

## 減碳減塑有一套

# 科技助力與自然和諧共存

新冠疫情全球大流行，各國祭出封城、隔離禁令，並呼籲民眾盡可能待在家，以遏止病毒蔓延。人類減少活動的同時，自然環境卻意外的生氣蓬勃，交通停擺，二氧化碳排放顯著減少，人為干擾降低，野生動物數量也因此增加。疫後人類更應追求環境永續，投入循環經濟、綠色能源的發展，與大自然和諧共存。

撰文／劉映蘭

**儘**管疫情造成人類生命、財產的損失，但如果就人類作為地球生態一員的角度來看，疫情對整個生態的影響，似乎不全然負面。

科學家們發現，疫情導致人類生活方式改變，已使全球上半年排碳量有顯著減少。芬蘭能源與清潔空氣研究中心（CREA）的報告指出，中國大陸在農曆年期間的兩週，碳排放量至少減少1億公噸；美國紐約哥倫比亞大學的研究人員也指稱，紐約的二氧化碳排放量下降了5%到10%，來自汽車的一氧化碳排放量也下降了50%左右。

### 疫情影響 碳排降垃圾增

學術期刊《自然氣候變化》（Nature Climate Change）近期一篇論文推估，今年全球碳排放量可能下降4%到7%。但由於居家辦公、隔離等措施及宅經濟當道，垃圾量不減反增。科學家們擔心，這波疫情帶來的減碳效應，可能隨著疫情減緩而「恢復原狀」，各國科學家均大聲疾呼，人類應趁此機會，透過改變生活型態和生產製造方式來友善地球，讓環境生態不僅在疫情期間得到喘息機會，更發展出人類與自然生態長久永續的共存策略。

聯合國曾警告，如果在2030年以前，不能減碳45%，地球將面臨不可逆轉的暖化臨界點，而二氧化碳捕捉技術也被視為是阻止災難性氣候，最有效的方法之一。工研院運用鈣迴路技術，協助水泥廠



工研院與台泥合作將鈣迴路技術捕捉的高純度二氧化碳，應用於微藻的養殖上，創造二氧化碳之高值化利用。

捕捉二氧化碳，並導入微藻固碳、紡織染色等應用，促進二氧化碳可循環增值利用，有效減少碳排放。

### 水泥廠碳捕捉 微藻固碳生黃金

水泥業原本是高碳排產業，常被視為是產生溫室氣體的大戶，工研院和水泥產業龍頭台灣水

泥合作，建造領先全球的鈣迴路捕獲二氧化碳試驗廠。工研院綠能與環境研究所副所長萬皓鵬表示，該技術是以氧化鈣作為吸收劑，從水泥製程排放的煙氣中直接吸附捕捉二氧化碳，形成碳酸鈣，在生產水泥的過程中，主原料碳酸鈣（石灰石）進入煅燒爐，經高溫再分解為氧化鈣與高純度二氧化碳，氧化鈣一旦失去活性，又可以送回水泥廠作為原料，重複循環以達成近乎零排放的理想。

工研院團隊將鈣迴路技術捕捉的高純度二氧化碳，應用於微藻的養殖上，且運用創新的生長調控技術，提升微藻生長量與二氧化碳利用率，近年

## 二氧化碳取代水 染色機能化同步完成

紡織為臺灣重要創造外匯產業，每年產值約3,600億元，其中出口占了四分之三，但布料染色會產生大量廢水，據統計，每製造1件衣服會用掉25公升的水，相當於15瓶大保特瓶容量。

近年環保意識抬頭，國際運動品牌號召成立「有害化學物質零排放聯盟」（ZDHC），訂出2020年達成有害化學物質零排放的嚴格標準，對生產過程中產生大量廢水的傳統染整業者而言，形成艱鉅挑戰，因此減少用水以符合世界環保標準，成為染整業者的首要課題。



超臨界流體染色開放式創新系統平台，開發出紅黃藍高染色堅牢度三原色染料與機能化學品，品質完全不輸傳統水染製品。

來更衍生應用於蝦紅素含量高的雨生紅球藻養殖，進而創造二氧化碳之高值化利用。

目前台泥和平廠的鈣迴路實驗廠每年可以捕捉500噸至1,000噸的二氧化碳，除了大幅降低排碳，藉由固碳微藻技術所產生的蝦紅素，可作為美妝產品與保健食品之原料，每年商機更高達數億元！成為兼具商業價值與環境友善的最佳示範。

如何做到無水染色？秘密武器就是二氧化碳。工研院材料與化工研究所經理董泯言指出，「超臨界流體染色與機能化同步技術」以二氧化碳取代水，運用溫度壓力控制，讓二氧化碳達到介於氣體與液體之間的超臨界狀態，將染料溶解擴散、滲透到布料的纖維毛細孔內，同時還能賦予布料吸濕排汗等機能。用過的二氧化碳，則可

透過氣閥回收重複利用，無須像傳統染整技術多一道烘乾手續，不增加環境負擔。

因應世界潮流，早在2014年臺灣紡織大廠陸續建置無水染色的超臨界流體染色設備，但因缺乏材料參數研究，難以順利導入量產。工研院看到產業需求，投入大量資源研發，打造超臨界流體染色開放式創新系統平台（OISP），開發出紅黃藍高染色堅牢度三原色染料與機能化學品，不但能將顏色牢牢鎖在布料上，還能有豐富的機能變化，經產業驗證，品質完全不輸傳統水染製品，效果令產業驚艷。

### PEF取代寶特瓶 PHA讓海龜自由呼吸

減碳、減廢為是永續環境的兩大重點，為了降低塑膠廢棄物對環境造成的負荷，工研院自2009年投入生質塑膠的研發，從早期的聚乳酸（PLA），現已進展到聚乙烯呋喃酸酯（PEF）、聚羧基酸酯（PHA）等下世代生質（聚酯）塑膠，不僅環保，功能性更上一層樓。

海龜鼻子卡塑膠吸管的畫面，讓世人驚覺海洋廢棄物的危害，同時更積極找尋塑膠吸管、食品包材的環保替代物。儘管PLA生質塑膠技術已經成熟，但卻有不耐熱、能回收卻難以重複使用等缺點。工研院成功研發並產出的新世代PEF生質塑膠，兼具環保與阻氣佳等優點，希望取代市面上常見的塑膠製品和PET寶特瓶。

PEF阻絕二氧化碳散逸的效果，是寶特瓶（PET）的10倍、阻絕水及氧氣散逸也有2~3倍，加上耐熱性優於PET，已被多家飲料大廠看好。歐洲生質塑膠協會（EuBP）預估，2021年PEF產能將占生質塑膠產量的1.1%。目前該技術已導入產業，成功產出亞洲第一個生質

阻氣Bio-PEF汽水瓶與啤酒瓶。

在生產上，工研院團隊目前已可從試量產反應液中，提取約20公斤合成PEF所需之前驅原料，可別小看這20公斤的原料，當前全球能產出公斤級PEF的廠商或機構可說是屈指可數。工研院材料與化工研究所技術總監張光偉解釋，提取過程不穩定性高，團隊運用催化與純化技術，大幅提升原料的純度，以聚合出高分子量PEF。

此外，工研院也以生質柴油的副產物甘油為碳元，經發酵合成出PHA。此材質不僅符合國際可分解標準，甚至還能在海洋中被分解，解決海洋廢棄物與塑膠微粒問題。而工研院參與歐盟「農業廢棄物全利用計畫」，與13國團隊合作，以南法酒莊的葡萄園為實驗場域，將種葡萄到釀酒的過程做到「零廢棄物」。工研院結合萃取葡萄多酚，以及茶葉渣、咖啡渣等農業廢棄物發酵合成的PHA，製成食品盛盤，不僅有抑菌保鮮的功能，同時解決廢棄物去化與塑膠垃圾的難題！

新冠疫情雖然造成許多生活上的不便，但也剛好讓世人重新審視，如何透過行為改變與創新科技，對環境更友善。為免於2030氣候變遷航向不可逆轉之路，科研勢必將扮演更重要的角色，讓地球這艘諾亞方舟永續航行下去。■



工研院成功研發新世代PEF生質塑膠，兼具環保與阻氣佳等優點，希望取代市面上常見的塑膠製品和PET寶特瓶，為環境盡一份心力。