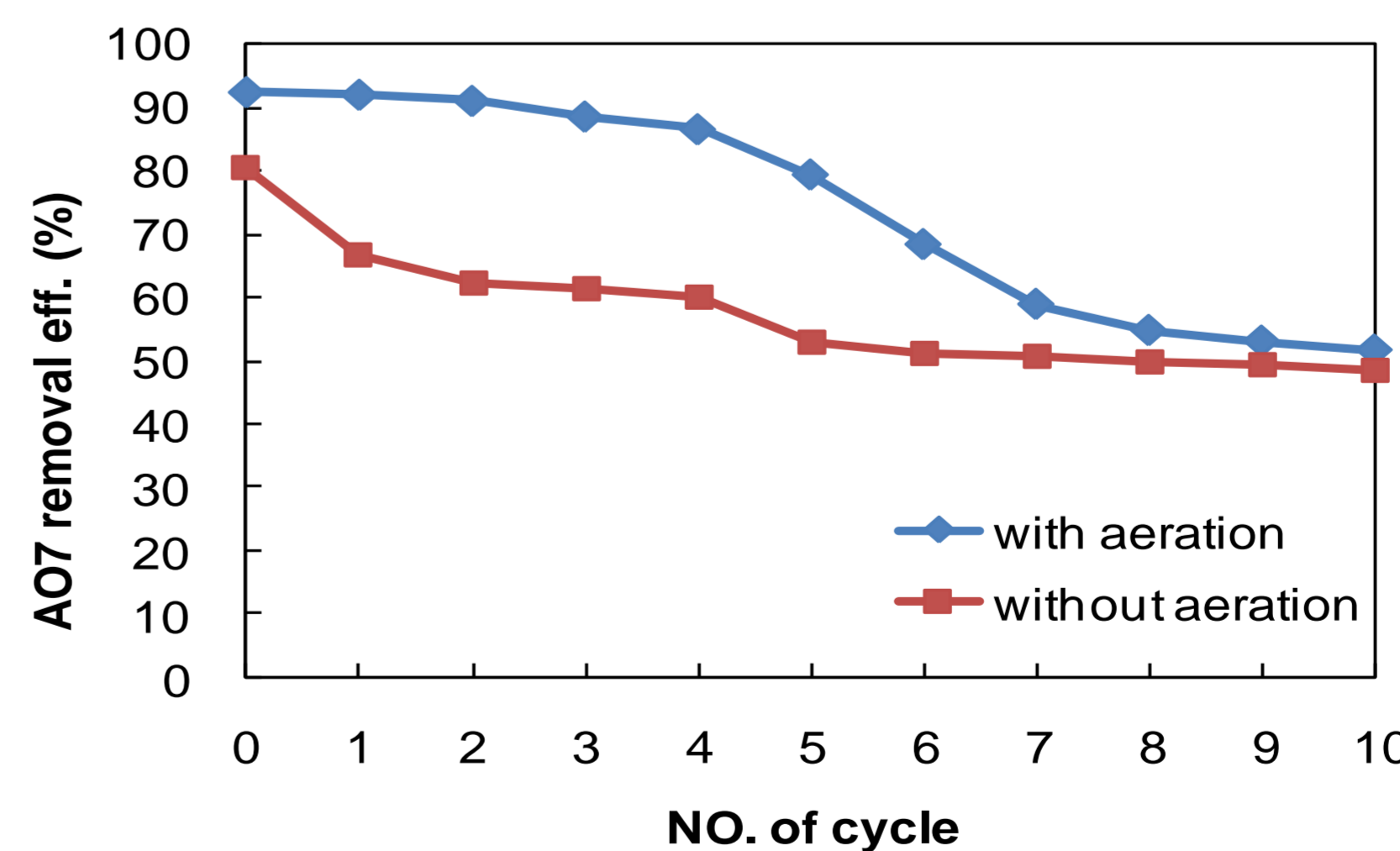


在光催化系統中，氧分子為一強電子捕捉分子，增加曝氣含氧量將不利於電子-電洞對再結合，且能產生較多之OH·，使得反應降解速率增加，並呈線性增加， $Y_{kobs} = 0.0032 (O_2 \text{ ration}) + 0.0292$ ($R^2 = 0.9337$)。

研究成果(3) -陶瓷膜回收光觸媒再利用探討



在薄膜分離程序中，TiO_xN_y光觸媒並不會隨著時間增加而影響薄膜之滲透通量，大都維持在 280 L/m²h，且薄膜表面並無發生 fouling 之現象。經 90分鐘後，光觸媒回收率可達 99.5% 以上，且使用陶瓷薄膜程序可以成功分離廢水中之光觸媒。



曝氣條件下，則能延緩光觸媒毒化現象發生，進而增加光觸媒回收再利用效率，亦讓光觸媒使用壽命可再次被延長。

研究之心得

碩班畢業後，進入到電機領域之水下技術研究室工作，讓我對高壓電力系統有更多接觸與瞭解，促使進入國立台北科大博士班後，萌生以高壓電力系統應用於環境領域之相關研究。激發我想透過電力系統應用在液相中備製出TiO_xN_y光觸媒，取代傳統光觸媒的備製方式，並獲得以太陽光源為驅動力之光觸媒，同步利用 UF 陶瓷薄膜系統，回收 TiO_xN_y 之光觸媒顆粒並再次循環使用；達到資源「零浪費」的目標。