

中技社

通訊

119

CTCI QUARTERLY 民國105年 秋季刊

中技社智庫成立10週年回顧
2016在台外籍研究生企業參訪學員心得分享
馬來西亞參訪鋼筋混凝土管架結構
快速施工法應用之心得
淺談電解水製氫技術現況
研析歐盟協助能源密集產業因應能源及氣候
政策衝擊之作為
以微觀雙眼抹繪粉彩光華

目錄 Contents



1995年10月1日創刊
1996年10月1日第一次改版
2000年02月1日第二次改版
2013年02月1日第三次改版

發行人 潘文炎
編輯委員會 (依姓氏筆劃排列)
主任委員 余騰耀
編輯委員 王新銘 李齡 馬金玲
黃朝仁 鄧倫 鄭清宗
總編輯 張兆平
副總編輯 余俊英
執行編輯 許湘琴 潘惠萍 劉惠君 薄懷照

發行者 財團法人中技社
地址 106台北市敦化南路2段97號8樓
電話 (02)2704-9805~7轉23
傳真 (02)2705-5044
網址 <http://www.ctci.org.tw>
設計 巨門演繹有限公司
印刷 信可印刷有限公司
登記證 局版北市誌字第372號
中華郵政北台字第5504號

投稿須知

1. 歡迎本社同仁及中技社歷屆獎學金得主投稿。
2. 綠色科技、環保、能資源節能減碳相關文稿2,200字。
3. 來稿請附照片(含圖說)或圖表。

注意事項

1. 本刊編輯對來稿有刪改權。
2. 來稿請註明作者真實姓名、服務單位、聯絡電話及E-mail，一經刊登即致稿酬。
3. 請勿抄襲或一稿數投。

業務單位

能源技術發展中心 企劃暨工程科技室
電話 (02)2704-9805~7 電話 (02)2704-9805~7
傳真 (02)2709-8825 傳真 (02)2754-5799

環境技術發展中心
電話 (02)2704-9805~7
傳真 (02)2705-9184



■ 傳播站

2 中技社智庫成立10週年回顧

8 2016在台外籍研究生企業參訪(第一梯次) 學員心得分享

16 馬來西亞參訪鋼筋混凝土管架結構快速施工法 應用之心得

19 淺談電解水製氫技術現況

21 研析歐盟協助能源密集產業因應能源及氣候 政策衝擊之作為

■ 藝文村

24 以微觀雙眼抹繪粉彩光華 專訪粉彩畫家林佑珠

編輯手記

本社自 2006 年由原先從事能源環保技術諮詢及輔導數十年所累積的實力與能量，轉入建置環境及能源領域為主的智庫，2015 年底，將其間舉辦之各項研討論壇執行成果彙整發行《中技社智庫 10 年回顧與展望》。日後將持續加強議題廣度、建言深度及論述之完整性，以期成為國內重要環境與能源之公益交流平台，提供政策之規畫參考，並協助產業之拓殖發展。

本社在台外籍研究生參訪台灣企業活動已邁入第 3 年，因深獲各校國際學生好評，報名人數逐年增加，今年遴選出兩梯次各 30 名學員，於 105 年 6 月 22 ~ 24 日及 9 月 8 ~ 10 日分二梯次舉辦。本年度新增「行政院全球招商及攬才聯合服務中心」(InvestTaiwan Service Center/ITSC) 參訪；由專家簡介外籍生獲取學位後在台居留、工作等相關議題，協助外籍生留台工作所面臨的障礙與困境。第一梯次參訪企業包括台電公司林口電廠及由中鼎工程公司承包的擴建工程，台達電子、群聯電子、野寶科技及均豪精密工業。

中鼎工程與 Chiyoda 合作，於 2014 年聯合承攬馬來西亞煉油石化專區 Rapid P1 專案的重油流體化床觸媒裂解 (RFCC) 工程之設計、採購以及建造統包。其中預鑄工法的梁柱接頭使用日本 Sumitomo 公司研發且有專利之最新式套筒式工法。台灣面臨少子化困境，工地缺工現象日漸嚴重，以預鑄工法取代傳統鋼筋混凝土施工法是必然趨勢。中鼎率先將預鑄工法應用於石化廠之建廠工程，促成預鑄工法技術之廣泛應用，有助於提昇我國工程業之國際競爭力。

歐美國家積極投入電解產氫，希望對建立分散式電能系統產生加成效果。電解製氫不受限地域，製程能效因不同技術已分別達 80% 或 90% 以上；未來若系統、成本及可靠度再精進，「氫經濟」必然成形。德國及英國在碳權及電價上，積極提供耗能產業相當優惠的條件，歐盟業者因而獲得超額免費核配碳權，並以低廉價格引入國際碳權。我國在減碳及能源政策的推動下，能源密集產業面臨減碳及能源成本上漲的風險，衝擊產業投資及經營決策；宜深入瞭解歐盟的相關作法，思考周延改善之策。



中技社智庫 成立10週年回顧

■環境技術發展中心 鄒 倫主任·陳潔儀組長
能源技術發展中心 王鈺鈞主任·許湘琴組長

前言

本社自 1959 年創立迄今已近一甲子，以引進科技新知，培育科技人才，協助國內外經濟建設及增進我國生產事業之生產能力為創設初衷。成立以來，經歷 3 個時期，「創導工程服務期」(1959 年~1979 年)參與國家重大經建發展，成立「工程教育研究基金」，獎掖傑出優秀人才、推動學術研究，並培育人才；「研究發展與技術服務期」(1980 年~2005 年)，組成觸媒研究中心，綠色、能源、環境等技術發展中心，協助政府擬定環保、能源施政策略，提供產業技術諮詢與輔導發展；另贊助各項學術活動，帶動國內科技研發風潮；2006 年邁入「知識創新服務期」，將投注能源環保技術諮詢及輔導數十年所累積的實力與能量，轉型為一個寓意深遠的環境與能源智庫，並持續投注前瞻科技之研發，培育人才，深化社會公益服務，開啓本社邁入知識創新服務的嶄新領域。

成立目的及推動模式

能資源是人類生存發展不可或缺的要素，因此能資源來源的掌握，一直是全球各國所關注並視為戰略性的議題，台灣天然資源缺乏，而能源供給 99% 以上仰賴進口，此情況在全球未必是唯一，但也絕對是少之又少的例子。加以台灣是一個獨立的島嶼，自成一能資源供需體系，因應能資源需求可供的選項，無形中受到更多的限制，必須有所取捨。民衆都希望有更佳的环境品質、更低的环境健康風險，同時也希望有持續的經濟發展與良好的就業機會，但因背景、職業、居住、認知差異，而對其優先順序、比重有不同選擇；而政府不同部門因職掌、任務、法規不同，造成決策與執行出現相互矛盾情況；另環境保護(社會公平)常被據為道德制高點，民意易被影響、誤導，決策易被左右、綁架。本社為滿足政府、產業界、學研界、及民衆需求而成立智庫，扮演公、私部門橋樑，提供各界溝通與討論平台，符合社會大眾期待並有助於減緩衝突與矛盾。

成立初期，考量智庫類型差異頗大，為找出本社適合之運作模式，因此以智庫眾多之美

國為標的，選定 9 處智庫參訪，廣泛收集資料，瞭解其工作範疇、運作模式、環境能源相關議題研究情形、出版品轉譯引用之授權事宜，以及對外合作關係等，藉此逐步確立本社智庫之定位、目標、功能及運作模式。本社智庫以自編經費，獨立運作，秉持公正客觀的立場，建立中立、專業、公益形象，成為可信賴之環境能源專業智庫為目標，在功能上以做為政府與民間(產學研)資訊交流與媒合平台，向政府及產業界提出建言，運作方式為先選定議題，與產學研合作探討，再將成果資訊公開。

在智庫議題規劃及選擇上，會考量：1. 兼顧前瞻性及即時性議題 2. 以環境、能源議題及與經濟、社會面向競合為主軸之議題 3. 跨領域、跨部會之整合性議題 4. 與產業相關之議題；在執行及成果擴散等層面上，力求貼近產業及社會的需求。議題執行時，秉持公正客觀的立場，提出專業論述，與國內其他智庫、研究機構、學術機構合作，並注重與國際及大陸的影響分析與交流合作，建立國內外合作關係，作為政府與民間(產學研)資訊交流與媒合的平台，並積極參與兩岸產業人才及青年學子培訓，扮演兩岸之交流平台。研討成果則以辦理研討會、座談會、出版具國際標準書號 ISBN 之專題報告或書籍、提出建言、建構網頁等方式擴散。

推動成果

成立智庫以來已走過 10 個年頭，每年在有限的經費及人力下，選定 6~10 個與國內前瞻性與急迫性的能源、環境及經濟相關之議題，在國內外產官學研各界專家學者的協助下，逐步累積智庫量能及經驗，每年針對議題屬性，以不同方式展現成果，如涉及新知傳播、推廣、政策或技術交流，則舉辦研討會；涉及國內政策引導，則舉辦座談、論壇、提出建言及(或)出版專題報告；涉及未來趨勢及發展，則出版專題報告。截至 2015 年底，已研討近 80 項議題，研討範疇概分為環境政策、能源政策、氣候變遷、資源管理、產業發展、兩岸交流等六大類，累積舉辦 239 場研討會、座談會、



研習會與論壇，約 9 千人次參與，共發行 5 本叢書及 36 本專題報告，其中 26 項議題已彙整重要結論，並向相關單位提出建言。議題成果依六大主軸展現如下表。

研討 範疇	研討議題 (研討年度)	成果展現 (單位：場 / 篇 / 冊 / 項數)			
		研討 / 座談會	刊登媒體	出版品	提出建言
環境 政策	1. 建構國內環境認證及驗證體系之必要性 (2006)	2	2	0	7
	2. 推動國內企業界建構企業永續報告 (2006)	3	1	0	5
	3. 建構國內區域性環境永續指標 (2006)	2	1	0	4
	4. 土壤及土地管理 (I) (2007)	2	1	0	8
	5. 土壤管理 (II)(2008)/ 污染場址處理技術專題演講 (2009)	4	0	0	0
	6. 低碳社區及生態城市推動策略 (2008)	3	0	0	0
	7. 環保與經濟之平衡 (2009)	1	0	1	0
	8. 我國環境影響評估制度之探討 (2009)	3	0	0	10
	9. 環評制度之關鍵議題 (2010)	1	2	1	0
	10. 如何評估進步—GDP 檢討及修正 (2011)	3	2	0	6
	11. 台灣能資源與環境之未來發展趨勢評估 (2011)	2	0	1	0
	12. 再生能源產品之永續性評估 (2012)	2	0	1	0
	13. 對環境資源部的期望 (I) (2012)	14	0	1	14
	14. 全球關鍵議題對我國之衝擊與戰略因應 (2013)	5	0	1	0
	15. 對環境資源部的期望 (II) —台灣環境保護的回顧與展望 (2013)	5	0	1	0
	16. 社會因素對環評制度的影響 (2014)	1	0	1	8
	17. 台灣環境品質評析 (2015)	3	0	1	0
能源 政策	1. 能源稅推動之考量 (2006)	2	1	0	4
	2. 煤碳的應用與能源政策 (2006)	1	0	0	4
	3. 能源稅開徵深入對話 (2007)	1	2	0	15
	4. 因應油價飆漲及地球暖化之能源價格政策 (2008)	1	1	0	0
	5. 從福島核災省思台灣核能政策 (2011)	2	2	0	0
	6. 電力部門能源政策之展望與我國最適能源配比之探討 (I) (2013)	2	0	1	0
	7. 電力部門能源政策之展望與我國最適能源配比之探討 (II)(2014)	2	0	1	0
	8. 能源基本法內涵研究 (2015)	4	0	0	0
氣候 變遷	1. 溫室氣體 (GHG) 減量策略 (2007)	1	0	0	4
	2. 氣候變遷—減緩及調適 (2008)	3	1	0	5
	3. 因應氣候變遷的國土規劃及開發策略評估 (2010)	1	3	0	0
資源 管理	1. 探討國內物質循環及碳循環架構並建構未來研發方向 (I) (2006)	2	0	0	4
	2. 物質流與碳循環 (II)(2008)	4	0	0	5
	3. 永續資源管理推動中心 (I) (2009)	8	0	0	5
	4. 永續資源管理推動中心 (II) (2010)	7	0	1	0
	5. 建構循環型社會—從廢清法修正談資源有效管理 (2010)	1	1	0	0
	6. 用水合理化與新生水水源開發 (2010)	1	0	1	0
	7. 永續資源管理推動中心 (III) (2011)	3	0	2	0
	8. 推廣新生水水源開發 (2011)	2	1	1	0
	9. 台灣水資源管理策略評估 (2014)	3	2	1	12
	10. 循環經濟的發展趨勢與關鍵策略 (2015)	3	0	1	0



研討 範疇	研討議題 (研討年度)	成果展現 (單位: 場 / 篇 / 冊 / 項數)			
		研討 / 座談會	刊登媒體	出版品	提出建言
產業 發展	1. 公車改裝雙燃料 (DDF) 整體推動策略 (2006)	3	1	0	0
	2. 因應「京都議定書」台灣產業機會及研發方向－化石燃料排放二氧化碳之捕捉儲存與利用技術 (2006)	2	1	0	3
	3. 因應「京都議定書」台灣產業機會及研發方向－生質柴油供應鏈面面觀 (2006)	1	1	0	4
	4. 工業區再造 (2007)	2	1	0	6
	5. 環保產業前景與展望 (2008)	3	0	0	0
	6. 產業永續發展科技研究規劃 (2008)	3	0	0	0
	7. 再生能源發展策略 (2008)	2	0	0	0
	8. 國內需積極投入研發的前瞻能源科技 (2008)	2	0	0	0
	9. 低碳能源產業策略 (2009)	5	1	0	14
	10. 促進能源服務型產業發展 (2010)	1	1	0	0
	11. 台灣產業推動綠色策略 (2011)	5	0	0	0
	12. 台灣再生能源發展方向與政府投入 (2012)	5	0	0	17
	13. 促進台灣資源循環體系產業發展 (I) (2012)	1	0	0	0
	14. 舉辦“2012 能源”論壇 (2012)	1	0	0	0
	15. 智慧綠建築推廣作法 (2011/2012)	2	2	0	0
	16. 台灣能源及電力業之挑戰及機會 (I) (2012)	9	1	1	0
	17. 台灣鋼鐵業的挑戰與機會 (I) (2013)	7	0	1	0
	18. 台灣能源及電力業之挑戰及機會 (II) / 核四關鍵議題報告 (2013)	6	0	2	0
	19. 促進台灣資源循環體系產業發展 (II) (2013)	3	0	2	0
	20. 石化工業國際化與高值化 (2013)	4	0	1	0
	21. 公營事業經營發展研究 (2013)	8	0	1	0
	22. 鋼鐵產業的價值鏈與競爭力 (2014)	7	0	1	10
	23. 台灣資源再生產業的現況與發展 (2014)	4	0	1	7
	24. 我國電動車產業發展研討 (2014)	5	0	1	0
	25. 台灣能源及電力業之挑戰及機會 (III) / 什麼才是合理電價 (2014)	7	1	2	0
	26. 公營事業經營發展研究 (II) (2014)	1	1	1	0
	27. 產業轉型及創新 (2015)	2	0	0	0
	28. 化工製程設計規劃訓練 (2015)	1	0	0	0
	29. 具競爭力石化專區探討 (2015)	4	1	1	0
	30. 太陽光電產業技術發展趨勢探討 (2015)	3	0	1	0
	31. 產業能效提升之回顧與展望 (2015)	2	0	1	0
	32. 台灣人力資源發展趨勢及影響 (2015)	0	0	1	0
兩岸 交流	1. 海峽兩岸碳資產管理與發展 (2008)	3	0	0	0
	2. 兩岸能源與環境議題研究交流專案 (I) (2009)	6	0	0	0
	3. 兩岸能源與環境議題研究交流專案 (II) (2010)	2	0	0	5
	4. 兩岸油氣能源的挑戰與因應 (2011)	1	0	0	0
	5. 兩岸能源與環境議題研究交流專案 (III) (2011)	2	0	5	0
	6. 海峽兩岸空氣品質研討會 (2012)	2	0	0	0
	7. 兩岸霧霾 (PM2.5) 污染現況與未來合作展望 (2014)	2	0	1	8
	8. 建立兩岸青年學子交流平台 (2010~2015)	-	-	-	-



綜合效益

本社成立環境與能源智庫，除扮演各界（國內與國際以及民間與政府）溝通討論之平台及橋梁，辦理座談／研討會，以及出版專書／專題報告，將研討成果廣為周知。另，為發揮政策引導功能，並向相關單位提出建言。這 10 年間，已引發各界重視並發揮下列四大效益。

一、匯聚共識引導政策推動

1. 在推動提升企業環境友善度的作為上，透過本智庫對強化我國產品綠色認證制度之倡議，政府有不少積極之作為，如以國際標準 QC080000 為藍本，彙整 GPMS 之執行經驗，訂定 CNS15071 國家標準、環保署參酌歐盟 REACH 化學品管理新制，於 2014 年修訂毒性化學物質管理法，提升綠色競爭力。
2. 在產業節效率制度推動上，促成經濟部能源局與工業局的重視，進而積極推動節能績效保證專案示範推廣補助、推動集團與企業先期診斷導入 ESCO、協助發展專案融資體系、引進國際節能績效量測與驗證專業人員訓練、培訓 ESCO 專案開發技術人才、協助企業引進 ISO50001 國際能源管理系統，促進 ESCO 產業的環境、市場、融資與專業人才等各方面的進步與發展。
3. 在推動企業環境暨永續績效資訊揭露上，有效協助提高企業對於永續報告的認知及意義，幫助我國企業提升編製永續報告書的能力，並促進我國每年企業永續報告書數量的提升。
4. 在工業區再造上，本智庫提出工業區再造應推動示範後，由經建會與經濟部共同提出「工業區再生示範計畫推動方案」，選定基隆大武崙工業區及台中縣大甲幼獅工業區 2 處，展開政府示範辦理工業區再生。
5. 在環境影響評估制度設計上，鑑於與經濟發展調合之重要性，本智庫自 2009 年開始，持續關注並多次積極提出建言，從而

協助政府塑造環評制度調整之方向與動力。

6. 在煤炭應用政策上，於 2007 年提出應將汞納入污染排放規範之建言，環保署與產官學各界進行標準修正之討論，最終，於 2014 年 12 月修正發布之「電力設施空氣污染物排放標準」，增訂汞排放標準，有效提升對燃煤電廠汞排放之管制。
7. 在合理電價之倡議上，本智庫 2008 年對能源價格合理化政策提出呼籲，至 2014 年再倡議電價之合理調整，本智庫相關論點，漸成各界的共識，至 2015 年初立法院朝野通過協商，敲定依燃料成本浮動調整之浮動電價公式，及建立新電價調整應經過電價審議委員會之機制，終使電價合理化之推動，獲得初步落實。
8. 在氣候變遷因應之調適政策上，本智庫於 2008 年提出依國情做長期持續性規劃並跨領域整合調適政策、建立未來社會經濟發展情境與氣候變遷情境模擬系統、加強研究或引進評估技術工具等建言，而相關建言及研究成果，也成為政府施政規劃之參考。
9. 在物質資源管理上，本智庫自 2007 年開始推動永續物質管理，除號召學研界成立「永續資源管理推動中心」，與國外相關機構密切交流聯繫，並引進及推廣國外經驗及成果，從而促使政府單位、學研界、產業界以及顧問公司，對於物質流評估議題，從完全陌生，到現在幾乎均能理解其重要性，並讓政府相關部門將資源管理的主要重點工作納入施政重點，甚至逐漸納入國家政策中。
10. 在水資源管理上，本智庫自 2010 年起，持續投入水資源議題探討，更在 2014 年分別針對農業用水、自來水及民生及工業用水等效率化主題提出建言，部分建言被政府採納。
11. 在太陽光電推廣及產業推動政策上，本智庫先於 2009 年提出儘速建立國內認 /



驗證機制、政府出面協調整合機制、協助建築整合型太陽光電 (BIPV) 發展等建言，後再於 2012 年提出放寬農林牧地使用之建言，皆逐一被相關政府部門採納。

12. 在資源循環產業推展上，政府考量國內資源再生業者目前面臨因料源不足而導致設備稼動率低的困境，嘗試透過法令修改協助產業取得料源卻遭到環保團體的強烈反彈，本智庫特於 2014 年 10 月 29 日召開「資源再生產業發展」座談會，邀請環保團體、動脈產業及靜脈產業等共 9 位代表參與，針對我國是否開放稀貴資源及其輸入模式進行探討，促成對立雙方首次的直接互動，協助共識的建立。

二、引進新知推廣新概念

在新概念引進上，2008 年，本智庫預先觀察到氣候變遷調適議題之重要性，率先進行相關研究，並邀請具參考價值之國際研究團隊：英國 (UKCIP)、荷蘭及歐洲氣候變遷調適計畫 (ADAM) 之專家學者，來台分享其政策規劃歷程，供國內相關研究機構觀摩學習，並引導國內有關氣候變遷調適之相關研究及策略擬定。國內政府機構自 2009 年開始正視氣候變遷，並編列經費對相關議題進行研討；本社智庫為引進國外專家所提出資源生產力 7 個步驟新概念，於 2012 年向 Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy 機構授權翻譯；本智庫自 2007 年開始積極推動永續物質管理，推廣物質流導向產業永續發展之新觀念，讓政府單位、學研界、產業界以及顧問公司，對於物質流評估從完全陌生，到現在幾乎能理解其重要性。

在新技術引進上，本智庫於 2006 年邀

請美國與日本的二氧化碳封存與吸附專家來台，並舉辦研討會，介紹國外在二氧化碳封存與吸附的新概念與技術趨勢，並提出建立研發聯盟夥伴關係及促進 CO₂ 捕捉封存關聯產業發展等建言。政府 2009 年起將二氧化碳捕捉封存納入能源國家型計畫研究重點之一；在 2012 年，本智庫與國科會等多個學研單位，共同邀請染料敏化太陽能電池的發明者，以及多位國際知名學者專家，來台分享染料敏化太陽能電池的最新技術發展與應用，更邀集產學代表舉辦座談會，彙整相關意見向政府相關單位建言，協助促使台灣在染料敏化太陽能電池技術之學術研究上，在國際上佔有一席之地，以及促成國內化學廠商投入相關染料之生產，和建立相關模組設備廠，相關量測技術更已得到國際上的肯定，並與國際法規接軌。

三、廣納多方意見匯集專業資訊

本智庫針對較具爭議性之議題，及時彙整相關資訊，出版專題報告，傳遞不同看法和論述，希望間接達到多方想法之溝通。

本智庫於 2013 年 6 月出版「核四關鍵議題」專題報告，將廢核四後，對台灣的衝擊及相關因應措施等資訊完整的呈現；2014 年完成天然氣議題之研討，提出不同天然氣價格情境對台灣整體經濟、物價、能源及溫室氣體排放之影響，以及對未來天然氣供應的可能不同發展契機；另於 2015 年完成台灣電力部門能源配比在未來各項能源成本變動下之可能情境，並透過建構可進行電力部門相關政策評估之總體經濟及能源經濟計量模型，研析在成本最小化條件下，我國各類發電技術之最適電源配比，同時進一步考量納入碳排放成本與不同碳稅課徵稅額時，對各類發電技術最適配比影響和變化，提供社會大眾了解台灣在能源選項上之挑戰，以及



須相應付出之代價。

2012 年 3 月政府提出油電雙漲方案，國營企業之經營管理，引發社會大眾之討論，本智庫隨即召開系列座談會，彙整 40 多位產官學研界之觀點，從不同角度與觀點進行論述，於 2013 年 12 月出版「公營事業經營發展 - 政策定位、經營管理、溝通協調」專題報告，提供相關單位作為國營事業改革之參考，同時也讓民眾知道公營事業推動改革的努力與成果；更進一步於 2014 年邀請國內外專家學者會聚一堂，共同針對國營公司之經營管理議題，從各面向提出多元見解與論述，於同年 12 月出版「公營事業經營發展 (II)- 國際國營油氣公司經營管理」專題報告，有助於油氣公營事業良善經營與組織變革之參考。在產業資訊彙整上，針對電力、石化、鋼鐵、資源循環、電動車，以及新生水水源開發等產業，出版專題報告，提供政府相關政策制定與民間業界經營策略設定之參考。

四、與國內外單位建立合作平台

本智庫為推展永續資源管理，於 2009 年先成立一個虛擬「永續資源管理推動中心」，試運行 2 年後，2011 年協助台灣大學環工所成立永續資源管理推動中心，持續相關議題研討與推廣，目前由台大原設置之「污染預防與控制技術研究中心」作為推動資源管理相關工作之單位，成為實體之永續資源管理推動中心。

在兩岸能環議題交流上，2009 年由本智庫籌組能環研究團隊，經過一年多之洽詢、拜訪、溝通，順利於 2010 年與北京清華大學「中國循環經濟產業研究中心」簽署合作備忘錄，該中心是因應中國大陸「循環經濟法」於 2009 年 7 月成立，由中國大陸發改

委、環境部、科技部、工信部等單位指導，有一定的政府資源，因與我方合作是第一個境外合作案例，該中心相當看重此合作關係，且循環經濟產業發展涵蓋環境、能源以及產業，也非常符合本社宗旨所關注面向。因此，兩岸兩個智庫溝通管道的建立，對兩岸能環議題之資訊交流與合作推展，有一定之助益。

在兩岸空氣品質管理交流方面，則是透過本智庫 2012 年的「海峽兩岸空氣品質管理交流」座談會為起點，協助推動兩岸學術界，共同研討空污模式之發展、共同監測合作、應用及研析跨境傳輸對兩岸的影響以及適當的因應策略，同時協助建構兩岸官方在空氣品質管理交流的契機。

在兩岸青年學子之交流上，自 2010 年 3 月 15 日與中國科學協會的下屬單位「對外應用技術交流促進會」(簡稱促進會)簽定舉辦兩岸年學子交流活動合作備忘錄，開啓合作之始。在雙方已連續合作辦理四屆共六批兩岸青年學子互訪活動後，由於相當肯定建立交流平台的良好效益，因而雙方於 2014 年 3 月 14 日再次簽訂舉辦兩岸年學子交流活動合作協議書，進一步深化雙方交流合作。至今已完成六屆十批兩岸學子互訪活動之辦理。

未來努力目標

本社智庫以環境及能源領域為主，且自編經費，獨立運作，有更好的條件提供政府公正客觀的建言，與國內其他以經濟議題為主且經費多來自政府的專業智庫有所區隔。未來除加強議題廣度、建言深度及論述完整性外，如何透過其他方式得到政府機構的認同及重視，提升對政府政策影響力，是持續努力之方向。



企劃暨工程科技室 鄭清宗主任 · 劉致峻副工程師

近年來，我國面臨少子化與高齡化的衝擊，2008 年生育率一度跌破 1 以下，成為全世界生育率最低的國家；65 歲以上人口佔總人口比例也於 2014 年突破 12%，國發會推估我國將於 2025 年邁入超高齡社會，高齡化速度為全球之最。在此困境之下，外籍人才的引進係促使國家經濟、社會結構順利轉型的重要手段之一。本社於民國 103 年起舉辦「在台外籍研究生企業參訪活動」，透過實際參訪我國優良企業之經營實況及雙向討論，了解我國科技及綠色產業發展現況與前景，增進在台優秀外籍生留台貢獻所學意願，提供產業與在台優秀外籍學生交流管道，協助企業網羅國際人才。

今年本活動深獲各校國際學生好評，報名人數逐年增加，今年更收到來自 23 國、16 校、127 名外籍生之合格申請，包括碩士生 104 名、博士生 23 名。由於報名踴躍，在兼顧申請者之國籍、就讀學校及系所等多樣原則，並參考申請者之研究規劃、學業表現等項目，遴選出兩梯次各 30 名學員，分別於 105 年 6 月 22 ~ 24 日（第一梯次）及 105 年 9 月 8 ~ 10 日（第二梯次）參與本活動。

為強化我國企業與優秀外籍學生互動，本年度更新增「行政院全球招商及攬才聯合服務中心」(InvestTaiwan Service Center/ITSC) 參訪行程：由專家說明政府對外籍人才引進之制度、管道及實務做法，並簡介外籍生獲取學位後在台居留、工作等相關議題，協助外籍生留台工作所面臨的障礙與困境。

第一梯次參訪台電公司林口電廠 (Linkou Thermal Power Plant, Taipower Company/LTPP) 及由中鼎工程公司 (CTCI Corporation) 承包的擴建工程，全球電源管理與散熱解決方案龍頭之台達電子 (Delta Group)，世界快閃記憶體領導者的群聯電子 (Phison Electronics Corporation)，身為多家歐美知名品牌零件代工廠及亞洲自我品牌的自行車生產廠的野寶科技 (A-Pro Tech Company)，及身為台積電設備供應者的均豪精密工業 (Gallant Precision Machining Company/GPM)。透過企業

費心安排，帶領學生實際參觀設施與生產營運狀況。活動中，更榮幸地獲得群聯電子董事長與創辦人潘健成先生、台達電子副總經理蔡榮騰先生、及各企業高階主管親臨致詞演講，並積極與學員交流互動，使得所有參加之學生莫不深感機會難得、意義非凡並受益良多。以下摘錄外籍生參訪企業的心得分享。

阮玉映 /Nguyen Ngoc Anh (越南 虎尾科技大學 企業管理學系 碩二)

As foreign students, it is not easy for us to get in touch with Taiwanese companies and to experience working environment. This 3-day trip gave me that great chance to visit different companies around Taiwan, including LTPP, Delta Group's R&D Center, Phison, A-Pro and GPM. It is even more wonderful for me that I did visit A-Pro, the company I will interview for, which allowed me to meet their staffs and get deep understanding about the products, manufacturing process and future plan. Lucky me right? I do feel like I receive a lottery knowing that. Keep calm guys! I will make you more jealous. I also met so many talented international friends who inspired me with their passion and experience living in Taiwan. We traveled all the way from Taipei, Taoyuan, Hsinchu, Miaoli, Taichung, to Nantou and tasted each region's best specialties as well as enjoyed beautiful landscape of the island. Such great 3 days gave me lifetime friendship, valuable contacts and hopefully a career in Taiwan.

蕃英寶 /BaoPhan Anh (越南 中央大學 營建管理研究所 碩二)

In this enterprise visit, my first impression is the international friends who come from Indonesia, Philippines, Thailand, Mongolia, Nepal, India, etc. It is a good chance for me to understand about their cultures which I had never known before. For example, Bijay from Nepal told that Nepal is located in the world's tallest mountain Himalayas where have been suffering seriously earthquake. By visiting the Taiwan's companies, I were also opening my mind



about their facilities and manufacturing sites such as A-Pro, a bicycle's parts manufacturer, they took us to their manufacturing site to introduce about the parts of the bicycle including aluminum material, hydraulic injection, welding, etc. Because I am studying in construction management field, I learned a useful management skill from this company about how the supervisors use the employee cards to evaluate the employee skills and to identify the effective or ineffective works from the workers. Furthermore, we are now facing the increasing global warming, and I am really surprised that there is an increasing trend of many Taiwan's companies which have been caring about the environment protection by adopting green energy. For example, Delta Group's R&D Center is one of well-known green buildings, using special glasses for replacing the traditional concrete walls, integrating the rainwater harvesting system with grass irrigation system, and installing solar photovoltaic(PV) system to provide partly energy to their building. Finally, this enterprise trip not only give me potential opportunities to know more about the Taiwan's companies but also help me in applying job in Taiwan.

羅雅各 /Edgar Rojas Rivera (墨西哥 台灣科技大學 IMBA 碩二)

During this enterprise visit, I have had the opportunity of getting many experiences and thoughts from several companies in Taiwan. I got a better understanding of how companies in Taiwan work as well as their working environments and facilities. I also realized about what kinds of working positions are the most required for these types of corporations, in this way I can focus my abilities and characters to match with these companies properly. I have seen with my own eyes the high involvement of entrepreneurship that has lead Taiwan to become a strong economy during the past years. Most of these companies share the same objective of internationalization and constant expansion. These organizations seem to be highly interested in recruiting foreigner to become part of their workforce, they really appreciate the qualities that a competent foreigner can offer for them, and I believe this is a positive aspect for their continuous development. I got many useful information and experiences from high-level managers that made me get a deeper understanding of the working and entrepreneurial life in Taiwan. Personally, I have realized of the high importance of choosing the right working position

that can fulfill my expectations and potential dreams. This is because the job that I take will become my new lifestyle and possibly may be something that I will spend most of my time. Therefore, if I can work on something that I am highly interested in, then I will feel my professional career completed in Taiwan. Being able to enjoy my life properly.

Vinsensius Viktor Limas (印尼 台灣科技大學 營建工程系 碩二)

We have visited ITSC which provides job recruitment service and solutions for working issues in Taiwan. Besides, we also visited five other companies/factories and they all have given an introduction about their company profile and I think all of them are wonderful companies to work and provide their worker a positive and productive work environment. During the first day, we visited the control room of LTPP which has a huge and complicated system about the gas analyzer, turbine, seawater supply system, fueling system, etc. I am very impressed because all of them can be easily monitored. Delta's R&D Center is also a very impressive and eco-friendly place. It shows the high commitment of Delta to the environment. I learned how they construct and manage the smart building such as by using transparent glass, sunlight roof, rainwater storage system, elevator and parking lot system, etc. They also keep monitoring the energy saving performance as the real parameters. In this R&D center, many wonderful efficient power products are produced such as power supplies, telecom power, and PV inverters". In the next day, we first visited Phison. They have very competent R&D teams, advanced and efficient technologies, ISO certified products, and also many patents. It has the markets internationally. They keep producing the best products to satisfy the demand of the data storage market including NAND Flash controllers, USB, SD, eMMC, PATA, and SATA. And after that I also visited A-Pro, which produces bicycle and its spare part. The manufacturing processes are also amazing, and you can feel A-Pro's dedication through their team work and quality control. GPM has a very discipline system in order to make sure everything is precise. It develops some products such as semiconductor, lenses, medical, optical, laser applications, chemical, and precision machinery. Although I am still looking my desired job but I am grateful to join this event. It has given me a broader knowledge and relations.



Yohannes Mulugeta Hailu (衣索比亞 台灣科技大學 化學工程學系 博二)

The Enterprise visit started the journey at the ITSC, and then we visited LTPP, Delta Group, Phison, A-Pro and GPM. In general, we were presented those companies' profiles and demonstrated those companies' real-time business activity. They welcomed graduates for job application. While visiting, we had a conversation with the administrator, chief director and deputy director of the company. Overall, we had super awesome experience from the enterprise visit. Finally and foremost I would like to give my warmest thankful to CTCI Foundation for giving me this opportunity to involve such an educational event that is crucial to develop practical skills. It gives me valuable information to decide to work in Taiwan's companies after completion of my PhD study.

潘美 /Pan Mei (中國大陸 元智大學 電機工程學系 碩二)

有幸參加這次活動，先後參訪台電林口電廠、台達電子桃園研發中心、群聯電子、野實科技和均豪精密工業等公司，其中野實科技給我留下深刻的印象。首先在野實辦公大樓會議室工作人員向我們介紹公司，並且展示公司生產的零件，接著參觀生產車間。剛踏進生產車間就有一陣轟隆隆的聲音，工人們全神貫注地在各自的工作間一個一個地給零件上油、切割、打磨等等，每一道工序完成後又仔細地檢查後再接著下一個。雖然車間溫度特別高，豆大的汗珠在他們身上流淌，但絲毫沒有影響他們的工作，讓我深深地被這些工人的敬業精神感動。我想這正好與公司所尊崇“踏實、拼搏、責任”的企業精神相應，不管以後從事什麼職業、進入什麼企業，野實公司的精神都是我應該學習的。

曹詩龍 /Cao Shilong (中國大陸 元智大學 電機工程學系 碩二)

近年臺灣面臨核電重啟問題，而作為一個電力相關專業的學生，我對台電公司很感興趣。和大陸的電網公司、發電廠比較分散的形式不太一樣，臺灣電力公司是發電、輸電、配電全包。這次參觀林口電廠擴建工程，恰好碰上供電吃緊的時段，所以當我們參觀的時候，林口電廠的機組已經有一台即時擴建完畢，才能確保電力的正常供應，讓我深感電力行業的從業者不容易。原來以為台達電僅作為 OEM 廠商給電腦整機提供電源，亦或是給專業設備提供電源適配器，參觀後才發現，現在電源業務只占台達所有業務的一小部分，更多的是給客戶提供整體的解決方案，從節能減排到工業 4.0，這



應該是企業順應時代變化，結合自身優勢不斷轉型的結果吧。其他的企業也都很有代表性，比如最近在 SSD 主控晶片行業比較有名的群聯電子，和自行車車架的代工廠商野實。但讓我感觸最深的是臺灣千千萬萬工作崗位上的勞動者實實在在的努力奮鬥，不分高低貴賤，為社會進步、為家庭而奉獻，那些人才是社會的中堅力量。

劉泓鑑 /Liu Hongkai (中國大陸 元智大學 電機工程學系 碩二)

先後訪問台灣全球攬才中心、林口電廠、台達電、野實、群聯和均豪等幾家公司。攬才中心是台灣政府為引進全球科技人才，協助台灣發展的單位，參訪過程中，卓講師告訴我們如何能留在台灣工作，以及台灣對於國際人才的渴望。在參訪的各家企業中，最難忘的莫屬台達電了，除了全自動的機器手臂，全球網絡監控等等一系列高科技的東西展現在眼前之外，在他們智慧綠建築中的室內通風系統，電梯節能系統等等，和我所學的 micro-grid control 有些千絲萬縷的關係，使我更加注意這個公司。此外我也注意到群聯公司的高性能 SSD 芯片的生產研發能力和全面的員工福利政策。經過這三天的活動，我的眼界無疑更擴寬了，世界很大，優秀的公司很多，我們仍需要努力學習。

潘世惟 /Phan The Duy (越南 清華大學 化學工程學系 博五)

Currently, Taiwan's industries have been providing high-end quality service or products with the least cost. But it has to follow the developing of "Industry 4.0", in addition to condition monitoring and fault diagnosis, components and systems are able to gain self-awareness, which will provide management with more insight on the status of the factory. During this enterprise visit, I have observed one of the most well-known Intelligent Green Buildings in Taiwan, which was built by Delta. It provides a comfortable environment, and then significantly improves the overall productivity of Delta. From this point, I think "Industry 4.0" is coming soon in the human life. In addition, I also understand how the international young talents affecting the development and working culture of a successful company (Phison). I sure all of the experience will help me to develop my future career.

藍三 /Ralph Nicolai Nasara (菲律賓 成功大學 尖端材料國際碩士學位學程 碩二)

I always thought that job applications in



Taiwan were a hit or miss. Taiwan is an emerging economy with a plethora of potential foreign talents. But most of us are clueless. We know the value we can contribute to Taiwan's economy but we are lost trying to establish a career. Because we don't have the tools and connections to reach our applications, CTCI Foundation serves as a North star, a guiding light, to give me this opportunity to see my potential working future in Taiwan. Furthermore, with the gallant efforts of ITSC, foreign talents will have a one-stop access to the job of their dreams. I do not fear venturing my own start-up company in Taiwan, just like the forerunner, Mr. Pen, chairman of Phison, because I know that there is an organized system for me, we can not only work hand in hand but also bolster Taiwan's prosperity. With you, I look forward not only having a job, but also a career in Taiwan.

艾迪森 /Avichandra Singh Ningthoujam (印度 台北科技大學 電資學院外國學生專班 博二)

During the trip, some companies we visited taught me new ideas about the business models and their working environment, such as A-Pro and GPM. And some other companies taught me important lessons which I might not be well aware of before. For example, as we all know that thermal power generation emitted a lots of GHGs, the technology used by LTPP to reduce the emission of CO₂. Delta Group has been using state-of-art energy saving technology and providing free electric charger for those employees who owned electric vehicles to save energy as well as to protect environment. Others technologies used in the elevators, lighting system and reserving rainwater for useful purpose are impressing. Finally, I was also inspired by the story of the Phison's founder, Mr. Pen. His achievements in such a young ages is outstanding, and it's a great honor to have face to face discussion with him.

安才雅 /Uranzaya Tsogtsaikhan (蒙古 成功大學 IMBA 碩二)

We visited ITSC and 5 companies, including: Taipower, Delta, Phison, A-Pro, GPM. I really appreciate to join this trip, because it might be provide some good opportunities to stay and work here. Among those companies, I would say that Phison is on the top of my favorite list. The main reason is that its chairman is also a foreign student, coming from Malaysia. His story shows that everyone can establish company and make money in Taiwan. I also

like Phison's philosophy. During their presentation, they emphasize that they like to hire someone who want to work long term and can grow with company. Thank CTCI Foundation for giving me this great opportunity and hopefully to successfully apply a good job in Taiwan.

連培中 /Hiah Pier Juhng (馬來西亞 交通大學 電機資訊國際碩士學位學程 碩二)

ITSC gave me the necessary information about the recruitment criteria such as qualification, point system for international students to work in Taiwan. I also learned the methods and ways to look for jobs in Taiwan. It does help me a lot since I am planning to work in Taiwan after my graduation. Throughout the whole enterprise visit, I had learned a lot of new things about each company and corporations visited such as their background, their operation, their expertise, the development of their company and the job positions they may offer to the overseas talents. The green building from Delta Group had impressed me the most about their innovative technology to conserve water, energy and reduce the carbon dioxide emission. Besides the new things learned from these five companies, I had also gained a lot of information such as the culture and food of Taiwan. From this trip, I not only get to know that Taiwan enterprises are welcoming foreign graduate students to join their company, but also know that these enterprises are demanding foreign talents to help them to expand their market internationally. Finally, I want to use two Chinese idioms to describe my feeling to this trip: 獲益良多 and 不虛此行。

希則 /Cesar Ricardo Ordonez (宏都拉斯 清華大學 IMBA 碩二)

Before this trip, I was inclined to find a job back to my home country, but after this trip, in which we got a glimpse of Taiwan's manufacturing industry, I might change my mind. The companies that I found extremely interesting were Delta, Phison, A-Pro, and GPM. I used to work in a manufacturing company and they were slightly similar. I like how these companies invest in research and development, which is a notable contrast to Honduras. Another fascinating factor to me was that I never heard of these companies before but I have heard lots of the products they manufacture. For example, I currently have several Phison's USB products. I also own an Xbox 360 with cooling fans produced



by Delta. Based on the few hours we spent at each company, I liked the way they treat their employees. A-Pro seems like a big family and GPM works like a highly efficient team. And if the way they welcome us can be samples of the Taiwanese hospitality and company's attitude toward foreigners, then I must say that Taiwan is a great place to live and work. Perhaps the only obstacle is the language barrier. GPM told me speaking English and Mandarin is a tremendous advantage, especially for those companies with support sites in the US and even in South East Asia. I learned some Chinese but until now I still cannot hold a conversation without mixing English, but I think this is a challenge which can be overcome gradually.

翁日華 /Thotsaporn Wongsrikun (泰國 台灣科技大學 資訊管理學系 碩三)

The companies which we visited are located in different spots around Science Park and industrial area in Taiwan. It was great opportunity to get the benefit of knowing their deep insight in order to make a decision for job application for particular company. Without this experience, I would never know what real job qualifications are all about. All of the companies we visited give us really great hospitality, and they were also willing to provide us all information we wanted to know. Moreover, it was a good chance for me to directly talk with the managers and exchange business cards to contact them in the future. Even though some industries are not related to my study field, but it was still a good opportunity to see and learn about another area for the sake of knowledges. This trip was not only for visiting companies but also making a friendship. I met many intelligent students from different countries. We had a lot of good time along the trip to discuss and exchange knowledges/experiences about living in Taiwan. For me, this is the ultimate goal for living in Taiwan, making a connection with Taiwanese companies, local people, and other foreign students, so we could make things become possible all together.

葉成林 /Pranata Wibawa Sanjaya (印尼 台灣科技大學 電子工程學系 碩二)

Taipower plays an important role in providing electricity for Taiwan's people. As the possibility of lacking of electricity is increasing lately, the three new generating units in Linkou surely help to address the upcoming shortage crisis. Delta, a world famous company for its electronic power supply solution. Now

Delta is also dedicated into providing solutions for addressing global warming and sustainable energy for green smart building. We also visited Phison, its specialty is adapting NAND-flash technology across industry, but for me, the most inspiring thing is that two of the five co-founders of Phison are foreigner from Malaysia and Macau. In addition, we also visited A-Pro, a bicycle parts manufacturing company. It plays an important role in global bicycle supply chain and now it plans to go world-wide and open another factory in South-East Asia. GPM is very famous for their precision machine products and they are also becoming TSMC's equipment supplier. We can consider this company as the "real hero" who manufacture our daily used electronic products. As international student, I am very grateful toward the opportunity given by CTCI Foundation and ITSC for introducing us to Taiwan companies.

亞杜 /Bayardo Jose Salgado (宏都拉斯 清華大學 IMBA 碩二)

I found interesting the way Taiwanese companies work and the effort they put in being attentive with us and explain everything in English, although some of them were not multinational companies with a lot of foreigners. This shows the interest of Taiwan to strive for a more internationalized working environment, providing a lot of opportunities for foreigners, but yet, considering that it is still important for us to learn Mandarin to ensure a better career in Taiwan. It also got my attention that Taiwan offers more opportunities in the technical and engineering areas compared to the business/administration sector; which it is of my interest due to my engineering background, but at the same time, it limits me to apply the knowledge recently acquired within the IMBA program that I just graduated. For the enterprise visit, I would have liked to hear more about job positions of each company, or a description of profiles they are looking for, aside from the excellent business description they provided. Overall, and after being part of this enterprise visit, I consider Taiwan has the potential to become a more internationalized country, which I contemplate as the first option to continue with the development of my professional career.

潘武德河 /Ha Phan (越南 清華大學 化學工程學系 碩二)

It's such a good chance to become a



participant of CTCI Enterprise Visit, in that I had a lot of unforgettable memories. We met at ITSC to be introduced about job opportunities in Taiwan. We had an 1-hour meeting with a lot of useful information and they had been answering our every questions. It demonstrates the huge interests of career from international students in Taiwan. CTCI program also gave us chances to visit different outstanding companies. Those companies are the pioneers in the field that they are in charge. Each company gave us a new knowledge about real industry system. The first place is LTPP which generates electricity by coal burning. The whole system is controlled by a central room with all parameters, sensors, and information about real-time process. Then, we went to Delta at the afternoon. The most impressive thing in there is eco-friendly building. In that, Delta invented so many new ideas to save energy and made it comes true. The day after that, we visited 3 companies include Phison, A-Pro and GPM. We also visited Sun Moon Lake in Nantou to relax. This is the second time I've been there, but it still makes me so surprised about the awesome landscape. During the trip, I also had chances to make friends with students all around the world. We shared the knowledge about ourselves, exchanged culture, and learnt some greeting words from other countries. It's such a great time for me.

伶香 /Puspa Devi Pukhrambam (印度 台灣科技大學 化學工程學系 博四)

This visit not only enriched my knowledge about multiple business firm but also influence me to think of bigger dreams. One of the most impressive things for me is how the Delta Group designs their Intelligent Green Building. The idea of combining the smart and green technology can leads to the change in our society. It will make our life easier and better without harming the environment. As buildings are responsible for an enormous amount of national energy use, resource consumption and greenhouse gas emissions. Such kind of green building is more sustainable building options in today's world. The other most inspiring part of this trip was to meet Mr. Pen, who is chairman and co-founder of Phison and also a Malaysian. His successful story encouraged me a lot, a man at the young age of 40's become successful entrepreneurs, and having its very own company which have total capital of above NT \$ 1.97billion. I never dare to think to start up a company in foreign country. I was thinking it might be a nearly

impossible step with simple background family like me. But Mr. Pen though comes from a farmer family, he start up his own company and become a successful business man today.

Leta Deressa Tolesa (衣索比亞 台灣科技大學 化學工程學系 博一)

It is my pleasure to join "2016 Enterprise Visit for International Graduate Students". I thought this journey changed my idea totally. My original plan after I get my PhD degree is going back to my country. But after visiting some companies in Taiwan, I wish I could have a job and stay in Taiwan in the future. During our journey, I visited LTPP, Delta's R&D Center, Phison, A-Pro and GPM. All companies are very special and interesting in their own expertise. Among these companies, I think Delta and GPM are the most related to my background. I hope that I can apply a job after finish my study. In addition, I am also been encouraged by Mr. Pen's success to have a little different future, that if I work hard enough and other opportunities, maybe I can be also an entrepreneur.

Ramesh Perumal (印度 清華大學 電機工程學系 博三)

The enterprise visit started with an orientation meeting with the representatives of ITSC. During this meeting, I came to know about the work permit regulations for the international students in Taiwan. Specifically, the points table illustrating the required number of points in each category was very useful to understand the work permit evaluation process. The most important thing I learned during this meeting was the industry trend and the hot recruitment domains like Industry 4.0, bio medicine and devices, and smart systems. During the trip, there are several companies caught my attention. The first company was the LTPP constructed by CTCI Corporation. The power generation process flow was illustrated with an emphasis on the initiatives taken towards maintaining a clean and green environment. Being an electrical engineering student, I am highly motivated by the versatile electronic product lines of Delta. This company emerged as the role model for a smart green system with dedicated efforts in energy efficient power products, health care systems, human machine interfaces, and several industrial automation systems like PCB assembly, SMT



and motor production systems. And I also got an opportunity to visit Phison, they gave an exposure to us on the current technologies and business trends of the company, and eliminated the communication gap between students and the company. I felt this experience when I discussed directly with the Human Resources Manager and the R&D Director of Phison. I was introduced to know the company's expectations, policies, benefits and the work culture. The visit would be incomplete without the final day cultural trip and it was such a great pleasure to visit the beautiful places like Sun Moon Lake. When I visited the Xuan Zan temple, I am very happy to notice that the monk had visited several parts of India including my home town. Above all, I am able to contact several key persons of the companies which I visited during this trip, and it would be a great opportunity for me to find a suitable job in near future.

石烏蘭 /Urangoo Saranchimeg (蒙古 勤益科技大學 企業管理學系 碩二)

First of all, I want to express my gratitude to CTCI Foundation for giving me this great experience. All of accompanied staff from CTCI Foundation and ITSC were very kind, helpful, and cared our every step. Companies which we visited were nice and gave us very useful information for our future career. We had a chance to have a face to face discussion with them, and they even show us their assemble lines, which were very impressive. I am also very happy that I got so many new international friends. We shared valuable information and understood each other's cultures during this trip. These 3 days was very incredible, memorable, creative, motivational, and one of the wonderful days in my student life in Taiwan. And I thought this event will be very valuable for my future career.

林瑞絲 /Claudia Canelas (宏都拉斯 成功大學 土木工程學系 碩二)

I think activities like this are very important for foreign students for many reasons, because it gives us the link between recruitment agencies (ITSC) that have information about visas, and job openings and are interested in connecting us with companies, and it also gives us a direct insight with Taiwanese companies, their general information, employment information and benefits. For me, the highlights of this event was the visit with ITSC, which

is a recruitment government agency with specialized people interested in connecting us with job vacancies to which you can make questions and they are happy to help. Since my major is engineering, for me this is different from other recruitment activities which generally only have sales and business opportunities. Between the companies we visited were GPM, Phison, A-Pro, LTPP and Delta. The ones I liked the most were the LTPP and Delta Group (since my master's degree is in sustainability, and my bachelors is Civil Engineering). Some highlights of other companies that I liked were that in Phison, we could meet the owner, whose story was very inspiring. Also, besides introducing us the company, they had a foreign engineer explain us the company, and gave us information about vacancies and employment benefits the company offers.

蓋亞德 /Dimitri Senat Cayard (海地 清華大學 工業工程與工程管理學系 碩二)

To put into words what has been memorable and serves as a complete amazing new experience, I won't go further without mentioning it was the first time during my journey in Taiwan that I got the opportunity not only to visit enterprise and see how they manufacture products but also to talk and discuss jobs opportunities with companies' executives. I personally learn something special from each company and along the way that let me figure out where I can probably try to apply for a job opportunity. LTPP that we visited first showed me interesting view on Taiwan energy system. Delta appeared to me as a very innovative, technologically driven and devoted to save the planet. It was a great experience to get to see a worldwide known company working to provide long lasting solutions to the definitely crucial environmental issues we are facing in the world today. As one of the executive said, it is a very good workplace where ones can build an amazing career. Phison draws all my attention based on the famous story of their chairman. Having listening to him and one of executives, I was left with the conclusion that it is importance in the world is inversely proportional to its size. The dynamic of one of their employees talking to us showed how it can be a good place to work. As an industrial engineer I felt in love with the system of A-Pro. and already feel like working there. GPM appeared also very unique in its style with not so many employees yet providing high quality and managed to be successful. Many thanks to this program and CTCI Foundation, I can notice a good



movement launched by Taiwan to attract foreigners to have a beautiful career here.

郭什銘 /Axel Guzman (瓜地馬拉 成功大學 土木工程學系 碩二)

I have never had the opportunity to be that close of the enterprise world, especially to such important companies. Even though my career is engineering-oriented, all the knowledge acquired during the master degree was just theoretical without access to the real business in Taiwan. Due to my background in Civil Engineering and Management and my master expertise in Project Management and BIM technology, CTCI Corporation was the company that most call my attention. Construction engineering is one of the most demanding fields, in Taiwan due to the new regulations of energy generation, so this visit really helps me to apply for a suitable job. Delta showed a great business area, especially for the green sustainable implementations that the company has. Even Delta's building was LEED accredited, which shows great compromise with sustainability. In the case of Phison, I think it is a great company, even though its business activities are not related to my career. In summary, it was a great experience in which I learned now how to apply to those companies, my understanding of Taiwan's job opportunities is better. It was such a useful visit, especially with the introduction information given by ITSC.

畢杰 /Bijay Prasad Jaysawal (尼泊爾 成功大學 電腦與通信工程研究所 博四)

I could say that CTCI Foundation has created a very good platform for international graduate students studying in Taiwan to gain some insight into Taiwanese industries, and the Taiwanese companies are also benefited by this event to attract international talents. This program gave me some idea about very good companies which attracted my interests, such as Delta, GPM, and Phison. I also came to know about ITSC. I was really impressed with the concept of ITSC where Taiwan government wants to attract the international students to invest "their talents" in Taiwan. During the visit, I was really attracted by the Phison's concept of social responsibility. They established a "Phison Farm" next to their headquarters, invited their employees to experience farming life and nature, and also associated their

plants to some memorable events and collaboration with other companies. If I start a company in future, I will definitely adopt this interesting concept of Phison Farm. On the last day, the excursion tour included visiting Sun Moon Lake, Shuili Snake Kiln Pottery Culture Park, and CheCheng Station. All the places are beautiful where anyone can feel being close to nature.

羅傑 /Roger Jose Gomez Sandoval (尼加拉瓜 清華大學 IMBA 碩二)

We visited the LTPP and had the chance to know more about power generation, transmission, and even distribution of electricity in Taiwan. We also went to Delta Group's R&D Center, where they explained to us not only the fact that they are a global leader for the energy efficient power products industry, but also they shared with us the offers they have for international students who are willing to stay here in Taiwan and build a professional career. They also showed us the successfully implemented green building they have and all the techniques they utilize to "Go Green". Phison is one of the most successful companies in Taiwan. Their focus on R&D was very appealing for all of us, they are definitely working with leading technologies and their expansion process is really evident, given our globalized world starving for high-speed data storage devices. Our visit to A-Pro was such a nice experience, I remember they said they were a medium enterprise, but then when we went to the fabric and when we saw their alliances with well-renowned brands around the world, I understood they are just humble and modest. They are actually leaders for the cycling industry and their high-quality bicycle frames are undeniably appealing. As team, they seem to work efficiently, indeed, all the employees seemed to know what they were doing. I would love to work for a company with such a nice organizational culture. Our last stop was GPM, they shared with us how important is their human resource, they consider their "powerful professional engineering R&D team" as one of the most important assets in the company, which is something very positive when it comes to looking for a place to build a successful professional career. The innovation is very evident as one of their core values, their scope includes a variety of technology-oriented equipment, and one of the things that I liked the most was that their vision is, let's say, "Improving living quality" oriented.



中技社企工室 鄭清宗主任 · 楊顯整副主任
中鼎工程公司 廖源輔總工程師

本社過去研發背景與成果

考量石化原料的運輸成本以及安全因素，石化廠通常座落於臨海地區，而其支撐管線之管架結構因管線高低較為複雜，過去為方便調整高程施工，節省建造時間，因此一般設計為鋼造結構。然而，鋼結構之管架結構，在高鹽害鏽蝕環境與輸送高腐蝕化學物質用途等因素考量下，為防止或降低鏽蝕的發生，通常花費極高的防鏽蝕處理費用，同時部分管架結構因防火需求，需施作防火被覆。

鋼筋混凝土造結構，由於易受腐蝕之鋼筋材料是由具鹼性之混凝土材料包覆，因此在受鹽害侵蝕較嚴重之工址，採用適當保護層或防蝕考量設計之鋼筋混凝土構造，具較佳抗鹽害性能，且在生命週期中可降低耐久性維護的成本。鋼筋混凝土構造之耐火抵抗較顯著，且場鑄之鋼筋混凝土構造其結構成本一般較鋼結構之建造費用經濟，故某些專案配合工址之工程特性或成本考量，部分管架結構採用鋼筋混凝土構造，但有大幅拉長工期之嚴重缺點。傳統場鑄鋼筋混凝土構造之施工步驟分為：鋼筋綁紮、模板組立，最後進行混凝土澆置、養護、拆模等步驟，需要的工期較長，此通常無法滿足石化廠建造時間要求緊迫的專案需求。故本社於 2012 年與中鼎工程、國家地震中心合作進行鋼筋混凝土管架結構快速施工法研究，以滿足石化廠特定結構之專案需求。

由於鋼筋混凝土結構的快速施工法需仰賴預鑄工法始得以實現，就技術發展而言，預鑄工法已極為成熟，在與台灣同受地震威脅的日本已被廣泛應用，因此日本的預鑄工法應用值得國內工程界效法與學習。目前國內之營建工程應用預鑄工法建造尚不普遍，但常見之結構體預鑄工法多用於建築結構，係運用鋼筋混凝土構件預鑄製造之技術，預先製造預鑄之柱、梁、樓板及牆板等結構構件。但日本與國內常用的預鑄工法中，其梁或樓板構件並非全斷面預鑄，多為半預鑄構件，即上部採場鑄方式，

現場澆置混凝土。構件製造完成後，於房屋興建基地逐層組立，並以場鑄方式逐層將構件結合。場鑄的部份為梁柱接頭、半預鑄梁構件及半預鑄或場鑄樓板之上部結合鋼筋混凝土，藉由此場鑄接合，形成抵抗側向力構架體系；對於無樓板之管架結構而言，柱、梁構件均為全預鑄構件，藉由部分場鑄鋼筋混凝土予以結合。此場鑄鋼筋混凝土節點為預鑄工法必要之節點，因此預鑄構件組合結構之抗震能力，全賴現場施作鋼筋混凝土之結合性能，此接合性能端賴提供符合性能要求的鋼筋續接器與鋼筋端部錨定達成之，故鋼筋端部錨定細節或裝置，及鋼筋續接器裝置為預鑄工法的重要元件。本社 2012 年之研究即針對 T 頭機械式錨定裝置之發展及相關規定、鋼筋機械式續接裝置之發展及相關規定、鋼筋混凝土場鑄與預鑄營造工法、續接器試體測試及後續研究規劃等四部分進行深入研究，並開發一套具有潛力的套筒式預鑄工法。

馬來西亞現場參訪的情況

中鼎工程與 Chiyoda 合作，於 2014 年聯合承攬馬來西亞煉油石化專區 Rapid P1 專案的重油流體化床觸媒裂解 (RFCC) 工程，服務項目包括設計、採購以及建造統包。中鼎工程於馬來西亞 Rapid P1 專案的 RFCC 工程，其鋼筋混凝土管架結構是委託日本 Sumitomo 公司承攬，採用預鑄工法施工，其中梁柱接頭是使用該公司所研發且有專利之最新式套筒式工法，較本社先前開發之預鑄工法更為進步，因此為瞭解馬來西亞 Rapid P1 專案之鋼筋混凝土管架結構施工方法，特別安排於預鑄結構組立進度約 40% 的適當時機，到現場參訪。

2/24 由台北出發前往馬來西亞，2/25 當日先後參訪位於馬來西亞 Pengerang 的中鼎 Rapid P1 專案工地，以及位於 Negeri Sembilan 森美蘭的預鑄構件製造工廠。該專案管架結構採用鋼筋混凝土構造而不採鋼結構構造主要的理由為經濟化考量。進而採用鋼筋混

凝土預鑄工法取代傳統鋼筋現場綁紮、混凝土現場澆灌之施工法，主要考量因素為減少現場人工需求，及可以縮短工期。特別值得一提的是中鼎 Rapid P1 專案之預鑄工法梁柱接頭採用套筒式的乾式搭接法，改善傳統梁柱接頭採用現場鋼筋搭接後，再局部澆灌混凝土之施工方法。可以減少現場鋼筋綁紮、模板安裝及支撐、混凝土澆灌之工作。有關此次實地參訪之心得分別說明如下：

1. 預鑄工廠製造預鑄桿件之心得：

- 第一步：依據設計之鋼筋、套筒、灌漿管、梁端鋼模板在底部鋼模上固定好。
- 第二步：再將左右兩片鋼模緊靠底模之兩邊，其中底部鋼模高度須配合梁深，使得梁頂部剛好與左右兩側之鋼模頂部平齊，左右兩側鋼模須加設斜撐以確保鋼模垂直度，並有與地面鎖定之裝置以免滑動，頂部加上繫桿以免鋼模頂部向外變形。
- 第三步：澆灌混凝土，澆灌時須注意搗實，混凝土頂面須與左右鋼模之頂面切齊。
- 第四步：經過適當之養護後，即可拆模。如圖 1 所示。



圖 1

2. 工地現場安裝預鑄桿件之心得

預鑄桿件運達工地後：

- 第一步：於每四根為一組之柱位處，架設施工架。
- 第二步：將預鑄柱插入基礎座孔中，以木楔條調整其位置與垂直度，如圖 2 所示。



圖 2.1



圖 2.2

- 第三步：將預鑄梁吊置於柱面上設置之臨時鋼支撐座上，再由工人將含 T 型擴頭之鋼筋，於柱外側插入，穿過柱身到達梁端之套筒內，如圖 3 所示。



圖 3.1



圖 3.2



圖 3.3

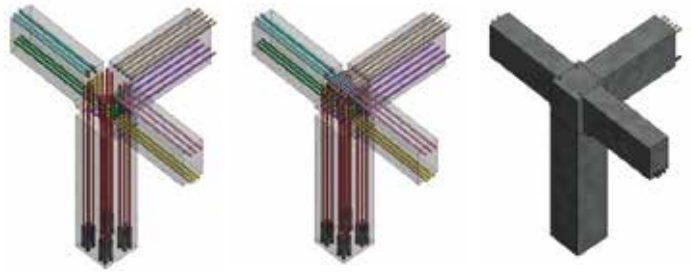
第四步：將特殊之灰漿 (MOTAR) 灌注於灌漿管內，當流出管流出灰漿後，彎折軟管並綁住，待全部流出管綁完後，即完成。預鑄工法管架結構完工後之照片，如圖 4 所示。有時候，為了趕工期，工地亦可使用施工車來取代傳統之施工鷹架。



圖 4

後續研發成果推動與展望

中鼎工程在執行建廠工程中，在進行鋼筋混凝土管架結構施工時，常耗費大量人力於鋼筋綁紮、模板釘製、混凝土澆灌及養護等工項中，且工期較長，因此於 2012 年乃進行鋼筋混凝土管架結構快速施工法之研究。其主要觀念在於採用預鑄工法取代傳統之鋼筋混凝土工法。開發出柱與柱鋼筋接頭採用套筒式接頭，梁底主筋採用向上彎鉤，如圖 5a，梁頂主筋採用 T 頭，如圖 5b。梁柱接頭處採用現場澆灌之施工方式處理，如圖 5c。此一建議作法惜未被 Rapid P1 業主之工程人員採納。工程進而採用日本 Sumitomo 公司更為進步之新式套筒式工法。



(a) 梁底向上之彎筋 (b) 梁頂採 T 頭筋 (c) 現場澆灌梁柱接頭區

圖 5 本社與中鼎工程合作開發之鋼筋混凝土管架結構快速施工法

鋼筋混凝土結構其鋼筋必須透過續接方式方能將上部結構之力量傳遞到地面基礎。傳統鋼筋搭接方式為相鄰鋼筋併排透過混凝土握裹力來傳遞力量，此法必須有足夠之搭接長度，現場澆灌混凝土，耗費人力。機械式鋼筋續接器其施工過程較為複雜，且強度常無法完全發揮鋼筋之全強度。自從套筒式 (sleeve) 鋼筋續接器發明後，只要將兩支鋼筋依照規定插入套筒內，再注入其搭配之灰漿 (mortar)，幾天後鋼筋即可達到完全的搭接強度。此法應用於鋼筋混凝土預鑄工法，更能展現出其優越性。但是其前提為：預鑄桿件之製作精度要求較高，通常鋼筋混凝土構件精度為公分 (cm)，而預鑄鋼筋混凝土構件精度為公厘 (mm)。因此，預鑄工法應用之關鍵在預鑄桿件製作。通常需要專業的預鑄廠商搭配其預鑄工廠相關設備、製造經驗及技術，方能達到符合預鑄工法之品質要求。目前中鼎在中東的幾個專案中，有些管架結構正考慮採用套筒式預鑄工法，惟須考慮當地之施工廠商之設備及能力做調整。本次馬來西亞工地之參訪經驗，或許可作為中鼎工程未來提升公司鋼筋混凝土管架結構快速施工法之參考，可思考如何將國外新穎之施工技術本土化到國內，以提昇國內工程公司之水平。

後記

目前少子化之問題日趨嚴重，工地缺工現象也日漸嚴重，以預鑄工法取代傳統鋼筋混凝土施工法已是必然之趨勢。綜觀世界預鑄工法之現況，由於日本應用預鑄工法歷史最久，其預鑄工法之技術領先群雄，台灣則正在極力推展中。本次中鼎於馬來西亞 Rapid P1 專案中，率先將預鑄工法應用於石化廠之建廠工程中，可謂首開先河，此次之參訪心得不揣淺陋與國內工程界先進們分享，希望工程先進們能互切互磋，使得國內預鑄工法之技術能廣泛應用於工程上，提昇我國工程界在國際之競爭力。



能源技術發展中心 王新鈺主任

前言

為因應溫室效應可能帶來的氣候變遷，近年世界各國除致力提高能源使用效率，也致力各項減少二氧化碳排放的技術。其中發展各項可替代化石能源的再生能源是最直接而相對較無安全顧慮。然而在眾多再生能源中，其供應與取得，無不受到自然條件，如天候、地區、季節等因素影響，這又衍生該如何儲存這些再生能源，以備不時之需。其中又以利用風能與太陽能產生的電能，以目前的技術是無法大量而又有效益的儲存。技術成熟的抽蓄式水力與壓縮空氣儲能，深受地理條件限制，而包括鋰離子電池在內各式電池，因能量密度太小，如拿來儲存大量電力，除高成本之外，空間需求與重量都相當龐大。因此，如能進一步將電能轉換成能量密度較高的化學能儲存，可能是一條值得探討的路徑。

氫氣是單位重量能量含量相當高的化學分子，多年前西方國家即提出「氫經濟」的情境，認為氫氣是同時解決能源應用與兼顧環境保育的最終手段，因為氫氣燃燒使用後，只產生水，不會污染環境。氫原子是宇宙間存在最豐富的元素，但在地球上是以與它種元素結合形成化合物的型式存在，氫氣絕大多數是由所謂碳氫化合物經由重組反應取得，僅有不到 5% 是由電解水產氫的方法獲得。

電解水技術發展現況

電解水製氫是 1800 年由英國化學家

William Nicholson 和 Anthony 首先在實驗室試驗成功。電解製氫最大成本是電力的耗費，由於過往電力需求快速增加，而化石能源，有日益稀缺之慮，因此電價持續上揚，加上來自石油煉製重組反應所得到的氫氣，價格低廉，因此電解製氫技術進展，在過去並沒受到太多關注，直至近年因為環境因素效應，才引起相當重視。

目前有三種電解製氫技術發展較成熟，分別是 1. 鹼性電解技術 (alkaline electrolyzers/ 液態電解質)；2. 質子交換膜電解技術 (Proton Exchange Membrane electrolyzers, PEM)；3. 陽離子交換膜技術 (anion exchange membrane, alkaline PEM)。其次，固態氧化物電解 (Solid oxide electrolysis, SOE) 技術則是近年發展的一項技術，目前尚無商品化產品，如同固態氧化物燃料電池，該技術使用陶瓷做為電解質，適合於高溫操作。以下將各種電解製氫技術扼要整理如 (表一)。

鹼性電解電池的組成，是將兩個電極浸滯於鹼性水溶液，通常含 20-30% 的 KOH，兩種電極藉由一個氫氧基離子與水分子可以穿透的隔膜加以分開。鹼性電解電池的缺點包括可操作的低負載範圍較小，可操作電流密度極限低，以及低的操作壓力。基於鹼性電解電池的缺失，美國 GE 公司在 1960 年代發展 PEM 電解電池，採用杜邦公司的高分子膜 Nafion® 做電解質薄膜。厚度不超過 300 微米的高分子導離子膜為 PEM 電解電池帶來許多好處，包括提高

(表一)

	鹼性電解質	質子交換膜 (PEM)	陰離子交換膜 (AEM)	SOE
技術成熟度	商業化	商業化 (中型小型尺寸)	初步商業化	尚未商業化
尺寸 (Nm ³ H ₂ /h)	0.25 - 760	0.01 - 240	0.1	-
(kw)	1.8 - 5,300	0.2 - 1,150	0.75 - 4.5	-
H ₂ 純度	99.5%~99.998%	99.9%~99.998%	99.4%	-
操作溫度	80°C	80°C	-	750~900°C

電解電流密度，同時操作負載加寬，從 10% 至 100%；同時亦縮小電池體積，並可在較高的壓力操作，甚至有的商品宣稱可在 350 bar 下操作。高壓操作可降低高分子膜因水氣多寡而產生的膨脹收縮量，也有利於電解觸媒層維持穩定結構。

在較高的壓力操作，也帶來負面的影響，譬如離子的交叉滲透。通常超過 100 bar 的工作壓力，膜的厚度須增加，但導電度將下降。PEM 電解電池由於操作在較高的電壓，同時系統處於較酸的環境（PH~2），對於使用材質要求高，因此可選擇少，成本高，譬如觸媒以貴金屬（如白金、鈦、鈳等）為主，電流集流板與分隔板則使用鈦金屬為主體材料。（表二）為鹼性電解電池與質子交換膜電解電池進一步的比較，兩者基本上技術均相當成熟，質子交換膜電池雖然在操作壽命與效能衰退上表現較差，但部份原因是因為商業化運作時間較短，相關數據較少。為克服鹼性電解電池與 PEM 電解電池的缺點，兼取兩者的優點－使用非貴金屬觸媒與較高電流密度操作－，陰離子交換膜電解電池技術近年獲得不錯成長，不論是離子交換膜開發或觸媒技術方面，不過就效率而言與整體技術成熟度仍與 PEM 有距離。未來除繼續朝提升交換膜的導離子能力與觸媒效率外，膜與電極結構也是研發重點。

（表二）鹼性電解電池與 PEM 電解電池性能比較

性能	鹼性電解電池	PEM 電解電池
操作溫度 (°C)	60 - 80	50 - 80
操作壓力 (bar)	<30	<30
電流密度 (mAcm ⁻²)	0.2 - 0.4	0.6 - 2.0
電池電壓 (V)	1.8 - 2.4	1.8 - 2.2
電能密度 (mWcm ⁻²)	<1	<4.4
電壓效率 HHV(%)	62 - 68	67 - 82
特定電池堆能耗 (KWh Nm ⁻³)	4.2 - 5.9	4.2 - 5.6
特定電池系統能耗 (KWh Nm ⁻³)	4.5 - 7.0	4.5 - 7.5
低負載區間 (%)	20 - 40	0 - 10
電池面積 (m ²)	>4	<0.03
H ₂ 產率 (電池堆 / 系統) (Nm ³ h ⁻¹)	<360	<10
電池堆使用年數 (h)	<90,000	<20,000
電池系統使用年數 (y)	20 - 30	10 - 20
效能衰退率 (uvh ⁻¹)	<3	<14

80 年代，Düinitz 與 Erdle 兩位德國科學家發表管柱型的固態電解質電解電池的研究後，

隨即吸引很多人的興趣，因為該法可獲取很高的產氫效率。電解水製氫，從熱力學角度，須要提供一個最小的淨電壓，稱為可逆電壓 (reversible voltage) 或分解電壓 (decomposition voltage)。當溫度升高時，電解所須的可逆電壓會下降，同時因極化所產生電阻也會下降。SOEC 操作條件是在高溫下進行，所需電力自然較少。基於在高溫進行電解，為取得廉價熱源，前期的研究較多與聚熱型太陽熱電廠或火力電廠結合，近期美國能源部也支持與核電廠結合的研究。研究顯示，SOEC 操作溫度在 750~850°C 範圍，單電池效率達 95% 不困難；有關電池堆研究也顯示，電解初始階段，也可達到等同單電池的效果。克服電池堆性能衰退是未來研究重點。

氫氣與一氧化碳兩者組合，在化工業稱合成氣。兩種氣體反應可生成碳氫化合物，隨著反應條件不同，可產出不同比例的各種碳氫化合物。碳氫化合物所能儲存的能量要遠大於氫氣，其單位體積能量密度也大於氣態氫氣，且輸運送與現有能源體系是一致的。SOEC 電解電池另一發展方向是同時電解水與二氧化碳，電解產物為碳氫化合物，可做為交通工具之燃料。如果未來這方面研究可以達到合理的經濟性，將是燃油體系除了來自生質物質外，另一個封閉式碳循環的例子。

結語

電解產氫在歐美國家近年均積極投入，其立足點是電的來源是採用風電、光電等再生電能，希望對建立分散式電能系統，能產生加成效果；至於運用於交通工具方面，主要著眼點，應是在環境方面，畢竟交通工具等移動污染源對環境造成很大污染，其中的 PM2.5 對人體健康的威脅，更不容忽視。美國能源部最近提出一項技術分析，推估可能還要二、三十年時間，儲電電池其能源密度方有可能達到目前油品的水準。易言之，應用儲電電池的電動車，性能要達到人們現在使用習慣，可能還需一段長時間，這也說明使用氫氣的燃料電池車有發展的機會與空間。電解製氫不受地域限制，製程能源效率因不同技術，已分別達到 80% 或 90% 以上，未來在系統、成本及可靠度等應會再精進。「氫經濟」是否會實現，如果答案是肯定的，在產氫與燃料電池相關技術台灣是否有機會成為一個要角；甚且未來如發展成一新興產業，台灣在產業鏈中，如何成為重要一環，從先進國家的觀點與作法，值得大家仔細思考。



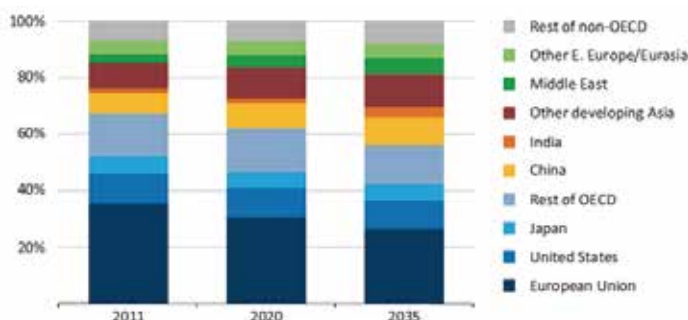
能源技術發展中心 王鈺銘主任 · 郭博堯組長

一、前言

歐盟能源轉型及溫室氣體減量制度，一向為全球的標竿，也是各國推動相關政策的仿效對象。我國近年來也積極參考歐盟的相關作為，來推動我國自身的再生能源政策及氣候變遷政策，包括我國參考德國經驗制定之「再生能源發展條例」，及參考英國經驗制定之「溫室氣體減量及管理法」。由於德國、英國等歐盟國家在進行能源及氣候制度設計時，對於能源密集產業界提出許多特殊作法，因此，本文就其作法提出初步研析，以供相關研究及政府制度設計之參考。

二、歐盟能源密集產業的國際競爭情勢

過去歐美等國家，都被稱為「工業國家」，其工業實力一直領先其它新興工業國家或開發中國家。雖然近年中國大陸扮演了「世界工廠」的角色，但全球能源密集產業出口市場方面，歐美國家仍居主導地位。依據國際能源總署的統計，歐、美、日就占了過半的全球能源密集產業出口市場，且光是歐盟就占了 3 成 6 的出口市場（參見圖 1）。但國際能源總署依據現今各國條件進行推估，認為非 OECD 國家能源密集產業的產能成長速度將明顯高於 OECD 國家，認為至 2035 年歐盟在全球能源密集產業出口市場占比將出現明顯下降，歐盟市占可能由 36% 降低至 26%。



資料來源：IEA, 2013

圖 1、全球能源密集產業出口市場產值占比現況與未來趨勢推估

由以上推估，如果歐盟不能有效改善其產業條件，歐盟將難以推動其近年因應經濟衰退所提出的「歐洲再工業化」(re-industrialization of Europe)，未來歐盟能源密集產業出口市場占比將持續下滑。因此，未來歐盟如何確保其能源密集產業的國際競爭力，成為歐盟在制定能源及氣候變遷政策時的核心議題。

三、歐盟能源密集產業的「碳洩漏風險」及能源成本風險

歐盟的能源密集型產業，如鋼鐵，化工，水泥、造紙等行業，隨著歐盟推動減碳及能源轉型的政策，包括多邊的歐盟碳排放交易體系 (Emission Trading Scheme, ETS)，或單邊的德國再生能源法案及英國碳價格下限政策等等，都可能造成歐盟產業的能源或減碳成本較其他國家高，將導致產業相當大的衝擊。

由於能源密集產業面臨國際競爭，不易將相關碳減量成本轉價到客戶，產業將會思考改變生產地點及投資的決定，造成「碳洩漏 (carbon leakage)」(能源密集產業從較嚴格管制碳排放的歐盟轉移到管制較寬鬆國家) 的風險，結果將導致歐盟經濟、投資、就業受到嚴重傷害，同時隨著能源密集產業外移海外生產，溫室氣體也將不減反增。

高昂能源成本，則是歐盟能源密集產業的另一個風險，也在歐盟制定積極的氣候政策時的爭論焦點，尤其是近年歐洲金融危機後產業復原緩慢，加上美國產業得利於頁岩氣革命後的低能源成本，和中國大陸等新興競爭者較寬鬆環保法規，更加深歐盟產業的焦慮。所以，歐盟認為政府有權以提供補貼等方式，幫助產業抵消這種風險。

四、 歐盟對能源密集產業的協助政策 (一)：免費、寬鬆的碳權核配

歐盟建立了全球最積極的溫室氣體總量管制及排放交易市場，將發電業及能源密集產業納管，自 2005 年起推動，共分為 Phase I (2005-2007)、Phase II (2008-2012) 及現在的 Phase III (2013-2020)。在歐盟 ETS 的設計下，產業界可經由政府的碳權核配、抵換、拍賣及交易等方式，取得溫室氣體排放權。以德國為例，在 phase I 及 phase II，免費核配能源密集產業所需全部碳排放額度，但由於德國政府所用推估方式相當寬鬆，光在 Phase I 的 2005 年，德國政府免費核配就較實際排放多了 0.21 億公噸 CO₂ 當量（約為德國總量的 4.2%）；在 phase II 時，歐盟持續偏高的免費核配碳權再碰上金融海嘯，2009 年免費碳權就較真實排放高出 1.59 億公噸 CO₂ 當量，2010 年再高出 0.57 億噸 CO₂ 當量；據估算，在 phase I 及 phase II，歐盟產業界已至少累積約 9.7 億噸 CO₂ 當量免費超額核配碳權，相當台灣工業部門目前排放總量的 7 倍以上。雖然歐盟在 phase III 制度設計上降低了產業核配碳權總量，但歐盟制度又允許在 phase I 及 phase II 的超額核配碳權，可累積用於 phase III，而其前述已累積免費超額核配，已相當歐盟產業界在 phase III 期間 40% 的減量要求，可讓歐盟產業在 2017 年前無需實質減量。

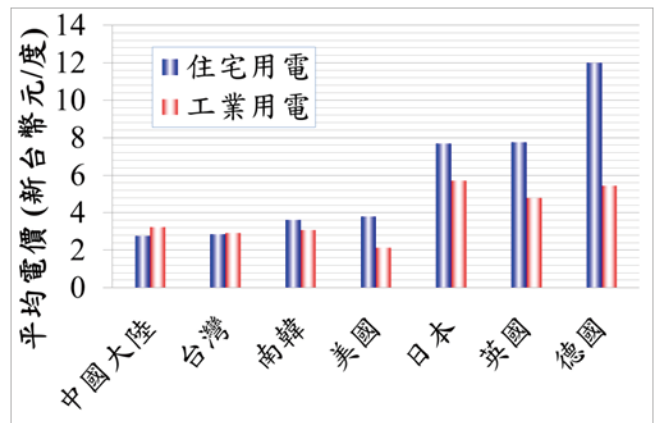
歐盟也允許產業透過聯合國 CDM/JI 機制，購買其它國家減碳所得碳權，用於碳權抵換；這些購買價格遠遠低於歐盟 ETS 碳交易價格的國際抵換碳權，多數並未在 phase II 中用掉，且會在 phase III 持續增加。Carbon Market Watch 於 2014 年報告指出，歐盟 phase III 至 2020 年可能會使用達 16 億噸 CO₂ 當量的國際抵換碳權，相當台灣工業部門目前排放總量的 12 倍以上。

歐盟統計，phase III 起始時期的多餘碳權就高達 20 億噸 CO₂ 當量，Carbon Market Watch 另外推估，歐盟至 2020 年全部可運用多餘碳權將達 26 億噸 CO₂ 當量。上述結果顯示，其實藉由歐盟 ETS 制度的設計，使歐盟產業界自 2005 年至今這十多年來，獲得大量免費或低價的碳權，使其未來減碳壓

力大減，如果業者將其免費獲得的超額核配碳權出售，還能提高業者的獲利。

(二)：低廉電價

普遍的認知，是歐盟國家的平均電價顯著較高，例如 2014 年英國工業電價超過美國的一倍，德國甚至更高（見圖 2）。台灣則被認為工業電價相當低廉，例如 2014 年台灣、英國及德國平均工業電價比例大概為 1：1.55：1.86。



資料來源：IEA, 2015

圖 2、主要國家平均電價比較 (2014 年)

然而，如果檢視像鋼鐵產業等這類超大型工業用戶的電價，則情況就完全不同。2014 年台灣、英國及德國超大工業用戶電價的比值變為 1：1.08：0.54（參見圖 3），顯見德國能源密集產業電價相當低廉，英國則和台灣接近，但近期英鎊匯率下跌，可能使英國能源密集產業電價還會較台灣低。

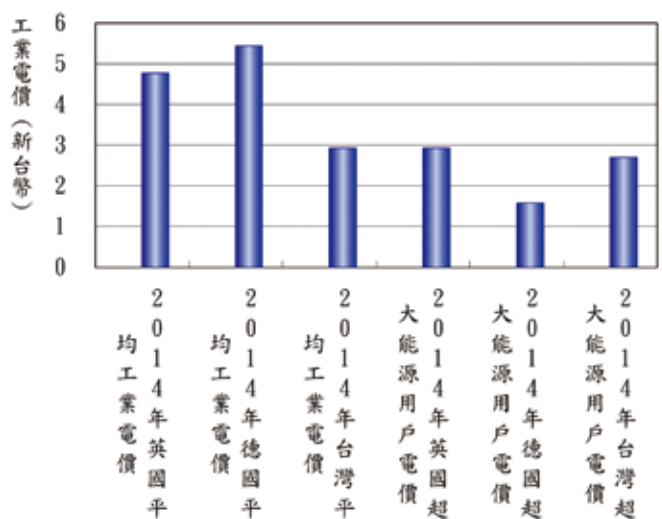


圖 3、台、英、德之平均工業電價及超大工業用戶電價比較

德國能源密集產業享有相當低廉電價有非常多原因，在此暫不詳述。然 WWF 在 2012 年提出一份分析表（如表 1 所示），雖然數據較早，已不盡然和 2014 年情況相同，但可粗略看出德國政府如何在電價上協助能源密集產業。

表 1、德國各種產業及家戶電價結構表
(單位：ct/kWh)

	能源密集產業	其它主要產業	中小型產業	家戶
電力大盤採購	6.00	6.00	6.00	6.00
電網使用	-	1.46	4.89	5.75
StromNEV 電網附加費	-	0.025/0.05	0.15	0.15
銷售營餘	-	0.5	1.0	2.23
KWK-G 汽電共生附加費	0.025	0.025/0.05	0.002	0.002
電力稅	-	-	2.05	2.05
特許費	-	0.11	1.79	1.79
加值稅	-	-	-	4.10
EEG 再生能源 附加費	0.05	0.05~3.59	3.59	3.59
電 價	6.1	8.2~11.8	19.5	25.7

資料來源：WWF, 2012

由表 1，德國政府免去能源密集產業的電網使用費用、電力稅、特許費用、加值稅及相當低的再生能源附加費，甚至有產業在特定條件下可以全免再生能源附加費；相對而言，能源密集產業的減免將提高其它用電戶的負擔，例如整個德國能源密集產業只負擔了 0.37 億歐元的 EEG 再生能源附加費，而其它主要產業、中小型產業及家戶，則都個別負擔約 45~46 億歐元的再生能源附加費，看出能源密集產業的再生能源附加費負

擔，不到後三者負擔合計的 0.3%。

另一方面，由於英國能源密集產業的電價，受到再生能源及氣候政策衝擊，已使產業成本負擔大增，因此英國政府近年也積極提出調整方案，如表 2 所示。

英國政府的各項措施，在 2016/2017 年將使產業的能源及氣候政策負擔減少超過 75%，英國能源密集產業電價中相關政策負擔占比，將降到只剩 10%，則英國能源密集產業電價，也將會顯著低於台灣能源密集產業的電價。

五、結語

總結而言，能源密集產業的國際競爭力，是歐盟能源及氣候變遷政策時的核心考量重點，也因此，歐盟主要國家如德國及英國等，都積極在碳權及電價上，提供耗能產業相當優惠的條件。歐盟業者獲得的大量超額免費核配碳權，以及可以低廉價格大量引入國際碳權，使歐盟能源密集產業自 2005 年至今，減碳壓力都相當有限；而德、英兩國的能源密集產業享有明顯低廉的電價，更使其能源密集產業的國際競爭條件，站在相對有利的地位。

我國在減碳及能源政策的推動下，能源密集產業面臨未來減碳及能源成本上漲的風險，已衝擊到產業投資及經營的決策。依據「溫室氣體減量及管理法」第二十條及其說明所述，碳排放總量管制制度要避免碳洩漏而影響產業國際競爭力，因此未來相關制度的設計前，宜對歐盟等國家的相關作法再行深入瞭解，以思考如何提出較周延的作法。

表 2、英國能源及氣候變遷政策成本負擔及政府協助措施

政策名稱	政策起始年	在 2016/17 年造成的電力成本增量 (£/MWh)	英國政府提供的保護措施
Climate Change Levy (CCL)	2001	5.50	自 2001 年起提供折扣，2014 年後完全免除
Renewable Obligation (RO)	2002	14	自 2015 年 12 月提供補貼：自 2017 年 4 月起免除 (85% 成本減幅)
Feed in Tariffs (FiTs)	2010	5	
EU Emissions Trading System	2013 (phase III)	2.5	自 2013 年提供補貼 (70% 成本減幅)
Carbon Price Floor (CPF)	2013	9-10	自 2014 年提供補貼 (70% 成本減幅)
Contracts for Difference (CfD)	2016	<1 (但之後幾年將顯著增加)	2017 年 4 月前承諾免除

資料來源：EEF, 2016



以微觀雙眼 抹繪粉彩光華

眼科醫師暨粉彩畫家 林佑珠

記憶中，早年赴日學醫的父親在閒暇的時候，多半會走近西螺住家的濁水溪畔，找尋石頭來刻製硯台，或者隨興在竹片上刻對聯。自幼耳濡目染之下，內心產生潛移默化的作用，直到自己成為眼科主治醫師，澎湃已久的創作慾望終於引爆，於是向資深畫家周月坡學油畫。

由於醫務緊湊，無法在工序繁複的油彩中盡情發揮；2006 年赴美國優勝美地國家公園旅遊兼寫生，在夏威夷粉彩協會前會長林峰怡女士強力推薦下，發現粉彩的多變與方便，返台即進入蘭陽畫室，從素描基本功起步。2007 年初「北美粉彩畫家協會」理事兼新澤西州分會會長梁玉燦返台創立的「臺北粉彩畫協會」，並於 2008 年春邀請「北美粉彩畫家協會」成員來台辦展，其中包括林美珠女士；由於名字和自己的姐姐一模一樣，當下引發對粉彩及畫家雙重好奇而前往展覽會場。初識粉彩極品的悸動，再加上和自己姓同名似的畫家，驚豔夾雜著親切，堅定鑽研粉彩的決心。

緊接著在 2012、2013、2014 年分別參加中正紀念堂舉辦的粉彩飛揚比賽，前後獲得佳作及入選獎。2012 年正式加入「台北粉彩畫協會」，在梁玉燦創會理事長、林美珠理事長的鼓勵之下，2013 年以 "Spring" 參與美國「紐洛雪藝術家協會第 98 屆年度公開賽」；想不到第一次參加國際比賽就榮獲粉彩組第二名，內心真的是交織著興奮與激動，湧現投注粉彩畫的信心與定力。

2013 年 5 月首度於市長官邸藝文沙龍舉辦「一位眼科醫師的粉彩世界」個展，某天有位觀畫者在細細品味畫作之後，掏出名片向服務人員訂購 4 幅畫，由於不知來者是何方神聖，只能告訴買方需要付訂才能保留，

結果買方不疾不徐表示名片就是訂金，事後才得知買畫者是竹科知名科技公司的創始人。自己一直是活在用醫眼看病眼的單純世界，對外界的人事一無所悉，經由素人畫作被科技人收藏，才了解原來藝術可以超越行業，形成科文共裕的相互滲融，頓時心中充滿喜悅與鼓舞。

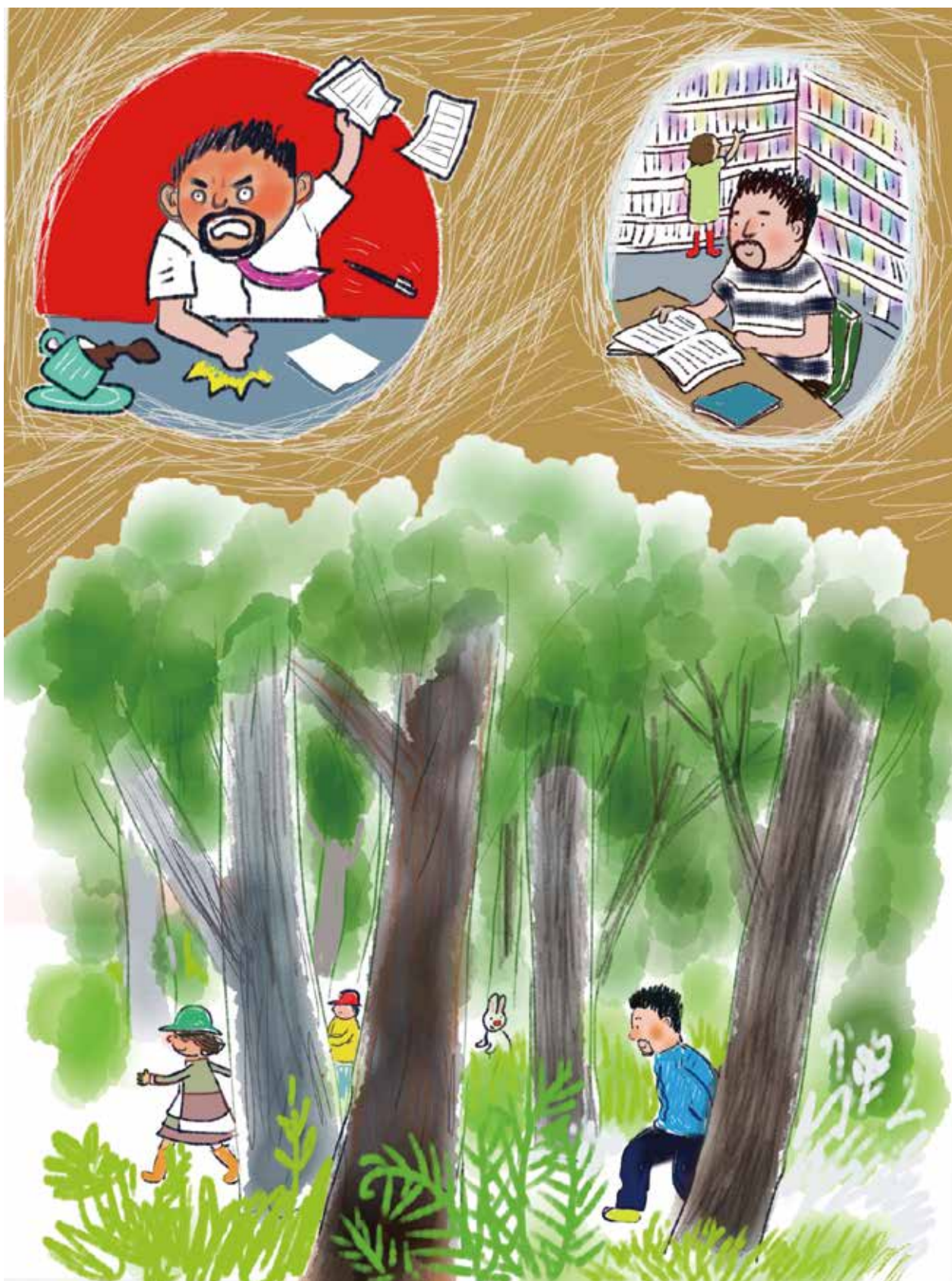
專職眼科執業醫師逾 35 年，始終認為應該把時間留給自己；用感性的右腦畫圖，以理性的左腦看診。工具輕便的粉彩非常適合自己的步調，平日在觀察中摸索光源，探試心中的感動，然後按下靈感剎那交集的快門。回到畫桌前，攤開畫紙，順暢的話，1～2 天就可以完成一幅畫，著墨再三的話就要耗時一個月以上，甚至前功盡棄，全部刷掉再重畫，這也是粉彩的好處，可以一筆勾銷重新畫過，所以自己也相當推薦效果不錯且不傷本 made in Taiwan 的「雄獅粉彩筆」。

最近剛以「小農早市」榮獲「台灣粉彩藝術推廣協會」2016 第一屆台灣粉彩藝術獎公開賽金牌獎。緊接著，7/23～8/7 於台中港區藝術中心，以「小農早市」、「好奇」兩幅國內外得獎作品，參與由台灣粉彩藝術推廣協會舉辦的「藝遊天下」會員聯展。平易近人的粉彩不但豐富制式化的職涯，也突破時空的界域，讓自己悠遊於不一樣的生活意境。

採訪整理 / 余俊英組長 · 張兆平



小農早市



上班時少生怒氣，
下班時善用公眾冷氣，
放假時，上山吹涼爽空氣，
很快的，就能度過暑氣。

圖 / 文 楊麗玲



親情

家雞孵育的剎那，母雞慈祥又警戒的眼神保護著初生寶貝，此景令我感動而做此畫。

60X60 cm 粉彩畫 2015 林佑珠 創作



財團
法人

中技社

106 台北市敦化南路 2 段 97 號 8 樓

電話：(02)2704-9805

傳真：(02)2705-5044

網址：<http://www.ctci.org.tw>

