中技社通訊

CTCI BI-MONTHLY 民國九十八年六月 83

物質流分析與永續台灣
未來能源新選擇
中技社九十七年度研發成果概述
自晶片競逐的壓力彈跳傲世火花
勇於呼應內心的召喚

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

發　行　人　潘文炎
編輯委員會（依姓氏筆劃排列）
主 任 委 員　林志森
編 輯 委 員　王釿鈴 馬金玲 黃朝仁 鄒　倫 鄭清宗
總　編　輯　李　齡
副 總 編 輯　張兆平
執 行 編 輯　余俊英 劉惠君

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

踴 躍 投 稿

1.歡迎本社同仁及中技社歷屆獎學金得主投稿。
2.產業科技類限2200字;生態環保類限2200字;
　財經管理類限2200字;藝文類限1100字。
3.來稿請附相關照片(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
電話 (02)2704-9805~7
傳真 (02)2709-8825

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

02 傳播站
董事長交接典禮
中鼎成立30週年慶暨集團總部大樓啓用典禮
物質流分析與永續台灣
未來能源新選擇
海底可燃冰水合甲烷
中技社九十七年度研發成果概述

16 思源集
自晶片競逐的壓力彈跳傲世火花
專訪國立中正大學晶片系統研究中心
第二任主任 郭峻因教授

18 綠世界
勇於呼應內心的召喚

20 藝文村
浮潛的地宙船域
節能減碳的建築設計

版權所有，本刊圖文未經同意，不得轉載

編輯手記

本社於1979年轉投資中鼎工程公司，轉眼已30年，4月30日中鼎工程於士林的集團總部舉行成立30週年慶暨集團總部大樓啓用典禮。中鼎工程近年連獲天下雜誌評選為「最佳聲望標竿企業」營建類第一名，亦是國內第一家通過國際CSR驗證的公司，並榮獲台灣企業永續報告獎金獎。努力邁進世界百大工程的同時，致力社會責任的履行以及對未來發展的前瞻規劃。

本社由創立初期的創導工程服務，逐步轉入研發與技術服務，近年則聚焦環保能源智庫以及工程科技之研發，期使在節能減碳等綠色產業相關領域，開拓新契機。本社97年度投入系統化能源效率評估工具及能源效率初評軟體建置、土壤冰凍技術最佳化、炸震夯實工法、視覺化4D營建管理程式、RFID應用於建造工地管理、套裝化薄膜生物反應器在工業廢水處理系統的應用、先進操作系統運用、飛灰固化/穩定化處理小規模試驗等多項研究計畫並獲致相當成果。

目前在全球飽受金融風暴肆虐之際，各國政府均投注大量經費於永續發展的產業。不過，發展經濟所牽涉的資源供需，在政策規劃上必須有依循的基準，而物質流分析即是環境經濟評估的工具。海底可燃冰水合甲烷是儲存於地層的化石能源，具有比燃煤、燃油較潔淨的優勢，如果能在CO_2捕捉封存的情況下探採成功，足以扮演跨入新能源時代的過渡性替代角色。

由於高鐵的便捷，「思源集」專欄的採訪行程終於能夠延伸至中南部地區，分享中南部的豔陽與熱情，也深刻感受到他們對工作與鄉土的摯愛。中技社科技研究獎學金已於5月初發函相關校系辦理推薦，5月15日至7月15日受理申請。頒發典禮將於10月15日上午十時假台大醫院國際會議中心101會議廳，併本社五十週年慶同步舉行，竭誠歡迎本社歷屆獎學金得主踴躍參與盛會。

潘文炎先生接任本社董事長

由左依序：董事長余俊彥、林志森執行長、新任董事長潘文炎。

本社於四月十日(星期五)上午召開第十八屆第七次常務董事會議及第八次董事會議，余董事長於會中提案請辭董事長職務。本社隨即召開第八次常務董事會議，經出席常務董事依捐助章程規定，一致決議通過推舉潘文炎常務董事接任本社董事長。本社於四月十六日(星期四)舉行董事長交接典禮，由林志森常務董事監交，完成董事長交接事宜。新任潘董事長即日到職視事，於交接儀式中致詞，除推崇前任余董事長穩健踏實，銳意卓越的領導外，並期勉全體同仁緬懷前人之奮鬥與貢獻，遵循公益理念，恪守法令，持續精進專業，奉獻社會。

中鼎成立30週年慶暨集團總部大樓啓用典禮

由左依序：
中鼎總經理林俊華、台塑董事長李志村、中技社董事長潘文炎、副總統 蕭萬長、中鼎董事長余俊彥、中油董事長施顏祥、台電董事長陳貴明。

本社轉投資事業－中鼎工程(股)公司於四月三十日(星期四)吉辰，於中山北路六段的集團總部舉行成立30週年慶暨集團總部大樓啓用典禮。中鼎公司在專業、誠信、團隊、創新的企業文化引導下，於世界各地成功打造品牌工程，全球共有35個國內外子公司與據點，國際化的服務團隊，提升台灣企業的知名度。今後除延續專業石化領域之外，將佈局印度、巴西、俄羅斯等新興國家，著墨於天然氣、替代能源及節能環保等綠色產業之發展。副總統 蕭萬長先生特地前往祝賀，並與中鼎公司董事長余俊彥共同主持集團新大樓啓用儀式，其他包括本社董事長潘文炎、台灣中油公司董事長施顏祥、台電公司董事長陳貴明、台塑董事長李志村等均受邀致詞全賀，祝福6700餘位的中鼎人三十而立，朝「駿業鴻開・中鼎世紀」的願景全力以赴。

物質流分析與永續台灣

◤中技社環境技術發展中心 鄧倫主任、陳潔儀組長
◤台大環工所 馬鴻文教授、陳必晟博士生

“世界又熱又平又擠”一書一度上了各國暢銷書排行榜，也讓Friedman登上世界級的趨勢大師之列，書中描述21世紀全球各地浮現的許多問題，讓在全球化經濟社會運作中麻痺已久之人類已經隱隱作痛，卻還有新的危機是我們要面對的。我們是否注意到經濟的版圖變動、氣候變化、經濟資源之競爭與重分配、以及環境生態品質的明顯惡化，即使地球高峰會中所提出永續經營口號已經喊了十多年，新的技術及政策也下藥，然而舊的問題交錯新的危機，仍讓這個世紀的人類對未來不抱樂觀。

全球金融風暴威力未減之際，各國政府不約而同聲明將投注大筆經費於經濟與永續發展的產業，藉以挽救國家與人民之生計。當我們提出有效的經濟策略，不可忽略生產力的基本要素包括土地、人力、資本、能源和技術，而土地屬於自然環境的一部分，所提供的生活所需、總資本也不能忽略從事生產所需要的礦產或原物料。政府欲達成永續的經濟政策，是否有系統化的認知?發展經濟究竟會牽涉到多少資源需求與供給?我國環境特性在其永續發展的條件之下，究竟可以提供多少外部環境資本?為了讓經濟政策規劃有基準可循，為了度量國家經濟與環境的體質，下面將介紹一項環境經濟的評估工具—物質流分析。

談到物質流分析，最基本的概念是用於探討某物質在「系統」內外部之間的流動，以及在「系統」內部的轉化，建構於質量平衡的定律，進行「系統」物質輸入和輸出數量的分析。早在16世紀，生理學之父Santorio做了一個有趣的實驗，人吃到肚子裡的所有東西，是否會和最後排放出來的東西一樣重?他仔細地收集各種排泄物與分泌物，只可惜他當時還不瞭解，食物中的部分碳元素於代謝過程中被氧化成二氧化碳，從呼吸道呼出，造成他實驗設計的失敗。

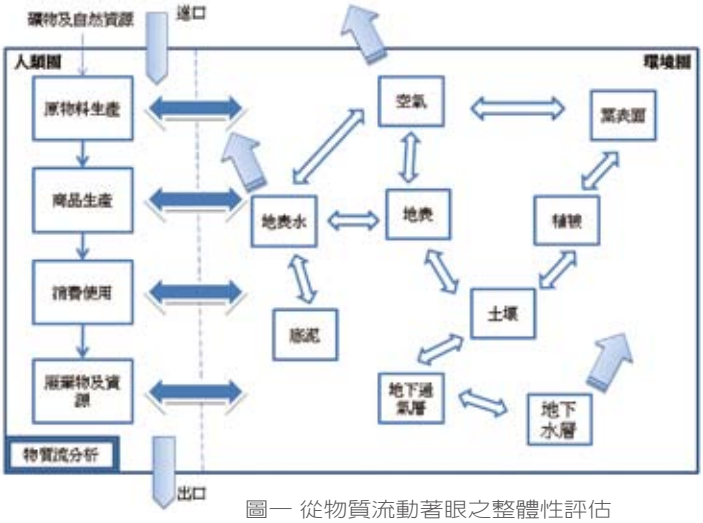
質量平衡描述系統的總輸入必定會等於總產出(包括系統累積)的關係，因此質量平衡的公式已為科學研究的基礎，可應用在工程、科學、甚至於經濟領域等研究。質量平衡的原理應用在工業製程，設計操作單元間能量與質量的流動，可以控制穩定的產量，因此物質流與質量平衡已成為科學與工程的重要基礎。1989年從Frosch在Scientific American期刊首度發表工業生態學概念，開啓了物質流在永續管理的應用，許多以物質流為基礎分析的工具相繼被學者提出，物質流分析工具結合了環境、經濟及社會層面的議題，深入探討經濟活動與其物質運作對環境所造成的影響。

狹義上，物質流分析是針對單一物質，探討特定時間、空間內的物質流動，因此我們可以看到許多國家的物質流分析報告，有的是會計年度的現況調查，有的是綜合數年的統計數據，藉此觀察出物質需求以什麼趨勢進行。

我們可以觀察經濟技術發展的同時，我們對物質的相對需求能否下降，也就是所謂Kuznet's發展曲線的脫鉤效應。物質流分析不只侷限於經濟層面，更可描述到人類活動與自然環境之間的物質交換，完整的物質流分析除了盤查人類活動究竟消耗了多少環境資源(包括再生與非再生性資源)，也得以估算有多少缺乏經濟價值的物質再次被傾倒回環境中，比如進到掩埋場的垃圾。正因為對物質的來源與去向有明確的交待，所以物質流分析可以確定我們對環境問題是否有對焦，或者只是讓有害物質轉移到其他受害者，例如廢棄物送到焚化爐處理會產生新的空氣污染；有害物質的跨國運輸則是把污染的傷害轉嫁到其他較弱勢的地區。因此，物質流分析可避免因為片面環境資訊所導致環境問題的草率處理。

在廣義上，物質流是許多環境分析工具的基礎，正如工業製程使用質量平衡的原理，我們可以善用物質流分析於大大小小的經濟活動，小從一家工廠的一條生產線、大至工業區、產業供應鏈、都會區或國土區域內的產業活動機能，甚至國家經濟和國際貿易活動，都值得用物質流的概念進行度量，所以許許多多的工具孕育而生。產品環境化設計、生命週期評估、生態稽核、生態足跡、能源流分析、碳足跡、環境投入產出分析、工業區生態化以及永續指標之建立等等，都是立基於物質流的基線資料盤查，這一系列永續管理工具的發展應用目前由歐美日等國主導推動，而許多新興工業化國家也開始正視物質流管理的必要性。反觀我國的經濟，近乎90%仰賴進出口貿易，很合理地應建立國家物質監測與管理的機制，並慎思未來經濟的命脈是否有必要依附在巨量的物質進出口，以及可不可能降低一旦原物料的短缺，其價格波動所產生的衝擊?另外，工業生產所伴隨的物質運作所產生的環境負荷是否超過人民和生態系統的承載力?

物質流分析在實務上有什麼應用呢?都市垃圾和工業廢棄物的管理問題一直存在。過去幾年，不論新設掩埋場或焚化爐，常招致居民及環保團體的抗爭，因為掩埋場內的有害物質，以及焚化爐對周界環境品質的惡化是不容忽視的問題。廢棄物管理需要完整資訊做參考，例如，廢棄物中的組成成分會影響焚化爐熱回收的發電效率，甚至戴奧辛的多寡。故廢棄物的分類收集策略會決定各種廢棄物之組



圖一 從物質流動著眼之整體性評估

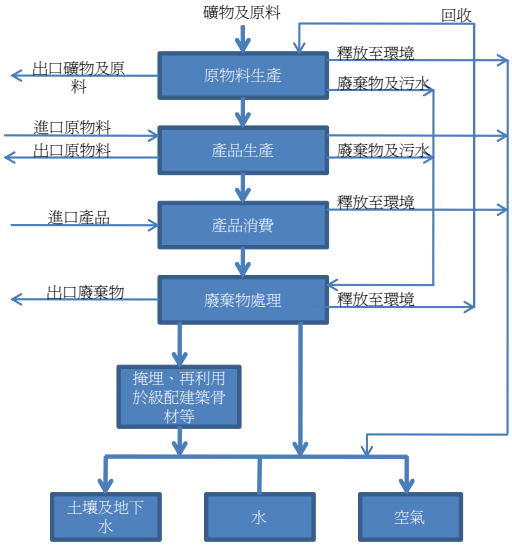
圖片出處:馬鴻文教授，台灣大學環境工程研究所，
中技社「節能減排一物質流未來展望論壇」引言，97.06.11

成，同時也會影響各種處理方式可能的影響，因為物質流分析追蹤個別物質的流動，如監控廢棄物中鐵、銅、重金屬、有機物質的來源和去向，可提供許多資訊來設計決策，有效降低環境與決策的風險。

從國內物質流分析結果來看議題，物質流大致上可以從資源管理和有害物質減量兩個面向切入，過去幾年來，我們有石化業和鋼鐵業的產業生態研究，探討石化產品和鋼鐵生產鏈以及供給需求的關係。目前我國的經濟生產力仍和資源進口脫離不了關係，近年來許多研究也多開始探討物質流與經濟的關聯性；另外物質流分析具有掌握有害物質來源和去向的功能，比如戴奧辛的物質流可以分析調查各種工業污染源的排放總量和貢獻，細部的戴奧辛物質流有助於分析鴨蛋或羊肉的污染事件的主因；至於造成痛痛病的鎘，我們也從各種相關的產品(如鎳鎘電池)和製程來探討各種每年台灣輸入多少的鎘，而又有多少鎘可能污染了我們的環境和作物。對於全球氣候變遷的議題，物質流原理適用於探討製程產業的碳排放或碳足跡。

物質流分析涵蓋了大量的數據，專家們為了讓決策者甚至一般民眾可以理解其中的意義與應用，因此發展了各類型的物質流指標，從數據中擷取具重要性的資訊，加以統整計算，指標都具有實際的意義，便於度量國家、區域或產品製程的物質使用效率或生態績效，同時也方便觀察歷年來的消長趨勢，若是回顧先進國家的環境績效，可以探討未來環境績效的改善空間。最基本的物質流指標是從物質輸入、國內產出、消費以及出口等面向來衡量國家經濟運作，之後學者引入物質生產力的概念，多以人均物質流指標，DMC[1]/capita及DPO[2]/capita，或是每單位產值的物質流指標，DMC/GDP與DPO/GDP，來強調效率的重要性，我們可以很清楚地觀察，當經濟和技術提昇的同時，物質的需求是否產生相對的脫鉤效應。

然而物質流不只是關心經濟面，同時更包含廣大的環境問題，目前許多發展中的指標方法正是瞄準種種環境衝擊，例如全球暖化、資源耗竭、人體及生態的毒性以及酸化優養化等問題，這些問題都顯示人類正大量使用某些具環境衝擊性的物質，相關的指標有生命週期評估的衝擊指數，其計算產品和服務過程中所涉及的各種物質投入產出，另外，生態足跡則為目前較具體的函容能力評估工具，其代表著提供我們消費性物質以及消化衝擊性物質所需的土地(及水域)面積如示意圖一、二。歐盟環境理事會[3]關切物質流的不能只是量的問題，同時也要考慮到物質各種使用層面所產生的衝擊，所以採用了EMC 指標，EMC[4]是對於國家物質流的消費量付予一個環境權重，環境權重代表物質從開採、提煉、加工製造、完成品的使用以及廢棄物處理，這一系列過程所會牽動的其他物質投入，與其對應產生的總衝擊，結合物質流量DMC與衝擊權重之乘積就等於EMC指標。此外尚有許多其他的指標方法，分別從環境、經濟與社會等角度探討物質流的意義。



圖二 物質流的系統

圖片出處:馬鴻文教授，台灣大學環境工程研究所，
中技社「節能減排一物質流未來展望論壇」引言，97.06.11

我們可以發現國際上許多研究團隊和機構紛紛投入物質流分析，在美國由World Resource Institute(WRI)所主導，除了回顧物質流歷年的波動，他們為了環境政策工具設計了一套物質流會計帳資料庫。歐洲的部分則有歐盟統計局(Eurostat)統整各國的物質流指標資料庫，歐盟環境署(EEA)也建議會員國利用物質流支援環境政策之制定，並且應用物質流工具來處理廢棄物質及化學物質的資訊等措施也正在推動中。經濟合作暨發展組織(OECD)集結各會員國的物質流專家團隊，統整現階段的物質流方法以及各國的執行狀況，發表重量級的物質流手冊，包括方法指引、物質流會計架構及各國現況回顧。在學術單位也有荷蘭、德國、美國及日本等國的大學系所和研究中心從事方法開發，這些都顯示了國際永續發展規劃的最新趨勢，我國的政策和研究是否也預備好要搭上這一波物質流管理浪潮呢?

中技社憑著多年投入科技研發、人才培育以及技術諮詢經驗，自2005年起轉型為能源及環境專業智庫，支持具有經濟價值的研發，於97年春季與秋季分別舉辦「環境與能源研討會」，邀請國內外專家、政府機關及國內企業，就物質流的議題進行成果發表及意見交流，我們已經可以看到國內企業物質流管理的前驅工作成果。中鋼公司利用物質流分析高爐煉鋼製程，並且進行整合性的資源系統化，原本視為廢棄物的礦泥和煤灰現在已可作為水泥廠的原料，冷軋所產生的含鋅礦泥也可以出售到國外，成為提煉鋅的原料。物質流分析也指出，廢雜料之再利用會造成鋅在高爐內累積剝落導致鼓嘴損壞，為了提高廢雜料之回收，控制鋅的投入量可以改善再利用率。中鋼也回應當今社會對煉鋼製程碳的高排放關注，利用物質流，分析碳元素在一貫作業煉鋼製程之間的流轉，以及各製程的碳排放，藉此發掘節能減碳的契機。

中油公司也有許多物質流的實務應用，基於各工廠都採用系統化的質能平衡控制，因此擁有製程物質流管理的優勢，從蒸餾工廠到下游石化產品加工廠，皆可以系統化管理，包括蒸餾工廠的進出料平衡、氫氣和蒸氣的平衡、水資源平衡、硫平衡與碳平衡，維繫著各種產品品質成分的穩定性，同時也降低成本而提升產率。目前中油也在建構以物質流為基礎的環境會計，有效量化原物料能源的投入及產出效率，進一步推動石化產品之生命週期分析。然而我們也更期待物質流分析的多向應用可以推廣到更多企業，進行全面性資源整合，可惜的是，我們也發現我國物質流分析在方法上的分歧和基礎資料庫的不足，造成政府和產業界推動物質流的障礙。

中技社與台大已正視這些問題，因此正進行一系列工作，並規劃成立「永續資源管理推動中心」。目前中心的任務在於整合國內的專家團隊力量，提供各單位進行物質流分析的技術指引，讓不論是國家、區域或企業欲採用物質流分析時，都有建議的方法或案例可循。同時，我們觀察世界各國物質流資料庫與政策的最新發展，配合將來資料庫使用需求，預先規劃物質流導向的資料庫架構。為了釐清現階段重點的分析對象，我們從6大類[5]物質和49產業類別[6]中評選出對環境影響較大的關鍵物質與關鍵產業，以篩選出現階段對台灣環境負擔較大的主題，這些結果可作為往後推動實務分析的依據，而這些台灣的研究成果也將藉著研討會、出國考察等方式，與國際學者充分互相學習，為後續推動國內物質的永續管理提供具有前瞻性的遠見。

註:
1.Domestic Material Consumption
2.Domestic Processed Output
3.European Commission, DG Environment
4.Environmentally Weighted Material Consumption
5.包括金屬、礦物化學品、營建材料、塑膠、生物質與其他物質6大類，共35種物質
6.行政院主計處產業關聯統計

未來能源新選擇－海底可燃冰水合甲烷

能源技術發展中心 王釿鈴主任

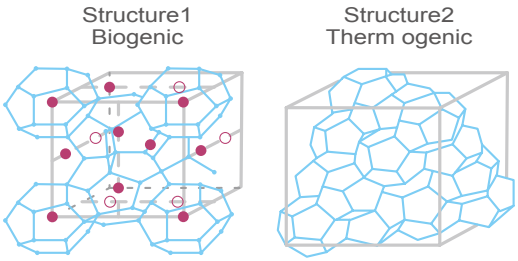
前言

近日九十八年度的全國能源會議剛落幕，雖然總結報告尚未出爐，但各分項議題的分組會議資訊，以及各分項在大會的總結報告，均於經濟部能源局網站公告給國人知道。有關甲烷水合物開發，是與地熱、IGCC一起，以其它意見呈現，建議可由中油及核研所共同辦理地質能源研究。另「能源國家型科技計畫總體規劃」也將於近日定案，據瞭解甲烷水合物亦羅列其中。似乎該議題在國內受到一定程度的重視，但也非最受矚目。

甲烷水合物顧名思義，是甲烷跟水結合而成的物質，國內專家把它歸入地質能，想必同於其它化石能源，是儲存於地層中，但為何在舉世化石能源日趨短絀之際，人們為何不積極開採，是儲量不豐，還是不易採集，亦或是溫室效應以及其它的考量。本文僅就上述問題，嚐試提供一些資訊，希望有助於雙月刊讀者對能源議題的進一步思考。

何謂甲烷水合物

氣體水合物，最早在1810年由Sir Humphrey Davy所發現，直到1930年代，氣體水合物被視為輸送時一個麻煩的現象，因為過冷形成氣體水合物，造成管線阻塞。氣體水合物又稱籠狀化物(clathrates)，是一種結晶固態物質，外觀看似冰塊。該化合物是由水形成一個類似籠狀的結構(圖一)，而氣體分子，如甲烷、乙烷、二氧化碳、氮氣、硫化氫等，被圍置於其中，存在於自然界中，則以甲烷水合物最多。



圖一 水合化合物結構
(From U.S. Geological Survey Web Site)

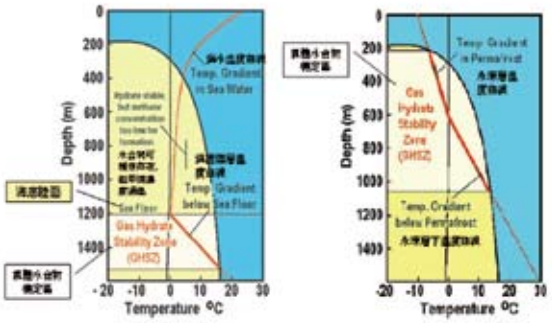
籠狀結構的水分子屬立方堆積，有別於一般冰的結構是六方堆積的結構。圖一中左圖是最常見的一種籠狀結構，其單位晶格包含46個水中子與8個甲烷分子(如果所有空隙均被甲烷填滿)，意即1m^{3}的甲烷水合物可以釋放出約170m^{3}的甲烷(標準狀態下)。在自然界，該值約為164m^3。

甲烷水合物的甲烷來源，有兩個途徑，一是在低氧含量環境下，經由細菌分解有機物，二是熱分解有機物，而後在高壓低溫下與水形成甲烷水合物。天然存在之甲烷水合物主要經由第一個途徑。在水中的沉積物，上層數公分的有機物受到好氧菌的攻擊作用與氧氣作用，產生CO_2；如果後續的有機物沉積速度夠快，將使缺氧的水被留滯於沉積層的空隙中，而未被好氧菌作用掉之有機物，此時與厭氧菌起作用產生甲烷。該甲烷所產生的反應，事實上相當複雜，牽涉到不只一種菌種，也需要一定的環境因素配合，如酸鹼條件、還原態環境等在溫度與壓力適

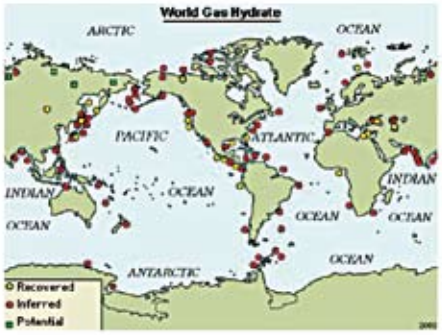
當的條件下，產出的甲烷與水會形成甲烷水合物。由於地熱的關係，在固體的甲烷水合物下方，氣態甲烷也可能存在。

蘊藏地區

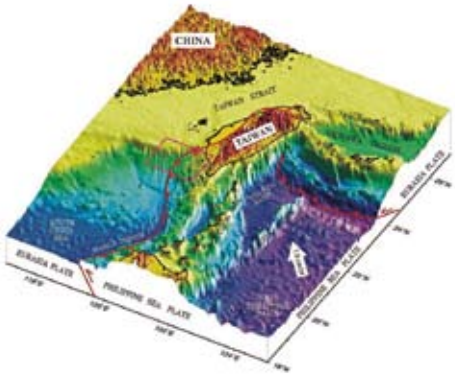
氣體水合物可以在低溫或高壓下穩定存在，因此只要有水與甲烷，以及適當的溫度壓力下就有可能存在甲烷水合物，目前已知的甲烷水合物蘊藏豐富的地點主要在海底陸層，與極地地區永凍層之下，圖二左邊為海面下甲烷水合物可能存在地區示意圖，右邊為極地永凍層甲烷水合物可能存在地點之示意圖。由圖中可知如果溫度低於攝氏0度左右，只要有足夠的甲烷，甲烷水合物是可以在200多公尺的水深處形成，因此甲烷水合物可能存在於水底沉積層的上端，也可能存在於沉積的內部，端視甲烷的量、溫度、壓力而定。一般而言，甲烷水合物穩定層的厚度，隨著水深可增加，永凍層由於溫度較低，且甲烷量足夠，因此氣體水合物穩定層出現在深度較淺處，目前已探知或推斷可能存在甲烷水合物之海底區域大多靠近陸地沿岸，所謂大陸棚地區，深度從兩百多公尺以至更深都有。可能原因是沿岸地區的沉積物豐富，有利於甲烷形成。圖三為國外地質學家研究指出可能存在甲烷水合物的區域，均落在大陸沿岸海域，以及極地永凍區。據推估，蘊藏於沿岸海域的量應遠大於永凍層區域。



圖二 甲烷水合物可能存在區塊示意圖
(From National Energy Technology Laboratory web site)



圖三 可能存在甲烷水合物的區域
(From U.S. Geological Survey Web Site)



圖四 台灣西南沿海甲烷水合物可能的分佈區塊
(From Fire in the Ice, Winter,2009)

在過去十年間，許多處的甲烷水合物場域已被相當程度的研究探討，人們對甲烷水合物蘊藏區的瞭解也有了長足的進展。但相對於可能存在的浩瀚蘊藏區而言，仍極微小，因此急需更多的投入研究開發，方可確認未來開採作為能源來源的可能性。尤其，該項工作需多重領域的專業投入，包括地質學家、地質物理學家、化學家、水文學家、微生物學家、海洋地質學家、物理學家等，才易盡其功。此外如前述，進行甲烷水合物研究，需要特殊的採樣設備，在不同的環境下，對採樣可能需求不同；其次為遠端監測設備、因應極地氣溫等都是甲烷水合物採樣開發所需面臨的挑戰。

日本近年積極投入甲烷水合物的開發，為求加速呈現成效，引進美國的專家與經驗，並與加拿大合作，在位於加拿大的永凍層Mackenzie Delta區內的Mallik位址，分別於2002年跟2008年成功的利用升溫法與減壓法，將地底甲烷水合物的甲烷引到地面。長期而言，日本的目標是開挖其近海的甲烷水合物，目前永凍層的開發研究，一來是對鑽探技術的開發，二來也是對經濟效益的初步評估。從2000年至今日，日本在其太平洋海域已完成超過36個鑽探井的開挖，並且樂觀估計，只要原油一桶價格超過54美元，就可能有開採價值。

印度的研究人員，近年也在其近海Krishna-GodavariBadin發現一處甲烷水合物的蘊藏區，其厚度推估達132m。另該研究團隊在Anolaman島嶼，600m深海床的灰燼沉積物下，發現甲烷水合物，灰燼來自海底火山爆發的岩漿，發現此類型地層蘊藏含甲烷水合物也是第一次。

美國的探勘研究工作起步較早，目前USGS推估，全美海域約有$317x10^{15}$立方呎的甲烷水合物儲量，相對的，美國目前已知的天然氣儲量僅$187x10^{12}$立方呎。美國已進行探勘的工作，以墨西哥灣、東南沿海為主，在南卡羅萊納州外海，目前已發現極豐富的甲烷水合物蘊藏。

台灣最早應用模擬底層反射法(bottom simulating reflectors, BSR)於甲烷水合物探測研究是在1990年代初期，當時在偵測一區由subduction 與拱型地層(arc-continent)擠壓而成的地殼時，收集到許多的BSR範圍數據。這些數據在1998年進一步分析顯示，BSR訊號分佈範圍甚廣，位於台灣西南沿海一帶。2008年進一步對該區域進行BSR偵測，發現甲烷水合物可能的分佈面積廣達20,000km²水深約700m ~ 3,500m。

自2004年開始，台灣的中央地質調查所開始第一個四年計畫，有系統而深入對該地區進行研究。該地區之地理位置如圖四之紅色方形區。研究的目的除希望能標定出該區甲烷水合物之分佈情況外，也能瞭解該地區之地質特徵、地質物理與化學特徵，並建立該區的探勘資料庫。四年的研究發現，在該區的氣體水合物層之下尚存在氣體層；同時地質化學分析結果，亦顯示存在極高度的甲烷濃度。依據所攝得照片，有氣體從沉積海床冒出，從存在廣泛的微生物與碳酸鹽，推論該區氣體自海床排出已有段時間。

第一期四年令人振奮的成果，中央地調所遂規劃執行第二個四年計畫，並進一步擬訂鑽井計畫，希望能進一步瞭解該蘊藏區的地質結構，與發展氣體水合物的石油模式可行性，進一步預估該區的甲烷水合物與甲烷氣的蘊藏量，並希望透過更多的不同研究方法，對開挖生產相應所需的技術，有更清楚的認知。

開採方式

目前人類已嚐試的開採甲烷水合物的方法，扼要的就有二種，一種是加熱法，一種是減壓法。加熱法是將熱水或蒸氣，沿著井壁導入，加熱底部的甲烷水合物，以便放出甲烷。減壓法一般是降低水合物上端鑽井的壓力，促使甲烷水合物分解，釋出甲烷。

近日德國科學家提出不同的開採構想，並獲得初步的成功。作法非常理想，他們應用了採油時EOR(Enhanced Oil Recovery)的概念，打入二氧化碳，促使甲烷水合物放出甲烷，同時形成二氧化碳的水合物。此做法，一來維持海底陸層的結構穩定，同時達到CO_2封存的目的，一舉兩得。非常吸引人，目前有石油公司投入支援此研究。

潛在不確定性

甲烷氣體的溫室效應約略是二氧化碳的25倍，其在過去的冰河時期或遠古世紀地球暖化，所扮演的角色為何?科學家至今有不同的看法，但一般咸信甲烷雖未必是引發地球氣溫上升的主因，但卻是促進加速氣溫上昇的重要因素。至於甲烷的來源，一般認為氣溫上昇，造成溼地增加應是主因，至於如前述在台灣西南海域觀察到的氣體冒出現象，應不是甲烷的主要來源。不過由於海床沉積層冒氣現象，在許多進行中的氣體水合物研究的地點均觀察到，有些地區甚且相當激烈，因此有科學家咸信，海底層與永凍層氣體水合物受氣溫上昇影響，溶解釋出氣體(主要為甲烷氣)，必然對過去多次週期性的地球暖化，有推波助瀾的效果。並認為甲烷氣體釋出，與微生物經由氧化等多步驟的反應，形成CO_2，排放至大氣層，促進暖化的加速進行。因此甲烷水合物氣體的開發探採，其技術的明確可行性變得非常重要，如果不順造成大量的甲烷氣體自海底層失控排出，可能會助長目前的溫室效應現象。

其次依據海洋地質學家的研究，發現地球歷史上過去發生過較大規模的海底岩層崩塌現象，可能跟大量的氣體化合物分解，或氣體蘊藏層氣體大量的排出有關。因此，對海底甲烷水合物的探採更需加小心，是否需具有某些地質特徵的蘊藏區，方適合開採，否則依據歷史痕跡，有的海底陸層變動，最終造成大的海嘯，會影響到陸地的安全。

既然甲烷水合物的探採存在潛在的危險性，如果人們在執行上有所疏失或認知不足，那是否應該放棄此項龐大資源，不去應用，捨棄其做為人類過渡到大量使用再生能源的一個手段呢?從另一個角度來思考，面臨現在全球暖化的現象，人類是否更應積極了解海底的甲烷水合物，對不斷洩漏排出的甲烷研究對策；同時避免因為甲烷排出造成一次海底陸層變動所發生的海嘯災害，似乎兩種角度的思考都有其論點。依據美國氣候變遷科學項目，去年底發表的研究報告，認為當前的氣溫上昇，並不會造成海底甲烷水合物的大量分解，釋出甲烷，因為海面溫度的上昇，至少要經過百年才會影響到海底的溫度，他們在經過不同模式的模擬，均顯示短期內人類不用去擔心這項因素。如果他們的結論是正確的，表示人們如果不考慮運用甲烷水合物這項能源，就不需擔心突然大量甲烷所可能帶來之危害。

結語

從此次能源全國會議標舉的三贏原則：能源安全、經濟發展、環境保護三個方面而言，甲烷水合物如能探採成功，對我們國家前兩項的貢獻，應是無庸置疑。至於環境保護方面，畢竟甲烷仍是化石能源，需要有CO_2捕捉封存才能避免溫室效應。但是燃氣還是比燃煤、燃油乾淨，在化石能源裡，還是較佳的選擇。

至於探採存在對環境衝擊的風險，海域存在不同的地質結構，相信尋得適合開採區域的機會應或許是有的，但這只有投入探勘之後才會知道，就像對石油天然氣的探勘一樣，中共依據在南海目前對甲烷水合氣探勘的進展，希望十年後能開採，雖然許多專家評估，這樣的想法過於樂觀，但相信對於新能源的開發與核電廠的建置時程，甲烷天然氣的探採所需時程並不長，還可能較短，這是甲烷水合物可扮演過渡到新能源時代期間，能源提供者角色的一項潛在優勢。

基於自主能源、經濟安全、環境保護，以及目前我國學研單位在我國海域所獲致的研究成果，更積極、更多的投注到甲烷水合物的研究，應可以進一步慎重考慮。

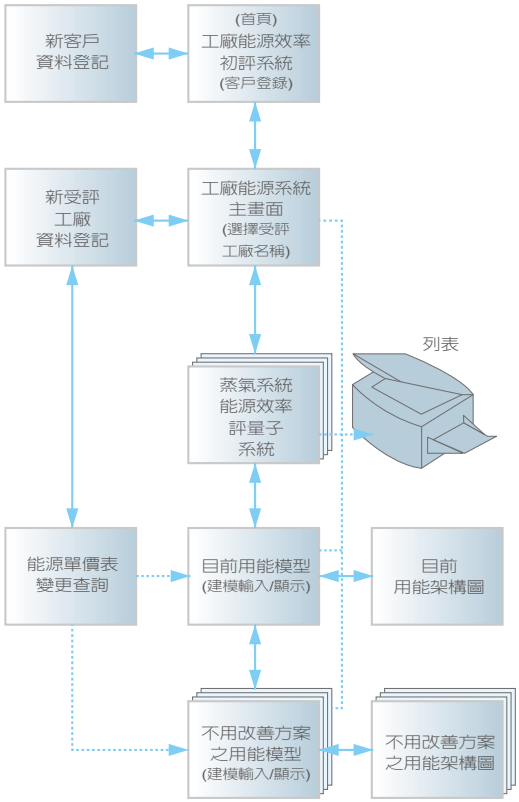
中技社九十七年度－研發成果概述

企劃室 鄭清宗主任

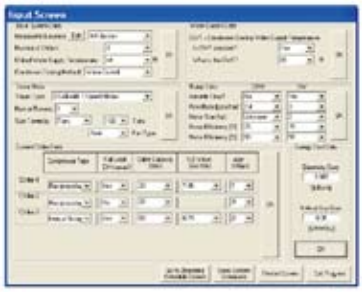
中技社之研發業務於民國70年至86年期間主要是由觸媒研究中心負責，自88年起則開始與國內學術研究單位合作進行化工及材料科學相關之研究，均有良好的成果，並獲得國內外多項技術專利。近年來為因應本社轉型為智庫，及研發成果能迅速推廣至業界使用，因此開始著重於環境與能源政策及工程科技方面之研發計畫，並將合作研發對象擴及知名之工程公司。以下是97年度研發計畫及其初步成果之概述。

系統化能源效率評估工具及能源效率初評軟體之建置

我國能源價格偏低，造成能源之誤用或效率不彰，具有很大之能源效率提升空間。因此本社與綠基會及新鼎公司合作進行「系統化能源效率評估工具」及「能源效率初評軟體」之建置計畫。在系統化能源效率評估工具方面，主要為建立一套公用設施能源效率檢測評估作業程序及標準程序化表單，以計算系統設備效率，做為提供改善設備能源使用效率之佐證。本計畫共完成了電力、照明、蒸氣鍋爐、冷凍空調、及壓縮空氣等五系統的11項檢測標準作業程序及表單。而在能源效率初評軟體方面，已完成蒸氣、空調制冷、製程加、壓縮空氣、及泵浦等五系統之能源效率評量子系統之工具軟體。使用者可依據工廠現有之用能系統與設備現況輸入適當值後，建立系統目前之用能模型，據以計算其能源需求與費用，進而計算其CO_2、SO_2、NO_x之排放量。然後再依據擬改善之設備與系統效率輸入調整值後，計算其改善後之能源需求與費用及廢氣排放量。此工具軟體可供使用者單機操作，亦可於網路上操作。圖一為系統作業流程示意圖，圖二為用能模型輸入顯示之示意畫面。



圖一 系統作業流程圖



圖二 用能模型輸入畫面

中國循環經濟促進法資訊平台之建置

中國自2005年12月起由全國人大常委會決議制訂「循環經濟法」，於2008年8月經人大常委會正式通過「中華人民共和國循環經濟促進法」。該法內容以「減量化、再利用、資源化」為主軸，內容包括總則、基本管理制度、減量化、再利用和資源化、激勵措施、法律責任、附則等。有鑑於大陸之台商為數眾多，未來將受此政策性法規之影響，因此本社於該法尚在立法階段，即與中華經濟研究院合作進行「中國循環經濟促進法資訊平台之建置」計畫，主要目標在於研析該法中節能減排措施在各階層所造成的影響，主要進行釐清的面向包含：循環經濟法的主要發展措施、期程規劃、重點發展區域分佈、主要負責組織與單位、資源分配等，期透過本計畫的研究資料，以供台商及國內相關團體參考。

土壤冰凍技術最佳化研究

土壤冰凍技術除了傳統土木工程技術外，尚需結合鑽孔、地下水文、配管工程、冷凍工程、土壤熱力、監測技術、及冰凍土壤行為等，為一整合型之工程科技。本社自94年起進行土壤冰凍技術最佳化研究，已先後完成冰凍溫度場變化分析及對策、凍脹及融沉、冰凍工法潛盾出發及到達之應用、冷凍站節能優化設計、智能化監控系統軟體開發、及凍脹及抑制對策等之研究等。有鑑於地下水流速影響凍結時間及凍土之完整性，先進國家相繼投入研究，但其是否適合國內之地質環境，有待研究。而地盤凍結方式目前國內主要採用鹵水(氯化鈣溶液)密閉式循環系統，而開放式循環系統(如液態氮)國內僅87年時中研院物理所及台科大有進行液態氮工法技術之開發，惟尚未進入實用化階段。因此97年繼續進行地下水流對凍土影響、及液態氮系統應用之研究。液態氮冷凍工法，係將液態氮直接經由輸送管或由連接液態氮儲存槽直接灌入埋設於地盤內之冷凍管，藉由液態氮的汽化熱吸走地盤中部分熱量，- 196℃的氮氣在排出過程中又會吸收地盤部分熱量，以此方式急速將地盤加以凍結。

過去在國內之土壤冰凍技術主要仰賴國外之技術，民國97年萬鼎公司已經應用本項研發之鹵水封閉冷凍技術，成功地完成台北捷運新莊線道岔段2處潛盾隧道發進與4處到達之破鏡防護作業，克服大深度及高地下水壓下之施工挑戰與風險，提升國內廠商自主之技術能力。

炸震夯實工法技術研究

台灣可供利用之土地資源相當有限，近來大型之工業開發計畫，已朝向在西部海岸以填海造陸之方式取得工業用地，台塑六輕計畫即為典型案例。填海造陸多採水力填築方式，土層之堆積疏鬆且含水量高，土層既軟又弱，做為構造物之基礎常有承載力不足或發生超額沉陷之情形，而在地震力作用下，更有發生土壤液化造成重大災害之虞。傳統的動力夯實及振動揚實法在地盤改良效力、工期、或成本上有不利之處，故本研究以炸震夯實法(blasting densification method, BDM)作為地盤改良工法之新選擇。炸震夯實法係藉由鑽孔並置炸藥於所欲夯實之土層深度，接著引爆炸藥，造成大範圍土壤之液化，而使土壤顆粒重新堆積，進而達成夯實之目的。本研究將進行炸震夯實工法於新生地地盤改良之設計上，配置方式、爆破、防護、改良效力、均勻性、炸藥申請手續、儲存、及施工程序與注意事項等，做一整體及綜合性之探討，並由實地試驗結果來驗證相關之設計參數。

視覺化4D營建管理程式

自94年開始本社即與台大土木系及中鼎合作進行「視覺化4D營建管理程式」之研發，主要目的為將複雜之營建管理課題，藉助電腦動態模擬之功能，將抽象之概念變成具體可檢視之圖像，其將三維建物模型與建造計畫時程作連結，透過提供友善的視窗管理介面，可以輕易地建構專案管理計畫，提升營建管理效率及工程利潤。目前已先後完成Construction Director視覺化4D營建管理程式、實獲值(earned value)管理程式、Erection Director吊裝模擬系統等之開發，並進行現地測試性導入，顯示其能發揮預期之效果。因此，本年度繼續進行將Construction Director做實際的工程案例導入，並在使用與操作過程中，逐步將此程式的缺點做修正與改進。主要計畫內容包括：吊裝模擬系統功能性擴充，及經由訪談及實地的觀察，提供導入建議流程的修正。圖三所示為雙吊車協同作業模擬。

圖三 雙吊車協同作業模擬

RFID應用於建造工地管理技術

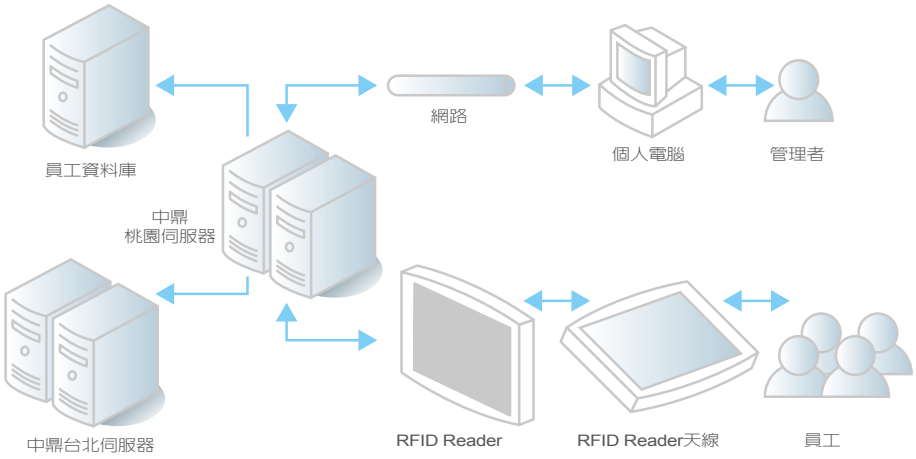
無線射頻識別(radio frequency identification, RFID)是一種透過無線通訊技術遙讀標籤(tag)中之晶片，以作電子資料處理之技術，近年來其技術與應用發展迅速。本社自96年起與中鼎及大同大學合作研發RFID應用於建造工地管理技術，已在一大型工地完成了「RFID配置環境基礎架構」及「RFID建造工地管理平台」之雛型。本年度進行之研究內容包括：1.標籤功能設計最佳

化以提高讀取識別率2.標籤與晶片委外小量生產以供工地作業人員進出管控實測用3.探討RFID chip中EPC global code應用於工地人員進出管控的可行性4.導入「中介層(middle ware)」架構於系統開發5.進行讀取器(reader)使用情境最佳化設計等。圖四為RFID Tag鑲置於工地安全帽之情形，圖五為RFID之後端管理系統圖。

圖四 RFID Tag鑲置於工地安全帽

飛灰固化/穩定化處理小規模試驗計畫

國內垃圾焚化廠產生之焚化飛灰屬於有害廢棄物，目前以採用水泥固化法與螯合劑穩定化混合使用最為普遍，但由於螯合劑多為專利商品，價格較高。本社於95年起與綠基會合作研發出磷系穩定劑配方，經實驗室測試結果，其效能與目前業界所使用之螯合劑相當。為使該藥劑之穩定度再進一步獲得確認，故於97年進行模擬焚化廠的攪拌混合機作業，設置一套飛灰固化/穩定化處理小規模試驗設施，針對磷系穩定劑配方及固化操作關鍵因子進行pilot test，提供放大測試相關數據，以探討該磷系藥劑商業化之可行性。試驗使用之主要藥劑為磷酸與輔助藥劑硫酸鋁或硫酸亞鐵的複配型磷系液體穩定劑及由磷酸一銨或磷酸二銨溶解配製的單配方型磷系液體穩定劑，經試驗結果顯示二者對飛灰中Pb具極佳的穩定效果。使用磷系穩定劑處理之飛灰較之使用硫系藥劑者，其在環境中之穩定性較佳，可降低未來潛在之環境風險。



圖五 RFID後端管理系統圖

先進操作系統運用之研發

良好之焚化廠操作效能，除了要有良好的硬體設備外，更有賴於適當的操作參數控制。焚化廠操作受到進料垃圾性質之變化，使其動量傳遞、熱質傳、及熱力學等相當複雜，很難用數學模式加以模擬，因此一般在操作控制上，通常必須透過一些重要的觀測數據來評估其操作效能。這些關鍵績效指標(key performance indices, KPIs)包括：爐控穩定度、LHV穩定性指標、鍋爐汽水平指標、尿素加藥經濟指標、消石灰加藥經濟指標、ACC操作經濟性指標、及汽機發電效能指標等。傳統以這些指標“離散(discrete)”數據來評估，並不容易真實反應焚化廠之操作效能。因此本研究利用「模糊集合(fuzzy sets)」的理論，將垃圾焚化爐現場操作資料藉由相關的隸屬度函數(membership function)來直接呈現操作人員的經驗判斷。模糊集合可以把不易用數字表達的工程師操作經驗(experts experience)用口語化(linguistic)的方式來加以量化傳達。藉由隸屬度函數取代明確集合中的特徵函數，將原本非0即1的特徵函數值擴展為範圍介於0和1之間的數值，來代表該數值屬於一個模糊集合的程度。

套裝化薄膜生物反應器在工業廢水處理系統的應用

由於水資源的日趨匱乏，促使廢水的回收再利用已成為現代的趨勢。傳統的作法是先將工業廢水以生物處理方式去除有機物之後，再以薄膜過濾方式去除水中之鹽類，以達成回收再利用水之水質要求。薄膜生物反應器(membrane bioreactor, MBR)系統結合了傳統薄膜過濾單元及生物處理單元，將薄膜置於活性污泥槽中進行固液分離之操作，可免除沉澱池與污泥濃縮池之設置，節省土地面積及操作成本，是一種創新之處理程序。

本研究計畫係結合學術界、工程公司、薄膜製造商之專長，建立各特質廢水處理系統的設計資料庫，藉以開發出具有學理基礎、符合節能減碳、及簡化操作維護需求之最佳可行處理技術及MBR套裝設備等產品，並將其應用於實際工程建設中。已完成建立2組移動式MBR設施，預定在98年2月及4月分別在製革、化學原料製造、石化、及染整四種產業進行模廠測試。圖六及圖七為試驗模組及平板膜之照片。

圖六 MBR試驗模組

圖七 BMR平板膜

自晶片競逐的 壓力彈跳 傲世火花

郭峻因教授於民國79年就讀國立交通大學電子工程所時，榮獲中技社獎學金。受恩師任建葳感召，取得博士學位後，決心以教學為終身職志，其間雖略有小插曲，終能達成心願。97年10月擔任晶片系統研究中心主任期間，凝聚研發團隊的技術專長與合作默契，榮獲經濟部「大學產業經濟貢獻獎－產業貢獻團體獎」殊榮。

國立中正大學晶片系統研究中心
第二任主任　郭峻因教授

高雄中學畢業後，以自己的成績應該可以考上台大電機系或者資工系，基於擔心迷失於台北大都會的繁華，最後選擇環境比較單純的第三志願－交大電子工程系就讀。在交大一路由大學部唸到博士班，雖然每學期都領獎學金，但為了體驗學業之外的真實生活面，從大二就開始打工。

大學工讀是在學校餐廳洗盤子，三個人一組，一天洗午、晚兩餐，碗盤不但超油膩且數量驚人，雖然雙手都被泡爛，還是堅持做了好幾個學期。因為合作的三個人，一直思考用怎麼樣的流程，才能把碗盤洗得又快又好；這種磨練對後來投入產品製程設計之概念與應用，的確有所助益。上研究所之後，改接園區子女的家教並且開始做研究計畫，期間也曾到科學園區廠商，進行286等電腦的主機板IC測試實習。

拿到博士學位，感受到指導教授任建葳老師(中技社獎學金56年度得主，亦曾於中技社通訊58期接受專訪)的教學熱忱與學者風範，決心以任老師為學習榜樣，以教學為職志。所以，畢業沒有到業界而選擇工研院電通所，研究DVD解碼晶片架構設計。待了一年，終於等到機會，前往苗栗聯合技術學院教書(國立聯合大學前身)，不知不覺又過了七年多。

中正大學王進賢教授不但是自己交大電子所的學長，也是工研院的前輩，擔任聯合電子工程系系主任期間，剛好王教授是大學評鑑委員，彼此因而有接觸。有一次參加日內瓦的研討會不期而遇，就順口探詢前往中正任教的可能性。自己也沒太在意，未料王教授卻放在心上。事隔一年，接獲來電，徵詢是否有意願加入中正大學團隊。其實當時還蠻猶豫，因為剛好在升正教授的節骨眼上，最實際的收入也必須減少近半，再加上家庭、工作、生活都面臨全新的轉變。

在聯合教書之餘，擔任汶水法雲寺老師三年，教導法雲寺師父學習英文，每次上課，多雙專注的眼神，一直是自己樂於付出

的主因。相信命運的安排，遭此人生重大抉擇的時刻，很自然就前往和自己有淵源的法雲寺聆聽菩薩的指示。分別就「前往對岸當廠長」、「繼續留在聯合升教授」、「轉往中正大學任教」的動向抽籤請示，結果電動娃娃拿出來的結果分別是「下下籤」、「中中籤」、「上上籤」，自己很直覺的相信上上籤。之前也曾探訪中正大學，走過130公頃的校園，大開眼界，再加上王教授及陳添福教授的極力勸說，深深感受到研究團隊的堅實以及優質的研究環境與氛圍。抽完籤，當下心中更加踏實與篤定，民國90年8月正式加入中正大學。

民國92年，中正大學晶片系統研究中心，由王進賢主任籌組成立並於隔年交棒。自己接任以來即著手進行建立多媒體IP設計團隊，並且藉由學界科專計畫之執行，進行技術推廣，參與計畫的老師們不但非常注意計畫的執行進度，同時親自帶著學生，一個環節接著一個環節，認真務實的去做。中正大學晶片系統研究中心目前有12位老師，電機、資工各占一半，6位行政助理，並各有一位全職的工程師；培育博士生30餘人、碩士生120餘人。成立五年多以來，技術移轉案達20餘件，產學合作案達30餘件，並成功爭取多項經濟部學界科專及國科會NSoC整合型研究計畫。

97年獲得經濟部「大學產業經濟貢獻獎－產業貢獻團體獎」，全台僅二校獲此殊榮，中正即其中之一。主要獲獎關鍵在於掌握核心技術、發揮各自專長、密切合作互補的團隊默契；大家不但工作在一起，彼此的生活和家人互動更是濃郁。坦白說，這個團隊真的是超級努力，雖然沒有明星學校的光環，但憑著產出的績效，打響名號。

政府在SoC的軟體部份投入相當多的資金，所以學研界要用心務實的去紮根，解決設計上的各種問題，尤其是SoC數位類比整合最艱鉅，值得好好投入學習。中正大學秉持紮實與務實的態度投入研究，連續四年於IC設計界的奧林匹克ISSCC(國際固態電子電路會議)發表論文的篇數，在國內僅次於台大、交大。由於突出的表現，中正大學晶片系統研究中心於96年獲得中正大學績優研究中心評鑑A級第一名。未來即將執行的第二期學界科專計畫，則規劃朝生醫晶片的領域發展，以個人健康照護為主要產品應用，進行相關產品的省電技術研發。

在競爭激烈的IC設計產業，唯有研發出符合產業界需求的技術，實際運用在產品之中，才能建立口碑而獲得青睞。中正大學是一所新興的綜合大學，位於資源較匱乏的中南部地區，完全靠努力的成果證明實力。如果計畫研究成果以密封式的方式評審，中正大學團隊獲獎機率就很高；反之，基於主觀潛意識，獲獎機率就很低。由於長期耕耘於全省相關廠商的技術諮詢服務，也因為超努力、超投入兼具學術與產業價值的技術成果，獲得廠商的認同與信賴，進而以廠商會員服務的方式，籌湊基金設立優秀學生獎學金。

現在的年輕人不同於以往；面對未來的國際競爭力，要更認真、要更努力、要有國際觀，將自己的目標設定在國際研究水準上，才能激發出潛藏於每個人內的巨大潛能，才足以在競爭日益激烈的世界科技研發領域上站穩腳步，持續前進。就像當年在交大，老師給予的鼓勵：「人的潛力就像皮球、壓力愈大，跳得愈高」，就讓大家齊心跳向那個心中的夢想吧!

採訪整理/鄭清宗主任．張兆平組長

勇於呼應 內心的召喚

荒野保護協會榮譽理事長　李偉文醫師

李偉文除了牙醫的專業身份，還兼具荒野保護協會榮譽理事長、行政院國家永續發展委員會委員、台北縣研考會委員，以及國科會、教育部環保能源相關計畫評鑑委員；綜括專業技術、規劃管理、資源整合等多方涉獵，堪稱當今最熱門的π型人。在其新書《傾聽自己的鼓聲》（遠流出版）發表之際，專程前往外傳既像租書店又像社區圖書館的「湯城牙醫診所」，探訪這位另類的醫師。

1995年，以重新路五段的「湯城牙醫診所」為會址，籌備成立荒野保護協會；徐仁修先生是創會理事長，李醫師擔任秘書長。秘書長一任三年，因為只能接兩任，六年之後改接理事長，也是一任三年，連兩任；前前後後和荒野共舞了十二年。「荒野」從無到有，發展到今天，以30%政府與私人贊助，70%自行籌募的方式圓滿運作，除了欣慰，也是促成李醫師於一年半前安心放手的主因。

離開卻也沒閒著；在荒野接觸的大部份是小學生及家長、還有大學研究生，獨缺青少年和嬰兒潮世代族群。剛好這幾年，舉世湧現「LOHAS／樂活」－追求健康與永續的生活形態，因為和環保、能源、生態，有著密切的延伸關連，再加上青少年追求時尚、中老年嚮往健康，李醫師很自然地走入樂活領域，分別在《LOHAS》、《有機誌》、《康健》等雜誌，分享心得與經驗。如果說「荒野」投注的是生態保育，「樂活」則是推廣健康幸福與環境永續的生活方式。

李醫師的文章很感性，講起電話有點冷血，當面交談卻是充滿生命力。茹環保素十年，李醫師認為有機、簡單的生活應該是依據個人的人生觀、價值觀，由體內自發，才會持續長久；如果只是順應潮流，盲從外加，終將失去動力。經歷荒野的籌組，他發現理念的推動，絕對不能僅靠一個人的力量，必須透過一個有組織、有理念的團體，類似NPO（非營利組織），集合大家的力量，才足以發揮效果。

荒野成立前6年，聚焦內部專業與組織的訓練，後6年則著重體制的運作與組織的發展。這一段實務經驗的累積，讓李醫師深刻感受，唯有不同領域的優良社團才能造就台灣的美好，因而在擔任荒野第二任理事長期間，參與青輔會行動計畫及外交部NPO委員會諮詢委員、協助NPO相關教育訓練並分享組織發展及營運方式。

NPO雖然可以凝結大家，為共同的理想努力以赴，但受時空的限制，並非所有的人可以親身參與，然而通過資訊媒介的傳播，足以跨越時空的疆界，引燃潛伏內心追逐理想的火炬。李醫師愛書成痴，每天花數小時閱讀，藏書之多只能以書滿為患來形容。閱讀是通往「智慧」最便宜的學習，寫作或書冊的分享則是「慈悲」的另一種實習；而「智慧」與「慈悲」又是他一生最希望擁有的兩樣禮物，能夠同時在每天的生活當中履行，真的感到既幸福又快樂！

新作《傾聽自己的鼓聲》是李醫師是累積多年來在工作上、生活上，及社會公益參與的心得與感想。最引人之處是看到許多人因為勇於呼應自己內心的聲音，選擇屬於自己的道路而活得更自在，更充滿對生命的熱情光芒。「如果一個人沒有和他的同伴保持同樣的步調，那可能是因為他聽到了不同的鼓聲！」梭羅的這句話讓李醫師產生信心，也在其奉行多年，回首無悔的感觸下，動念撰寫這本書。

誠如書中所言：如果你的內心不斷聽到一種召喚，而我們確信這種召喚對別人、對世界都有好處，其實不要在意自己有沒有能力、有沒有錢、有沒有知名度，只要勇敢跨出第一步，追尋內心的召喚，放手去做，其他需要的東西，上天必然會透過周遭的因緣賜予給你。

近年流行「半×半農」的生活；愈來愈多人相信，一定有一種生活可以不再被時間或金錢逼迫，回歸人類的本質，也一定有一種人生可以在做自己的同時貢獻社會。單純的肉體勞動，可以帶來精神上的單純，在專注的肢體運動與滴滴汗水下，人的心靈也一點一滴沉穩簡淨，因而聽見來自內在的韻律。

人到了一個年紀，或許不該去煩惱還有什麼工作機會，而是想想自己想做什麼，有什麼夢想沒完成，然後去做真正想做的事。要求別人很難，但改變自己，海闊天空。人生有夢才美，但執行夢想的行動力才是重點！夢想每個人都有，光說不練只能說是白日夢；朝夢想努力，才能築夢踏實。閱讀李偉文醫師的《傾聽自己的鼓聲》，或許你的感覺、你的聲音，會在敲擊的鼓聲中頓時迸放出來，放手迎向「樂活」新時代！

採訪整理/余俊英組長．張兆平組長

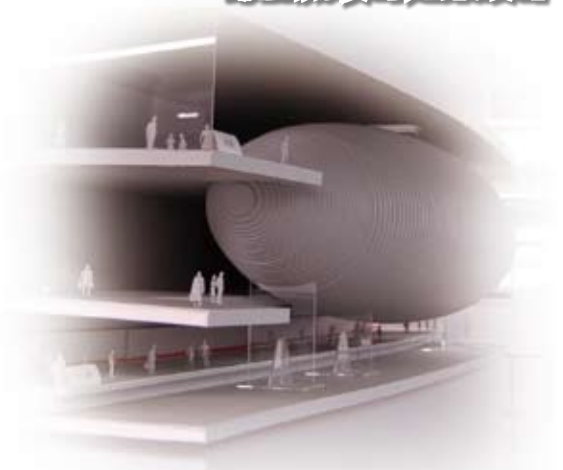
只聞得到書香的牙醫診所

會說故事的醫生像一顆免費的止痛藥

中技社通訊78期「綠世界」專欄受訪者－園藝治療師-黃盛璘，於5月12日～6月30日開辦培訓課程，詳請洽 http://shop.psygarden.com.tw/

浮潛的地宙船域

節能減碳的建築設計



建築原本不應該只是一堆鋼筋混凝土的組合物，而是一個人與人、人與物之間交流呼應的地方，最重要的是必須與自然共相生息。近年來，簡約當道，樸實的外觀包藏人文關懷的建築設計成為主流。安藤忠雄基於對自然與人類的尊重，將人的需求、動線、配合自然，設計成具性靈啓迪的有機建築空間，給我們啓發也給我們無限的省思，堪稱當今建築界的一代宗師。

在節省近郊與東京都內轉乘的資源損耗，打造循環性都市的理念之下，東京第13條地鐵「副都心線」於2008年中開通，從澀谷起站往北延展至琦玉縣和光市。這座涵蓋地下五層、地面三層的新澀谷車站，由安藤忠雄設計，同時把光線和空氣引進黑暗的地底，讓人遊走其間還能感受與自然的互動。站內囊括JR、地鐵各路線的月台、階梯、手扶梯等交織的錯綜複雜，就像RPG遊戲中的迷宮。

地下五層宛如一艘潛浮的地宙船，地面三層則如卵形錐體插入地面，由體內打通三層樓高的中庭，環繞式空間可以清楚看見每層往來的電車。從地面導入自然空氣進入地下「自然換氣」的設計結構，因此在地底層也可以感覺到徐徐的微風。由於電車的排熱氣體上升、地面的自然空氣降流，減少地鐵站大量機械排氣及空調設備的能源負擔，再加上採用特殊材質打造的輕量化清水模「卵殼」，利用內部的空洞計出「放射空調」，同時將天井壁管鋪設冷卻墊的方式達到降溫效果，可減少大量的CO_2排放。

由本鄉東京大學的赤門進入，向左走即可看見安藤忠雄設計的福武堂。經濟高度蓬勃發展的年代，人類追求奢華炫麗的建築；陷入經濟泡沫之後，人類反思建築的真正內涵；雖然不是大多數的人能夠接受安藤忠雄的建築風格，但處於環保簡約的艱困年代，其設計的確讓人如獲暮鼓晨鐘的平靜與踏實。

2008上半年，安藤忠雄先後完成兩大建築設計，除衆所關注的「新澀谷站」，另外就是被譽為其近年最佳傑作的「福武堂」。這座長95公尺、寬15公尺、容納200人使用的紀念廳兼研究室，考慮百年銀杏與樟樹的高度，一半的建築置於地下。沿路肩則構築一面與建物平行，長95公尺、寬20公分的清水模牆；藉由這道牆與建物之間，架築通往地下室的多層次連結梯；引進光與空氣的同時，也讓人在穿梭牆裡牆外之中，獲得「思考」的轉換。

文.攝影/張兆平

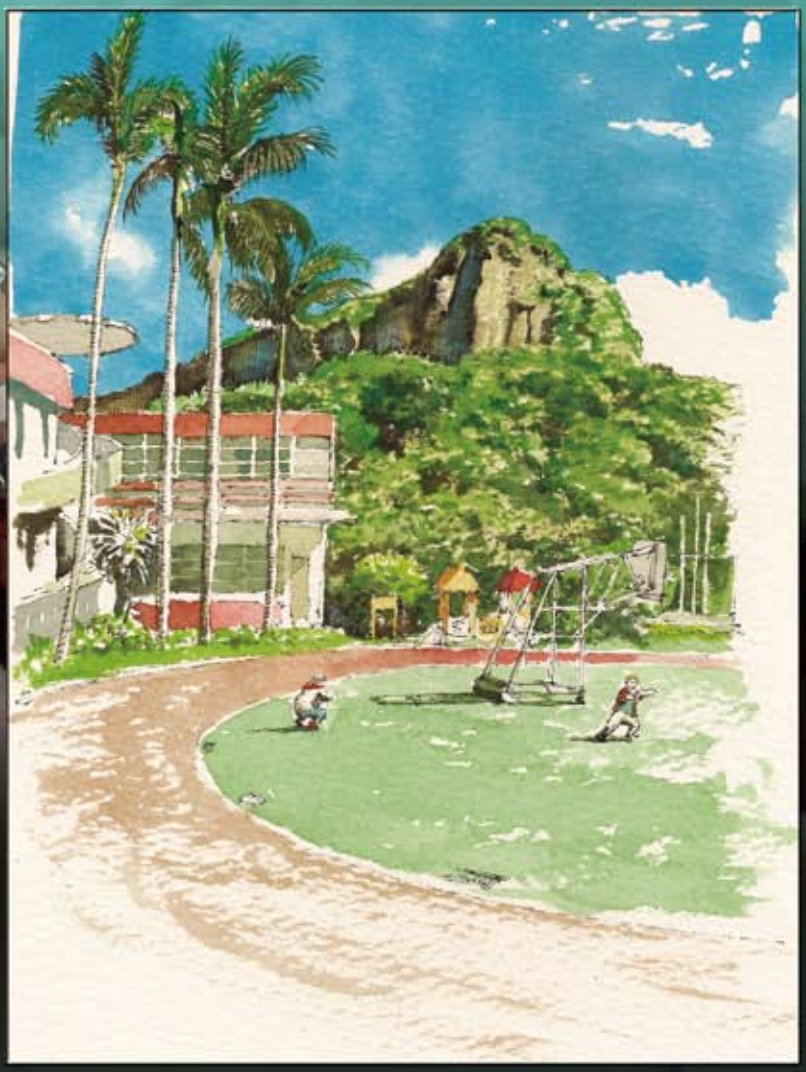
節能減碳三十六計一

善用公資源

在炎熱的夏天，
關掉家裡的冷氣，
穿上舒服的鞋。

走出家門，
向圖書館前進！

圖/文 楊麗玲



山中小學 兒時隨父親到這座徜徉在瑪陵溪及獅頭山的小學，大人都說這兒山好、水甜、風景美，30年過去，我依舊這麼認為。

19 X 28.5 cm 2009年 王傑 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