

# 綠色/永續化學通訊

## GREEN/SUSTAINABLE CHEMICAL COMMUNICATION

第6卷第1期

2011年3月

March, 2011

*Sponsored by chemistry research promotion center, NSC, Taiwan*

主編：甘魯生 ([lskan@chem.sinica.edu.tw](mailto:lskan@chem.sinica.edu.tw))  
發行人：國科會化學中心  
地址：10622 台北市和平東路2段106號  
電話：(02) 2363-5357 傳真：(02)3366-8209  
網址：<http://gc.chem.sinica.edu.tw/index.html>

客座資料收集人：劉人鎬 吳孟津 蕭亞漩，指導老師：凌永健 教授

本刊園地公開，歡迎投稿。是凡有關綠能永續化學資訊(包括環保)且符合下列範疇將優先考慮  
研究突破 業界新聞 相關訊息 研討會訊息 專題報導  
來稿本刊保留修飾刪改權利，如無意願請先註明。轉載須註明出處，文責自負。  
稿件或信件請寄 臺灣大學化學系李木華小姐收([mhlee1950@ntu.edu.tw](mailto:mhlee1950@ntu.edu.tw))  
(除邀稿外皆無潤筆)

徵求大學，高中及廠商特約記者

版權所有 歡迎轉載

## 本期目錄

社論 [綠色化學的目標是師法自然](#)

### 研究突破

- [用石墨烯與碳奈米複合材料作為染料敏化太陽能電池的電極](#) / 陳俊豪  
[以鈦濺射沉積和酸處理法製備致密層染料敏化太陽能電池](#) / 陳俊豪  
[使用鎂參雜二氧化鈦材料組裝更高光電效率的染料敏化太陽能電池\(DSSC\)](#) / 陳俊豪  
[在室溫下用高粱麩皮水提物合成鐵，銀奈米粒子](#) / 陳郁雯  
[一種基於使用環糊精作為流動相添加劑的對環境友善層析分離技術](#) / 陳郁雯  
[一種基於離子液體的液態雙相萃取脂肪酶體系](#) / 葉明軒 陳郁雯  
[油酸與油酸鹽混合物在甘油中的自組裝和微乳化現象](#) / 陳郁雯  
[一種新型具低溫活性與熱導性的金/銅纖維觸媒應用於氣相氧化醇類反應](#) / 吳孟津 劉人鎬  
[利用液相加氫去氧化，將楓木水解後的糖溶液製備成可再生利用的燃油資源](#) / 吳孟津 劉人鎬  
[以對環境友善綠色的方法合成耐溶劑的聚醯亞胺奈米濾膜](#) / 吳孟津 劉人鎬  
[一種簡易且綠色的聚乙二醇合成方法與特性分析](#) / 吳孟津 劉人鎬  
[利用球磨兩步法合成和淨化 \$\alpha\$ ,  \$\beta\$ -不飽和酯](#) / 葉明軒  
[以線性和環狀的C-苷作為表面活性劑](#) / 葉明軒  
[支撐材料對氧化鈣-氧化鋁交換反應活性和氧化鈣-氧化銻負載催化劑的影響](#) / 葉明軒  
[利用MORGANELLA PSYCHROTOLERANS進行銀奈米片細菌動力學控制的形狀導引生化合成法](#) / 蕭亞漩  
[霧點萃取技術應用於分離和收集持久性有機污染物](#) / 蕭亞漩  
[奈米磁鐵礦修飾多壁碳納米管：一個強大的增強二氧化碳吸附的奈米材料](#) / 蕭亞漩  
[工業生物技術中的現況，成長與機遇](#) / 徐琬婷 蕭亞漩  
[綠色化學：藥學圓桌溶劑選取工具](#) / 劉人鎬

### 業界新聞

- [法國業界將廢棄塑膠材料變成"黃金"](#)  
[利用催化生質油蒸汽產生氫氣能源](#)  
[日本成功研發箱式太陽能空調系統](#)  
[英國研發出無線充電電動汽車的新技術](#)  
[用零硫含量的藻類取代有害的石油](#)  
[日美共同研發新型固態燃料電池](#)

### 相關訊息

- [「誰說經濟一定要成長？」](#)  
[「氣候戰爭2.0：決定全人類命運的最後一場戰役」](#)  
[「夢想綠社區：營造你的永續生活」](#)

### 研討會訊息

- [永續性產品與產業管理研討會](#)  
[2011年綠色科技礦物研討會國際會議](#)  
[2011商業現代化學會學術研討會](#)  
[2011年綠色科技礦物研討會國際會議](#)  
[2011綠色科技工程與應用研討會暨兩岸三地綠色科技研討會](#)  
[2011中國材料研討會暨論壇](#)  
[Green Chemistry Half day workshop during ACS meeting: Green Chemistry 101 Workshop](#)

### 專題報導

[2010總統綠色化學挑戰獎\(下\)](#) / 甘魯生

封面: 2010 台北國際花卉博覽會流行館--「遠東環生方舟」--由超過 152 萬支回收的廢棄寶特瓶所蓋成 / 甘魯生攝

### 綠色化學的目標是師法自然

化學工業在二十世紀下半出了幾個大災難。其中有毒氣外洩(註一)、有廢棄物處不當(註二)以及戴奧辛之污染(註三)。這些事件以及其他許多類似的災難使學術界、工業界、政府及民眾注意到製造及運送的安全及有毒廢棄物處理的重要性和迫及性。這也成了當時(1991年)由一位年僅二十八歲的美國環境保護署工作人員(註四)喊出『綠色化學』一詞的主要內涵。經過多年的努力，美國的廢棄物由 1991 年的 2.79 億噸減到 2009 年的 3 千 5 百萬噸。成果豐碩但仍有改進空間不足。綠色化學不應止於清除工作。應該重新設計所有的化學反應。讓化學工業更安全、更乾淨、更有效率，使用可再生之原物料而不產生有毒物質。所謂之 E 因子定義為生產一公斤產品也同時產生多少公斤的副產品及廢棄物。將 E 因子降低是近來化學工業追求的目標。多年來的努力確已開始有卓著的成效。比如說以生產治療男性用藥『威爾剛』的美國輝瑞藥廠為例，最初製造威爾剛的 E 因子為 105，現已降為 9。也就是說當年生產一公斤的威爾剛同時生產 105 公斤廢物，現減至 9 公斤。這是何等的成就？這是該公司研究團隊逐步審查合成反應是否合乎綠色化學的結果。不單此一項，該廠出品降低血液膽固醇藥物(atorvastatin)的 E 因子由 86 降到 9。其他如抗抑鬱(sertraline)、抗發炎(celecoxib)等也都非常有效地減少了廢棄物。總量每年可達百萬噸以上。綠色化學的目的也要使反應條件更溫和，儘量利用催化劑，要用無毒的溶劑如水、超臨界溶劑及離子溶劑，要在常溫常壓下中進行。要用可再生的原物料代替石油中的碳氫來源。所以綠色化學是不斷創新的化學，要使反應更有效、更經濟、更精緻、更簡單各更美的化學，綠色化學的目的是要所有的從業人員，包括教育、工業、政府各界從觀念上根本改變。化學要師法自然，最終目標是所有的化學均為綠色化學。使『綠色化學』一詞將成為歷史。

註一：1984 年美國聯合碳化物公司(Union Carbide)在印度博帕爾(Bhopal)工廠半夜毒氣外洩，造成附近居民 3000 以上人員死亡。

註二：1978 年美國紐約州愛運河(Love Canal)社區化學掩埋廢棄物外漏事件造成整個社區報廢。

註三：1983 年美國密蘇里州泰吾士鎮海灘(Times Beach)因戴奧辛之污染撤離全鎮民眾。

註四：Paul Anatas 博士，現掌管美國環境保護署研究部門。

## 研究突破

### 用石墨烯與碳奈米複合材料作為染料敏化太陽能電池的電極

#### Dye-sensitized solar cells using graphene-based carbon nano composite as counter electrode

陳俊豪 撰著

科學家將多壁奈米碳管與石墨烯相結合去應用於染料敏化太陽能電池上，其中多壁奈米碳管是利用鐵催化下化學氣相沉積法合成，而石墨烯滴負載於矽晶片上。科學家使用 TEM 與 FE-SEM 鑑定石墨烯與碳奈米複合材料性質，以及使用緩衝氧蝕刻矽晶片上的石墨烯與碳奈米複合材料並以利用凡德瓦爾力轉移到 FTO 導電玻璃上。因為奈米碳管本身具有似 Pt 的電極特性，比表面積較大且高導電性，經由結果顯示石墨烯與多壁奈米碳管複合材料的電子傳導過程比單一材料多壁奈米碳管及石墨烯較佳，顯示這是一個新穎的電極應用，雖然其光電轉換效率沒有比以往染料敏化太陽能電池佳，但其電化學特性實可作為未來綠色電極的研發思路。

資料出處：Hyonkwang Choi, Hyunkook Kim, Sookhyun Hwang, Wonbong Choi, Minhyon Jeon, *Solar Energy Materials & Solar Cells* 95 (2011) 323–325.

### 以鈦濺射沉積和酸處理法製備致密層染料敏化太陽能電池

#### Method for fabricating the compact layer in dye-sensitized solar cells by titanium sputter deposition and acid-treatments

陳俊豪 撰著

染料敏化太陽能電池可望取代目前廣泛使用卻在經濟上具成本劣勢的矽基太陽能電池。然而染料敏化太陽能電池仍有些缺點需要克服，例如增強其光電轉換效率、降低導電層(TCO)與電解液接觸而產生的光電子光電洞再結合問題。因此製備一種致密層染料敏化太陽能電池可望因為改進二氧化鈦與導電玻璃基板接觸密度而減少光電子光電洞再結合機率，再加上更大的接觸面積優勢，因此可以提供更高的光電轉換效率。所以，科學家發明了一種克服傳統以四氯化鈦溶液為前驅物，改以鈦濺射沉積和酸處理法來製備致密層染料敏化太陽能電池。

人們對染料敏化太陽能電池最為關切的問題是透明導電基板 TCO 與其二氧化鈦奈米粒子間電子電洞傳遞的效率。電子電洞是否再行結合是直接影響光電轉換效率的直接因素，科學家針對一般使用四氯化鈦溶液製做緊密的太陽能電池時會釋放有毒氯氣，而以濺鍍鈦的方式再搭配不同化學溶劑如醋酸，硫酸，或是鹽酸將其氧化，其光電轉換效率較標準型染料敏化太陽能電池，效率上升 1.06%，因此顯示此一製程的確可改善效率並且避免其他使用四氯化鈦製程時會造成的缺點。

資料出處：Hyunwoong Seo, Min-Kyu Son, Jin-Kyoung Kim, Inyoung Shin, Kandasamy Prabakar, Hee-Je Kim *Solar Energy Materials & Solar Cells* 95 (2011) 340–343.

### 使用鎂參雜二氧化鈦材料組裝更高光電效率的染料敏化太陽能電池(DSSC)

#### Photovoltaic efficiency on dye-sensitized solar cells (DSSC) assembled using Ga-incorporated TiO<sub>2</sub> materials

陳俊豪 撰著

科學家發明了一種利用水熱法合成參雜奈米鎂於二氧化鈦來製備染料敏化太陽能電池中工作電極的方法。其中奈米鎂的參雜比例為 0.25、0.50、以及 1.00 莫爾百分比，且科學家利用 TEM 觀察到其奈米鎂的粒徑小於 20 奈米。而當奈米鎂的濃度調節越高時，其粒徑越大且容易聚集呈棍棒狀。另外，經由紫外線可見光光譜儀觀察參雜奈米鎂後，其材料的能階變化呈現微藍位移的現象，但是光致螢光(BL)強度變低，例如科學家發現 0.50 莫耳百分比參雜的奈米鎂/

二氧化鈦材料呈現最小的BL強度，可能原因是來自光電子與光電洞的再結合效應。科學家將參雜奈米鎵於二氧化鈦應用於在染料敏化太陽電池後，在每平方公分100微瓦的模擬光源照射下，相較於N3染料其能量轉換效率提升4.57%，此結果與淨電子顯微鏡顯示鎵與二氧化鈦間出現比純二氧化鈦更快速的電子轉移趨勢相符合。

資料出處：Jinho Chae, Dong Young Kim, Sujung Kim, Misook Kang, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* 16 (2010) 906–911.

## 在室溫下用高粱麩皮水提物合成鐵，銀奈米粒子

### Biosynthesis of Iron and Silver Nanoparticles at Room Temperature Using Aqueous Sorghum Bran Extracts

陳郁雯 撰著

本文介紹利用蜀黍萃取物作為還原劑及封端劑來合成奈米鐵及奈米銀粒子，此法具有快速、一步反應、綠色合成的優點。

金屬奈米粒子這幾年受到高度重視，由於其獨特的光電和理化性質。金屬奈米粒子的大小以及形貌可藉由物理以及化學的合成方法來改變，但這些方法常常採用毒性溶劑例如還原劑、有機溶劑以及非生物降解的穩定劑等，因此，常常會傷害到生物系統以及環境。

因此，科學家利用蜀黍麩皮萃取液一步反應、室溫下合成奈米銀及奈米鐵，可以快速且穩定產生顆粒，使用蜀黍麩皮萃取液是因為其含有高量的多種酚類化合物，可以作為還原劑及封端劑，這些酚類化合物水溶性高、具生物分解性及提供一個綠色合成方法。

資料出處：Eric C. Njagi, Hui Huang, Lisa Stafford, Homer Genuino, Hugo M. Galindo, John B. Collins, George E. Hoag, and Steven L. Suib, *Langmuir* 2011, 27(1), 264–271.

## 一種基於使用環糊精作為流動相添加劑的對環境友善層析分離技術

### Eco-friendly liquid chromatographic separations based on the use of cyclodextrins as mobile phase additives

陳郁雯 撰著

乙腈和甲醇是 HPLC 最常使用的溶劑，但是它們對環境有害，因此，科學家尋找另一個替代方法，減少甲醇以及增加毒性較小的乙醇作為流動相應用於 C<sub>18</sub> 靜相管柱分離 β-carbolines。

此方法是利用添加 β-環糊精(β-CD)和(2-羥丙基)-β-環糊精(HP β-CD)於流動相，可以增加流動相中水的比例，減少有機溶劑的使用。甲醇使用率從 70% 下降到 50%，而乙醇只有 30%。除此之外，對於分離 β-carboline 的分離效率、靈敏度、精確度及解析度依然滿足所需標準。

這種新穎的層析法已證實可以應用於添加 β-carboline 衍生物於人體血清中來定量。比較液液萃取(LLE)和固相萃取(SPE)人體血清中的 β-carboline 進行前處理，固相萃取(SPE)結合此層析方法較具有前途及對環境友善。

資料出處：Victor Gonzalez-Ruiz, Andres G. Leon, Ana I. Olives, M. Antonia Martín and J. Carlos Menendez, *Green Chem.*, 2011, 13, 115

## 一種基於離子液體的液態雙相萃取脂肪酶體系

### Ionic liquid-based aqueous biphasic system for lipase extraction

葉明軒 陳郁雯 撰著

科學家採用離子液體以及高電荷密度的無機鹽  $K_2CO_3$  成功利用雙水相系統萃取脂肪分解酶。脂肪酶是一種常見的酵素，因為它在有機溶劑中可以穩定存在以及具活性，它不需要輔助因子，即可呈現高度的鏡像關係和選擇性，更重要的，它對基質具選擇性。

雙水相萃取系統萃取蛋白質中的酵素是一個高效率、綠色的方法，還具有低耗能，短處理時間，溫和操作條件，可放大製程和生物相容性環境等優點。雙水相系統的形成是利用無機鹽類結合離子液體水溶液，利用脂肪酶在此兩相分布不同達成萃取效果。離子液體除了作為萃取的角色，也作為催化應用的介質。

疏棉狀嗜熱絲孢菌脂肪酶(Thermomyces lanuginosus lipase)在 1-alkyl-3-methylimidazolium 陽離子結合氯離子、烷基硫酸鹽、烷基硫化物、醋酸根離子親水性的離子液體具有活性。脂肪酶的活性以及雙水相系統的形成在某些情況下會受影響，例如溫度、pH 值、去活化動力學和水含量。實驗結果發現， $[C_2MIM][ethylSO_4]$  結合  $K_2CO_3$  最接近疏棉狀嗜熱絲孢菌脂肪酶在水中的活性結構，萃取效率高達 99%。

資料出處：F. J. Deive, A. Rodriguez, A. B. Pereiro, J. M. M. Araujo, M. A. Longo, M. A. Z. Coelho, J. N. Canongia Lopes, J. M. S. S. Esperanc, L. P. N. Rebelo and I. M. Marrucho  
*Green Chem.*, 2011, Advance Article DOI:10.1039/C0GC00075B

## 油酸與油酸鹽混合物在甘油中的自組裝和微乳化現象

### Self-assembly and emulsions of oleic acid-oleate mixtures in glycerol

陳郁雯 撰著

飽和長鏈脂肪酸及其金屬鹽類在溶液溫度低於克拉夫特 (Krafft) 溫度時會產生結晶，因此妨礙其應用於生物、物理化學、工業應用等等。為了防止這種情形，通常會利用不飽和脂肪酸或短鏈飽和脂肪酸 (小於碳十二鏈長) 在水中會自發性地形成囊泡的特點，然後科學家改變不同 pH 值使脂肪酸自組成雙層膜，而利用 COOH 和  $COO^-$  產生的氫鍵可以防止混合物結晶的形成。

科學家最近利用油酸與油酸鹽系統(oleic acid-sodium oleate)將脂肪酸在甘油中自組裝產生乳化現象並應用於水溶液中，此技術的優點是無須改變系統 pH 值。

因為一般在水中，當 pH 值從 10.5 下降到 8.5 會形成囊泡，此時 COOH 和  $COO^-$  共存。在甘油中，則可以利用不同的油酸與油酸鹽莫耳比來分散脂肪酸，且其囊泡的直徑較在水中小。例如在水相系統中，油酸/油酸鹽比例的最大值約為 0.5 時，可以均勻分散脂肪酸且整體系統是透明清澈。此方法可以應用於有機化學或材料上，除此之外，穩定的乳化現象也可以應用於化妝品上。

資料出處：Mathieu Delample, Francois Jerome, Joel Barraultb and Jean-Paul Douliez, *Green Chem.*, 2011, 13, 64.

## 一種新型具低溫活性與熱導性的金/銅纖維觸媒應用於氣相氧化醇類反應

### Au/Cu-fiber catalyst with enhanced low-temperature activity and heat transfer for the gas-phase oxidation of alcohols

吳孟津 劉人銷 撰著

近期科學家他們利用電流沉積黃金在已燒結的銅纖維薄片上，成功地合成了一種具有微纖維結構的黃金催化劑。此催化劑具有極優良熱導性以及低溫氧化醇類的能力，進行催化過程中會形成一種金銅(合金)-氧化亞銅複合物，也產生了協同效應來提供低溫下的活性能力。

氧化醇類成碳氧化物的過程是化工業中關鍵的製程，科學家嘗試將一般依賴有毒或者昂貴無機氧化劑的製程改良為更綠色化學或者更具原子經濟效應的方法，以達到可利用氧氣與可回收催化劑的目標。有人利用貴重金屬類催化劑來氧化液相的醇類，若能夠氧化氣相醇類將有助於分離產物與催化劑、提供無溶劑環境、以及高氧化產率，特別是用來氧化分子較大的醛類，例如苯甲醛。

最近，科學家發現許多奈米金粒子載體的應用優勢與優良活性的研究，例如利用金基底催化劑將氣相苯甲醇氧化的實驗，其中包括金與二氧化矽複合物、金銅與二氧化矽複合物、銅基底以及銀基底的複合物等等。然而這些物質的氧化物形成後出現部分熱點而放熱，下降的熱導性質不只反應出催化特性降低也造成工程上的危險。除此之外，通常也造成反應過程中必須將系統加熱到超過攝氏300度，而加熱到這樣高溫下也造成催化劑去活性。因此在學術界與工業界都必須尋求一個新的解決方法，發展一種具低溫活性與優良熱導性的新材料。

研發一種高導熱且維持高活性的材料是一種大挑戰，近年來科學家將目光集中於燒結金屬纖維成薄層的方式，這種新的三維結構、開口結構、與高導熱性是提供導熱性佳的原因。微纖維結構是發展高效能新材料的優勢技術，尤其是應用於吸放熱反應。從燒結金屬纖維結構與金奈米粒子高活性兩方面思考，科學家認為將奈米金粒子嵌合於纖維將可以提供新催化研究。

科學家以電沉積金的方式發明了薄片狀微纖維的金-銅纖維催化劑，只要將銅纖維放置於四氯合金酸溶液中，並利用銅/銅一價陽離子(0.19伏)以及金/金三價陽離子(1.5伏)的氧化還原電位差便可以輕易合成出新型複合纖維觸媒。在低溫下展現出優良氧化醇類的催化活性，利用光譜分析可以發現這是由於在新型複合纖維觸媒上形成金銅合金與氧化亞銅。

資料出處：Guofeng Zhao, Huanyun Hu, Miaomiao Deng, Min Ling and Yong Lu, Green Chem., 2011, 13, 55.

## 利用液相加氫去氧化，將楓木水解後的糖溶液製備成可再生利用的燃油資源

### Renewable gasoline from aqueous phase hydrodeoxygenation of aqueous sugar solutions prepared by hydrolysis of maple wood

吳孟津 劉人鈞 撰著

最近科學家提出一個利用液相加氫去氧化的過程，從楓木水解生產高辛烷值汽油的解決綜合方案。利用熱水水解或者稀酸(硫酸，草酸)水解可以製備液態碳氫物質，其碳氫物組成包含木糖，水溶性半纖維素低聚物，醋酸，葡萄糖，葡萄糖低聚物，可能有些木質素聚合物。

熱水水解主要產生的是半纖維素的低聚物，而酸水解生產則木糖和乙酸為主。水解副產品富含固相纖維素和木質素經由兩步催化過程進行加氫以及去氧化過程，在第一加氫階段中以393K溫度下利用鈷/碳催化劑床層進行，第二去氧化階段則是在518 K溫度下的載鉑/磷酸銨催化劑床(即鉑/ZrP)上進行。

鈷/C催化劑能夠選擇性將木糖加氫成木糖醇，但不能選擇性將木糖加氫成木糖醇。

這兩個階段的進程能夠轉換楓木碳水化合物成汽油的產品，且其碳產率高達57%以及新烷值數達96.5。

科學家發現使用此新型催化劑時並不會出現明顯的失活性現象，這證明新型催化劑的高穩定性。經由在433 K溫度下用0.5%草酸酸水解楓木0.5小時的這兩個階段的過程可以獲得最高汽油產量，這證明了利用液相加工水解得到的糖為一種有前景的方法，可從木質纖維生物質提煉出燃料和化學品。

資料出處：Ning Li, Geoffrey A. Tompsett, Taiying Zhang, Jian Shi, Charles E. Wyman and George W. Huber, Green Chem., 2011, 13, 91.

## 以對環境友善綠色的方法合成耐溶劑的聚醯亞胺奈米濾膜

### Environmentally friendly route for the preparation of solvent resistant polyimide nanofiltration membranes

吳孟津 劉人鈞 撰著

有機溶劑奈米濾膜(OSN)是一種新興的可能取代傳統分離技術的膜分離過程。其優點包括綠色/永續化學通訊 Vol. 6 No. 1

較低能耗(例如相較於蒸餾)、容易放大製程和調適靈活性。然而，製造 OSN膜涉及數階段會導致危險化學品排放廢物的問題。因此，使用 OSN的優勢與生產 OSN過程中釋放有害廢物在一定程度上相互抵消了。科學家發明利用非對稱剝除法來製備聚醯亞胺膜(OSN)，這是一種分子量可調節切斷技術 (MWCO)。科學家改良了以前用於生產聚醯亞胺膜(OSN)的方法，而且其膜的本性能不會因此降低或受到影響。製備聚合物塗料時常會使用有毒的溶劑提供溶解的環境，例如二甲基甲醯胺 (DMF) / 1,4-二氧雜環己烷溶劑系統，所以目前科學家以較環保的二甲基亞砜 (DMSO) / 丙酮溶劑體系來取代。為了進一步減少對環境的影響，科學家成功地利用水替代了在聚合物交聯的步驟時使用的異丙醇。掃描電子顯微鏡圖像顯示，即使改變二甲基亞砜 / 丙酮的比例後在薄膜海綿狀上沒有發現巨孔瑕疵。

資料出處：Iwona Soroko, Yogesh Bhole and Andrew Guy Livingston, Green Chem., 2011, 13, 162

## 一種簡易且綠色的聚乙二醇合成方法與特性分析

### A simple and green procedure to prepare poly(ethylene glycol) networks: Synthesis and properties

吳孟津 劉人鈞 撰著

水凝膠是一種親水性高分子交聯結構物，利用水可使其膨脹。這類高分子系統擁有許多應用層面，尤其受到特別注意的特性是，這些材料的膨脹狀態具有類似生物組織的性質。因此，水凝膠在生物醫學、藥物釋放和組織再生上具有重要應用性。水凝膠最重要的屬性是它可由控制其化學結構而控制吸水膨脹的能力，因此化學結構的交聯網路在生物醫學應用發揮了決定性的作用。

科學家思考去改良在合成步驟、前驅物與促進劑，例如合成含長鏈結構的陰離子時需要長時間的純化步驟以及極謹慎地清潔反應器皿。因此，科學家想出一個方法，利用無毒試劑和更簡單且更環保的製程去設計一種可從 DEPEG 合成 PEG 的交聯網路結構聚合物。

科學家利用雙羥基尾端的聚乙二醇 (PEG) 和雙環氧尾端的聚乙二醇 (DEPEG) (M 為每莫耳 600 克) 在濃鹼溶液中進行羥氧-環氧型反應，合成了聚乙二醇 (PEG) 的交聯網路結構。交聯網路結構的產量賴於使用不同濃度的氫氧化鈉，例如使用 80% 的氫氧化鈉液可以獲得交聯網路濃度達到佔其成份總重 20% 的比例的效果。當雙羥基尾端的聚乙二醇 (PEG) / 雙環氧尾端的聚乙二醇 (DEPEG) 的比例扮演產量的關鍵腳色且影響材料的交聯網路結構性能，即交聯程度。

例如當使用高比例的雙羥基尾端的聚乙二醇 (PEG) / 雙環氧尾端的聚乙二醇 (DEPEG) 時，會導致形成高膨脹性能的水凝膠，另外，除了 PEG/DEPEG 比例可調整外，使用不同 PEG 的分子量也會影響膨脹率。例如使用每莫耳 600、1500、3000 克分子量的不同 PEG、不同 PEG/DEPEG 下，可以獲得具備 3.4~21.6 膨脹率的水凝膠。

交聯網路結構的熱轉換性能，例如玻璃轉化溫度 (T<sub>g</sub>) 和/或熔融溫度 (T<sub>m</sub>) 都與 PEG / DEPEG 比例呈現線性關係。

資料出處：Luis Carlos Cesteros, Green Chem., 2011, 13, 197.

## 利用球磨兩步法合成和淨化 $\alpha$ , $\beta$ -不飽和酯

### A two-step ball milling method synthesizes and purifies $\alpha$ , $\beta$ -unsaturated esters

葉明軒 撰著

在過去的十年中，無溶劑的方法已經倍受重視，愈來愈有機會替代傳統的有機化工技術。在化學反應中，溶劑可實現兩個目標：(1) 使反應物變成更小的粒子大小 (2) 作為反應物間能量轉移 (消除) 的介質。透過高速球磨機可產生機械能來完成這些目標。在 HSBM 反應條件下，放置一個球軸承在一個容器，在高速行駛動搖。產生的能量球軸承的非晶形成一個混合試劑。隨後碰撞球軸承與雙方的反應容器促進化學反應。由於反應不需要溶劑，可以將大量地減廢化。球磨機已經開始被用在工業上，因此，了解下基本有機轉換 HSBM 情況將會減少未



來產生溶劑廢物。我們已經證明，HSBM 可用在多種不同的有機反應，而 Balema 等人發現該球磨可形成碳碳雙鍵。在這篇文獻中，發表了無溶劑合成  $\alpha, \beta$ -不飽和酸酯，即透過無溶劑的 Horner-Wadsworth-Emmons (HWE) 反應，通過高速球磨機 (HSBM)。能夠執行 HWE 反應對各種醛，並且有分離  $\alpha, \beta$  不飽和酯、產量高、純度、和對映立體選擇性等優點。其中，HWE 反應可使碳氧雙鍵轉變成碳碳雙鍵，並已用於全合成天然物、藥品和材料。最後結果顯示，以改進過後的 HWE) 反應並結合 HSBM 方式可以形成烯烴 (碳碳雙鍵)，而且整個過程中的反應及純化皆無使用溶劑。更重要的是，使用 HSBM 方式可使反應按順序進行，這種能力使得我們能分離  $\alpha, \beta$  不飽和酯，同時產生中性 pH 值水溶液的廢棄物。在未來，類似的“階段性反應”(sequence reaction) 將被用在多步合成和更複雜的純化策略。

資料出處：William C. Shearouse, Chelsea M. Korte and James Mack, Green Chem., 2011, Advance Article, DOI: 10.1039/C0GC00671H,

### 以線性和環狀的 C-苷作為表面活性劑

#### Linear and cyclic C-glycosides as surfactants

葉明軒 撰著

一直以來科學家對以碳水化合物為基礎設計的表面活性劑十分感興趣，因為這類界面活性劑具有令人驚嘆的性能 (良好去污垢能力、低毒性)，以及可來自再生能原料的潛力。雖然大多數碳水化合物型表面活性劑是使用 O 型糖苷鍵連結，不過，最近碳水化合物的 C-C 鍵形成，已經發展出新的簡易合成碳水化合物為基礎的表面活性劑，並且是以 C-糖苷鍵連結。在此介紹一種方法，可以生成各式各樣的 C-糖苷表面活性劑，且具備在普通至非常好的產率，這方法是透過 nonulose (一種化合物) C-糖苷中間體，並且加入含有烷基醛的吡咯啉(pyrrrolidine)，此方法首次被 Lubineau 等人發表。根據不同的化學計量和反應條件下，反應後可能生產出任何一個線性烯酮的 C-糖苷，或環己醇的 C-糖苷，這兩種物種生成的表面活性劑皆具有令人感興趣的特性。合成的方法如 scheme1。此外，線性烯酮系列物可以進行修改或經由與其他烷基醛光化學反應產生額外的相似物。

兩個新型的 C-糖苷表面活性劑可以透過一步反應，使 nonulose 與烷基醛結合，並且在吡咯啉中而得到。這一新系列 (一個線性和一環) 在室溫下可被分離，並且有 38-86% 產量，這方法不必使用層析法，且是使用最少的溶劑量。這些 C-糖苷已經證明有顯著的表面活性，所以有很大的發展性。對於這表面活性劑是否對環境友善，必須考慮 nonulose 前驅物的來源。目前，這些 C-糖苷的前驅物尚未商業化，但它們可由單糖合成，並在在一個相對「綠色」的方式。這種化學反應只需要一個微鹼性水溶液，以及，溫和的加熱 (50-80°C)，使整個溶液在存在一個合適的雙酮和單糖來合成所需的 nonulose。

資料出處：Green Chem., 2011, Advance Article

DOI: 10.1039/C0GC00407C

### 支撐材料對氧化鈣-氧化釷酯交換反應活性和氧化鈣-氧化鈰負載催化劑的影響

#### The effect of support material on the transesterification activity of CaO-La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and CaO-CeO<sub>2</sub> supported catalysts

葉明軒 撰著

科學家研究了不同支撐輔助材料 (例如：氧化釷、氧化鈰、氧化鋁、氧化鈦、 $\gamma$  氧化鋁以及 ZSM-5 上的酯交換活性氧化鈣) 對 CaO-La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 酯交換反應，及 CaO-CeO<sub>2</sub> 的催化劑活性進行了研究。金屬結構及表面酸性 (或鹼性) 的負載型催化劑中發揮了重要作用，並確定了催化劑的活性。這結果表明，支撐的 CaO-La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 催化劑被發現與支撐物的性質有密切的關係，此外，催化劑活性和負載型催化劑的鹼度都隨著下述序列而遞減：CaO-La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  $\geq$  CaO-La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / CeO<sub>2</sub> > CaO-La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / ZrO<sub>2</sub> > CaO-La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> /  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> > CaO-La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / ZSM-5 > CaO-La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / TiO<sub>2</sub>。此外，更為明顯的基本證據是鈣物種從催化劑溶出。但是，藉由在適當的基材上與 La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 或 CeO<sub>2</sub> 耦合，以流動反應器 (flow reactor) 研究 CaO-CeO<sub>2</sub> / La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 催化劑可確認可將鈣的溶出最小化。在

經歷超過200 h的連續運行，酯交換率維持不變在88~90%，而144小時後，鈣濃度在初始產物從 194 下降到低於 5.0 ppm，這進一步表明，在長久來看鈣的溶出對於整體的FAME活性影響很低。

資料出處：Manhoe Kim, Craig DiMaggio, Shuli Yan, Steven O. Salley and K. Y. Simon Ng, Green Chem., 2011, Advance Article, DOI: 10.1039/C0GC00828A,

### 利用 *Morganella psychrotolerans* 進行銀奈米片細菌動力學控制的形狀導引生化合成法

#### Bacterial Kinetics-Controlled Shape-Directed Biosynthesis of Silver Nanoplates Using *Morganella psychrotolerans*

蕭亞璇 撰著

金、銀奈米級金屬粒子具有的特殊物化性質，讓這些粒子可以應用在許多不同的領域，包括催化、電子、藥物、感測器以及用來強化表面的拉曼散射。除了粒子大小影響霧化性質之外，對環境友善、無毒的合成奈米粒子過程也漸漸引起科學家的重視。

生物載體便成為合成金屬奈米粒子的「綠色」製程之一，不過由於銀對細菌具有毒性，所以有人使用具有抗銀能力的石油降解菌 AG259 來合成銀奈米表面，並降低銀離子毒性，但卻無法控制銀粒子大小。為了瞭解利用生物製程合成銀奈米粒子的動力學，科學家選用了同樣具有抗銀毒性的 *Morganella psychrotolerans* 做為控制銀粒子大小的載體。

在不同的反應溫度下，細菌和一價銀離子會形成不同大小的金屬粒子。推論使用生物製程合成銀奈米粒子的反應機構可能如下，第一步為海中耐冷細菌的鍵結銀蛋白質將銀離子抓入細胞內，一般而言抗金屬毒性的細胞會先涉入金屬再使用膜蛋白打出有毒物質。但具有抗銀毒性的細菌將一價銀還原成銀粒子，生成銀奈米盤或是銀奈米粒子，再依細胞膜濃度差釋出金屬粒子。

生物製程合成銀奈米粒子的反應機構順序：

1. 細菌涉入一價銀離子。
2. 細胞中鍵結銀的基因表現。
3. 基因與一價銀離子與結合。
4. 將一價銀離子還原成銀粒子。
5. 銀粒子增加體積。
6. 利用胞膜濃度差釋出金屬粒子。

利用具有抗銀毒性的生物載體，以及簡單的溫控即可得到不同大小的銀奈米粒子，此製程對環境友善，是合成銀奈米粒子的綠色製程方法之一。

資料出處：Rajesh Ramanathan, Anthony P. O'Mullane, Rasesh Y. Parikh, Peter M. Smooker, Suresh K. Bhargava, and Vipul Bansal, Langmuir 2011, 27 (2), 714-719.

### 霧點萃取技術應用於分離和收集持久性有機污染物

#### Separation and preconcentration of persistent organic pollutants by cloud point extraction

蕭亞璇 撰著

霧點萃取最早發展於七零年代，經過不斷的發展，CPE 被延伸使用做為萃取以及前濃縮技術，用於測量環境樣品的微量以及超微量物質，分析物包括金屬離子、藥物、持久性有機汙染物或具生物活性的化合物.....等，是新興的綠色分析前處理技術。

複雜的基質是測量環境樣品的首要問題，樣品前處理就非常重要；將樣品上機前要先分離分析物簡化樣品複雜度，以及前濃縮微量物質提升訊號品質。常用的萃取技術如下。耗時含毒性有機溶劑的方法：索氏萃取 soxhlet extraction、液相-液相萃取 liquid-liquid extraction；近十年來後續改進萃取的方法有超音波輔助 ultrasonic-assisted extraction (UAE)、微波輔助 microwave-assisted extraction (MAE)、加壓液相萃取 pressurized liquid extraction (PLE)、加速溶劑萃取 accel-erated solvent extraction (ASE)、超臨界流體 supercritical fluid extraction(SFE)、超臨界水萃取 and subcritical water extraction (SWE)等。

霧點萃取的原理，在水溶液中加入界面活性劑形成微胞 micelles 後做相分離，利用特定的物理化學條件快速將分析物從水樣中萃出。適用的分析物前濃縮種類包含金屬、有機物、金屬有機物等。

在水溶液樣品中，界面活性劑的親水端會抓住溶液中樣品，利用疏水端作用聚集，將分析

物包埋於微胞中，形成兩相後使用離心機進行分層。使用CPE需要考慮的因素：分析物種類、界面活性劑種類、界面活性劑濃度、平衡溫度、平衡時間、離子強度、pH值、緩衝溶液性質和濃度。

環境樣品的前處理方式中，新興的霧點萃取相較於傳統萃取方法，更符合現今綠色分析化學趨勢；由於霧點萃取具有高萃取效率、高濃縮效率、低成本、容易操作並且以無毒的界面活性劑取代有機溶劑。

資料出處：Shunping Xie, Man Chin Paa, Cheuk Fai Li, Dan Xiao, Martin M.F. Choi, Journal of Chromatography A, 1217 (2010) 2306–2317.

## 奈米磁鐵礦修飾多壁碳納米管：一個強大的增強二氧化碳吸附的奈米材料

### Nano magnetite decorated multiwalled carbon nanotubes: a robust nanomaterial for enhanced carbon dioxide adsorption

蕭亞漩 撰著

由於燃料能源的大量使用，控制二氧化碳的排放量已經成為非常重要的課題。控制的方式除了捕捉二氧化碳之外，吸附二氧化碳是另外一個降低二氧化碳含量的選擇。固體基材以及變壓式吸附 pressure swing adsorption (PSA) 的低耗能和低成本特性，成為吸附二氧化碳新興方法之一。

單層、多層MWNT的奈米碳管具有極大的表面積，而有較佳的吸附能力；加入金屬則可以用來還原二氧化碳，包含氧化鐵、氧化鋁( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ )；研究將這兩種材料複合後期望能在常溫的變壓環境下吸附二氧化碳。

$\text{Fe}_3\text{O}_4$ -MWNT 表面積大，而且在高壓下可顯示出磁性，能夠吸附二氧化碳。則顯示修飾後的奈米碳管對一氧化碳以及二氧化碳具有較佳的吸附二氧化碳能力。

將  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  修飾到多層奈米碳管上的研究顯示，氧化鐵和二氧化碳作用可以加強吸附，顯示出此種材料可以吸附大量的二氧化碳，做為降低溫室效應的吸附材料。

資料出處：Ashish Kumar Mishra and Sundara Ramaprabhu, Energy & Environmental Science, Received 14th May 2010, Accepted 21st October 2010

## 工業生物技術中的現況，成長與機遇

### Facts, Growth, and Opportunities in Industrial Biotechnology

徐琬婷 蕭亞漩 撰著

現今社會中，要提振全球的生物經濟需要從經過整合的生物煉製技術下手，這些技術可以從各式各樣的原料製造出對環境友善的生化產品。從可再生的化學原料中製造的生物材料和聚合物擁有實際的市場，而且消費者對於這種可減少碳足跡的產品需求量也越來越大。新發展的生物煉製技術補強了傳統的能源工業、化學工業，以及塑膠工業的不足。

工業上已生產第一代的生物燃料，並且由纖維素中製造第二代生物燃料的技術也在研究中，另外，如何製造比生物乙醇更好的穩定燃料的研究也在加速中。從 2006 到 2022 年，美國為交通運輸系統中，混入汽油的再生能源比例定了最低標準。例如從纖維素製造的生物燃料或生質柴油，其使用量要從 2009 年的六億加侖，在 2022 年增加到 210 億加侖。這個標準會帶動新的工業發展，以及新的技術和商業成長。另一方面，由藻類生產的生物燃料也發展的非常快速，已接近商業販售的可行性。這將大大的幫助能源和環境安全。

合成生物學讓我們知道一些有用的生物材料、聚合物和生物療法的反應路徑、基因組，或是生產路徑。隨著新科技的發展，全新的產業也隨之而起，例如，供應限制酶的產業或提供 PCR 試劑盒的廠商。或是對其他領域也造成影響，像資訊科技或分析科學等等。由合成生物學發展而來的技術可用於設計微生物，使之可以合成生物燃料，或從再生原料中提煉生物化學材料。發展並推廣可用於生物煉製又低價的微生物是很重要的。現今阻礙酵素科技發展的因素就是價格和轉換原料到生物材料的效率，因此，需要更多新的研究和技術來增進生化轉換過程的效率。要發展可轉換多樣原料，且可實際上市的生物煉製技術需要尋找各種新的酵

素，並且在此酵素上做修飾以增進其能力。

當此新科技帶動新的產品和市場發展，新的政策、法律，以及教育也需要同時發展，以達到全球生物經濟的效果和好處。

資料出處：Rina Singh, Vol. 15, No. 1, 2011 / Organic Process Research & Development

## 綠色化學：藥學圓桌溶劑選取工具

Green Chemistry: Pharmaceutical Roundtable Shares Assessment Tool With Suppliers

劉人鎬 撰著

美國化學學會(ACS)綠色化學的藥學圓桌討論會，在本月舉辦的美國國際定制化學展覽會(Informex)中藉由接近客戶和供應商的便利，提出質量密度流程(PMI)計算機給有效藥劑成分(API)製造商。圓桌會員有十二個藥學公司和三個客戶化學公司。

PMI 工具由計算用於製造每公斤產品的溶劑量原始資料，以表格形式提供分析過程。默克公司(Merck & Co.)的化學家大衛修(David L. Hughes)在 PMI 工具簡報中說，該量稱為 PMI 值，為一個“透明化和公正的”簡單公制化，並且可以與其他公司和過程作比較。

大衛修解釋這個測量可鼓勵較可能的更綠化製造過程。圓桌會員在 2006 年開始對自己的產品作基準評價。結果顯示在發展過程中和最終商業階段時，每公斤 API 物質的 PMI 值平均下降約 200kg。溶劑和水佔了大約 86%。

大衛修另外描述，今日由於外購較以往多，所以製藥公司專注於內部過程，想要“捕捉外部完成的化學”。“向前進步，我們在所有發展階段中會要求供應商在提供所有 API 和 API 中間體時，同時也計算其 PMI 數據”。

此本意為期望可以對所使用過程更清楚和更一致的了解。大衛修指出，雖然簡單 PMI 公制化以測量“綠化程度”作為販售號召，其並不包含真正使用的物質。而圓桌會議最後發展出溶劑選取工具。這個群體未來希望發展出與物質和廢料本質相關的更複雜分析。

資料出處：<http://pubs.acs.org/subscribe/journals/cen/89/i09/html/8909bus1a.html>

## 業界新聞

### 法國業界將廢棄塑膠材料變成“黃金”

由法國蘇伊士環境 (Suez Environnement) 公司投資的子公司西塔 (Sita) 公司籌備建立 10 組工廠，其工廠目的是將廢棄塑膠材料變成成具有經濟價值的柴油燃料。她們預計在 2011 年底前去倫敦建構展示工廠。

她們估計一間工廠可以處理每年 6000 噸廢棄塑膠材料，並且每年生產出 400 萬升的柴油燃料。初期所生產的柴油燃料會先讓自己公司以及散裝運輸公司的交通工具使用。待成效良好後再推廣至其他交通工具類型。整理技術的流程包含先將廢棄塑膠材料最小化，因此她們會先將其切碎或破碎，接著融化，最後熱裂解為液態形式。

### 利用催化生質油蒸汽產生氫氣能源

中國華東理工大學和廣西大學已研究出在利用催化流化床反應器的生質油蒸汽來產生氫氣，她們將此研究發表於美國化學學會《能源與燃料雜誌 (journal Energy & Fuels)》上。這個反應在高蒸汽/碳摩爾比 (S/C) 下進行 3~4 個小時後，由於積碳因素必須重新活化催化劑，但仍提供一個產生能源的新思路，研究團隊認為將原本固定床反應器改良為流化床反應器後，便可以長期進行轉換。

她們採用鎳/氧化鎂(Ni/MgO)作為催化劑。她們發現在 700 °C、蒸汽/碳摩爾比 (S/C) 為 17 和重量液時空速 (WHSV) 為每小時 0.4 時，是生產氫氣的最佳化條件。最後她們也發現未來需要改

良的是載體表面被燒結產生NiO顆粒導致催化劑失活現象。

## 日本成功研發箱式太陽能空調系統

日本三菱化學公司，ICL股份有限公司，日本弗呂霍夫有限公司合作開發了i-Cool的太陽能系統。這種新系統可供卡車空調使用，此系統主要採用三菱化學公司的一系列光電薄膜電池，行駛時能夠充電蓄電池，靜止時使用電池供電。因此經計算靜止時i-Cool太陽能系統每小時可節省大約1.8公升輕油；行駛時，大約每年可以節省1%的燃料，假設應用在一輛10噸的卡車，大約每年可省1500公升的輕油。

系統的薄膜電池安裝在較大的太陽能集熱面積區域，即緊貼集裝箱頂以及其兩翼，他們估計若日本所有的卡車（約140萬輛）使用i-Cool太陽能系統可以為日本國減少165萬噸碳排放量。

## 英國研發出無線充電電動汽車的新技術

英國開發出可令新一代電動汽車無線充電的一種新型的無線充電系統。

目前市場上的電動汽車，通常需要依賴一條電線獲取充電站或家庭插頭的電力來實現充電。英國研究團隊認為利用感應式電能傳輸技術可以提供諸多充電上的便捷與優勢。例如未來可安裝於馬路柏油地地下方以減少電源板暴露與磨損的風險，也能克服天候對充電的不便影響。

## 用零硫含量的藻類取代有害的石油

美國藻類生物燃料技術公司董事長兼總裁理查德·福特恩認為，相較於由石油提煉出包含多種有害物質的燃油，藻類硫含量是零且能夠加工成甲烷直接用於發電。她們公司也研發新專利技術將萃取生物柴油後的物質磨成粉末，再製成噴氣機的燃料。不但可以直接應用於現有的渦輪機，她們所開發的這種燃料密度比液體燃料少一半，但能夠提供相同能量輸出且無須擔心液體揮發逸失。

## 日美共同研發新型固態燃料電池

日本產業技術綜合研究所宣稱與美國同行共同研發出一種包含管狀微型固體二氧化鈣層的燃料電池。

一般來說，雖然固體氧化物燃料電池具有最高能源轉換效率，但燃料電池必須在600攝氏度環境下使用烴類化合物燃料以供電，她們研發出的新型燃料電池已經可以在相對低溫的450攝氏度下發電。這開啟了滿足未來更多的小型、攜帶型燃料電池實現的一道窗。她們的成果已發表在英國《能源與環境科學》雜誌上。

## 相關訊息

### 「誰說經濟一定要成長？」

(Prosperity Without Growth: Economics for a Finite Planet)

由提姆·傑克森撰寫，由早安財經於2011年2月發行。該書提出很多證據來證明更多消費與經濟成長破壞了人類賴以為生的環境，我們必須找尋一條兼顧全球遠景的符合生態的經濟模式。

## 「氣候戰爭 2.0：決定全人類命運的最後一場戰役」

由格溫·戴爾(G)著作，財信出版社於2010年12月發行。本書介紹氣候變遷下，飢餓、貧窮、水患、乾旱等問題接踵而至時，各國家面臨的這場不公平戰爭。台灣飽受水患風災等氣候災害，國人應該正視這個問題。

## 「夢想綠社區：營造你的永續生活」

(THE NATURAL STEP FOR COMMUNI)

由SarahJa著作，山岳出版社於2010年11月發行。本書主要以實例成功案例分享有關再生能源資源、交通工具、生態住宅、綠色建築、社區生態經濟發展、生態教育、天然資源、永續土地利用和規劃等等綠色相關主題。

## 研討會訊息

### 永續性產品與產業管理研討會

<http://www.sspim2011.ntut.edu.tw/index.aspx>

時間：2011年3月18、19日

地點：國立臺北科技大學第六教學大樓

### 2011年綠色科技礦物研討會國際會議

<http://auto.gasgoo.com/topic/trimming2011/>

時間：2011年01月14日

地點：上海新詞大酒店

### 2011 商業現代化學會學術研討會

<http://tm.kuas.edu.tw/acm/>

時間：100年5月6日

地點：國立高雄應用科技大學建工校區

### 2011年綠色科技礦物研討會國際會議

<http://www.giichinese.com.cn/conference/greentech11/>

時間：2011年3月15日-16日

地點：巴西里約熱內盧 Sheraton

### 2011綠色科技工程與應用研討會暨兩岸三地綠色科技研討會

<http://gtea2011.ncut.edu.tw/purpose.php>

時間：2011年5月25日

地點：國立勤益科技大學 機械工程系(所)

### 2011中國材料研討會暨論壇

<http://www.c-mrs.org.cn/Item/Show.asp?m=1&d=509>

時間：2011年5月18-20日

地點：北京國家會議中心

### Green Chemistry Half day workshop during ACS meeting: Green Chemistry 101 Workshop

[http://www.proed.acs.org/courses/course\\_overview.cfm?course\\_code=GCI](http://www.proed.acs.org/courses/course_overview.cfm?course_code=GCI)

時間：2011年3月28日

地點：美國加州阿納海姆

### 2010 總統綠色化學挑戰獎(下) 中央研究院化學研究所 兼任研究員甘魯生

(上期提要: 總統綠色化學挑戰獎在柯林頓總統任內所設, 目的是發掘能防止污染並能廣泛應用於工業之化學創新技術。分設計更永續之化合物獎、更永續之反應條件獎、更永續之合成路徑獎、小型企業獎及學術獎等五個獎項。主辦單位為環保署, 協辦單位為綠色化學研究所及美國化學會。

上期介紹了

**設計更永續之化合物獎** Clarke

得獎的作品 Natular larvicide: adapting spinosad for the next-generation mosquito control

**更永續之反應條件獎** Merck & Co., Inc. 和 Codexis

得獎的作品 Greener manufacturing of sitagliptin enabled by the evolved transaminase 及

**更永續之合成路徑獎** The Dow Company

得獎的作品 Innovative, environmentally benign production of propylene oxide via hydrogen peroxide

三個獎. 這期將簡介

**學術獎** James C. Liao, UCLA

得獎的論文 Recycling carbon dioxide to biosynthesize higher alcohols 和

**小型企業獎** LS9, Inc.

得獎的作品 Microbial production of renewable petroleum fuels and chemicals)

#### 四、學術獎—廖俊智教授

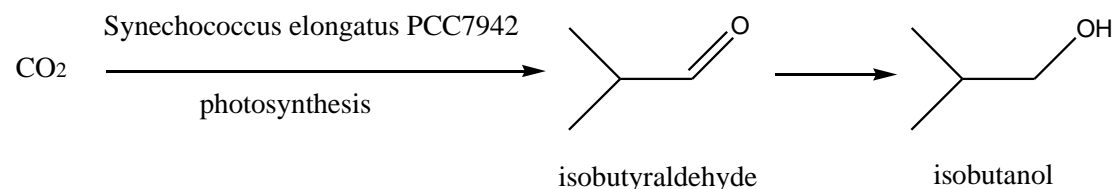
今年的學術獎頒給了在加州州立大學格杉磯分校(UCLA)工程暨應用科學學院化學暨分子生物 Chancellor 教授廖俊智 (James C. Liao) 來表揚他能夠再利用二氧化碳生物合成比乙醇(含 2 個碳原子)多的碳原子的醇化合物 (higher alcohols).

廖教授 1980 年畢業於台大化工系, 1982 年負笈赴美威斯康辛大學麥迪森分校攻讀生物工程. 1987 年畢業後在紐約柯達總部任職三年, 之後轉任教美國德州農工大學化工系. 1997 年被 UCLA 延攬任教至今. 廖教授是 UCLA 第一位總統獎得主, 華人為第三位(註一).

比乙醇碳原子多的醇類, 特別是含 3 到 8 個碳原子的不論是作為化學原料或燃料(註二)都比乙醇為優. 但是這些醇類都不能直接由二氧化碳生物合成或由碳水化合物還原. 尤其是含 5 個碳原子的醇從未在生物圈中產生過.

現在廖教授發展出技術成功的以微生物利用二氧化碳合成了有 3 到 8 個碳原子的醇化學物.

下圖是以 *Synechococcus elongatus* PCC7942 菌行光合作用產生異丁醛(isobutyraldehyde)反應示意圖. 異丁醛是許多化學物的原料, 其中包括異丁醇 (isobutanol) (註三). 異丁醇可為汽油的替代品.



二氧化碳是眾所週知的溫室氣體. 吾人正因它的逐漸增加所引起各種自然災害而煩惱. 現能反其道而行將二氧化碳轉變為燃料和其他化學原料. 而且其過程(光合作用)是非常乾淨. 碳數比乙醇高的醇的含能量高、吸水性低、蒸氣壓低(不易污染空氣)等優點. 如果每年能生產 600 億加侖(約佔 25%之汽油)就可以去除 500 百萬噸二氧化碳, 這數字約等於全美國一年二氧化碳排放量之 8.3%.

教授的發明得到的專利權歸學校, 學校將專利授權給公司生產. UCLA 允許發明人擔任公司的共同創辦人或董事(註四). 於是直接刺激了研究和發展. 這一點很值得我們學習.



廖教授的研究成果不但得到美國環保署的肯定,也得到美國能源部的青睞.給他三年共 4 百萬經費研究以電力來再利用二氧化碳產生異丁醇.日本三菱公司的研究機構 KAITEKI Institute Inc. (TKI) 也和合作廖教授來研究再利用二氧化碳來生產工業品如汽車的保險桿、包裝物、尿布和 DVD 等.

再利用二氧化碳產生燃料及其他化學原料的好處還有不需要用糧食來換乙醇,不需要處理廢棄物.用微生物則不需要廣大的土地.希能引起國人投入這方面的研究.

註一: 中央研究院院長翁啟惠院士是第一位(2000 年)華人學術獎得主.

註二: 汽油主要成份為五碳至十碳之碳氫化合物

註三: *Nature Biotechnology* **27**, 1177 - 1180 (2009)

註四: 廖教授是 Easel Biotechnologies, LLC 的共同創辦人並兼董事

延伸閱讀:

1. 2010 Presidential Challenge Academic Award: <http://newsroom.ucla.edu/portal/ucla/making-it-green-ucla-s-james-liao-160734.aspx>
2. *Nature Biotechnology* **27**, 1177 - 1180 (2009): <http://www.nature.com/nbt/journal/v27/n12/abs/nbt.1586.html>
3. Easel Biotechnologies, LLC: <http://www.easelbio.com/>



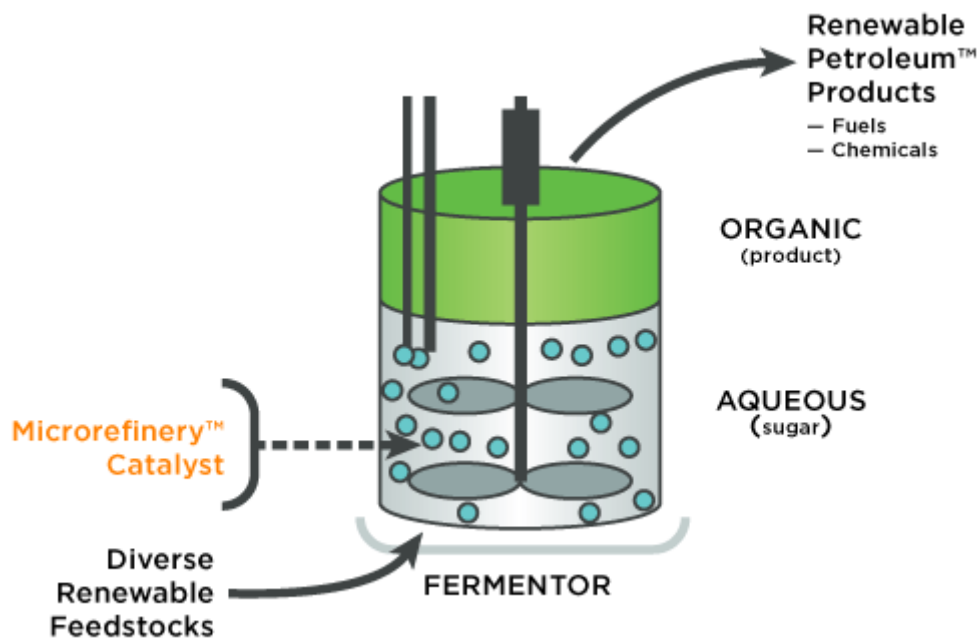
廖俊智教授得獎留影.右為頒獎人美國環保署副署長 Steve Owens.  
右為 Easel Biotechnologies 資深副總裁 Sanjay Gupta (甘魯生攝)

(轉載自綠能及綠色化學月刊(<http://www.bioeng.ttu.edu.tw/issues/issuesindex.html>) 第五期)

## 五、小型企業獎—LS9, Inc.

『石油最好的替代品是石油!』是 LS9(註一)的廣告語,也自我期勉.LS9 所謂的石油是由生物及發酵而得.是再生能源.如今再生能源及再生產品因費者廣為接受而快速發展.LS9 發展了技術平台可以簡單、有效率及一步到位的發酵程序來生產廣泛不同的高級生物燃料及化學物.LS9 設計及建立了僅用一部機器(見圖)可將工業用微生物將糖發酵成某些烷類、烯類、脂醇、脂酯.方法是將微生物基因精密改造使它執行所需化合物之生產.LS9 之技術增進了原有微生物代謝脂肪來生物合成長鏈碳氫化合物.再結合這新的生物化學途徑並設計移植到微生物內,將上述的長鏈碳氫化合物中間物轉換為特定之生物燃料或化合物後,再分泌到微生物體外.生成物由水不能混合,它浮在水上面自形成一有機層,不但無毒而且易以離心分離.下表是 LS9 目前積極的生產的產品

產品	用途
烷類	柴油、飛機用油、汽油
醇類	表面活性劑的原料
酯類	生物柴油、化學中間物
烯類	潤滑劑、聚合物
醛類	絕緣物、樹脂
脂肪酸	肥皂、化學中間物



一步到位發酵示意圖(擷自 LS9 網站).

各種可再生原料(diverse renewable feedstocks)注入發酵槽(fermentor).槽內有基因改造之微生物(microrefinery™ catalyst, 專利申請中)攝取原料之後分泌出產物.產物(燃料、化合物)形成有機層(organic layer),易為分離及純化.

產物之特性如鏈之長度、飽和的程度以及分枝的程度皆由基因控制,讓微生物成為一提煉工廠.而作用不需金屬催化劑.

目前 LS9 正在建一生產以 UltraClean™ 為商標之柴油的實驗工廠.此產品已符合或超過 ASTM6751 規格,適用於車輛. UltraClean™ 不含石油環境污染物如苯、硫及重金屬,在整個(二氧化碳)生命循環中它可減少約 85% 溫室氣體的產生量.它的價格也具競爭力,每桶估計約 40 到 50 美元.LS9 計劃在今年將實驗工作擴充至工廠生產 UltraClean™.其他產品也會跟進.

吾人可預期不久之將 LS9 的技術可帶來有效率、可負擔得起的永續能源.將對社會有巨大的影響,故得獎.

註一: LS9, Inc. 1999 成立於加州南舊金山市. 創始資金 7 百萬美元. 創辦人為哈佛醫學院遺傳學教授 George Church 及加州大學柏克來分校植物及微生物教授 Chris Somerville.

參考資料 LS9, Inc. 公司網址 <http://www.ls9.com/>

延伸閱讀:

1. BIOFUELS: Eyeing Oil, Synthetic Biologists Mine Microbes for Black Gold, Science, **322**, 522 – 523, (2008)  
<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/322/5901/522>

2. Biotech offers promise for producing fuel

Los Angeles Times, August 04, 2010

<http://articles.latimes.com/2010/aug/04/science/la-sci-biofuels-20100805>



美國環保署副署長 Steve Owens(右)頒獎給 LS9. 由該公司主管研究與發展副總裁 Stephen B. del Cardayie(中)和經營伙伴 Flagship Ventures 執行長 Noubar Afeyan(左). (甘魯生攝)

(轉載自綠能及綠色化學月刊(<http://www.bioeng.ttu.edu.tw/issues/issuesindex.html>) 第六期)  
(全文完)