技術創新加速 智慧綠色城市與產業轉型

今年夏天，三十餘位來自美國、台灣、韓國等地的專家學者，聚集於美國史丹福大學商學院的Obendorf會議廳，參與工研院與史丹福共同籌備舉辦的「智慧綠色城市之創新：成就、阻礙與新興趨勢」論壇。希望從智慧綠色城市的實務個案中，解析新興綠能產業、技術與服務創新的發展策略與機制，與討論未來智慧綠能創新與創業等重要議題。

撰文 魏依玲
攝影 Susanna Lucia Lamaina

2012年SPRIE智慧綠色城市創新與會者，包含工研院徐爵民院長、產經中心蘇孟宗主任、競爭力中心杜紫宸主任、機械所鐘裕亮組長、國際中心周露華副組長、與北美公司總經理王韶華，資策會史欽泰董事長、王可言技術長、旺能等單位之代表，加上主辦單位SPRIE三位主持人Henry Rowen, William Miller與Marguerite Hancock共襄盛舉。

改變能源產業競爭格局的頁岩氣

擔任本次研討會開場專題演講的是美國前國防部長William J. Perry，目前為Hoover Institute之能源政策小組的資深研究員，也同時擔任美國能源部部長能源顧問會議（Secretary of Energy Advisory Board, SEAB）的主席。Perry提出四種關鍵技術突破是改變能源結構與競爭格局者（Game Changer）的角色，包括：電動車、新型態的生質能、天然氣生產與運輸以及核能發電，這些技術是目前美國能源部先進研究計畫—能源（Advanced Research Program

Agency-Energy, ARPA-E）的重點研究領域，期望在十年內，解決美國能源依賴自海外進口原油的國家能源安全問題。

頁岩氣（Shale Gas）是全球能源產業的重要議題之一，由於近十餘年頁岩氣開採技術的突破，國際能源組織（IEA）預估，2035年將占美國國內天然氣生產量的一半（目前為三成），大量頁岩氣開採不僅改變能源市場結構與價格，並創造數十萬個工作機會，同時降低電力、運輸工具、化工等產業對石油的依賴，影響未來技術發展方向。

未來，完成天然氣跨國輸送管線建設並達到具競爭力的成本，美國可能從能源輸入國成為能源輸出國，與中東國家的政治外交關係也隨之改變。過去因天然氣規模小、進出口為區域性質，交易價格不透明且與石油價格連動，隨著頁岩天然氣供應量增加，天然氣跨國交易價格將與石油脫鉤與透明化，可建立如同石油市場的全球交易平台（Deutch, 2011）。

Perry指出，頁岩氣目前最大的爭議在於岩層破裂（Hydraulic Fracturing of Fracking）技術所衍生的環保議題，包括地下水汙染、空氣品質、地震與生態等問題，必須透過法規管制與標準、資訊透明與溝通、經驗學習和投入研發等方式逐步解決。值得注意的是，大量開採頁岩氣降低天然氣價格，極可能延緩再生能源發展的步調，競爭性能源間的取捨將是能源政策的關鍵。

IT與ET整合
促進城市經濟發展與產業轉型

由於ICT快速進步與城鎮化趨勢，目前全球居住在城市的人口已經超過五成，全球有100座以上人口超過百萬人的城市，使用行動通訊設備的人口愈來愈多情況下，將城市中市民、企業與產業透過通訊平台串聯起來，則將衍生新的商業模式與建立新的生態體系。Cisco智慧連結城市（Smart + Connected Communities, SCC）計畫主管Cliff Thomas指出，SCC基本架構是將網路核心技術作為發展與提供服務的設施平台，將一般實體社區轉換為智慧連結社區，整合軟硬體、資訊與需求，以提供客戶在不同場域的體驗（experience）與創新服務。

在全球數十個城市導入ICT系統的個案，發現智慧城市可提供優質的生活環境與工作機會，吸引更多知識工作者與企業移入，改造了舊城市的面貌與產業結構，然而智慧城市成功轉型須具備願景領導（Visionary Leadership）、全球開放式標準（Global Open Standards）、智慧型管理（Smart Regulation）、公私部門合作（Public Private Partnerships）和新生態系統（New Ecosystem）等五個要件。

智慧綠色城市是資訊技術與能源技術整合的創新平台，須了解市民的生活體驗、社會與環境、經濟發展等需求，來定義新的市場機會。

公部門與電力公司
是能源技術的先期採用者

加州在過去三十多年來，平均每人電力使用量（能源密集度）始終維持相同水準，其中與加州政府監管電力公司的機制有關。

加州公用事業委員會（California Public Utility Commission, CPUC）規定電力公司的電力銷售營收與售電量脫鉤，消除電力公司提高售電量獲利的動機。若當年度電

力銷售量超出預測需求量，則額外營收將歸還給用戶；若銷售量低於預測需求量，則電力公司的虧損可在次年以調整價格獲得補償。

CPUC同時制定綠建築與節能電器之節能標準、實施智慧電表、尖離峰差異價格等需求面管理計畫，政府公用事業帶頭增加能源效率的投資。以太平洋瓦斯與電力（Pacific Gas and Electric, PG&E）公司為例，自1976年起，PG&E透過節能方案為加州消費者省下240億美元的開銷、減少7,650萬公噸的二氧化碳排放量，並省下加州政府增建24座電廠的開支。

史丹福大學Precourt能源效率中心（PEEC）主任James Sweeney指出，能源政策僅為控制加州能源密集度的原因之一，加州的特殊環境也是關鍵，例如溫暖的氣候、人口結構、產業結構、土地價格等，政府應重視多重相關政策間的協調與整合。Sweeney同時提出幾項克服城市能源效率問題的解決方案，包括碳排放的定價、電力使用資訊、能源管理系統、影響用電決策的智慧電表、社會規範等。

智慧綠色城市與新興市場創新趨勢

知名顧問PwC負責潔淨科技的顧問Brian Carey，從2025年智慧綠色都市發展的願景，預測包括智慧電網、智慧建築、太陽能發電、儲能、LED照明與電動車等技術之發展趨勢，以及未來可能面臨的挑戰，智慧綠色城市中的關鍵技術的普及應用繫於三個條件：

1. 政府支持：管制結構變革、法規與標準化、初期補助、示範計畫。

2. 消費者接受度：成本／價格、投資回收與報酬率。

3. 營運模式創新：產學研合作、技術整合。

歐美日面臨景氣寒冬之際，中國屬於高經濟成長的新興市場，為解決產業結構與城鄉差距，在2011至2015年十二五規劃中，以城鎮化（urbanization）作為調結構、保增長及節能減排的重要手段，低碳城市成為促進內需消費、發展智慧綠色產業與服務業的潛力市場。為了掌握新興市場的商機，推動區域雙邊合作組織應運而生，例如成立於2008年的非營利組織「中美清潔能源論壇（U.S.-China Clean Energy Forum）」，是由中美兩國金融、貿易、能源技術等領域專家組成，目的是確認雙方優先合作的領域與專案，提出消除合作障礙與不利因素的建議給雙方政府，已成為中美雙邊產官學研在清潔能源技術、市場合作和政策協調的平台。

挑戰：智慧綠色技術的創新與創業風險

綠色能源技術不僅提升環境品質，也驅動產業再次轉型，然而能源技術市場化時程較資通訊技術漫長。以煤炭燃料為例，它在1850年即被確認為可用燃料之一，卻到了1910年代才大量生產，另外太陽能發電原理早在1800年被發現，1954年Bell Lab發明了單晶矽太陽能電池，但受制於發電效率與成本至今仍未被普及使用。能源技術不僅要突破實驗室到小規模測試階段，也需要時間與經費投資於大規模產製，2009年美國能源部（DOE）仿效國防先進計畫（DARPA）設置先進能源技術研究計畫（ARPA-E），支持高風險、高回報的突破型先進能源技術研發，確保美國在先進能源技術的領導地位。

技術型新創事業（Technology Startups）是促進產業轉型和成長的重要組織，創業加速器（Accelerator）則是近年來新興服務業。2006年成立於矽谷的Cleantech Open是全球最大之推動潔淨科技創業的加速器，已協助581家新創事業成立，共計募集資金達6.6億美元，其服務創業家的核心能耐是與基金會、政府、企業（含公用事業）、創投、大學和國家實驗室等建立合作網路，協助創業家驗證其事業概念的可行性或建立實際業績（Track Record），提高新創事業對投資者的吸引力。

公私夥伴合作實踐智慧綠色成長

歐債風暴重挫全球的金融與消費市場，根據WTO預測，2012年全球貿易量僅成長3.7%，相較2010年成長13.8%、2011年成長5%呈緩升趨勢，出口的成長引擎動能不足，內需與投資便成為復甦國家經濟的重點，其中能源效率及再生能源產業是各國促進投資、創造就業的關鍵策略方向，其中美國加州的公私夥伴合作（Public Private Partnerships, PPPs）經驗可提供國內產業轉型與落實低碳社會的參考。

矽谷從ICT產業聚落轉型為潔淨技術（cleantech）聚落，是公私部門合作的成果。中央政府長期投資新能源技術研發，加州政府改革公用事業監管的制度工具，引導電力公司將能源效率列為滿足能源需求的重要資源，積極採用創新能源技術與發展創新服務；市政府則整合區域資訊與政策資源落實低碳城市，以舊金山市為例，建置了解舊金山太陽能發電潛在市場與裝置的太陽能地圖（Solar Map）資訊系統，作為廠商進入市場與應用技術的參考；聖荷西（San Jose）整合產官學研資源，以綠色願景2022（Green Vision 2022）作為發展潔淨科技產業的策略平台。

台灣能源進口依存度超過99%，提高能源效率與再生能源供應比例較加州更具急迫性，潔淨能源的相關基礎建設可帶動國內投資與就業，降低能源密集度可提高出口產品競爭力，智慧綠色城市也是吸引知識人力在地發展的環境。綠能具有技術產業化時間長、資本密集、法規關聯度高等特性，政府責無旁貸地長期投資研發、改善綠能市場發展的制度環境，企業得以整合技術、人力與財務資源，配合當前政府推動之智慧電網、綠建築和低碳城市等施政計畫，發展再生能源、能源效率的軟硬體與創新服務。

> 隨著頁岩天然氣供應量增加，
> 天然氣跨國交易價格
> 將與石油脫鉤與透明化，
> 可建立如同石油市場的全球交易平台。

值得台灣持續關心的議題有二：第一、全球頁岩氣供應規模持續擴大對於相關產業的影響，以及全球再生能源發展時程與策略調整的動向；第二、在兩岸經濟合作架構協議（ECFA）的基礎下，如何移植台灣成功的綠色創新經驗，掌握中國低碳城市的商機，達到建立通路與品牌行銷的最小規模。

節能減碳是台灣產業提高附加價值與結構轉型的機會，嚴峻的經濟情勢與技術市場的不確定性，產官學研合作是掌握機會、降低風險的最佳策略。