

出國報告（出國類別：開會）

參加 The Fifth Asian Conference on
Sustainability, Energy and the
Environment 2015 會議

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：陳曉薇化學研究專員

派赴國家：日本

出國期間：104.6.10~104.6.15

報告日期：104.7.22

QP - 08 - 00 F04

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加 The Fifth Asian Conference on
Sustainability, Energy and the Environment 2015 會議

頁數 16 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：台灣電力公司人事處/陳德隆/
(02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：陳曉薇/台灣電力公司/
綜合研究所/化學研究專員/02-80782244

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：104.6.10~104.6.15 出國地區：日本

報告日期：104.7.22

分類號/目

關鍵詞：永續、能源、環境

內容摘要：（二百至三百字）

本次派員參加 “The Fifth Asian Conference on Sustainability, Energy and the Environment 2015” 會議與國際專家進行交流，會議內容主要探討環境能源永續議題經營管理等實務，包含微藻生質能源的開發、以化學吸收及礦化的方式進行二氧化碳固定等，可作為本公司發展綠色電廠的參考。綜研所於本次會議發表

“Elimination of Carbon Dioxide From a Power Plant by
Arthrospira Platensis Cultivation in a Nutrient Recycling
Pilot-Scale System” 論文 1 篇，以生命週期評估碳足跡的角度來量
化減碳效益，並且利用藻類培養液循環再利用的思維來降低成本，
這樣的方式不僅可能減少二氧化碳的排放，也提供了能源問題可能
的解決方案，經由本次會議交流，除了可以提升本公司研發成果之
能見度亦有利於後續相關研究計劃之推展。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網

(<http://report.nat.gov.tw/reportwork>)

目次

壹、目的：	1
貳、過程：	2
2-1 赴日本神戶參加 “The Fifth Asian Conference on Sustainability, Energy and the Environment 2015” 之行程：	2
2-2 “The Fifth Asian Conference on Sustainability, Energy and the Environment 2015”	3
2-2-1 會議主題	3
2-2-2 會議經過	5
2-2-3 與本公司相關主要研討內容	9
參、心得及建議：	12

壹、目的：

本公司在微藻固碳技術現階段發展主要以強化電廠減碳及整合生物能源應用為主要目標。計劃包含進行藻類生產生質能源之技術發展及未來多元化應用之經濟效益分析，強化下一階段研發成果實質應用之可行性。因而，本次擬派員參加“The Fifth Asian Conference on Sustainability, Energy and the Environment 2015”會議，交流關於能源環境永續議題之國際發展現況及其與企業經營實務之可能影響及效益，交流的資訊可作為本公司火力電廠微藻二氧化碳捕獲與發展生質燃料研發工作的參考。另外，綜研所於本次會議發表“Elimination of Carbon Dioxide From a Power Plant by *Arthrospira Platensis* Cultivation in a Nutrient Recycling Pilot-Scale System”論文 1 篇，除了有機會提升本公司研發成果之能見度，也希望藉此交流能充實未來研究發展規劃的深度及廣度。

貳、過程：

2-1 赴日本神戶參加 “The Fifth Asian Conference on Sustainability, Energy and the Environment 2015” 之行程：

表 2-1 為職本次赴日本參加 “The Fifth Asian Conference on Sustainability, Energy and the Environment 2015” 會議行程概要表。

表 2-1、會議行程概要表

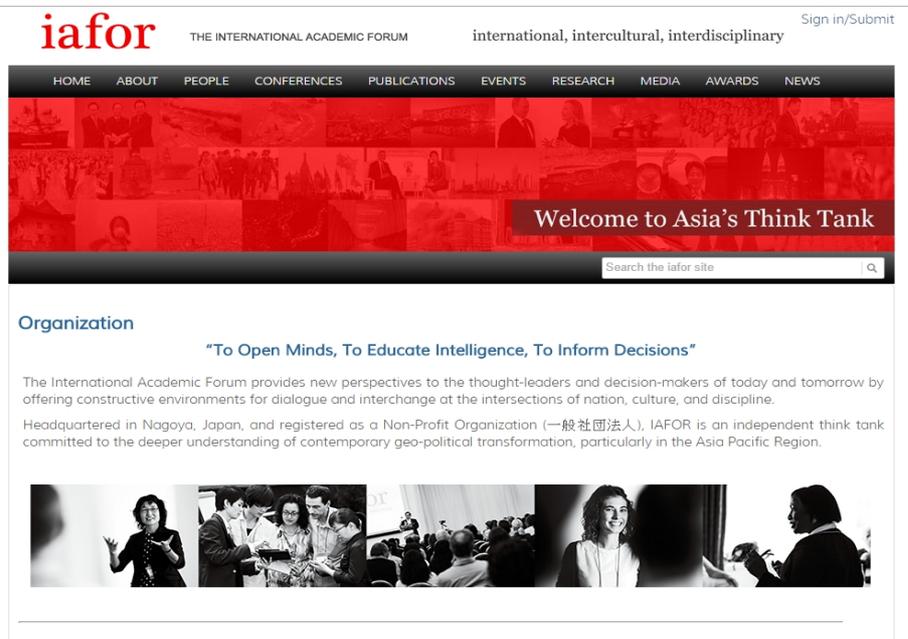
日期	工作紀要
104 年 6 月 10 日	往程(台北－日本)
104 年 6 月 11 日 -14 日	參加 The Fifth Asian Conference on Sustainability, Energy and the Environment 2015
104 年 6 月 15 日	返程(日本－台北)

2-2 “The Fifth Asian Conference on Sustainability, Energy and the Environment 2015”

2-2-1 會議主題

本次會議是由非營利組織IAFOR(The International Academic Forum) 如圖一所主辦的，在The Art Center of Kobe舉行如圖二，與ACSS 2015(The Asia Conference on the Social Science會議同時並行，會議以“Power & Sustainability”為主題，為支持世界永續發展而共同努力為關鍵討論議題。探討的範疇包含了在能源和環境的限制下所呈現的困難及透過論文發表可能的解決方案。大會除了技術性的發表之外，也另外安排一系列關於人權及環境永續議題的演說。keynote presenter共有二位。第一位是Yozo Yokota教授，也是Center for Human Rights Education and Training的總裁，講述有關聯合國及人權的議題，以多元的面向來看待權力與永續議題的延伸及影響；第二位是Lowell Sheppard先生，他是HOPE International Development Agency亞太地區主席，主要分享他數十年致力於企業社會責任承擔、對環境永續的認同及如何在貧困地區的付出實質作為與相關經驗。而spotlight presenters共有三位，Alexandru I. Petrisor博士和 Vasile Meita博士，是The National Institute for Research and Development in Construction, Urban Planning and Sustainable Spatial Development (URBAN=INCERC)二位成員，講述有關生態

經營和環境永續的重要性，例如濕地之於環境保育的議題等；第三位Craig Mark教授任教於Kwansei Gakuin University，演講的重點在於論述澳洲政策在領導力薄弱下的政策衝擊。另外，本次會議發表的領域包括Energy: Energy Economics and Ecological Economics, Freshwater & Oceans, Waste, Sustainable Business and CSR, Renewable Energy and Environment Solutions, Economy and Management, urban Studies, Environmental Challenges and Economic Growth, Land use等等，議題非常多元。



<http://iafor.org/about/organization/>

圖一、IAFOR(The International Academic Forum)



圖二、The Art Center of Kobe

2-2-2 會議經過

會議於 6/11 下午報到及交流如圖三，並取得研討會相關的資料，包含會議時程、發表主題、場次及地點(未提供電子化資料)如圖四。

6/12 上午 9 時 30 分會議正式開始，分為口頭發表和海報發表兩部份，口頭發表分為三段，第一段 09:30-11:00，第二段 11:15-12:45，第三段 13:30-15:00 都是依發表主題以 parallel session 方式舉行，海報發表則分為兩個場次 11:15~12:45 與 13:30-15:00，之後 15:15-18:20 安排 keynote presentation 及 spotlight presentation。

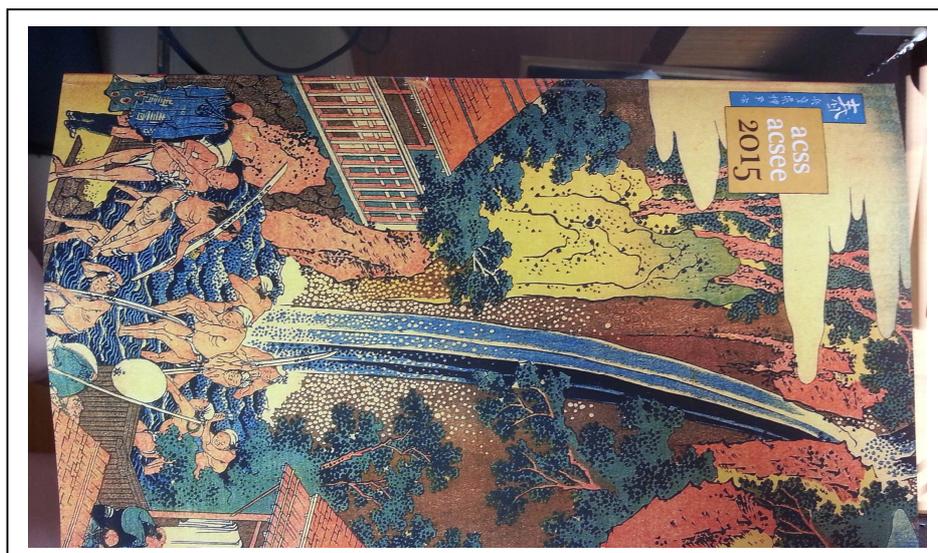
6/13 會議提前從 09:00 開始，同樣分為口頭和海報發表，議程時間分為 9:00-10:30、10:45-12:15、12:30-14:00、14:00-15:45、16:00-17:30 五個時段，職代表公司發表編號 [16751] “Elimination of Carbon Dioxide From a Power Plant by Arthrospira Platensis Cultivation in a Nutrient Recycling Pilot-Scale System” 論文(圖五)，被安排在 14:00-15:45 與學者專家交流(圖六)。

6/14 會議從 09:00 開始，當天僅有口頭發表，議程時

間也僅有 9:00-10:30、10:45-12:15、13:00-14:30、
14:45-16:15 四個時段，16:30-17:30 為 Closing remarks，
結束為期四天的會議。



<http://iafor.org/acss2015-acsee2015-conference-photographs/>
圖三、6/11 下午報到及交流 ACSEE2015 Welcome Reception



圖四、研討會資料

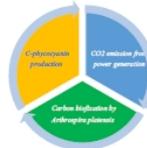


Elimination of Carbon dioxide from a power plant by *Arthrospira platensis* cultivation in a nutrient recycling pilot-scale system



Hsiao-Wei Chen, Taiwan Power Research Institute, Taiwan
Tzu-Hsing Eo, Kao Fong Institute of Technology, Taiwan
Lien-Chieh Chen, National Cheng Kung University, Taiwan
Hsin-Ta Hsueh*, National Cheng Kung University, Taiwan

*corresponding author: adathen@mail.ncku.edu.tw



Abstract

Elimination of carbon dioxide from power plant, one of major sources of carbon dioxide emission, is an effective strategy for retardation of global warming. Comparing to higher plants, microalgae is taken as a valuable candidate for bio-fixation of carbon dioxide due to its higher growth rate and various added values. However, high cost and energy use on nutrient and water production is the major obstacles for this application in our previous study via a pilot plant (tonn) system test. Therefore, the further test on difference between recycling and fresh medium cultivation of *Arthrospira platensis* (*A. platensis*) is carried out by the same system in four individual seasons. Three indices, including growth rate (carbon dioxide elimination rate), pH and conductivity, are related to nutrient conditions (recycling/fresh), cultivated days, temperature, and light intensity. Life cycle analysis is performed for evaluation of carbon dioxide elimination. Furthermore, economic analysis is carried out while the biomass and C-phycoerythrin productivity are taken as the indices. The results show the notable advancement on carbon dioxide elimination and biomass productivity can be obtained since *A. platensis* can grow well by using recycling medium in fewer cost and energy use.

Results and Discussions

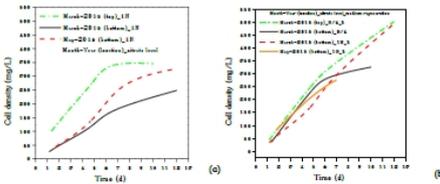


Figure 1 Growth curves under various medium given strategies (a) normal nitrate (1N) w/o medium regeneration; (b) low nitrate level (N/4) with or w/o medium recycling; normal nitrate (1N) with medium recycling

Discussion:
The results of cultivation reveals better growth under the top location than the bottom one (shown in Figure 1(a)&(b)). It should result from better illumination in the top location.
The result of cultivation by using recycling medium (not only 1N_R but N/4_R) reveals better growth than normal condition, especial on the day after 6 days. However, the quantity of medium is only 0.75 fold after recycling. It may result in the difference of illumination and turbulence during the following cultivation period.

Goal and Scope Definition

Intended application of the study:
CO₂ elimination and CPC production based on LCI and Profit models.
Purpose of the study:
Based on the To validate one of the recommendations from the previous hot spot study⁽¹⁾, i.e. to overcome the obstacle of high cost and energy use (or CO₂ elimination) via the experiment on medium recycling or fewer nitrate concentration use in our system.
Limitation:
Waste and wastewater treatment are not considered in LCA⁽¹⁾.
Assumption:
GHG emission only occurs indirectly by consumption of energy, materials and chemicals in housing, cultivation and harvesting processes⁽¹⁾.

Materials and Methods

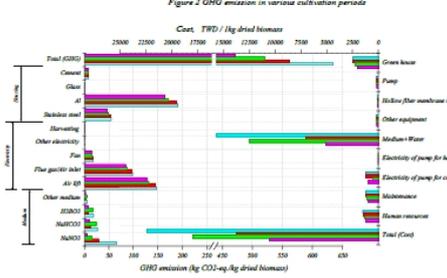
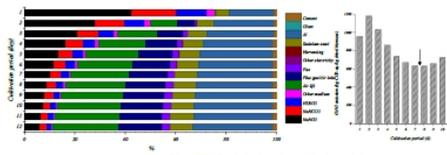
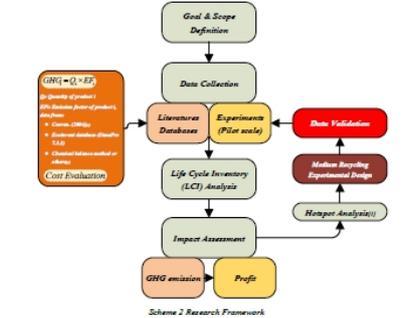
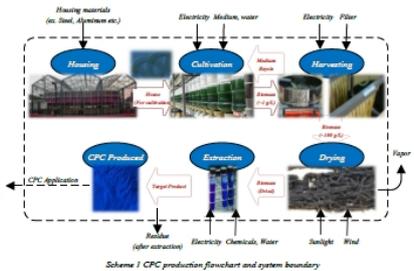
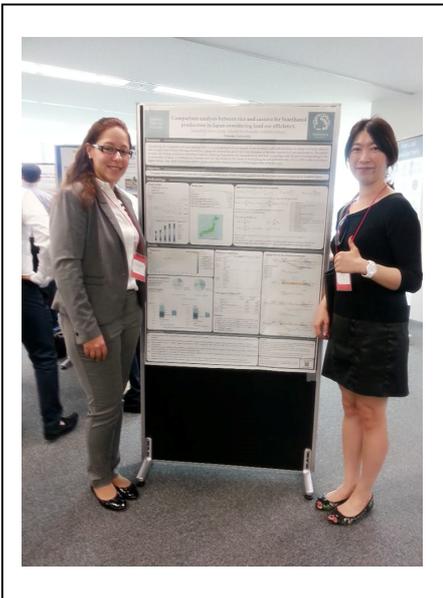
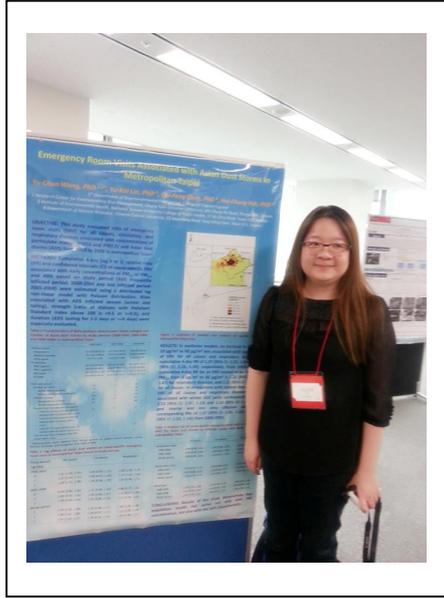


Figure 2 GHG emission in various cultivation periods
Figure 3 GHG emission and cost in various scenarios

ACKNOWLEDGMENT
The research was supported by the Ministry of Science and Technology and Taiwan Power company, Republic of China, under Grant MOST 103-2311-B-009-001- and 104-2311-B-009-001.

References:
1. Du-Hao Lu, Use of LCA in leveraging effectiveness of pilot experimental studies – a case study in algal cultivation system for phycoerythrin extraction attached to a power plant, Master Thesis, National Cheng Kung, 2014.
2. Curran, M.A., Report on Activity of task force 1: data registry-global life cycle inventory data resources. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2006, 11(6), 284-289.

圖五 “Elimination of Carbon Dioxide From a Power Plant by *Arthrospira Platensis* Cultivation in a Nutrient Recycling Pilot-Scale System” 論文



圖六、與學者專家交流情形

2-2-3 與本公司相關主要研討內容

(1) 微藻養殖與廢水處理相關研究

微藻培養用於廢水處理的整合步驟已成趨勢，主要導因於養殖藻類來做為減碳選項相較於其他減碳技術是屬於高耗水的製程。近來學者發現藻類可以有效利用廢水中無機氮和磷做為生長所需的營養源，直接達到去除水中無機氮和磷的目的，水除了可以再利用外，藻類亦可用於生產有價值的生物質及生物燃料。因此，有許多專家認為養殖微藻整合廢水處理的製程具有減輕二次污染的優勢，特別在水資源貧乏的地區，必要水源的供應將左右產業發展，更具有發展潛力。對本公司而言，如何結合二氧化碳減排的處理和必要用水的供應對於火力發電廠未來的應用發展，非常有參考價值。

(2) 結合生物精煉的應用

工業化和當前的人口增長對環境產生巨大的影響，水和石油的需求增加對自然資源的明確證據。從生物質生產生物燃料是一種很有潛力的方式，其中，微藻可生產生物燃料，如生物柴油，生物乙醇與生物油等。但是，以微藻作為生物燃料在經濟上尚未可行，最大的原因是生產過程需要高價的材料和高能源成本。近來，生物煉製(biorefinery)的綜合製程提供了微藻生物質未來生產各種液體燃料在經濟面向上可持續生產的機會，主要的策略是使其轉化的高價值商品，並可減少能源投入，促成生質燃料產品極大化的產量。

(3) 二氧化碳礦物碳酸化相關研究

礦物碳酸化過程是利用富含鈣（Ca）或鎂（Mg）等工業廢料與CO₂反應以形成穩定的碳酸鹽礦物的方法。在會議所發表的相關研究中，反應溫度，反應時間，壓力，和液/固比，都是需要探討的變數。結果發現這樣的程序效率很高，碳轉化率可達 96%。惟所發表的研究結果僅為小型實驗，其未來的發展令人期待。

(4) 利用藻類生質柴油的應用

微藻油（Microalgae Oil）目前被大量地研究作為植物油的替代原料以生產生質柴油，主要是因為微藻具如高效率的光合作用、高產量的脂質、不與農糧作物爭地等顯著的優點，會議裡有幾位韓國籍學者也是進行微藻研究，研究的方向是藉由生化製程的改質來追求高生質柴油產率，也有幾位專家自行篩選藻種來進行藻種的生物型態與生質柴油的相關性，也有學者以分子生物之方法，進行環境中目標微藻之定性等，都呈現不錯的實驗室階段的研究成果。

(5) 碳捕獲與生命週期之討論

碳捕獲的成效可藉由生命週期的探討會更具體量化，並可解構流程中主要碳足跡的貢獻者及程度性的差異，在會場與專家交流的過程中，英國學者也將這樣的概念應用於人為改質土壤和植物的碳捕獲效益，泰國專家也利用相關工具來量化生產陶瓷餐具及製糖的碳排放量。由此可見，導入生命週期評估的觀念，真正識別流程中可能在投入的碳排放及整體的減量效益，已成趨勢。職在會中也提出於燃氣發電廠螺旋藻固碳效能改善之模廠研究，並同樣以生命週期評估的觀點來探討二氧

化碳的固定成果，探討氣升及氮源的添加造成極大的排碳及成本增加，研究如何透過高低氮源濃度及進行培養基再生利用，對整體二氧化碳固定量及成本的影響。分析後發現，在同樣的產量條件下，排碳量可降低 25%，成本可下降 50%。最後再以藻藍素進行高價值產品生產來提升經濟層面上的利用。

(6) 空氣汙染議題

會議議題探討中也有些關於空氣汙染與健康風險的發表，其主要探究PM10及PM2.5對呼吸道等健康的影響程度，研究結果顯示，如果長期暴露於懸浮微粒下可能會提高發生呼吸疾病、心臟血管循環相關疾病等的罹患風險。除了細懸浮微粒外，學者也表示，沙塵暴亦對健康危害呈現明顯的相關性，不容忽視。現場也有專家提問除了沙塵暴及工業源外，對人體傷害性較大的污染源為何，該領域的專家沉重的表示，機車的排放廢氣，是嚴重的污染來源，若能在大量使用的地區進行有效的管制，對人體呼吸道等健康，應可有機會有效防治。

叁、心得及建議：

參加 The Fifth Asian Conference on Sustainability, Energy and the Environment 2015” 會議觀摩了最新的技術和研發成果，並有機會與各個領域的學者專家交流關於能源環境永續議題之國際發展現況及其與企業經營實務之可能影響及效益，對於本公司未來關於綠色創新之低碳技術研發方向及如何落實應用於火力電廠有很大的參考價值。

微藻固碳技術，是本公司對於減少二氧化碳排放長期投入的技術之一，也是各國目前認同對於環境友善的綠色科技之一，為了要成功推展商業化應用微藻固碳技術，必須要以導入生命週期評估的觀念，真正識別流程中可能再投入的碳排放，才能量化整體的減量效益。本次交流更加證實了這樣的趨勢，對於生產流程可能產生的溫室氣體都儘量透明的揭露，在清楚的碳排架構下，採取可行的技術改善，才能朝向永續發展模式邁進。

在環境面上，空氣污染在長期的暴露下對於人們可能所承受的環境健康風險，在近年相關的研究的揭露下，已提高全球對於環境議題的高度關注，未來如何防治污染的產生及因應環境變化調適或是如何採取避免傷害的作為，將會是產業發展將會面臨的嚴峻挑戰。