

以減碳創造新收益、新經濟

微藻變身生質金礦

工研院和台泥公司的合作邁入新里程碑，結合微藻固碳能源和創新加值技術，不但以減碳創造新經濟價值，更攜手業者共同打造碳循環經濟商機。

撰文／李幸宜 攝影／黃鼎翔

在經濟部能源局的支持下，工研院和台泥公司從五、六年前就展開合作，一方面鎖定在鈣迴路二氧化碳捕獲工業級技術，在水泥廠的生產過程裡直接攝取與吸附煙氣中的二氧化碳技術；另一方面則是發展微藻養殖固碳及相關應用技術，除有效地減輕二氧化碳對環境的衝擊外，更進一步創造高附加價值產品之市場。

日前雙方在經濟部長李世光部長的見證下，正式簽署新階段研發計畫合約，台泥預計投入超過新臺幣 2,500 萬元的研發經費，與工研院共同合作及運用微藻固碳能源與創新加值技術，擴大建置微藻養殖示範系統及研發中心，除持續研發微藻固碳關鍵技術，還將進一步投入高單價蝦紅素原料的生產。

李世光表示，國際能源總署曾研究過，目前正在推動的所有綠能技術加總後，大約還缺 15% 才能達到今日的

減碳目標。以臺灣為例，目標是 2050 年再減碳 50%，這是非常嚴苛的數據，不過我們也發現，一旦開始推動減碳，雖然有成本，但更可能會有新產業、新經濟的產生。

從節能減碳到再生能源

現階段政府積極扶植發展的綠能產業包括節能、創能、儲能及智慧系統整合等四大主軸，從節能減碳、再生能源開發、能源輸儲應用等，都是持續推動的重點項目。微藻生質能源技術是國際間積極發展的第三代生質燃料的基礎，兼具創能、固碳和加值化產品等多重效益，因而被視為中長程的再生能源技術。

微藻不僅具有生長快速、高固碳效率、油脂含量高等多項優勢，還可以生產高價值化學品。而工研院高值化

應用技術的創新特點，在於結合再生紅球藻生長調控創新技術，以一鍋式（One-pot）的養殖與累積蝦紅素技術，取代傳統二階段養殖方法，也就是在同一反應器裡可以同時完成微藻生長及累積蝦紅素的一階段養殖程序，大幅提升蝦紅素含量，使之產率倍增而能強化此一產品之市場競爭力。

工研院院長劉仲明表示，工研院打造的「碳循環再利用生物合成平台」是減碳創能的關鍵基礎，這整套系統必須實地測試驗證及整合多方技術能量方可達成。工研院和台泥針對此技術已有長達五、六年的合作經驗，主要針對碳捕獲與應用的技術研發，不



工研院與台泥公司簽署新階段研發計畫合約。左起為工研院院長劉仲明、經濟部長李世光、台泥董事長辜成允。



肉眼看不見的微藻，卻可以捕捉二氧化碳、製造生質燃料，還能提煉出珍貴的蝦紅素，變身為生質金礦！

斷地發酵，持續地創新，深化雙方的合作關係，整合彼此的核心專業，才發展出此一具體成果。

值得一提的是，除了台泥以外，工研院在循環經濟已有許多個合作案例，像是造紙行業也會產生許多廢棄物，工研院協助業者從循環經濟的觀點進行廢棄物能源利用，已經展現不錯的成果。

台泥董事長辜成允指出，和工研院所屬的三個完全不同的單位合作，除了綠能所、生醫所，還委託 IEK（產業經濟與趨勢研究中心）進行市場研究，這樣的機會很獨特，因為在其他合作案的經驗很常出現互推責任的狀況，但工研院卻很樂於引進業者所需的資源，這是台泥的合作專案可以加速發展、持續擴大的關鍵原因。

兩大關鍵技術落實循環經濟

台泥秉持永續經營、永續環保的理念，積極朝向循

環經濟的經營模式推動。以和平水泥廠為例，從採礦到運輸採用端對端的環保概念，整個過程都是使用最節約能源的方式進行，像是以豎井的方式採礦，石頭受重力影響直接經過隧道從山上往下輸送，不需使用卡車運輸，礦山上的自然植被能得到保護，也避免額外排放二氧化碳。

辜成允說，一開始只是希望知道水泥公司在循環經濟的碳捕獲能夠做些什麼，沒想到經由與工研院合作所帶動的一連串商機，竟然可以替台泥創造新的商業模式和業績。

在工研院和台泥的合作案裡，碳循環及再利用包含兩大關鍵技術，而且預先考慮到如何整合熱的回收，也就是說除了碳以外，連熱都有循環。

第一項關鍵技術是鈣迴路二氧化碳捕獲技術（Carbon Capture and Storage；CCS），在能源局的支持與經費補

助下，雙方合作於 2013 年建立全球最大鈣迴路捕獲二氧化碳試驗廠，規模達 1.9 MWt，捕獲效率與煨燒效率大於 90%，更獲得 2014 年全球百大科技研發獎（R&D 100 Awards）。

為能進一步將捕獲的二氧化碳加以應用，創造附加價值，以實質收入來平衡捕碳成本，透過深化的交流與資源整合，而有了第二項關鍵技術的合作開發，也就是微藻固碳能源及加值化。

固碳微藻是利用二氧化碳當作微藻的營養來源，經由養殖、採收及萃取等程序，導向兩大主要應用方向，一種是應用在能源，例如：萃取藻油做為生質燃料、醱酵轉化為氣體燃料，或是乾燥後和其他燃料一起燃燒；另一種是結合特定藻種的養殖，並萃取其所含的高單價成分，例如：蝦紅素或 DHA，這也正是台泥現階段積極投入發展的方向。

獨步全球的創新技術與合作模式

工研院及台泥的合作中，雨生紅球藻的創新生長調控技術扮演了重要的角色。雨生紅球藻的固碳效果約為一般植樹固碳的 21 倍，同時也是地表最強抗氧化物質——天然蝦紅素的主要來源。蝦紅素具有抑制及清除自由基的能力，是 β -胡蘿蔔素的 10 倍、維生素 E 的 550 倍。但因其生長的條件不易掌握，須藉由傳統二階段的養殖方式進行生產，相對也必須負擔較高的生產成本。而工研院結合雨生紅球藻生長調控之一鍋式養殖與蝦紅素累積創新技術，成功地提高蝦紅素含量及產量，使之具有高產率、低成本的市場競爭力。

市場潛力方面，雨生紅球藻的藻粉市價可達每公斤新臺幣兩萬元，提煉成蝦紅素的藻油則以公克計價，若能進一步做到醫療級品質，更是以毫克計價。換言之，藉由這次合作來建立產業鏈，例如：加工製成美妝產品、保健食品、複方藥品，未來可能開創驚人商機。

辜成允認為，台泥已經完成規劃，年底前投入雨生紅球藻生產廠建置及蝦紅素保養品開發量產，現在正同步進行 GMP 和 FDA 的認證規劃，希望在工廠建置時期，就把這些生產製程相關的標準納入，避免日後多走冤枉路。未來蝦紅素的生產會由台泥負責，後續加工和延伸



用碳捕獲 CO₂ 為碳源，透過微藻養殖、微藻採收及萃取等程序，產製生質燃料做為能源之用，或高單價物質用於民生應用，並兼有碳循環的效益。

的部分則由子公司景德製藥來接續。

值得注意的是，以微藻固碳的技術合作為開端，也開啟了未來更大的合作空間。李世光以加州白桃的基因物種來自臺灣的桃園，以及本次專案尋找適用的藻類品種的經驗為例，強調基因庫的重要性，並期許和辜成允董事長主導成立的「辜嚴倬雲植物保種中心」能有更多的合作。

李世光表示，在全球的生醫領域裡，從大自然學習一直是重要關鍵，尋找效益更高的下一代紅藻也是如此。所以，在下一階段的合作裡，生醫領域的能量正式加入後，辜嚴倬雲植物保種中心可成為很重要的基因庫，也可以是知識庫的來源。

位於屏東縣高樹鄉的辜嚴倬雲保種中心目前已進駐 29,838 種來自世界各地的熱帶植物，經濟價值植物原種的收藏在全球可說是首屈一指。辜成允董事長指出，辜嚴倬雲保種中心希望成為全世界植物多樣性的種源平台及開放平台，希望從現有的物種裡面找到抗癌物質或進行其他相關研究，未來很願意和工研院這麼好的夥伴持續進行配合與全面合作。■