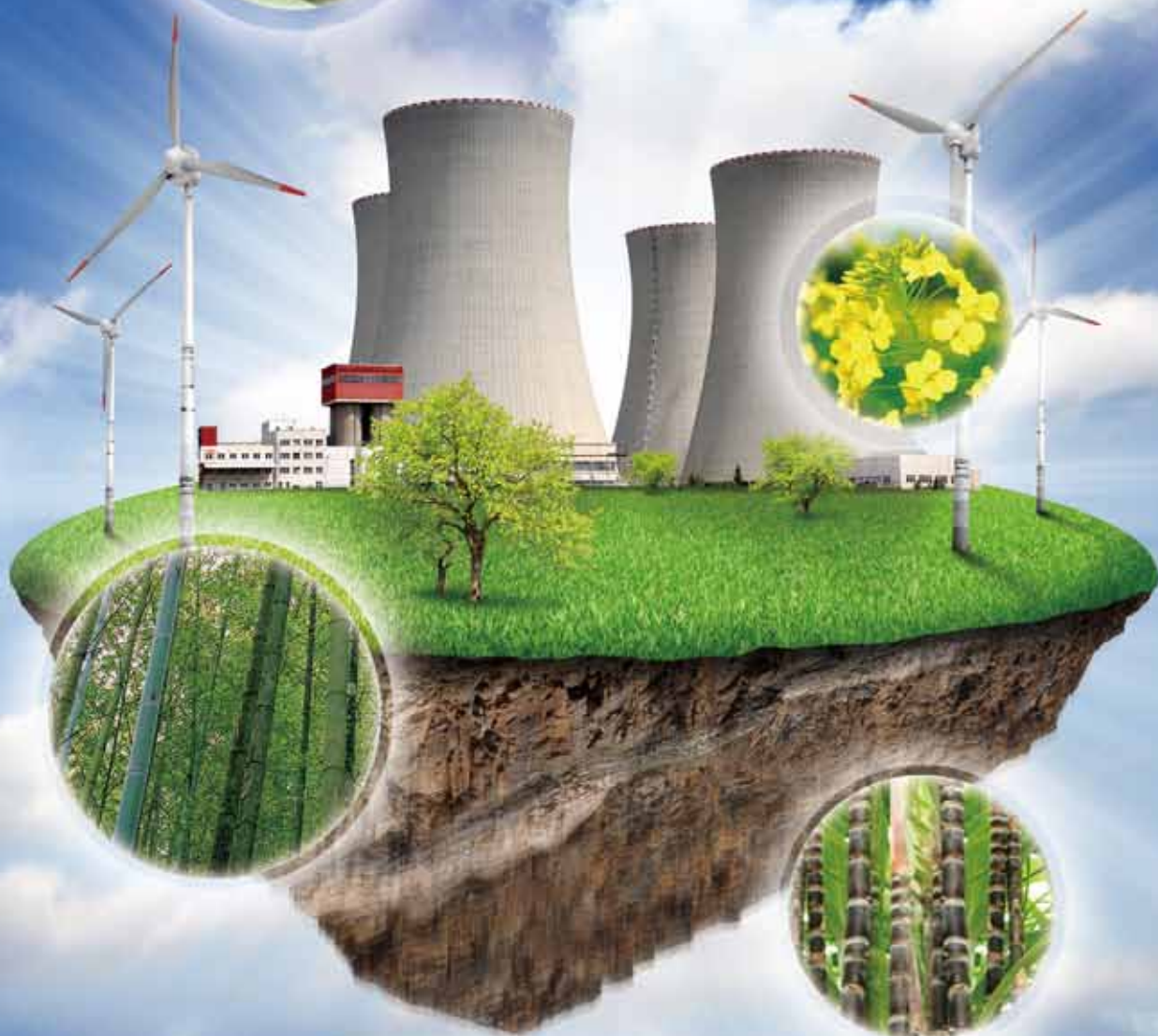


中技社 通訊

CTCI QUARTERLY 民國102年 夏季刊 106

台灣電力業發展的機會與挑戰(下)
台灣發展生質液態能源之發展與優劣勢
中技社102年度「科技獎學金」圖輯
生質丁醇產業的發展趨勢
中技社101年度研發計畫成果概述
飲水思源 感恩回饋
筆隨意走 激盪瞬間靈動



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 林志森
編輯委員 王新鈺 李齡 馬金玲
黃朝仁 鄒倫 鄭清宗
總編輯 張兆平
副總編輯 余俊英
執行編輯 許湘琴 陳潔儀 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 台灣電力業發展的機會與挑戰(下)
- 8 台灣發展生質液態能源之發展與優劣勢
- 11 中技社102年度「科技獎學金」甄選
- 12 生質丁醇產業的發展趨勢
- 16 中技社101年研發計畫成果概述

■ 思源集

- 22 飲水思源 感恩回饋
專訪臺北科技大學 電機工程系 賴炎生 教授

■ 藝文村

- 24 筆隨意走 激盪瞬間靈動
專訪提卡藝術中心 藝術總監 劉哲志



編輯手記

未來幾年是我國電力事業營運發展的關鍵時刻，而在電力事業營運轉型的過程中，勢必導致經濟發展、社會民生的雙向衝擊，如何將挑戰化為轉機，將是規劃我國電力事業永續營運發展的核心議題。本社舉辦「我國能源及電力業之挑戰及發展」座談會，與會專家學者提供許多寶貴建言，接續上期闡述「台電公司與 IPP 間之權利義務關係及備用電力之合理性」；本期繼以「台電公司在推動新能源之角色」、「電業經營之困境與突破」兩主題，提出實質可行的具體建議。

生質液態能源包括生質柴油、生質汽油、生質航油、生質燃料油等；台灣缺乏生物質料源，若要發展生質液態能源產業，可考慮海外布局，經營生質物產區，再將料源或油品輸回國內。藻類生質燃料通常被稱為第三代生質燃料，台灣地窄人稠、資源匱乏，藻油也是值得長期投入之標的。生質丁醇則是近年各國投入研發的生質液態能源，添加 100% 丁醇當作液態燃料並不需改造車輛，然尚無車輛製造商為此背書，且生質丁醇與生質酒精產業相互競爭、唯恐市場被瓜分，生質丁醇產業的未來，可能終將取決於政府的決策。

本社 101 年度研發計畫已陸續獲致成果，本期僅就「智慧型混合能源獨立供電 / 市電併聯系統技術研發」、「應用於冷凍空調設備之間接蒸發式冷卻模組之開發與節能效益研究」、「鋼筋混凝土管架結構快速施工法」、「風險專家 (Mr. Safety) 模組強化與新增模組研究及發展」、「Mr. Energy 50001 進階 (II) 新增模組研究及發展」等五項達成既定目標的研發計畫加以說明；期使節電、省能、創新工法、風險管控、能源管理等多項效益，能夠落實於業界之應用與推動。

人生無非就是在一場因緣聚會中，交織成士農工商或者產官學的境遇，無論是那一種的角色扮演，抱持呷人一口、報人一斗的心，投入興趣和熱忱，成果必然感恩與甜美。收藏首重創作的中心思想－「萬事造化中的心源」，畫面能讓人感動才會去收藏，所以一定要忠於自己的感覺。藝術創作固然是人生快樂之事，如果無法親身從事創作，投入藝術欣賞或收藏也有異曲同工的樂趣。





本社針對「台灣能源及電力業之挑戰與機會」議題，規劃 8 大主題，陸續舉辦 8 場封閉式座談會，並從歷次的座談會中挑選國人關注之四項主題：台電公司與 IPP 間之權利義務關係、備用電力之合理性、台電公司在推動新能源之角色、及電業經營之困境與突破等，彙整專家學者意見，提供各界參考。座談會由本社林執行長志森及台科大顧洋教授共同主持，專家學者及台電主管共 14 人參與，提供諸多寶貴建言，已於上期刊登部分內容，本期接續登載專家學者對「台電公司在推動新能源之角色」及「電業經營之困境與突破」二項主題之意見如下。

議題三：台電公司在推動新能源之角色 研擬綠色電價，再生能源進入自由經濟市場機制

台灣科技大學 張宏展副校長

我國 99% 的能源供給皆仰賴進口，台電身負推動電力建設及配合政府電力政策之要務，如何達成兼顧「能源安全」、「經濟發展」與「環境保護」的能源政策目標，成為台電近年來的能源規劃重點。針對台電公司在推動新能源發展方面，提供下列意見：

1. 導入淨煤減碳及高效率的火力發電系統技術：福島事件後核能的發展受限，導致再生能源的發展備受重視，目前太陽光電及風力發電之發電容量因素尚低，大量取代核能發電容量尚需一段時間。因此，提高火力發電比例，為各國因應減核的過渡方法之一。
2. 推動需求面管理機制：加速智慧電網之基礎建設，透過合理化需求面管理機制，促進需求端節電，並強化再生能源之普及化。未來可加強推動用戶群代表或微型電網的需求端管理，針對事前約定用戶之需求端，進行

遠端操控照明空調負載，以降低需求量。

3. 鼓勵有助於區域供需均衡之分散式電源設置：推行微型電網、PV-ESCO(太陽光電-能源服務公司)、能源管理系統。
4. 規劃綠色電價或再生能源附加費：綠色電價在先進國家行之多年，台電可研擬綠色電價之推動，使我國再生能源的發展從政府電力收購制度進化到自由經濟市場機制。
5. 建置大型離岸風場，引進技術與生根：台灣西部沿海及外島地區的風力資源相當豐富，可較大規模的佈建離岸型風力，引進技術，俾利永續發展需求。此外，兩岸搭橋已將離岸風力發電合作為主要共識，極利於台商爭取商機，相信離岸式風力發電將是我國未來節能減碳的重要發展方向。
6. 評估大型儲能系統之建置，推動小型住商儲能系統：建議可運用補助、獎勵之政策工具，或鼓勵民間投資設立大型快速反應儲能電廠，提高分散式再生電源之比例，降低電力系統備轉容量之需求。



明確訂定碳排放係數，以利研擬燃料及發電結構

清華大學化學工程學系 談駿嵩教授

預估 2030 年前，我國以燃煤、燃油、燃氣發電為主。目前國內發電技術大多仍採用傳統之次臨界粉煤發電，因此國內電力部門之 CO₂ 排放量居高不下，佔全國總排碳量近 50%。如要降低 CO₂ 排放，若仍採燃煤發電，應儘快興建及改建超臨界鍋爐並配搭 CO₂ 捕獲封存與再利用 (CCSU) 之發電廠。

由於頁岩氣的開發，國際化石燃料的結構近年來產生相當大的變動，台灣需及早就此進行規劃未來 10 年、15 年及更久用於發電之化石燃料結構。另在燃煤電廠，應考慮生質物料與煤炭之混燒，20% 的生質物料與煤炭混燒每年約可減少 2,000 萬噸的 CO₂ 排放量，帶動國內相關產業的發展。建議台電明確訂定未來不同時間之碳排放係數，亦即每度電排放之 CO₂，這些係數必須與先進國家相當。能有目標，才能研擬及訂定出日後之燃料及發電結構。台電未來除產生電力外，亦建議多加利用廢熱產生蒸汽及 / 或冷氣，大幅提升熱電效率。在發電成本方面，若化石燃料發電廠配搭 CCS 時，勢必增加發電成本，目前至少增加 35%，因此台電應及早研擬及掌握相關因應措施與技術，例如宣導、保留 CO₂ 捕獲場地、開發 CCSU 技術、配合再生能源產氫以與 CO₂ 製得能源化學品、法規與管理、以及其他正發展之發電技術如氣化複循環發電、燃料電池三複循環發電、富氧燃燒、化學迴圈程序等。

我國電價在全球是最低的國家之一，而我國能源幾乎完全依賴進口，有必要調整電價反映成本。雖然油電雙漲對任何產業皆會

產生影響，但能源價格的合理調漲可帶動產業結構之調整及升級。當然政府不能因油電費的調漲而使有採取節約能源及提升能源效率行動與投資的業者離開市場，因此需要建立配套方案，提供產業不同之優惠電價，以使真正節能減碳的業者受惠。

領先民間投入推動新能源，成為示範推廣

台灣電力公司再生能源處 陳一成處長

台電在推動新能源利用上扮演多重角色，包括新能源開發的領頭羊、新能源電力併網的貓頭鷹博士 (諮詢者)、更是新能源購電的金蟾蜍 (可靠付款者)。茲說明如下：

1. 因為國營體制，台電較易取得低廉資金，且較無投資須短期回收之壓力，加上工程人員經驗豐富及技術水準高，民間可能怯於投資的高風險計畫，台電都能完成，因此可領先民間投入成為示範推廣的前鋒。
2. 由於台電自主維修風力發電設備多年，已累積雄厚技術能量，可建立本土維修團隊，對外承攬維修業務，協助民間風電業者。
3. 台電綜合研究所之團隊擅長新興發電技術之引進，對於地熱與海洋能示範推廣將積極參與；再生能源處亦將針對引起民怨之課題如風機噪音、對家畜之影響等，進行防範與減輕對策研究，成為同業之良好表率。
4. 台電掌握輸配電網之資源，對於民間再生能源發電業者可提供電網併聯諮詢與系統衝擊分析之服務。
5. 台電辦理再生能源電能躉購的業務，保證依法收購，即使財務困難虧損累累，也絕不拖欠應付款，一定依契約期限支付給再生能源發電業者。
6. 台電應規劃自願性「綠色電價」制度，以滿足民衆使用綠色電力的期待，所增收電費將全額轉手挹注於再生能源發電業者。



台電在再生能源開發已累積輝煌的成績，包括興建現有水力 85% 的容量及風力約 50% 的容量，台電工程人員已累積豐富的技術與經驗；過去台電主動配合政府政策開發電力，不斤斤計較成本與報酬率；但目前台電財務困難，對於回收緩慢之再生能源開發逐漸感到力不從心，甚至遲疑不前，這對新能源開發會有什麼影響呢？我們試想缺少台電參與的新能源開發，會是什麼情景呢？

首先，業界一向關注再生能源電能躉購費率之合理性，一旦缺少台電所提供具公信力的成本數據，將任由民間業者恣意喊價；其次，對於離岸風力高技術門檻及資本密集的大型能源建設，不是中小企業所能辦理，如果台電缺席，則國內寶貴自產能源將淪為外國財團的囊中物。因此台電加入再生能源開發的行列，絕對具有正面的貢獻。只要鬆開不合理的行政束縛，企業化經營的台電會讓國人刮目相看，是國人可以倚賴的能源總管。

需將再生能源間歇性及不可調度的特性納入新能源開發之考量

台灣電力公司環保處 蔡顯修處長

以減碳的角度，台電公司對新能源發電應該是樂觀其成，以降低我國電力部門的碳排放，但環視政府對新能源發電之開發主要以擴大推廣再生能源之發電為主，以下為台電推動再生能源發電時應考慮因素：

再生能源間歇性及不可調度的特性，會造成對電力供應品質之影響。為補足前項間歇性發電造成供電品質之衝擊，勢必需有同等之火力機組作為備源，因此再生能源發電容量佔比越高，其所需之備源發電佔比亦需相對提高，而此備源發電長期處在中、低載

的情形下，將衝擊其發電效率，相對會增加其單位溫室氣體排放強度及發電成本，反而抵銷再生能源發電低排放強度的成效。

若以儲能系統來因應間歇性發電的問題，目前以抽蓄發電為較佳且技術最為成熟，但我國適合開發為抽蓄發電之場址有限，其可行性與能否通過環評、成本效益、以及再開發時程能否配合再生能源發電之開發時程，均是推動再生能源發電應整體考量之因素。躉購再生能源發電率所增加之成本，尚無法附加於售電價格上，此將加重台電公司之財務負擔，亦影響台電公司推動再生能源發電的誘因。

以回歸台電公司「企業體」經營之角色，對推動新能源工作應以成本效益為優先考量，由過去先鋒者退而成為「參與者」，亦即針對個案考量其成本，當其較其他發電計畫有較佳之成本效益時才會投資興建。

議題四：電業經營之困境與突破

電力市場應該儘早自由化，避免「球員兼裁判」之角色衝突

惠普科技公司 江惠櫻資深經理

馬政府連任後，油電雙漲議題加上經濟成長遲緩，人民對於政府的信任與政策方向不清表達出高度的不滿與不信任，日本福島 311 事件之後，更是對核電安全充滿恐懼。然而對台灣這樣一個高度依賴進口能源的小島，能源議題早已成為國家安全重要戰略中不可忽視之項目。

台電除了身為國家唯一電力供給來源之任務外，又需兼顧國家政策執行之重擔，無



法如一般民營企業對其業務具有完全之自主管理權，演變成今日錯綜複雜的局面，使得政策推廣更難以執行。除台電自身問題外，馬政府對人民的溝通不足，使得政策反覆改變，誤導民衆以為提高電費之目的是要彌補台電之虧損，此議題又被部分媒體與非專業名嘴以政治目的炒作，試圖藉此瓦解民衆對馬政府之信任，如此一來，想要提高電費，正確反映台電購電成本將遙遙無期。

在衆多調整電價問題中，民衆對於台電購電成本中以高額向 IPP 購電，並簽訂長達 25 年的合約，使得現在無法因應整體經濟環境進行合約內容調整，最是無法理解，加上經濟情況不好，因此除了民衆不願配合政策提高電價外，產業在長期使用低電價高品質的情況下，更是不願支持此政策。當各界反核聲浪不斷提高，台電要如何解決釋放綠電購買自主權，也是民衆關心的議題之一。民衆認為政府與台電不僅壟斷電力供應，對於推動再生能源態度消極，並暗中支持核電發展，擔心台灣未來環境安全，然除環境安全外，電力安全是否也應該受到重視？如何兼顧環境與電力安全對台電早已負債累累的情況下，該如何脫困，將考驗台灣政府與台電未來的發展。

個人認為，除了政府應該檢討政策發展與民衆溝通議題外，台電應思考如何解決「球員兼裁判」之角色衝突。因為台電目前獨占電力市場的結果，就是一方面擔任產電供電的業者，主導上游的火力及核能發電，又掌控下游的輸電及配電。同時在《再生能源發展條例》中，又位居再生能源的審核者，所有相關再生能源的設置都需經過台電同意後才能發電。以台電身為電業的競爭者

來審核再生能源的設置，這樣的結果就是讓台電「球員兼裁判」，如何能提高國內再生能源發展？如果政府希望走向綠色家園，發展綠能經濟，且台電要脫離目前困境，最佳的解套方式就是儘早邁向自由化，也許未來才有更好的發展，同時健全政府財政收入與經濟發展之雙贏策略。

給予台電公司更多的營運自主權，回歸企業化經營

台灣電力公司企劃處 鄭運和處長

長期以來，台電在供電體系中扮演兩種角色，一是國營公用事業的角色，肩負推動電力建設及政府電力政策配合者之責任。另一則是企業經營者之角色，與一般民營企業無異，須能滿足顧客多樣化需求，持續獲取合理利潤，以追求公司永續經營。前述兩種角色的衝突，造成台電公司的經營困境。

相對於國際主要電業，台電所背負之政策性負擔與法規束縛，導致經營上難展身手。以 100 年為例，依電業法提供電價優惠者包括學校、農業、自來水、電化鐵路及公用路燈用電等；另吸收經營離島供電虧損、配合政府實施電費折扣獎勵節能措施與再生能源基金費用未能附加於售價等損失，以上兩大項政策性負擔總計超過 200 億元。此外，電價未能足額反映隨國際市場高漲之燃料成本負擔高達約 800 億元。電源結構劣化及電價未能充分反映成本導致財務惡化，截至 101 年 10 月已累積虧損達 1,883 億元。營運虧損及大量舉債造成截至 101 年 10 月底，帳上總負債 1.334 兆元，負債比率 82.04%，相較 92 年度（燃料價格起漲點）稅後盈餘 243 億元，負債比率 58.82%，財務狀況大幅轉劣。



台電在經營上除須受電業法規範外，亦受到國營事業管理法、政府採購法等諸多法規限制，用人、薪給、採購、投資及預算等均受到嚴格管制與束縛，在經營管理上，欠缺自主性、彈性及時效性，致使台電公司難以企業化經營。

目前台電所處之經營環境非常險峻，除與國際電業同樣面對維持在高檔之國際燃料市場價格、高成本之潔淨與低碳電力要求、輸配電網升級與更新，以及電業人力斷層危機等經營挑戰之外；依據新能源政策將既有核電機組如期除役，主要以天然氣機組替代，將大幅推升發電成本及減碳壓力與成本。而我國天然氣供應輸儲等基礎設施不足，更將危及供電安全。

面對我國電業經營空前之不確定性與風險，台電公司自當以勵精圖治之決心，持續推動變革管理，提升組織效能，包括推動資產活化，增加多角化收入；減緩固定資產投資，降低資金成本；抑低燃煤庫存及材料成本等開源節流措施，來爭取社會各界之信賴與支持。

為突破台電公司前述經營困境，確保我國電業能更穩健永續地發展，台電恐無法獨力來克服困難並竟其功，因此政府應儘快解除政策性負擔與落實電價合理化，包括電價浮動調整機制，俾使台電有健全財務支應電力建設，並積極鬆綁國營事業管理法與政府採購法，以關鍵績效指標管控公用電業經營，給予台電公司更多的營運自主權，回歸企業化經營。

電力價格反映社會成本之改革具「雙贏」效果

中央研究院 蕭代基研究員

面對電業經營的困境及突破，如何做到雙贏效果之電力制度改革，是政府及業者不可忽視的課題。當國際與國內經濟都面臨停滯成長之際，我國應早日完成 1990 年代自由化政策之未竟事業：解除公用事業（包括電力、氣體燃料及自來水等）之管制，促進公用事業產業化與市場化，有效運用國際與民間資金，提升經濟效率。透過自由化政策解除不當管制，建構自由開放、公平競爭的環境，積極推動獨、寡佔市場之開放。

傳統上，公用事業屬於自然獨佔，因此必需接受政府的管制，這些管制措施造成效率低落的現象。但是台灣的公用事業都是國營事業，使得這些公營的特許獨佔公用事業更要受到各種當前利益團體政治力量之干擾，不但無法順利推動自由化政策，更無法做到必要的制度創新與改革。

長期來台電所面臨的電價調整困境、與目的在於內部化污染外部性之能源稅，都成為當代利益團體的俘虜，以致於受到補貼、無法反映社會成本（包括發電成本與污染外部成本）的低廉電價無法促使電力生產者去尋找更有效率和更清潔的能源供應方式，消費者也無誘因去節約消費與促進環境友善的消費行為，高度補貼的電價更使得採行的節能減碳政策多是補貼策略，早已預告節能減碳政策將是無效與失敗的。

反映社會成本之電力價格改革具有「雙贏」效果，首先提升經濟效率，較低的消費量可以節約投資資本和操作成本，降低政府



補貼規模與政府預算赤字，其次，降低浪費的消費行為可以節約能源、延緩資源耗竭、降低汙染物排放量、改善環境品質、減緩氣候變遷。這些具有雙贏效果的改革政策為何長久以來都在立法院無法過關？此乃由於享受這些好處的人多是尚未出生的後代子孫，而較高的電價卻由當代人來承擔，當代選民選出的民意代表當然只反應當代選民的利益，拒絕具有雙贏效果的改革政策。

根本之道，各種攸關後代子孫生死存亡與快樂幸福的政策與制度（例如能源稅、電價改革、氣候變遷政策）的決策機制都必須有後代子孫代表之參與，這並非不可行的，在做法上可參考英國已有之獨立的氣候變遷委員會，負責規劃與考核氣候變遷政策，也可以在立法院設置代表後代子孫的不分區立委，此種不分區立委決策權之份額必須與後代子孫權益之份額相當，如投票權與否決權。

結語

電力事業面對營運轉型關鍵時刻，化挑戰為機會

台灣科技大學化學工程學系 顧洋教授

以往對於電力事業之營運考量，是以滿足社會民生需求及經濟發展為主要目標，而忽略電力事業本身就是社會發展過程的重要瓶頸。基於民生需求、經濟發展、環境永續、及社會正義之考量，電力事業之營運發展已成為全球共同關切的重要課題。未來幾年國際及國內相關政策法規的發展方向都將會更為明朗，而一些與電力事業營運發展相關的重要課題，包括：彈性電價之訂定、公民營電力事業之管理、智慧型電力基礎設施（如智慧型電網及電錶）之建設、各種節能技術、

產品及再生能源之廣泛利用、二氧化碳捕集及封存技術 (CCS) 之開發、經濟工具的有效導入、民衆生活形態的調整等，都將成為國家未來電力事業轉型發展的重要考量。

未來幾年將是我國電力事業營運發展的關鍵時刻，而在營運轉型的過程，勢將造成經濟發展的顯著衝擊及社會民生的陣痛，再再需要執政的魄力、民衆的支持與龐大的投資，如何將挑戰轉化成機會，將是規劃我國電力事業未來營運發展的核心議題。

這 8 個多月以來大家的努力和辛苦，討論的主題也已逐漸聚焦，產生實質可執行的內容，針對我國電力事業營運發展相關課題提出深入之說明與具體建議。尤其能源管理法制化的部分，攸關台電立場、政府做法與民間想法等，期待能藉此讓我們當前所關心的此一議題，能有更完善的解決之道，也期待我國電力事業未來能持續提供我國民生及產業所需之優質電力。





台灣發展生質液態能源 之發展與優劣勢

台灣中油公司綠能科技研究所
吳榮宗所長 · 康文成組長

前言

2011 年全球生質燃料市場達 859 億美元，較 2010 年成長 43.6%，產值成長主要是受產品價格成長 30~50% 所致。2011 年全球生質酒精市場達 604 億美元，較 2010 年成長 43.5%，產值成長主要是受產品價格成長 40% 所致。2011 年全球生質柴油市場達 254 億美元，較 2010 年成長 42.7%，產值成長主要是受產品價格成長 40% 所致。全球生質酒精市場規模遠大於生質柴油市場，主要原因在巴西與美國有充裕的料源，可生產較合乎市場汽油價格的生質酒精。台灣的市場反而生質柴油走得較順暢，與歐盟類似，生質酒精汽油市場卻一直不起色；但歐盟小客車以柴油車為主，台灣小客車以汽油車為主，原因值得檢討。以下就台灣發展生質柴油、生質汽油、生質航油與生質燃料油之過去、現在與優劣勢，作一簡述：

一、生質柴油

在政府政策推動下，台灣已完成生質柴油產業鏈，上游料源以廢食用油為主，不再進口大豆油與棕櫚油；中游生質柴油製造商目前已核准 9 家生產運轉；下游則由中油與台塑兩家進行摻配與銷售。幾年前農委會曾補助農民大規模的試種黃豆，但最後因成本過高無疾而終。目前國內生質柴油年產量約 7 萬公秉，國外進口約 3 萬公秉；未

來 B5 生質柴油 (預估 2016 年) 需求量將達 25 萬公秉以上，因此國內製造商皆有擴產計劃，生產技術不是問題；但原料來源與價格將是未來生質柴油發展的主要限制因素。去年 7 月 28 日能源局召開 B8 柴油示範運行推廣記者會，也宣示未來生質柴油的添加量將會持續增加，及政府減碳與發展綠能產業的決心，但料源確是個一大問題。過去本土的食用油有花生油、麻油及豬油等，產量少、單價高，未來用來生產生質柴油的機會幾乎為零。農委會在引進外來食用植物，生產植物油方面並未成功。

數年前台灣中油公司透過林業試驗所的協助，積極地在台灣尋找油產量高的麻瘋樹的種苗，及最佳的栽培方法，深刻的了解要有好產油量，必須苦心經營，並非野放就可有好收穫。中油公司也計畫至印尼種植數十萬公頃麻瘋樹，但因合作對象不當而作罷。麻瘋樹樹種仔成熟期不一，無法機械採收，必須使用人力，也只能在人工成本低的地區種植，才有經濟效益。因此中油公司是在台灣準備好種植技術，東南亞或其他國家有合適的地區，就前往合作栽種。另一被討論最多的非食用植物油是蓖麻油，在台灣日據時代被拿來當潤滑油，有極性，被用來生產生質柴油並不適當，但有其他較高價的利用。



二、生質汽油

政府於 2005 年將生質酒精視為綠色產業之一，同年召開「第二次全國能源會議」決議推廣生質酒精發展與利用。目前尚未提出長期發展規劃及具體配套措施。為加速推廣國內生質酒精發展，經濟部於 2007 年 2 月提出「推動生質酒精執行計畫」，分 3 階段執行，包括：2007 年綠色公務車先行計畫、2009 年都會區 E3 計畫及 2011 年全面供應 E3 等。目前只到第二階段就停擺，全面供應 E3 計畫則無限期延長。

台灣在日治後期嘉義化學工廠（現在的台灣中油公司溶劑化學品事業部嘉義廠）在 1944 年全溶劑（丁醇 + 丙醇 + 乙醇）產量達 14,664 噸，使用的原料為番薯簽（毛秀生、魏岳壽，台灣之發酵工業，頁 287）。到今天台灣中油公司除延續過去的技術，也精進不少新技術，由澱粉來生產生質酒精不是問題。在 30~40 年前，台灣還有不少的澱粉工廠使用木薯（生產地近山區）及甘藷為原料，來生產澱粉，供食用、製造糖類及工業使用。後來因泰國木薯澱粉及美國玉米澱粉的入侵，其大規模的生產，成本較低，導致本土澱粉工廠因而關閉。當時的原因是面積小的經營，加上後來經濟發展，人工成本高，未來透過政府小地主大佃農的政策及機械化的操作，是有機會進一步降低成本；另外國內生技技術進步，提高產量不是問題。依國內學者之推估，若以國內自行種植甘藷做為原料，則每公升生質酒精之成本約為 19.62 至 20.35 元（未來尚有降低的空間，如可否洗淨後、粉碎直接液化、糖化、

發酵？），低於以甘蔗為生質酒精原料之生產成本。另外可開發適合不同季節生長的甘藷種苗，才能一年四季都有甘藷可供生產酒精，使工廠能一年四季穩定操作，避開甘藷保存的問題及不必要的操作成本。

生質酒精中甘蔗酒精頗具成本競爭力，且我國具備甘蔗及甘蔗酒精生產之相關技術。因此前期可先以第一代甘蔗或澱粉酒精為目標，同時推動第二代纖維酒精之發展及推廣，達到能源自主。甘蔗酒精生產成本相對較低，為每公升 19.4 至 29.2 元，惟與美國和巴西比較，尚屬偏高。未來可透過與巴西糖廠的各項比較，找出原因，再透過國內生技、化工技術的協助及民營企業的經營方式，降低成本不是問題。若能與國內甘藷酒精結合，充分利用工廠設備及人力，維持一年四季不間斷的運轉，將會更有競爭力。此外蔗渣的利用又是一個議題，可用來生產纖維酒精、汽電共生或作為其他副產品。

國內的汽油能添加 3% 至 5% 的生質酒精，以一年汽油需求約 1 千萬公秉，初估生質酒精的需求將達 30 萬到 50 萬公秉。目前評估，若到大陸或東南亞投資生質酒精再運回國內，每公升成本為 22.4 元與 27 元，較台糖自行設廠生產成本略高。台糖公司砂糖事業目前有 3 座甘蔗原料糖廠，自耕與約耕種甘蔗面積 11,800 公頃，甘蔗年總產量約 88 萬噸。如為配合政府生質能政策，勢必要擴增現有甘蔗種植面積，且過去的酒精生產經驗僅限於糖蜜為原料，對於甘蔗汁或甘藷澱粉生產酒精的量產操作技術，正透過



試驗研究逐步建立中。台糖配合能源政策及維持國內 6 萬噸自產糖的狀況下，第 1 階段，將現有糖廠增設酒精工廠，每年僅能提供生質酒精 53,231 公秉，若進行至第 2 階段，將復工 2 座停閉廠並增設酒精工廠，每年亦僅生產生質酒精 17 萬公秉，要達成 50 萬公秉以上之目標，可搭配甘藷酒精的生產、利用蔗渣或稻稈來生產纖維酒精。

至於第二代纖維素酒精，原子能委員會核能所於 2008 年發表研發成果，利用廢棄稻稈提煉酒精，目前完成 1 公噸級測試系統。台灣中油公司綠能科技研究所及中央研究院亦有纖維素酒精之研究。由於台灣資源短缺，結合相關研究單位，積極研發纖維素酒精實屬必要。在纖維素酒精的推廣議題上，綠能科技研究所蔡承佳博士提出由中油公司輔導，並由各地農會執行的稻稈纖維酒精生產策略。以 2009 年台灣農業統計年報資料為例，水稻農業廢棄物高達 152.7 萬公噸。再依美國能源局資料推算，台灣種植水稻一年之農業廢棄物約可產生 62.8 萬公秉的酒精。另外利用蔗渣來生產纖維素酒精也值得考慮，特別是它已被集中在製糖廠，不用再花費運輸燃料費用，也不似稻稈有高的灰分，增加生產纖維素酒精的困難度。至於生質丁醇，綠能科技研究所過去的技術及目前開發的新技術，未來生產不是問題。

三、生質航油

配合歐盟 106 年的 BJ10 航油政策，必須在航油中加入 10 % 生質航油，因此許多國際大廠已陸續投入研發與測試。目前主要發展的技術有二，一為動植物油兩段加氫處理製程，另一個為生物質汽化技術；當

然還有其他生產技術也值得注意。加氫處理製程技術主要以動、植物油為料源，如亞麻薺油、麻瘋樹籽油、藻油…等非糧食作物，經由加氫脫氧、裂解 / 異構化等反應程序即可合成生質航油。在台灣煉油廠利用本法來生產生質航油，技術不成問題，但與生質柴油一樣，料源是個關鍵問題。利用生物質汽化技術，利用合成氣來生產，技術都已商業化，但一般規模都相當龐大，投資額大，在台灣要找料源也會是個難題。另外利用生質丁醇來生產生質航油（如 Cobalt technologies 公司）及利用生質物熱裂解油加氫處理來生產生質航油，由於料源不同，在台灣就料源的觀點是可考慮這二個製程。

四、生質燃料油

目前生質燃料油利用快速裂解技術產製而成，亦稱生質裂解油，料源為固態生物質，屬第二代生質燃料，不會與民爭糧。台灣從事裂解技術研究的有工研院綠能所及中鋼公司，台灣中油公司也會跟進。料源可考慮南部的竹子，竹子的生長快速且南部竹子產業已沒落，必須考慮採收成本；人力採收可考慮與原委會或勞委會合作，雇用原住民增加就業機會，亦可考慮發展機械採收。

台灣森林資源豐富，如何在兼顧水土保持及環境保護下，充分利用這些資源是值得農林單位仔細評估。不論竹子或林木都必須考慮運輸成本，因此移動式的裂解系統是一個選項，先就地熱裂解，碳材回歸原地或做其他利用；再將各地收集的生質裂解油集中處理提升品質。台灣並非沒有發展生質燃料的空間，而要整體規劃、充分有效的利用。



結論

台灣相對的缺乏生物質料源，除本土料源最大化與最適化應用外，要發展這產業及增加能源自主性、多樣化，可考慮海外布局，經營生質物產區，類似煉油業經營海外礦區，再將料源或油品輸回國內，這是國際大型煉油公司的做法。台灣個別企業雖缺乏國際大型油公司的相關資源，但台灣各方面基礎雄厚，包括農業、生技、化工等人才濟濟，適當整合後，應可將現有料源作最適化應用，未來有機會亦可將本土料源擴大化，在擁有自己成功的經驗，向海外布局。

其次，藻類生質燃料 (algae biofuel) 通常被稱為第三代生質燃料，又稱藻油，在

1950 年代即被提出，縱使過了半個世紀，藻類生質燃料仍是一個新興領域，但以此來替代化石燃料已開始受到產業界專業人士重視，其優點也頗能說服人，因為藻類生長快速 (為其它陸上植物生長速度之 30 倍以上)，且可用燃煤發電廠所產生之 CO₂ 來餵養，可產生很高能量，所需空間也遠低於傳統料源，不會與現有食物競爭，更可以藉基因改造，控制其產出物質種類如碳水化合物、油脂或蛋白質等。雖然以海藻當生質料源仍有很多問題要克服，譬如開放系統中養殖需要隨時補充乾淨水，在封閉系統中，相對成本較高，CO₂ 來源集中也是一個需要解決的問題，但已地窄人稠，資源貧乏的台灣，可能也是長期可努力的方向。

中技社 102 年度「科技獎學金」甄選

企劃室 向玉琴組長

本社為培育及獎掖優秀科技人才，鼓勵學界投入具有市場價值之科技創新研發，辦理 102 年度科技獎學金甄選。申請須知、書表已於 5 月函送相關校院所，7 月 1 日~ 9 月 20 日受理申請，詳情參閱本社網站。(http://www.ctci.org.tw 獎學金 / 公告)

申請須知：

一、獎學金類組、名額及金額

1. 科技研究組：15 名，每名獎金新台幣壹拾伍萬元及獎狀乙紙。
2. 科技創意組：15 名 (隊)，每名 (隊) 新台幣壹拾伍萬元及獎狀乙紙。(團隊獎金之分配由獲獎團隊自行決定，獎狀每人乙紙。)

二、申請資格

1. 科技研究組：
 - (1) 依本社捐助章程第二條所列與環保、能源、材料、化學、機電及資訊等工業之有關產品、製程及工程技術之研究發展相關之國內大學校院理工科系所博士班三年級 (含) 以上研究生。
 - (2) 歷學年各學期學業平均成績及操行成績均達 A- 或 80 分 (含) 以上，且在校期間未受記過以上之處分。
2. 科技創意組：
 - (1) 國內大學校院大學三年級 (含) 以上及碩士班學生。
 - (2) 歷學年各學期平均學業成績 B- 或 70 分 (含) 以上、操行成績達 80 分 (含) 以上，且在校期間未受記過以上之處分。

3. 申請資格中規定之博士班三年級 (含)、及大學三年級 (含) 以上，其認定以本獎學金申請截止日為準。已畢業者必需在申請截止日之前一學期仍有註冊在學者。

三、申請對象

1. 科技研究組：
 - (1) 台灣大學、清華大學、成功大學、交通大學、台灣科技大學及台北科技大學等 6 校 62 系所博士班三年級 (含) 以上之優秀學生，每所限推薦一位參與甄選。
 - (2) 研究主題與綠色產業、綠色創新、能資源、環境保護等領域相關者將酌予加分。
2. 科技創意組：
 - (1) 國內教育部認可之大學校院大學三年級 (含) 以上及碩士班，凡具創意及研發潛力之學生以個人或組成團隊方式申請，由各系所推薦，不限名額。(可跨系，不可跨校，不限人數)
 - (2) 創意主題以科技相關之設計、宣導、推廣與應用等相關之創意構想或作品。主題與綠色科技、環保、能資源、及節能減碳等相關者將酌予加分。



前言

近年生質液態能源的議題，除了已產業化的生質柴油與生質酒精之外，生質丁醇逐漸成為國內外研究發展的一個重要選項。丁醇是與乙醇（酒精）相比較，更適合添加於汽油中。作為具潛力的液態能源選項之一，丁醇擁有幾項優勢：高熱值、易與汽油混溶、高辛烷值、低揮發性及低腐蝕性，且可利用現存汽油輸配設施進行輸送。目前英國、美國、中國、韓國等政府已積極投入生質丁醇的研發。

一、生質丁醇發展歷史簡介

丁醇的製造可分為化學合成法與微生物發酵法，相較於化學合成，微生物發酵生產丁醇的過程較為複雜，主要是利用丁醇生產菌（Clostridia）經 ABE（A, acetone; B, butanol; E, ethanol）發酵以製造丁醇，即所謂生質丁醇。1861 年 Louis Pasteur 首次使用微生物發酵法（厭氧狀態）以製造丁醇，而後由 Weizmann 篩選出丁醇生產菌種 *Clostridium acetobutylicum* 可利用澱粉作為原料，進行 ABE 發酵產生丁醇，隨之因軍事需求及汽車工業興起等因素，致使生質丁醇產業日漸發達。在第二次世界大戰後，因為石化工業的崛起，導致 1960 年代開始，各地的丁醇發酵工廠陸續關閉（除蘇俄及南非之外，因為當地的原物料及勞工成本低廉），主要原因包含：原物料價格上漲、溶劑產量低、石化產業製程競爭等。2006 年報導指出，蘇俄發酵工業開始著手發展將農業生質物料轉變成為生質丁醇。雖然在 1980 及 1990 年代丁醇發酵工業全面停工，但在法國、奧地利等地，仍持續進行 ABE 發酵試驗工廠等級的相關研究。

二、生質丁醇產業現階段面臨的難題

將生質丁醇產業依生產製程分為上中下游三大部分來看，第一部分為上游生質料源的處

理，目前困境是生質料源成本仍過高，就整個產業發展而言，生質料源處理成本是主要的困難點；第二部份為中游的發酵製程運行，困境在於發酵過程的產率及產量偏低、產物純度不高、發酵作用進行緩慢、噬菌體污染、菌體容易喪失溶劑產生能力；第三部份為下游的發酵產物回收問題，困境是回收技術的經濟效益低，產物回收效率有待提升。因此，如何提高生質料源轉化率、利用廉價之非糧作物以生產生質丁醇、建立有效的發酵製程與低能耗的產物回收技術，是生質丁醇產業面臨的重要課題。

三、生質丁醇生產技術的發展趨勢

長久以來，ABE 發酵作用因為產物存在有細胞毒性，致使丁醇最終濃度很難超過 14 g/L，常見 ABE 發酵的丁醇產率相當低，因為丁醇濃度達 10 g/L 即會抑制細菌生長，影響發酵程序進行，高丁醇濃度主要會抑制細菌對外界營養物質的運送、葡萄糖的吸收及破壞細胞膜上 ATPase 的活性。因此，丁醇的細胞毒害問題是影響生質丁醇研究發展最困難的突破點。

ABE 發酵系統

ABE 發酵系統可分為三大類：批次式發酵系統 (batch fermentation)、補料批次式發酵系統 (fed batch fermentation) 及連續式發酵系統 (continuous fermentation)。傳統的批次式發酵系統會受到細胞濃度低、產物抑制菌體生長等影響，導致產率低於 0.50 g/L/h。補料批次式發酵系統的產率也不高，約在 0.6 g/L/h，丁醇濃度為 15 g/L。為克服丁醇的細胞毒害問題，近來以微生物固定化技術或細胞回流方式進行連續式發酵系統運作，以增加發酵反應器內細胞的濃度，進而提升發酵產率。此外，搭配各種丁醇產物純化分離的技術 (adsorption、



liquid-liquid extraction、perstraction、reverse osmosis、pervaporation、gas stripping)，以解決細胞毒害問題、維持細胞發酵活性並增加發酵產率。2001 年 Qureshi 與 Blaschek 就生產成本計算 3 種不同發酵模式（批次式、補料批次式、連續式發酵系統），估算的前提設定為 3 種發酵模式皆連接原位 (in situ) 回收 ABE 溶劑的機制，並以玉米作為碳源，結果發現 3 種模式生產生質丁醇的成本分別為：0.14, 0.12, 0.11 \$/kg 丁醇，由此可知以微生物固定化連續發酵系統進行丁醇量產的方式較具有前景。

菌種改良

利用傳統突變劑與篩選方式對丁醇生產菌 (Clostridia) 進行菌種改良並不容易，近幾十年來分子生物學突飛猛進，加上目前使用最普遍的兩株菌種 (C. acetobutylicum ATCC 824 及 C. beijerinckii NCIMB 8052) 基因組已完成解序，因此可藉由基因層次的觀點，搭配轉錄體學 (transcriptomics) 與蛋白質體學 (proteomics) 研究，進一步了解菌體內部基因表現變化、酵素作用與代謝路徑的運作，可擬訂一套更完備的基因改造策略，以取得高效能菌種。1990 年，C. acetobutylicum 中第一個與 ABE 溶劑產生相關的基因被選殖出來並完成定序工作。基因改造菌種主要目標：1. 增加丁醇產量、濃度與純度；2. 加快發酵期程、抑制孢子產生；3. 增加利用纖維料源的能力；4. 簡化及增強發酵作用；5. 增加菌株之丁醇耐受性；6. 不會喪失溶劑生產能力的穩定菌種；7. 提升菌株細胞生長數量。

此外，有許多研究利用不會生產丁醇的真、原核生物，送入相關的丁醇生產基因進行外源酵素表現，例如：利用工程化細菌生產丁醇，主要是將丁醇生產菌的丁醇生產基因轉殖進入大腸桿菌 (E. coli) 中表現，使該菌能將糖類代謝產物 acetyl-CoA 轉化為正丁醇，但相關研究的

丁醇產量偏低 (丁醇濃度為 1 g/L 或更低)。

異丁醇 (isobutanol) 的發酵生產

近年來廣受注目的生質丁醇包括異丁醇 (isobutanol)，異丁醇的化學物理性質與正丁醇相似，但對於細胞的毒性較小，且在酒精發酵過程中會產生，但產量很少。目前相關研究及專利是利用基因改造酵母菌進行糖類發酵代謝以產生異丁醇，主要是利用基因操作技術，將外源基因 (可表現異丁醇生產代謝的相關酵素群) 送入酵母菌中表現，並將酵母菌生產酒精的代謝路徑關掉，導致細胞代謝轉向產生異丁醇。

有關丁醇現今全球較具規模及發展潛力的公司以正丁醇為量產目標的公司：Cobalt technologies 及 Green Biologics；以異丁醇為量產目標的公司：Gevo 及 Butamax Advanced Biofuels。以下對四公司進行相關說明及產業分析。

Cobalt technologies

Cobalt technologies 公司位於美國加州，主要專利技術包含：微生物生理研究、菌種改良、發酵技術。利用 ABE 發酵生產正丁醇，發酵菌種使用未經基因改造的丁醇生產菌 (Clostridia)，製程使用連續式發酵系統。該公司宣稱發酵期程只需 4 小時 (傳統 ABE 發酵需 72 小時)，已克服丁醇細胞毒性問題，五碳糖產率達 3.7 g/L/h；可將正丁醇轉換成 butyraldehyde，爾後用於製造 2EH (2-ethyl hexanol)，再脫水成 1-butene；正丁醇生產成本為 \$1.90/gallon，預計於 2012 年降至 \$1.50/gallon。2011 年 4 月，Cobalt technologies 與 API (American Process Inc.) 宣佈將合作扶植建立第一座商業規模的纖維素生物丁醇煉製廠，將 Cobalt technologies 的連續發酵



專利技術和蒸餾製程整合入 API 位於阿爾皮納 (Alpena County, Michigan) 的生物煉製廠，預估每年可產出 47 萬加侖正丁醇。該公司的正丁醇市場策略著眼在塗料、塑膠產業及 jet fuel，而非汽油替代燃料。

Green Biologics

生產策略專注於自可再生原料 (廢棄物或農業副產物) 生產 C4 化學品和燃料，該公司具基因改造之丁醇生產菌 (Clostridia) 及水解專利技術，可以代謝多種料源 (如：澱粉、糖類和纖維素原料) 以發酵生產丁醇。已開發出高丁醇產率之基因改造菌株，此菌株具有 4% 丁醇耐受性，專利宣稱丁醇產量比傳統發酵菌種高出 1.3 ~ 1.9 倍，並擁有連續發酵技術及整合丁醇回收系統。該公司的經營策略在於充分利用現有的生產資產，降低營運及資本開支，以快速完成商業化部署。

Gevo

主要發展方向為生產生質丁醇所需的酵素工程技術，擁有約 300 項專利。Gevo 公司擁有整合式發酵專利技術平台 (Gevo's proprietary integrated fermentation technology platform, GIFT)，該技術平台分為兩大部分，第一部分為基因改造酵母菌的專利 (目前為第一代)，宣稱發酵作用只會產生異丁醇，無其他副產物伴隨而生；第二部份為異丁醇分離的專利技術。2010 年 7 月，Gevo 公司宣稱已成功發酵糖類以生產異丁醇，同年 11 月宣布發酵生產的生質異丁醇作為燃料添加劑已通過美國環保局 (EPA) 註冊；2012 年 5 月聲稱其生質異丁醇的發酵生產裝置已開始投入商業營運，目前異丁醇產能約 1,200 萬加侖 / 年，滿載產能可達 1,800 萬加侖 / 年，Gevo 公司宣稱於 2013 年年底將實現全部產能，進而成為全球第一座商業級營運的生質異丁醇生產裝置。Gevo 公司未來目標是希望能於 2015 年

達成每年生產、販售超過 3.5 億加侖異丁醇的願景。

Butamax Advanced Biofuels

目前 Butamax Advanced Biofuels 公司的策略是改造既有生質酒精廠來生產丁醇。2010 年 3 月，美國能源部與杜邦公司達成投資協議，提撥 900 萬美元用以開發海藻糖類料源生產生質異丁醇，主要生產技術著眼於利用多種料源 (包含纖維料源) 進行發酵以量產異丁醇，所使用的發酵菌種為基因改造酵母菌，其基改技術與 Gevo 公司相似，因此兩家公司目前仍有相關專利的訴訟官司在進行。

結語

總和來說，目前生質丁醇產業發展趨勢主要有幾個面向值得關注：

一、目前以糖類料源生產丁醇作為車用燃料不符合經濟效益

放眼未來，許多公司將發展各式纖維料源及廢棄物進行發酵生產丁醇視為可行的方案，預計可大幅降低生質丁醇的生產成本，然前提是纖維料源及廢棄物的處理技術需有大幅度的進步，以適合作為相關菌種的發酵原料。

二、生質丁醇工廠設立策略及生產製程技術問題

工廠設立須能符合當地燃料需求、運輸成本考量及相關硬體設備建造與利用的經濟效益，目前許多公司的工廠設置策略是充分利用現有乙醇製造設備，將之改造來生產生質丁醇；生質丁醇發酵生產製程的成本要比生質乙醇製程高得多，主要是因為需要較大的蒸餾、加熱、冷卻等設備，導致投資成本較高，且發酵轉化率及產率皆有待提升，近來利用基因改造菌株來發酵生產丁醇漸成發展主流，而丁醇產物純化分離技術也是發展的重點項目。



三、生質丁醇不一定非得作為液態能源來使用

將丁醇 (或丙酮) 當作 building block 來轉化生產其他化學品 (例如: 1-butene、propylene、pentanol 等), 可直接進入既有的煉油及石化工業鏈中, 提供非石油來源的另一選擇, 以增加丁醇的價值及應用以降低成本。

四、技術層面外, 市場策略及營運模式佔有絕大影響

如 Cobalt technologies 與美國海軍合作發展軍用 jet fuel, 並有機會在未來獲得獨家授權, 相較於其他公司, 此為 Cobalt technologies 最大的市場優勢, 此外, 該公司市場著眼於塗料、塑膠產業及 jet fuel, 而非目前廣受討論的汽油替代燃料; 再者, 如 Gevo 公司獲 Cargill 公司 (世界知名農產品加工公司) 唯一授權, 發展利用纖維生質料源發酵轉變成異丁醇的技術。這些策略及模式皆考量公司本身及合作夥伴的技術定位與未來發展方向, 以擬定最佳的發展策略及市場取向, 使該公司在生質丁醇產業上具有發展潛力及競爭力。

五、政府政策及相關產業的影響

添加 100% 丁醇當作液態燃料並不需改造車輛, 此論點主要是由生質丁醇的擁護者所提出, 然而目前能佐證的相關試驗有限, 且尚未有車輛製造商願為此背書, 目前美國環保署現行規範是一般車輛最高可使用含有 11.5% (v/v) 生質丁醇的汽油。除了製程技術與後勤問題之外, 生質丁醇與生質酒精產業相互競爭也是個難題, 雖然已有部分生質酒精製造商投入生質丁醇的發展, 但相對地, 其他資本較有限的廠商則不願意投入該研究開發, 甚至會干擾並阻擋可能會瓜分未來燃料市場的生質丁醇產品, 或許最後需要政府政策的介入, 才能平息兩生質燃料產業間的衝突。所以, 政府政策的相關決斷, 將嚴重影響著生質丁醇產業的未來。

參考文獻

1. García V, Pákkilä J, Ojamo H, Muurinen E, Keiski RL. 2011. Challenges in biobutanol production: How to improve the efficiency? Renewable and sustainable energy reviews. 15:964-980
2. Huang WC, Ramey DE, Yang ST. 2004. Continuous production of butanol by clostridium acetobutylicum immobilized in a fibrous bed bioreactor. Applied Biochemistry and Biotechnology. 115:887-898.
3. Qureshi N, Blaschek HP. 2001. Evaluation of recent advances in butanol fermentation, upstream and downstream processing. Bioprocess Biosyst Eng. 24:219-26
4. Qureshi N, Lai LL, Blaschek HP. 2004. Scale-up of a high productivity continuous biofilm reactor to produce butanol by absorbed cells of Clostridium beijerinckii. Food and Bioprocess Processing. 82(C2): 164-173
5. Qureshi N, Blaschek HP. 2001. Evaluation of recent advances in butanol fermentation, upstream and downstream processing. Bioprocess Biosyst Eng. 24:219-226
6. Survase SA, van Heiningen A, Granström T. 2012. Continuous bio-catalytic conversion of sugar mixture to acetone-butanol-ethanol by immobilized Clostridium acetobutylicum DSM 792. Appl Microbiol Biotechnol. 93:2309-2316
7. Tashiro Y, Takeda K, Kobayashi G, Sonomoto K, Ishizaki A, Yoshino S. 2004. High butanol production by Clostridium saccharoperbutylacetonicum N1-4 in fed-batch culture with pH-stat continuous butyric acid and glucose feeding method. J Biosci Bioeng. 98:263-8
8. Zhang Y, Ma Y, Yang F, Zhang C. 2009. Continuous acetone-butanol-ethanol production by corn stalk immobilized cells. J Ind Microbiol Biotechnol. 36:1117-1121
9. Zheng YN, Li LZ, Xian M, Ma YJ, Yang JM, Xu X, He DZ. 2009. Problems with the microbial production of butanol. J Ind Microbiol Biotechnol. 36:1127-1138
10. Butamax Advanced Biofuels
公司官網 <http://www.butamax.com/>
11. Cobalt technologies 公司官網 <http://www.cobalttech.com/>
12. Gevo 公司官網 <http://www.gevo.com/>
13. Green Biologics 公司官網 <http://www.greenbiologics.com/>



企劃室 鄭清宗主任 · 劉惠君副管理師

智慧型混合能源獨立供電 / 市電併聯系統技術研發

結合燃料電池、太陽光電及風力發電成為一混合式能源供電架構，運用最大功率追蹤法則，提昇太陽光電及風力發電之輸出功率，供應用電負載，將多餘電能轉移電解水設備，產生氫氣及氧氣，用於燃料電池發電系統。因此透過混合能源發電系統供應端及使用端需求，進而從事混合能源發電系統建模及數值模擬，建立混合能源發電系統裝置容量最佳化設計。解決再生能源燃料電池用盡、太陽能電池因日照不足，及風力發電因風能缺乏所引發之發電不穩定問題，並應用電源混合併入市電之機制互補電能供應，完成電源管理及功率分配最佳化之程序控制。

透過全數位化控制達成電源管理及功率分配，於併網模中將潔淨能源電力轉換供給一般負載使用，於用電尖峰減少對市電電源的需求，用電離峰可將水電解為氫氣及氧氣作為電源儲存之用，甚至可以逆潮流方式反饋電能回市電，間接降低石化燃料使用量，此智慧型控制能自動偵測於市電連接中斷時，提供自系統以獨立供電模式供應負載。本案達成三點目標：1. 所有輸入輸出電源經智慧型電源管理控制法則，使整體系統操作於最佳效率之狀態；2. 電源轉換控制系統於併網模式時，輸出與市電電壓同相位之電流，達成單位功因併網；3. 電源轉換控制系統於獨立供電模式下提供低總諧波失真成分之正弦輸出電壓，有效降低電磁干擾與提升整體系統之轉換效率，提高潔淨能源利用率。

混合能源發電系統裝置成果方面，考量元智大學歷年太陽光電及風力發電之歷史數據，提出最佳化混合能源裝設配比，包含

太陽光電 5kW，風力發電 3kW，燃料電池 2kW。為整合各種能源來源，並可穩定控制調整獨立供電或市電併聯操作應用，開發高性能直流 / 交流變流器，完成商品化雛形。雛型產品具低總諧波失真、單位公因併網及雙向併網之優點，且設計之電路架構簡單，故生產成本低，具市場開發潛力。再者，結合智慧型電力監控系統，除擷取各種能源來源之電力資訊外，因應負載端電力需求作最佳化經濟調度節能調控。將計畫成果之智慧型混合能源獨立供電 / 市電併聯系統電力應用展示室中各項用電負載，做為實際應用之運行示範及推動。

應用於冷凍空調設備之間接蒸發式冷卻模組之開發與節能效益研究

目前國內外之冷凍冷藏展示櫃甚少採用間接蒸發式冷凝器作為排熱裝置，根據國內外的研究發現，使用蒸發式冷凝器能使平均耗電損失減少 15%~56.3%。因此本研究以超市採用之氣冷式冷凍冷藏與空調設備種類為改善目標，開發對應之具可任意安裝拆卸特性之「間接蒸發式冷卻模組」，針對其冷媒系統運轉之影響與性能提升做深入研究。

蒸發式冷卻可分為直接蒸發式冷卻 (Direct Evaporative Cooling) 及間接蒸發式冷卻 (Indirect Evaporative Cooling) 兩種，直接蒸發式冷卻原理為將水直接噴灑在設備冷凝盤管上，讓空氣通過盤管時，利用水蒸發吸熱原理吸收冷凝器所排放之熱量。目前國內已有應用直接蒸發式冷卻之冷凍空調設備實績，但經長期運轉後發現使用直接蒸發式冷卻之設備會出現散熱鰭片與銅管結垢、脆化、腐蝕、甚至穿孔導致冷媒洩漏等問題，使得此技術面臨考驗。



為改善上述問題，開發間接蒸發式冷卻模組，原理在冷凍空調設備之冷凝器（鰭管式熱交換器）前加上一組蒸發式冷卻系統，透過預先降低冷凝器入口空氣乾球溫度達到散熱效果，提升設備能源效率，因為蒸發冷卻不直接作用於冷凝器上，故可避免結垢腐蝕問題發生。直接與間接蒸發式冷卻特性比較，如表 -1 所示。

表 -1 直接與間接蒸發式冷卻特性比較

項目 \ 型式	直接蒸發式冷卻	間接蒸發式冷卻
冷卻模式	直接將水噴灑於冷凝器盤管上	於冷凝器前預先將空氣冷卻
熱傳效果	最佳	較差
盤管結垢	容易產生結垢	不易有結垢

間接蒸發式冷卻模組，效率比值介於氣冷與水冷式之間，又能改善直接蒸發式冷卻方式的鰭片結垢裂化及調整原冷氣機內部控制問題，可直接安裝於氣冷式冷氣機。間接蒸發式冷卻模組採用噴霧式及木心式兩種，針對便利超市之典型空調與冷凍機組，分別製作兩組並安裝測試有單排、雙排、三排灑水。結果得知噴霧式模組在三排灑水之降溫效果較好。

透過分析裝設蒸發式冷卻模組後，設備節能效益分別於夏季達到 11.91% ~ 16.16%，非夏季達到 5.07% ~ 12.07%，節能成效相當不錯且回收年限 2.70年 ~ 8.09年，在經濟效益方面，目前包含超市、便利商店、連鎖餐飲、藥粧及 3C 家電等型態之營業場所之空調系統為尖峰用電負載之主要

貢獻者。以全國便利商店 9,000 家估計，每家使用此種 2HP 容量之氣冷式冷藏展示櫃各三組估計，若加裝「間接蒸發式冷卻模組」，則僅以「便利商店 2HP 容量之氣冷式冷藏展示櫃」部分全年即可節省用電量 39,912,750kWh 之電力，一年可減少 CO₂ 排放量 24,865.64 噸，其節能效益相當可觀。對產業而言可提升市場競爭力，對國家整體節約能源發揮省能效率。

鋼筋混凝土管架結構快速施工法

由於石化廠或高科技廠房均為金額龐大之投資，產品價格對於上市時機非常敏感。若上市時間延後半年，對於投資者可造成巨大的損失。因此，石化廠或高科技廠常對建廠之承攬商提出縮短工期的要求。一般鋼構工程，構件均在預鑄廠製作完畢，運到工地吊裝即可安裝，大多採用螺栓安裝，因此鋼結構安裝進度迅速。但鋼結構常需要防火被覆，重質防火被覆需要鋪鋼絲網及水泥塗抹或灌注，輕質防火被覆需現場噴塗，高處需搭施工架，此項防火工程會造成鋼結構成本增加，工期延長。若管架結構採用鋼筋混凝土構造，相較於鋼結構而言，除價格較便宜外，另有減少維修費用之優點。

鋼筋混凝土施工步驟分鋼筋綁札工程、模板工程，再進行混凝土澆置、養護、拆模。為解決鋼筋混凝土管架結構工期較長的缺點，研發可縮短工期，成本較防火被覆之鋼結構工程便宜之鋼筋混凝土管架結構預鑄工法。

鋼筋混凝土結構採用場鑄、預鑄工法優劣性探討，傳統鋼筋混凝土現場澆置之施工法有二種：1. 場鑄工法（I-1）即是梁柱一體澆置工法場鑄工法。2. 場鑄工法（I-2）即是



先澆置柱、再澆置梁、樓板之場鑄工法。目前預鑄工法之施工法有二：預鑄工法 (II-1) 即是柱、梁預鑄，組立，再梁柱接合於現場澆置法之工法。預鑄工法 (II-2) 即是柱、梁預鑄，組立，再於梁中點接合於現場澆置法之工法。此四種工法之優、缺點比較如下：

工法形式	優點	缺點
場鑄工法 (I-1)	<ul style="list-style-type: none"> ◎施工技術性較低。 ◎施工彈性較高成本較低 (不考慮時間與社會成本時)。 	<ul style="list-style-type: none"> ◎工期較長。 ◎構件品質與施工工期較易受天候影響。 ◎品質穩定性較不易確保。 ◎現場施工工種與所需勞動人口較多，現場勞工安全管理成本較高。 ◎施工精度較低，且較不易控制。 ◎易產生混凝土粒料分離，影響施工品質。
場鑄工法 (I-2)	<ul style="list-style-type: none"> ◎施工技術性較低。 ◎施工彈性較高成本較低 (不考慮時間與社會成本時)。 	<ul style="list-style-type: none"> ◎工期較長。 ◎構件品質與施工工期較易受天候影響。 ◎品質穩定性較不易確保。 ◎現場施工工種與所需勞動人口較多，現場勞工安全管理成本較高。 ◎施工精度較低，且較不易控制。
預鑄工法 (II-1)	<ul style="list-style-type: none"> ◎構件品質較佳，且施工穩定性較佳。 ◎現場施工工期較短，且受天候影響較輕微。 ◎現場施工工種與所需勞動人口較少，現場勞工安全管理成本較低。 ◎施工精度較高，可降低因精度不佳所增加之不必要的成本。 ◎因將結構切割成個別梁柱單元，此個別梁柱預鑄構件單元通常體積較小或重量較輕，較方便吊裝與交通運輸，故成本較預鑄工法 (II-2) 低。 	<ul style="list-style-type: none"> ◎施工彈性較高成本較高 (不考慮時間與社會成本時)。 ◎吊掛之高空作業較頻繁，技術性較高，且較場鑄工法增加現場高空作業成本。 ◎預鑄構件之現場接合節點位於鋼筋配置較複雜之梁柱接點，施工難度較預鑄工法 (II-2) 高。 ◎預鑄構件之現場接合節點位於結構應力較複雜處，故影響此應力較複雜處之施工品質因素較預鑄工法 (II-2) 複雜，所需成本也較高。
預鑄工法 (II-2)	<ul style="list-style-type: none"> ◎構件品質較佳，且施工穩定性較佳。 ◎現場施工工期較短，且受天候影響較輕微。 ◎現場施工工種與所需勞動人口較少，現場勞工安全管理成本較低。 ◎施工精度較高，可降低因精度不佳所增加之不必要的成本。 ◎因結構之預鑄構件單元切割點位於梁中點，該接合點之受力較單純，其結構受力之完整性較預鑄工法 (II-1) 佳。 ◎預鑄構件之現場接合節點位於鋼筋配置較單純之梁中點，施工難度較預鑄工法 (II-1) 低。 	<ul style="list-style-type: none"> ◎施工彈性較高成本較高 (不考慮時間與社會成本時)。 ◎吊掛之高空作業較頻繁，技術性較高，且較場鑄工法增加現場高空作業成本。 ◎因結構之預鑄構件單元切割點位於梁中點，此梁柱預鑄構件單元通常體積較大或重量較重，較不便於吊裝與交通運輸，故成本較預鑄工法 (II-1) 高。

從上表可知，預鑄工法有品質較佳、工期較短之優點，但施工精度較高、吊掛之高空作業較頻繁。



本計畫所研發之管架結構梁柱預鑄工法，因管架結構沒有樓板，因此梁、柱均採預鑄製造，在現場以套筒式將鋼筋以套筒續接器將鋼筋連接，鋼筋末端以 T 式接頭處理來取代鋼筋之延伸長度。最後，在梁、柱接頭處以高強度水泥砂漿澆置，此種將鋼筋混凝土結構桿件在現場組裝，類似鋼結構之施工法，在國內尚屬創新之施工法，期使鋼筋混凝土之施工技術向前跨進一步。

風險專家 (Mr. Safety) 模組強化與新增模組研究及發展

本計畫與國立高雄第一科技大學、中央大學、新鼎合作研發更新化工及半導體工廠安全分析相關技術資料及資料庫，建立共通之單元系統 (如塔槽、壓縮機、管線...等) 之操作安全管理知識庫，作為石化及半導體產業在相關安全操作參考，以減少工安事故發生，對製程安全經驗成功發展如下技術：

- a. Dow 火災爆炸評估指數 / 材料腐蝕劣化機制技術模組。
- b. 安全完整性等級 (SIL) 驗算功能技術模組。
- c. 故障模式與影響分析及關鍵性分析 (FMEACA) 技術模組。
- d. 工安預警技術模組。

Mr. Safety 的設計架構與功能涵蓋初步危害分析模組、危害與可操作性分析模組、事件樹 / 保護層分析模組、定性 / 定量分析資料庫。本計畫將強化前段初步危害分析時技術資訊可能不足，包括化學成份與材料相容性、重大危害分析基準等，及連接後續相關驗算、確效作業，以滿足 IEC 61511-1 Functional Safety Life Cycle

Management，新增產品功能，及為未來的產品發展策略預作規劃與研製，本階段完成的產品如下：

- (1) 完備 Mr. Safety 功能，增加初步危害分析模組功能“Dow 火災爆炸評估指數”，得到火災爆炸的財務損失參考值。
- (2) 強化保護層分析 (LOPA) 決定安全完整性等級 (Safety Integrity Level, SIL) 功能，擴增“試算 SIL 等級” (SIL Pre-Verify) 的選項，以協助用戶確認其有效性。
- (3) 開發可靠度分析工具 -FMEA/CA，依循 ISO14224 設備分類分級標準，以分析定義其失效模式，作為進一步收集失效率等可靠度數據之前驅工具。
- (4) 實現多點診斷預警播報的線上安全系統。

「風險專家」(Mr. Safety) 除既有的三個模組及一個資料庫外，將針對「初步危害分析模組」的評估基準進行補強，提供更多的評估方法與規範；強化與更新資料庫內容；並新增一個模組，擴充後之系統架構如下：

- (1) 新增初步危害分析模組功能
 - a. Dow 火災爆炸評估指數
 - b. GB18218 重大危險源辨識 (中國大陸法規適用)
 - c. 材料相容性評估，並連結腐蝕劣化機制 (材料相容性) 資料庫
- (2) 更新製程設備可靠度資料庫
- (3) 新增安全完整性等級 (SIL) 驗算功能
- (4) 開發可靠度分析工具 - 故障模式與影響分析及關鍵性分析 (FMEA/CA) 輔助分析軟件，規劃內容如下：
 - a. 定性 FMEA
 - b. 定量 CA



(5) 多點診斷預警播報的線上安全系統

本階段完成的產品，能使業者簡化工作流程，並協助業者正確且有效率的在執行中作分析、降低成本，亦提供業者更多的技術支援，增強分析與評估的可信度，真正達到風險與意外事故預防與控制的目的。為了解市場反應，於產品研發早期就確認業界需求，研發過程中亦舉辦產品發表會及產品實務研討會，反應熱烈，其成效對於後續產品的研發有相當的助益。目前已應用在國內電子廠及化工廠奇美、中油大林廠第十硫磺工場興建專案等，訂單更推展至中國大陸合肥東華、四川天一等工程公司，希冀新增化工及半導體工廠安全分析相關技術及績效指標，建立完整之技術資料及一般製程工業共通之單元設備之操作安全管理知識庫，作為集團未來在相關產業操作營運的參考，並應用於其它工程業務範圍，擴大製程風險評估模組系統應用層面，提升集團競爭力。

Mr. Energy 50001 進階 (II) 新增模組研究及發展

本計畫係透過前端裝置收集的即時能源資訊，協助企業進行能源審查 (Energy Review)，分析與鑑別企業的重大能源消耗，進而建立能源基線 (Energy Baseline)，持續監督能源績效指標 (Energy Performance Indicators, EnPIs)，並管制能源管理紀錄，協助企業進行能源管理與節能減碳工作。

研發之整體系統架構如圖 1 所示，其主要產品為「ISO 50001 能源資訊管理平台」與「智慧型能源資訊收集裝置」如圖 2 所示。透過內建支援 ISO 50001 能源資訊收集之

「前端裝置」與「平台建置」，協助企業導入 ISO 50001 能源管理系統，降低企業內部導入系統化能源管理的複雜度，利用平台架構提供企業即時有效的能源管理模式。

Mr. Energy 50001 產品線包裝被設定為嵌入式系統的方式出貨，為讓使用者容易連結與操作產品，將產品內建網頁伺服器使用網頁提供使用者操作介面，只要具備瀏覽器就可輕易操作與設定。不僅在一般個人電腦及筆記型電腦上的瀏覽器可以直接連結使用，連平板電腦、智慧型手機的瀏覽器也都可以直接連結使用。SEM 更內建了無線網路，可以一般無線網路的 AP 方式進行連結，對於業務行銷人員或 ISO 50001 導入顧問更方便隨身攜帶進行展示或輔導工作。

為提早於產品完成前測試市場反應，爭取客戶訂單，於產品研發早期就確認業界需求，本年度研發過程中舉辦兩場產品上市說明會，以及一場產品實務應用研討會，其成效對後續產品的研發有相當助益，也藉此打開知名度，並進一步爭取到國內知名電子及化工廠的訂單，對於產品研發方向的定調以及後續研發能量凝聚有正面貢獻。

以工業級嵌入式系統 (Embedded System) 研發能源資訊收集裝置，用以簡化企業及工廠內部對於公用系統 (utility) 耗能資訊收集的複雜度，包含各電力迴路、冰水機耗能及效率...等，將能源使用資訊記錄與平台維持即時且穩定的能源資訊傳輸。

「不一定要做 ISO 50001，但要建置能源管理系統，通過 ISO 50001 認證並非是



能源管理的最後目的，達到實質節能才是最終目標。」，這是我們接觸不少國內大廠所獲得的結論。ISO 50001 提供了能源管理的框架與原則，遵循 ISO 一貫的 PDCA 循環來進行能源管理，但執行管理系統的細節還是須按照組織內的實際狀況來做調整。

因此，ISO 50001 能源管理系統除了 ISO 的管理系統面外，還有能源管理技術面

的問題需要克服，而 Mr. Energy 50001 就是為了解決能源管理技術面的問題而研發，透過績效指標建模的一連貫導引來簡化使用者建立合適的能源基線模型，透過系統化的方式管理建立好的基線模型與績效指標相關資訊，並可使用建立好的基線模型進行實質的績效監測，協助企業找出潛在能源績效的改善機會。

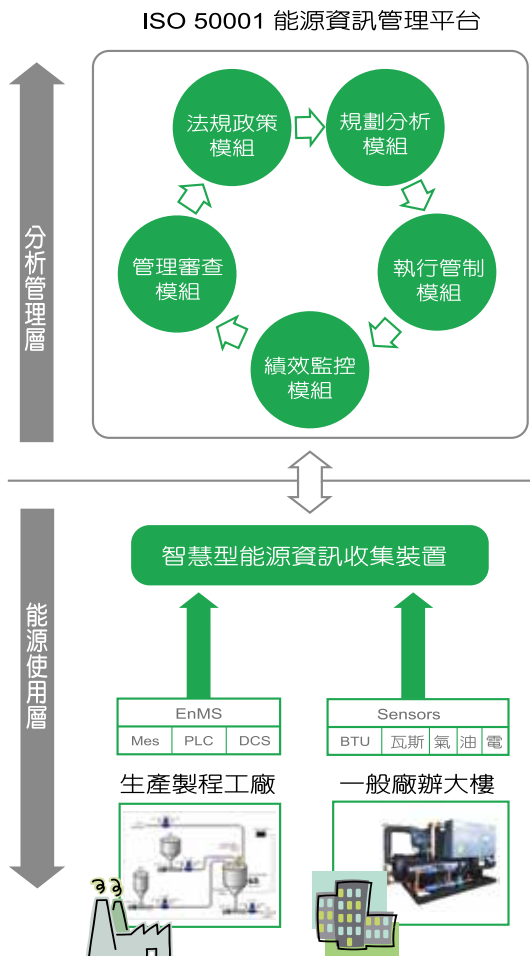


圖 1 ISO 50001 能源資訊管理平台架構

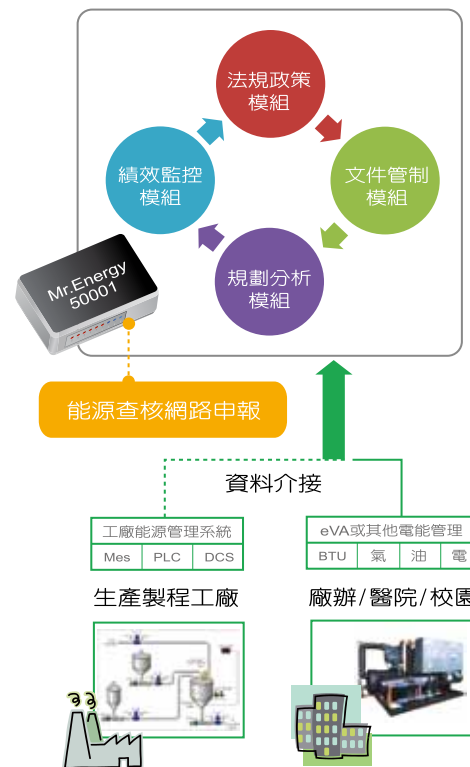


圖 2 Mr. Energy 50001 產品架構示意圖

飲水思源 感恩回饋

賴炎生教授
臺北科技大學 電機工程系



賴炎生教授於民國 67 年就讀臺北科技大學 (台北工專) 電機工程科時獲頒中技社獎學金，就讀期間通過高普考。基於對教學的憧憬，續攻台科大碩士，繼而參加公費留學考試，前往英國英格蘭 Bristol 大學深造，取得博士學位後返北科大任教至今，甫榮獲國科會 101 年度傑出研究獎。

本身來自嘉義務農的家庭，雖然對教書有著憧憬，但是為了減輕家裏的經濟負擔，民國 66 年考進學程較短的台北工專，67 年獲發當時校內最高額的「中技社獎學金」，至今內心仍是充滿感激。那個年代，民生普遍匱乏，收錄音機是學英語最直接也最便宜的工具，由於買不起，一直是處於向同學借用的困窘狀態；所以獎學金一拿到手，馬上買了一台全新的 Sony 收錄音機，剩下的錢就請寢室的全體室友到濟南路的「蜀魚館」大吃一頓。時過 35 年，那台仍然可以使用的收音機還擺在辦公桌上 (如相片所示)，昔日室友即使都已經結婚生子，大家也還是選在當年的「蜀魚館」聚餐，獲頒「中技社獎學金」可以說是人生中一個值得感念的回憶與珍藏。

民國 70 年普考及格，71 年台北工專畢業並獲高考及格，73 年退伍後即接受分發至高速公路局。一切看來十分平順，沒有想到學長的一句話改變了自己的生涯規畫：學長認為工專的學歷不高，將來在職場上勢必會遇到瓶頸，應該打鐵趁熱，趕快找機會繼續升學。為了就近到台大旁聽課程，毅然放棄公職，轉職設立於台北忠孝東路四段的中華工程 (股) 公司，後來

考進台灣科技大學電子工程研究所，76 年畢業後就回母校台北工專擔任講師。教書 5 年期間，看到陸續到任的老師都具備博士學位而感受到自己的不足，於是興起出國深造的念頭，不過礙於家庭與經濟，最後決定押注在公費留學考試。

或許教書是與生俱來的天職，再加上老天的眷顧，81 年遠赴英國英格蘭 Bristol 大學攻讀博士。Bristol 大學位於英格蘭西南方 Avon 河畔的 Bristol，和位處東南方的倫敦同緯度。Bristol 自中世紀起已是重要的商業港口，地位一度僅次於倫敦。據小說「金銀島」的描述，歐洲約在 15、16 世紀開始販賣黑奴，大量的黑奴由非洲仲介至面臨大西洋的 Bristol 再轉賣到美洲，Bristol 可以說是典型的黑奴貿易中心。

七、八〇年代，台灣大學畢業生留美的風氣較盛，留歐的學生並不多，這或許和航運有間接關連。在申請 Bristol 的同時也申請美國的喬治亞理工學院，正猶豫到底是去美國還是英國的當下；剛好碩士指導教授提及 Bristol 有位教授的學養很不錯，因緣際會之下，就偕同一對兒女及身



懷六甲的妻子舉家前往英國。當時台灣和歐洲才剛開放通航，華航班機上的一位空姐，看到一家近 5 口搭機的大陣仗，直呼讓她連想起爸媽從大陸逃難來台的景象。

英國最讓人印象深刻也最值得學習的莫過於「踏實的精神、嚴謹的態度」，相較於台灣動輒速成的 30 年危橋，英國的橋樑卻是歷經百年依舊堪用如初，這就是肇基於慢工出細活的紮實技術與態度，當然以現在快步調的觀點來看，能夠綜合「踏實」與「快速」將是最好的結果。記得在 Bristol 大學做實驗的時候，教授要求必須將模擬的波形貼在玻璃窗戶上，然後和實作的波形合起來比對，這就是養成凡事力求實在、精準的態度。

民國 84 年如期完成博士學位，回顧此行可以說是讓自己打開視野，親身感受英國人嚴謹務實的傳統，也建立國際學術交流的通道；這也是賴炎生教授積極鼓勵年輕人出國研習的主因，唯有跨出步伐才能夠真正了解外面的世界，架築起國際接軌的坦途。賴教授目前專任碩、博士指導教授，每年參與歐美日相關的研討論壇，除擔任 IEEE 工業應用學會 (Industry Application Society) 馬達驅動委員會的副主席及刊物編輯之外，也要求自己指導的博士生一定要出國參與論文發表。

在社會主流價值觀的框架下，賴教授清楚技職教育的定位；承繼慣有傳統，以動手實作為主，帶領學生往下紮根，建立和業界長長久久的合作關係。企業非慈善機構，講求的是將本求利，彼此簽訂的研發專案計畫雖然艱辛但也很有挑戰性，藉機讓指導的碩博士生在計畫執行中獲得實

務操作的經驗、理論突破的創新，以及時程的準確掌控，期使教學功德圓滿，讓學生在博三時期即可準備畢業，博四畢業的前夕就順利找到工作。

隨著時代的改變，老師的角色也和以往不同，教學標準的拿捏亦適時加以調整。剛開始教書的前幾年，對學生要求嚴格，當學生當得比較兇；現在則相對比較尊重，面對學生，將心比心，把學生當成自己的孩子來教，該學、該勸的，絕不馬虎，以鼓勵與啓發的方式，循循誘導。無論是實作設備的增添、產學合作的加強，務必在既定的時程內完成實務與學理，達成畢業即就業的目標。

賴教授選擇教學做為人生的職志，主要是對教育很有興趣、很有熱忱，再加上一路來自國家社會的栽培，飲水思源，心中始終抱持「呷人一口，報人一斗」的感恩心情。投注教育工作數十年，發覺教育的成果絕不是靠個人的微薄力量，而是靠著「取之於人、用之於人」的信念，經由師生、學長及學弟共構的平台，累積能量、發揮效益。

職業不分藍白，對於新世代的年輕人，賴教授認為：「即使賣雞排也沒有關係，工作要有興趣、養得活自己、過得快樂、對社會有回饋」才是重點。藉此專欄，除了感謝中技社長期以來持續對青年學子的獎勵之外，也希望透過歷屆獎學金得主的分享，在須臾之間，傳承寶貴的經驗、觸發靈動的創意。

採訪整理 / 黃朝仁主任 · 張兆平

筆隨意走 激盪瞬間靈動

提卡藝術中心 藝術總監 劉哲志



國小二年級由父母帶去學書法、四年級誤打誤撞學水墨，國中定期由台中搭車去新竹師範學院找教授學西畫，後來順理成章考進豐原高中美術班，更堅定藝術創作的職志。回想啓蒙的過程中，發覺兒童美術教育的關鍵性，再加上天性崇尚自由，唸大三時就已經想好未來發展的方向。藝術創作要有麵包支撐，在取得台中教育大學美研所碩士學位後不久即創辦提卡藝術中心。其實當初只是想將真正喜歡藝術的學生或者成人引至正規的學習，基於市場考量就先從兒童美術教學起步，但最終目標還是希望能夠兼顧創作展覽，因此教室的命名必須涵蓋廣度與深度。劉哲志老師天馬行空想了十幾個名字，必須是抽象又有藝術氣息，而且要與別人不一樣的廣義設定，翻遍辭海、漢典、畫冊，終於被地圖中「阿提卡」的地名所吸引，經筆畫斟酌後，決定取用「提卡」。

哲志老師作畫的習慣，以畫面來講是解構再重組，較接近立體派的呈現，在於陳述個人的情感。一直以來都是想把東方人文的精神、畫面的意境，用西畫傳承出來；對個人而言，畫什麼不重要，重要的是呈現出來的靈動，因而即使是看著照片作畫也會加入很多當時的想法，畫出來的畫也就永遠不會像原來的相片。往往讓自己很感動的畫作，通常都是在很短的時間畫出來的；誠如自古以來將「神、妙、逸、能」視為評鑑水

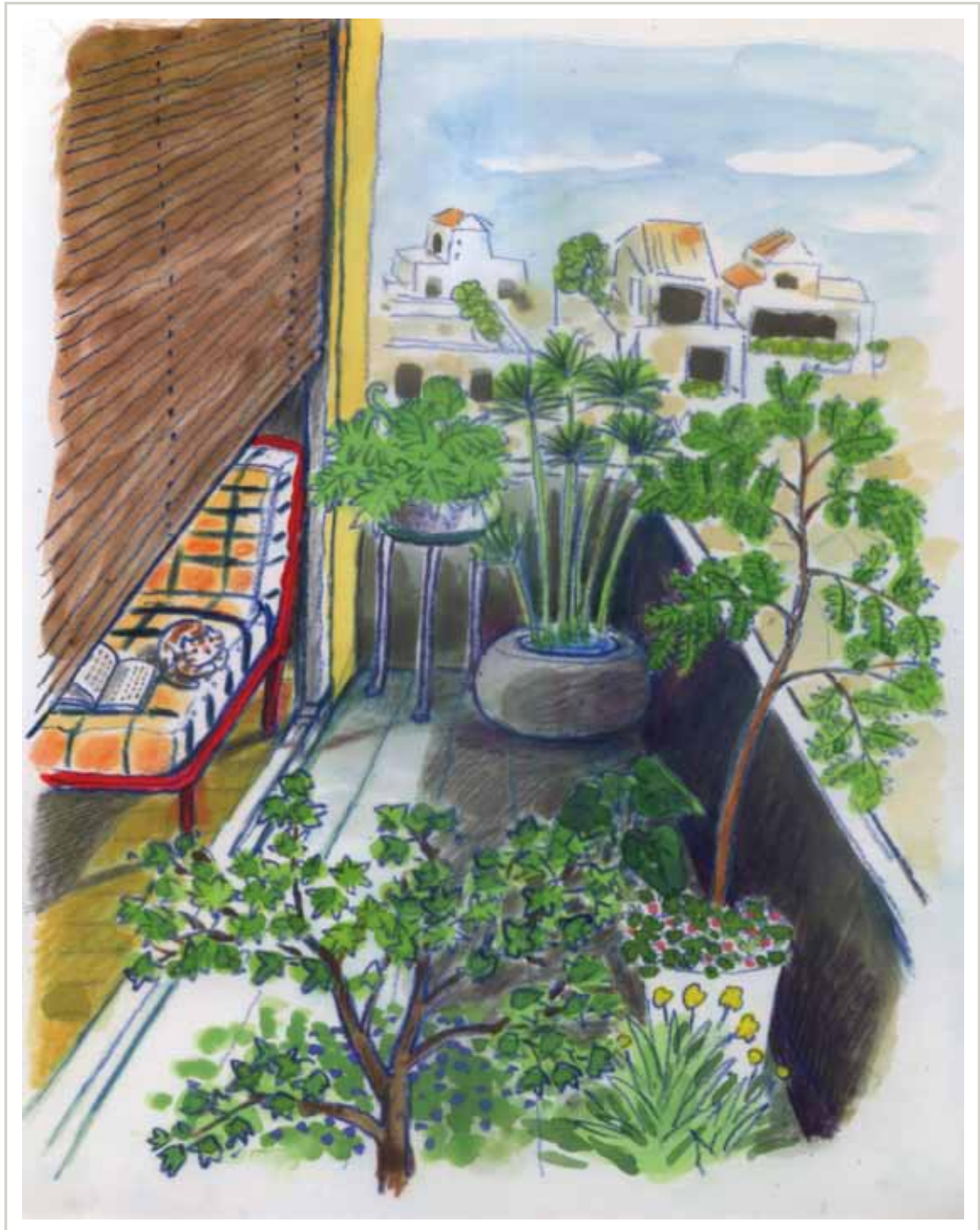
墨畫的標準，而北宋黃休復更將「逸」置為首，因為藝術最難能可貴的就是捕捉瞬間的感動，這是最難被複製的，即使是自己的畫作都無法再複製，這樣創作才具有藝術價值。以油畫為例，其覆蓋性很強，可以一再堆疊，但完成前最後一層，不在於時間的長短，而是「筆隨意走」，抓住「瞬間的感動」，一氣呵成。

提卡成立至今，轉眼已過 14 年，連鎖教室也擴至三個定點，教學對象從小朋友、延伸到美術升學班、成人班，雖然要兼顧三處的教學情況，但創作的熱忱與初衷始終沒有改變。2007 年之前每年參與多項美展並屢獲大獎，之後每年 5 ~ 6 次的聯展，以及每 5 年舉辦一次新的創作個展，年度個展採作品重複但展點不同的方式。在開放自由的大環境下，小範圍的相對堅持與封閉絕對有其必要；置身台灣又是土生土長的台灣人，自然喜歡畫本土區域性的東西，藉由畫作表達對環境的熱愛與認同。教學之餘常騎摩托車或開車到處走、到處看、到處畫，最近則以台東原住民舞蹈為題投入一系列的創作。

除了創作，劉老師也喜歡收藏；談到收藏就必須回歸到創作的中心思想—「萬事造化中的心源」，基本上是隱含極大的主觀情感因素，畫面能讓自己感動才會去收藏；而每個人對美的定義及詮釋皆不同，但一定要忠於自己的感覺。創作真的是人生最快樂的事，現階段以西畫為主，因為自認對水墨畫面的掌控尚未成熟，還不能感動自己，未來時機成熟時則希望回到水墨創作，以綿紙、宣紙，經由東西方文化的交流與衝擊，迸出新的創意。

採訪整理 / 余俊英組長 · 張兆平

節能減碳三十六計



盛夏裡，
如果無法住在山野，恣意享受山林的涼爽，
也買不起緊靠森林公園的房子，看樹海吹涼風，
那我們就在陽台築起綠意，掛起簾子，獨享私家的涼意吧！



南庄老舍

依山傍水的房舍櫛次鱗比，蘊含雜亂中的美感；簡約、純樸，安靜得令人忘我。

15F(65×53cm) 墨色淡彩 2006年 劉哲志 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>

