

綠色/永續化學資訊共享

化學中心 © 2010.03.31



感謝上屆通訊工作者(左起：趙奕娣研究員/副所長(發起人)、劉廣定榮譽教授(撰稿人)、李文山副研究員(主編)、甘魯生講座教授(撰稿人))

資料蒐集◎國立清華大學化學系 凌永健教授

會議報告及活動報導.....	1
第四屆國際綠色/永續化學會議暨第二屆亞洲-大洋洲綠色/永續化學會議聯合會議.....	2
第一屆 IEEE 綠色技術年會.....	16
行政院原子能委員會核能研究所參觀.....	22
研究突破.....	35
綠色的地毯設計.....	35
磁性鐵奈米粒子.....	36
光觸媒看見一線曙光.....	37
有效的尤加利化學.....	38
離子液體.....	39
玉米廢棄物轉變為化學品.....	40
軟木生物聚合物溶解在生物相容性的離子液體.....	41
綠色光催化還原使用染料敏化 TiO ₂ 和過渡金屬奈米粒子.....	42
在室溫下用植物鞣質一步且尺寸控制合成奈米金.....	43
在紫外光和可見光照射下以銀奈米粒子載體做為光催化劑.....	43
綠色溶劑的甘油—合成和物理化學性質的烷基甘油醚.....	44
相關書籍訊息.....	44
研討會訊息.....	45

第四屆國際綠色/永續化學會議暨第二屆亞洲-大洋洲綠色/永續化學會議聯

合會議 報告

凌永健教授 清華大學化學系

一、參加會議經過

第四屆國際綠色/永續化學會議暨第二屆亞洲-大洋洲綠色/永續化學會議聯合會議，Joint Conference of The 4th International Conference on Green and Sustainable Chemistry (GSC-4) & The 2nd Asian-Oceanian Conference on Green and Sustainable Chemistry (AOC-2)，於2009年8月20至24日在中國北京九華山莊舉行，由中國中科院化學研究所、東南師範大學綠色化學暨化學程序上海重點實驗室、北京大學，中國科技大學、中國化學會綠色化學委員會主辦，中國科學院、中國國家自然基金會、英國皇家化學會綠色化學、北京分子科學國家實驗室協辦。後者為亞洲暨大洋洲標竿性綠色化學會議，2003年於東京舉辦的第一屆，同時由中國、澳洲、韓國、馬來西亞、日本、台灣等學者共同簽署組成亞洲-大洋洲綠色/永續化學網絡(GSC-AON)(圖 1)，目前已經是世界頂級綠色化學國際系列會議之一。

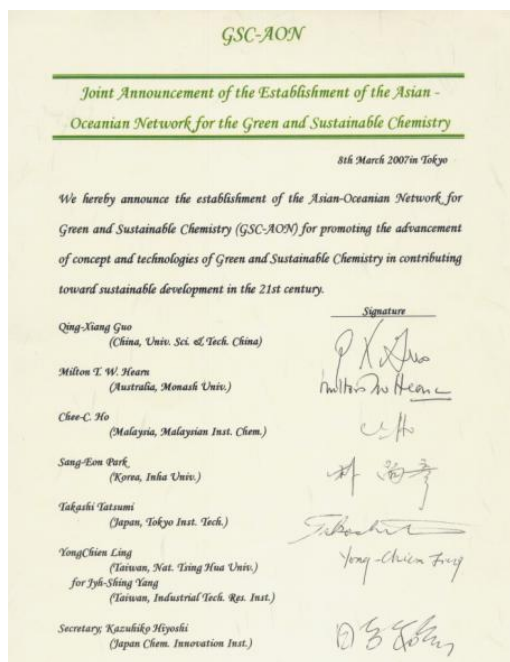


圖 1. 中國、澳洲、韓國、馬來西亞、日本、台灣等學者共同簽署組成亞洲-大洋洲綠色/永續化學網絡(GSC-AON)文件

本次會議匯聚全球綠色化學領域的專家學者一堂，約有四百多人參與，來自中國、美國、英國、德國、加拿大、日本、荷蘭、香港、馬來西亞、埃及、南非、法國、義大利、韓國、台灣、蘇俄、印度、丹麥、阿根廷、孟加拉瓜、伊朗等國，圖 2 為開幕典禮後與會人員的合照。台灣代表團一行 5 人，成員包括清華大學化學系凌永健教授、中興大學化學系李豐穎副教授、台北醫學大學醫學系麥富德副教授、萬能科技大學環境工程系俞宗欽助理教授和台灣科技大學化學工程系張家耀助理教授(圖 3)，於 8 月 20 日上午搭機至北京市，開始參加研討會，分別以口頭報告和壁報展示發表論文，與國際相關學者進行討論，凌教授為本次會議國際顧問委員，22 日上午進行邀請演講的口頭報告，22 日中午參加 3rd AOC 指導委員會會議，23 日上午主持一場次的口頭報告，會後留在北京繼續參加 29th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants 研討會。其餘團員於 8 月 25 日返台。



圖 2. GSC-4 & AON-2 開幕典禮後與會人員的合照

(第 1 排左起第 2 位為大會主席中國科學院韓布興教授，第 10 位為清華大學凌永健教授；第 3 排左起第 7 位為中興大學李豐穎副教授，第 8 位為台北醫學大學麥富德副教授；第 4 排左起第 7 位為台灣科技大學張家耀助理教授，第 8 位為萬能科技大學俞宗欽助理教授)



圖 3. 台灣代表團的合照(由左至右依序為台灣科技大學張家耀、台北醫學大學麥富德、清華大學凌永健、中興大學李豐穎、萬能科技大學俞宗欽)

二、與會心得

本次會議重點包括新穎材料的研發與利用發、綠色合成路線及綠色化工製程、減輕人類與環境風險的技術，合成、加工與使用化學品方面的新興化學領域，促成重要工業化學物質替代性合成的落實，以防止環境污染。與會專家學者，就綠色/永續化學領域的新理論、前瞻研究及其應用的發展方向、主要成果等，進行廣泛深入的交流和討論。本次會議共安排 10 場大會演講、36 場次邀請演講、48 場次口頭報告、178 場次壁報展示，涵蓋五個議題包括：(1)友善性合成路線(Benign synthesis routes)：包括原子經濟反應，綠色催化，綠色溶劑，無溶劑合成。(2)綠色觸媒 (Green catalysis)：包括使用更有效率和環保的催化劑(例如生物催化劑 和有機催化劑)。(3)替代性溶劑 (Alternative solvents)：包括超臨界流體(超臨界二氧化碳、超臨界水)，常溫離子液體、及水溶液等綠色溶劑。(4)再生性和綠色材料(Renewable and green raw materials)：包括生物質、纖維、澱粉、糖、其它無毒材料等再生性材料。(5)綠色製程(Clean processes)：包括微型反應器技術、超聲波技術、光化學領域，微波加熱技術等綠色製程。

第一場大會演講在開幕典禮後隨即展開，由中國科學院院士華東師範大學何鳴元(Mingyuan He)教授(圖 4)演講「Zeolite as An Impetus for Green and Sustainable Refining and Petrochemical Technology」(沸石為綠色永續精煉和石化科技的動力)。He 教授多年來從事多相催化與催化劑研究，結合科學知識與技術應用相，在煉油化工催化材料領域屢有創新，發明一系列沸石合成與改性的新方法，開發出多種煉油催化劑，報告中指出綠色化學強調再利用，催化劑在綠色化學的應用中，扮演非常重要的角色。催化劑是在化學反應過程中可被用來改變反應途徑、降低反應所需之活化能及加速反應速率的物質，反應後並不會被消耗掉，可以再利用。特殊的進展對於新穎的科技發展如綠色永續的石化業及石油煉製業 扮演著重要的角色。

何院士以鹼溶液處理 ZSM-5 分子篩，製備含微孔及介孔的 MFI 結構分子篩(簡稱 MMM)，使用 XRD、XRF、SEM、XPS 和低溫氮吸附等技術進行表徵鑑定，發現通過改變處理鹼的濃度，可以得到具有不同物化性能的 MMM 分子篩，其化學組成、介孔及微孔的大小和數量，及分子篩晶體上 $n(\text{Al})/n(\text{Si})$ ，均會隨鹼濃度的變化而變化，隨著鹼濃度的增加，呈現分子篩部分微孔結構遭到破壞、介孔的數量增加、孔徑增大、 $n(\text{Al})/n(\text{Si})$ 增大。鹼處理脫矽的過程包括：脫除晶粒間的無定形物質、脫除分子篩表面的矽、及脫除分子篩體相矽等步驟，脫除矽以後形成介孔。以 SiCl_4 氣相法製備高矽 Y 型沸石，與稀土離子交換相結合，能使 Y 型沸石中 Re_2O_3 含量達到 6%~9%，在晶胞常數相近的情況下，與水熱法製備 USY 相比較之下， Re_2O_3 含量提高近 3 倍，有效地提高 Y 型沸石的裂化活性和氫轉移活性。研究具有 MWW 結構的新一代鈦矽(titanosilicate)分子篩 Ti-MWW 催化劑，對烯丙基氯液相環氧化高效合成環氧氯丙烷的催化性能，發現 Ti-MWW 的催化活性以及產物選擇性，均優於傳統的鈦矽分子篩 TS-1。對於 Ti-MWW，合適的溶劑為非質子性溶劑 丙酮和乙腈，在該溶劑中環氧化物不易發生溶劑化開環反應；對於 TS-1，合適的溶劑是質子性溶劑甲醇，但甲醇會導致醇醚副產物的生成。Ti-MWW 催化劑對烯丙基氯的轉

化率和環氧氯丙烷的選擇性都能達到 99% 以上。採用微波加熱技術法合成 TS-1 分子篩，以 30% 的 H_2O_2 水溶液為氧化劑，合成 TS-1 分子篩，探討對苯乙烯和 1-己烯環氧化反應的催化性能，比傳統水熱法合成的 TS-1 優異，微波合成的 TS-1 晶粒與晶粒之間存在"粘連"現象，降低分子篩表面矽羥基含量，增加 TS-1 分子篩的疏水性，增強分子篩對反應底物苯乙烯和 1-己烯的吸附能力，導致催化性能顯著提高。



圖 4. 華東師範大學 Mingyuan He 院士的大會演講

第二場大會演講由美國耶魯大學 Paul Anastas 教授(圖 5)演講「Green Chemistry: A Cohesive System for Transformative Innovation」(綠色化學：轉變創新的凝聚系統)。Anastas 教授在美國擁有「綠色化學之父」的尊稱，麻州大學 John C Warner 共同提出綠色化學的 12 項原則，包括：(1)避免產生廢棄物。(2)原子經濟使用效率。(3)設計合成方法時，儘量考慮反應物與生成物的毒性。(4)設計低毒性的化學品。(5)少用或使用安全的溶劑與輔助物。(6)為節省能源、降低環境衝擊，反應條件以常溫常壓狀態為主。(7)使用永續資源為原料。(8)簡化反應步驟，減少非必要性衍生物的產生。(9)盡可能使用高選擇性的催化劑。(10)

)設計可分解的化學品。(11)污染物的及時偵測。(12)慎選製程中的化學物質，以減少意外災害的發生。廣為綠色化學界所熟知和引用。

Anastas 教授認為綠色化學革命現有的化學製程，任務十分艱巨，但又十分重要，為新世紀化學工作者，提供非常難得的機遇和挑戰。綠色化學是 21 世紀的化學，將整個化學轉變成綠色，前景無限美好，可以做得好，也是應當努力去做到的。綠色化學定義是化學商品在設計與製造的過程中，能夠減少甚至消除有毒物質的使用與增生。再進一步說，就是不再將化學產業僅僅當做產業或學術研究，化學影響構成我們社會與經濟每一個得碰得到、摸得著與感得到的東西。化學對提昇當代生活得便利性無可爭議，但不幸的是，製造產品與能源運輸、燃燒過程中，產生大量的毒性物質，綠色化學因此強調在傳統化學的基礎上，必須再加上絕對減少毒性物質、廢棄物的產生，生產與流通過程必須對環境友善。傳統化學雖然已經提供人類許多新的物質，改善人類的生活品質，然而卻未能有效的利用資源，忽視生態的平衡，在生產的過程中產生大量的有害物質，嚴重的污染環境與浪費資源。隨著環境的汙染與資源的耗竭愈來愈嚴重，化學家必須開始由傳統化學轉向綠色化學。尤其是在減少廢棄物這一項上，Anastas 教授提出驚人的數據，在整個生產過程中，屬於原料投入的比例約佔 5%到 6%，屬於廢棄物的比例卻高達 94%到 95%，換言之，就是生產一磅工業產品的同時，也一併生產了一公噸的廢棄物。問題出在廠家都將心力花在製造產品，創造具有經濟效益的產品，至於廢棄物，則是不重要的部分，但是我們發現這些廢棄物對環境以及人類生存都造成重大危害。發展新的合成途徑，選擇新的原料或較具選擇性的方法，透過選擇反應條件、溶劑來改善選擇性，及產生最小耗能、低毒性或安全的化學物質。當前最重要、使用最多的仍是石化原料，這是一種即將用盡的能源，所以開發新能源，尤其是再生能源，更為當務之急。在 20 世紀，人類將石化資源轉變為產品，21 世紀的任務則是思考與研究將生物資源轉化成產品。



圖 5. 耶魯大學 Anastas 教授的大會演講

第三場大會演講由英國諾丁漢大學 Martyn Poliakoff 教授演講「Green Catalysis in Supercritical fluids」(超臨界流體中的綠色催化)，指出超臨界流體常用二氧化碳與水分子氣體，使用高壓將氣體壓縮接近流體而成超臨界流體，此現象在 19 世紀已被發現，但直到最近才受到重視。超臨界流體由於較被易環境接受，在催化反應製程因此可以取代傳統的溶劑。諾丁漢大學以二氧化碳與水分子超臨界流體，應用在連續催化作用，包括選擇性氫化作用、選擇性氧化作用、甲醯氫化作用、醚化作用、Friedel Crafts 烷化作用、丁醇醛濃縮與單一氧分子光化學添加物，大部分研究與工業界夥伴合作完成。演講中報告最近幾個合作案例，重點放在超臨界流體化學的優點與限制，說明與其他綠色技術互補的可能性。現今科技發展的趨勢，已朝永續科技或綠色化學邁進，有別於傳統製造的觀念，我們將著重於更符合經濟效益上的考量，提高化學製造的產率，同時消除製造過程中產生的廢物以及避免使用有毒或有害物質，而藉由技術上的永續發展以及綠色化學，將能達成以下的最終目標。

第四場大會演講由德國亞琛大學 Walter Leitner 教授演講「Green Solvents for Catalytic Conversion of Biomass」(綠色溶劑對生物質催化的變換)，指出催化是化學過程的關鍵技術不僅對環境友善且在經濟上有效，由於化石資源的供應

限制，導致對由食料為原料所產生的生物質作為燃料和化學製品的興趣迅速增加，木質纖維生物質提供一種巨大的潛能，作為可再生資源。發展催化方法對由木質纖維中具生物能的原料進行去功能化與功能化的選擇性轉變，有急切要求。亞琛大學的「從生質量身生產燃料」卓越研究群，針對運輸發動機的特殊燃料，重新設計供應鏈的挑戰。高極性和低揮發性的生物聚合物與其相關衍生物分子，液相過程在未來催化領域中具主導的地位。溶劑在液相催化中起決定性作用，因為它在分子層級上能控制一個催化的系統的活性，同時操作的機制為產物分離和催化劑的回收。因此，這種反應溶劑的選擇在為生物質變換的催化方法的發展過程中成為一個策略性參數。演講中亦討論如何從整個催化系統從這活化分子位置和預期的化學轉變，並透過反應溶劑與反應溶液設計，以整體方法去了解與發展新催化的過程。

第五場大會演講由加拿大麥基爾大學 Chaojun Li 教授演講「Cross-Dehydrogenative Coupling (CDC): Exploring C-C Bond Formation beyond Functional Group Transformations」(交互去氫耦合：探索碳-碳鍵形成超越官能基的轉換)，提出發展嶄新化學反應性和反應條件，可改進資源運用效率、能源效率、產物選擇性、操作簡單化、環境衛生與安全，對於合成化學家是一種新思維和一個願望。碳-碳鍵形成是多種化學合成的中心部分，嶄新的碳-碳鍵形成，深刻地影響整個合成效率，過去幾年間，Li 教授實驗室一直研究直接從兩不同的碳氫鍵，在氧化的狀況下，直接形成碳-碳鍵的革新概念，稱為交互去氫耦合，以產生更有效率的合成。發現多種 sp^3 碳氫鍵，可直接由其他的碳氫鍵官能基化，不需要先官能基化處理碳氫鍵。這些方法提供在合成設計中，有別於傳統的要求，需要個別前官能基化與去官能基化處理，在最基本的層級提升合成效率。

第六場大會演講由日本東京理工大學 Takashi Tatsumi 教授演講「Advances in Zeolite-Catalyzed Green and Sustainable Synthesis of Chemicals」(沸石催化綠色與永續合成化學物質的進展)，指出綠色與永續化學目的是在化學合成方法過程

，降低或完全排除，使用或產生毒性原料庫存、副產物、廢棄物溶劑與所有其他相關產物，所以現在的化學家需要嚴肅面對發展無污染物的化學，而非在管末端以控制污染。化學物質製造過程廢棄物減量的關鍵之一，以使用相同計量的典型有機物取代無機物做為乾淨、催化作用的替代物，如氧化反應常用金屬為氧化劑，像過錳酸鹽鎂或鉻等試劑。這些金屬氧化劑會產生大量的重金屬廢棄物，且實際做為氧化反應試劑的效果是非常低。沸石催化劑參與許多化學轉換過程，不會產生廢棄物與副產品，因此沸石催化劑更為生態接受與環境安全性。新型含鈦沸石已經被開發，加入以過氧化氫為氧化劑的氧化反應中，展現良好催化活性，過氧化氫的產物僅為水。研究顯示矽酸鹽鈦的結構、合成方法、基材分子的擴散與氧化使用的溶劑，強烈影響催化效果。Tatsumi 教授發展出一套建立沸石不同結構的新方法，特別可擴展沸石的孔隙及用沸石薄片疊成奈米元件。

第七場大會演講由北京大學 Yuan Kou 教授演講「Green Chemistry via nano-catalysis in Ionic Liquids and Water」(透過奈米催化在離子液體和水中的綠色化學)，以分散在溶劑中的奈米粒子在溶劑中，進行似液相催化可同時具有在液相催化的高活性，與在異相催化中容易分離性的優勢。使用離子液體和水作為溶劑，以取代有機溶劑，似液相催化是催化反應領域以及綠色化學中一次大的進展。Kou 教授回顧過去 10 年期間所建立的新催化系統。包括：(1)離子液體和完全環保的離子液體；(2)奈米催化劑在離子液體；(3) 奈米催化劑在水溶液，和 (4)該發展應用到生物質變換。

第八場大會演講由美國阿拉巴馬大學 Robin D. Rogers 教授演講「Ionic Liquid Cracking of Biomass: Beyond Cellulose to Biorefineries」(離子溶液裂解生質：超越纖維素的生物精煉)，Rogers 教授指出眾所皆知石油消耗殆盡是不可避免的結果，全世界對從再生能源研發出木質纖維素(lignocellulosic)生質(biomass)替代能源的興趣，與日俱增，乾淨的分離出三種主要的生質成分，作為未來化學製程可重複的進料，是非常重要與挑戰。近來對纖維素生質有極大

興趣的主要原因之一，在用來產生生質燃料。我們不禁會問如何應用自然界中大量生物聚合物，如纖維素(cellulose)、半纖維素(hemicelluloses)、木質素(lignin)，從其中萃取單體燃料(如乙醇)，再燃燒剩餘部份。雖然現今的生物精煉的概念著重於燃料以外的化學物質，纖維素和半纖維素多用以製成紙張、纖維、薄膜和日常生活用品和化學品，木質素經常當作燃燒產生化學。少有強調利用生物聚合物作為聚合物，而非作為產生分子化學物質的進料。利用新穎的離子溶液溶生質，可以創新的利用有價的生物資源，以生產出新式和既有的材料，例如：纖維素可容易的被離子溶液萃取、官能化、製備成先進的紡織纖維，如具抗菌或帶磁性的；使用生物高分子與合成高分子，製備具有改良機械性質的聚合物混摻(blends)；固定酵素在化學或生物敏感纖維膜，或是特定功能的添加物等。報告中討論生質的組成如何與離子溶液相互作用，了解這些相互作用的機制，便可知道如何處理操作將生物聚合物，有效的使用且重複利用。因為植物細胞壁具有複雜的碳氫化合物混合物，不易溶解與分離，利用離子溶液直接溶解生質，可避免前處理步驟，利用不同組成的溶解度不同，可提供簡易的分離機制。總而言之，利用離子溶液獨特的特性，可提供將生質轉換為化學品策略的新平台，產生對環境友善的新型和強化材料的無限機會。

第九場大會演講由美國阿拉巴馬大學 Roger Sheldon 教授演講「New Vistas in Biocatalysis: Green Chemistry meets White Biotechnology」(生物催化的新展望：綠色化學遇上白色生物科技)，指出綠色化學是利用更好的、可再生的原料及能源，在化學產物的製造及應用上，減少廢棄物的產生，且避免使用有毒、有害試劑及溶液。運用綠色化學減少廢棄物，首要為污染的防治，而不是管末處理。在不同的化學工業中，我們急需運用綠色化學於製造的過程中，尤其是在產物中存在的這些廢棄物，Sheldon 教授計算 E factor。廢棄物產生：最開始是來自於使用化學計量試劑(大部分是無機物)，以及較早期的化學計量的技術，因此，發展如何使微量的反應物質，即能作用於整個催化過程，將是目前主要的挑戰。生物催化具有許多優點，使其在化工應用上極具潛能，如：提供溫和

的反應環境(適當的 pH 值和溫度)，富含許多酵素，誘發催化反應以及對水的溶解度，還具有高度活性以及化學上、局部的、立體結構上的選擇性。此外，利用酵素能普遍地縮短合成路徑，有效減少廢物以及有害物質產生，不僅對環境及經濟上，都有更多的吸引力。在有機合成的工業應用上，生物催化技術已經成熟且廣泛被利用，再加上重組 DNA 技術的進步，原則上，已能製造任何一種酵素且具有合理的價格，並且應用於蛋白工程技術，譬如：定點突變、活體外發展，酵素本身可視其受質、特異性、活性、選擇性、穩定性、pH 值等各種特質而被充分利用。

第十場大會演講由香港城市大學 Istvan T. Horvath 教授演講「Sustainable Biomass Conversion to Energy and Chemicals」(永續的生質轉換為能源和化學品)，Horvath 教授指出生質能泛指從生質直接或間接轉化產生的能源，具有於永續、低硫、低污染等特點。相較於其他的新能源，技術困難性較低。生質轉換主要有：物理轉換、熱轉換及生物轉換三種。物理轉換包括將廢棄物分類壓縮，從植物中榨油等等。熱轉換包括熱解、燃燒、氣化等，可以產生熱、氣體與油，其中以燃燒最常使用。生物轉換利用微生物或酵素將生質轉化成酒精、生質燃油或沼氣，應用方式可以分為：固態燃料、氣態燃料、熱、電與生質燃料。生質乙醇主要由甜菜、甘蔗、玉米、等澱粉或醣類作物發酵產生。一般未改裝過的車輛可使用混有 15% 生質酒精的汽油，若要使用純的生質酒精為燃料，則必須改裝車輛。生質柴油是以動植物油或廢食用油脂，經轉化技術後所產生之酯類，直接使用或混合柴油使用作為燃料者。生質柴油可直接用於未改裝的柴油車，目前原料主要為油菜籽、葵花油等油脂作物。發展生質柴油最成熟的地區首推歐盟。沼氣是一種相當好的能源，主要成分是甲烷、二氧化碳及少量硫化氫，甲烷含量約在 50 ~80% 之間，所含的熱值通常在 5,000 千卡/立方公尺以上，屬中熱值氣體，且有抗爆等特性，極適合於燃燒或引擎的使用。在現今能源及資源逐漸枯竭與生態環境保護考量之下，生質能源的重要性已不言可喻，生質能源的開發亦勢在必行。生質能符合永續經營的

理念，並非僅以處理為滿足，而是把生質物資源化與能源化，兼具能源與環保雙重貢獻。然而 Horvath 教授也提到不同的生質產物和生質轉換技術，正面臨一系列的社會衝擊，是永續化學的面臨的難題，例如：有多少土地應該或是能夠被用於非食用性的生質產物？在鄰近區域是否有足夠的水源，提供穩定且連續性生產生質作物？目前出現的生質作物和轉換技術，是否也會產生無法預期和未知性的環境問題？

本次會議以離子液體和超臨界流體為主的題目分別有 57 篇和 52 篇的相關研究，約為發表論文的 40%，顯現其重要性。提及的離子液體包括：1-alkyl-3-methylimidazolium ($[C_nMIM]^+$)、N-alkylpyridinium ($[C_nPY]^+$)、tetraalkylammonium 及 tetraalkylphosphonium 等陽離子，以及 hexafluorophosphate (PF_6)、tetrafluoroborate (BF_4)、trifluoromethylsulfonate(CF_3SO_3)、bis[(trifluoromethyl)sulfonyl] amide ($[(CF_3SO_2)_2N]$)、trifluoroethanoate (CF_3CO_2)、ethanoate (CH_3CO_2)及 halide (Br、Cl、I)等陰離子。應用如在有機合成時，與催化劑形成共催化劑，增加催化劑的活性、選擇性及穩定性。離子液體與奈米材料的相關研究包括：TiO₂、ZnO、Au、SBA-15、graphene sheets (單層石墨烯)等，單層石墨烯是帶隙為零的非磁性金屬材料，具有許多新穎的物理特性和廣泛的應用前景，是目前國際上最熱門的研究領域之一。超臨界流體主要以超臨界二氧化碳、超臨界水和超臨界甲醇為溶劑進行研究，奈米材料的相關研究包括：polystyrene、poly(D,L-lactide)-g-poly(N-isopropylacrylamide-co-2-hydroxyethyl methacrylate)、magnetic mesoporous microspheres、CNTs/Pd nanocrystals、Au-Pd/TiO₂、Ag/SBA-15(MCM-41) nanocomposites、CeO₂ nanowires、Si nanoparticle。

會議期間(22日中午)凌教授參加 3rd AOC 指導委員會會議(圖 6)，討論事項如圖 7，會議結論包括：第三屆亞洲-大洋洲綠色/永續化學會議將由澳洲莫納許大學主辦，於 2011 年 11 月間在澳洲舉行，為期 5 天，考慮納入會前辦理訓練課程，以強化學生的綠色化學能量。歡迎來自亞洲-大洋洲的新會員申請，凌教

授向委員會者提出台灣於 2008 年底舉辦「APEC 綠色化學於永續發展之應用與展望交流研討會」、以及於 2009 年中舉辦「東南亞區域共同研究暨培訓環境檢驗及綠色科技班」，曾向與會者提及此事，有東南亞國家人員表示加入之意願，獲得委員會之肯定。攜回會議摘要文集一本(圖 8)，內容包含口頭報告與壁報展示論文之摘要。



圖 6. 3rd AOC 指導委員會會議的合照

Call for 3rd Steering Committee Meeting of AON/GSC

Date To be notified between August 21-23, 2009, during GSC-4 & AOC-2 (*)
(*) Joint Conference of the 4th International Conference on Green and Sustainable Chemistry (GSC-4) & the 2nd Asian-Oceanian Conference on Green and Sustainable Chemistry (AOC-2)

Place Room to be notified at the Jinhua Resort & Convention Center in Beijing

Attendance expected

Steering Committee Members

Qing-Xian Guo: China
Milton T. W. Hearn: Australia
Chee-C. Ho: Malaysia
Sang Eon Park: Korea
Takashi Tatsumi: Japan
YongChien Ling and/or Jyh-Shing Yang: Taiwan

Secretary

Kazuhiko Hiyoshi

Observers

1. The Organizing Committee members of GSC-4 & AOC-2 are welcomed. In particular followings are expected.
Buxing Han, Chairman
Mingyuan He, Co-Chairmen
Yuan Kou, Co-Chairmen
Zhimin Liu, Secretary General
2. GSC Researchers who are recommended by the Steering Committee Members, especially from other area than current members are welcomed.

Subjects to be discussed

- 1) The 3rd GSC AON conference, When and Where
- 2) New membership policy
Agreed that any new membership application from the Asian-Oceanian region must be accepted as a basic principle, however it should be discussed further.
- 3) Miscellaneous

Secretary:

Kazuhiko Hiyoshi, JCI: hiyoshi@jci.or.jp

圖 7. 3rd AOC 指導委員會會議討論事項

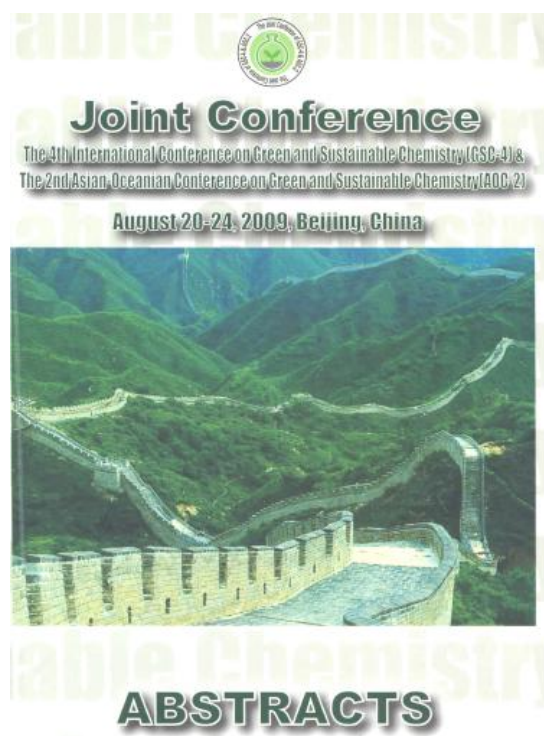


圖 8. GSC-4 & AOC-2 會議摘要文集

三、考察參觀活動

略。

四、建議

1992年美國環保署便開始推動以新的或改善現有化學品及其製程，從降低污染源著手以達到廢棄物或污染物產量最小化的目的，從此「綠色化學」的概念逐漸被認可與重視，所以綠色化學技術並不是發展新技術來監督或補救已污染的環境，而是以新思維來發展不浪費、不破壞地球資源且對環境永續發展有益的新化學技術。綜觀此次會議的研究成果的產生和發展，必將對現有化學化工產業的技術改革，做出巨大貢獻，同時也必將對化學化工的理論研究和實際應用產生深遠的影響，對於我國推動國際綠色化學理論的研究及應用技術的研究開發，特別是推動我國綠色化學研究人員與世界頂級科學家的交流，提升我國綠色化學的研究有相當大的助益。與會的專家學者一致認為，綠色化學已經成為化學發展的新方向，特別是在環境污染日益加劇、能源短缺日趨嚴重等問題凸現的時候，如何走向可持續發展的道路是全人類共同面臨的問題，而大力發展可再生的資源合成化學品並採用無毒、無害的原料、溶劑和催化劑，原子經濟性高及能耗低的綠色化學是解決目前化學化工產業中環境污染嚴重、能耗高、效率低等諸多問題的最佳選擇。未來如能爭取國內舉辦AOC-4會議，相信必能對推動綠色化學大有助益。

IEEE變綠了! 第一屆IEEE綠色技術年會報導

PEM 原著 甘魯生教授 編譯

寫在前面

推動綠色化學、能源及工業已成全球之趨勢，老牌的國際電機學會(IEEE)也在去(2009)年舉辦了第一屆綠色科技會議。下個月即將舉行第二屆。IEEE的

聲譽行家出手自然與眾不同。會期雖然只有二天，但節目內容豐富，特翻譯去年一位參加者所報導之會後心得以饗讀者。

2009年四月，我以額外歡愉的心情參加了IEEE在德州Lubbock舉行的第一屆綠色技術年會。會議一共二天，包括了詳細的風能講習，一整天的會議及二個參觀行程。其中一個是看Brazos風車場，另一個是美國風能中心及博物館。這會議不但是具啟發性、交流性，而且有娛樂性—是大都會議所無的。無疑的這是一個成功的會議。在此謹歸納會議部份內容及透露一些心得。

會議由講解風力發電開始。包括了目前風力發電技術的概況，涵蓋了技術、運轉、地質及經濟的議題。原是一個三天的課程，濃縮到一個節奏快而材料豐盛的半天講解。

一開始講員 Swift 先生指出德州的能量領先美國其他各州，而德州的風能中心就在 Lubbock。最大的風車場就在它近郊。在 2007 及 2008 年間有長足的發展，至 2009 年止，一共設立了 3,953 具二百萬瓦風力發電機具。因此沒有比德州更好的地方來學習如何以風力發電了。

Swift先生說風能是值得的，它的報酬率僅次於水力。投資一座風力發電渦輪機九個月就可以回本。回本期比其他燃料發電少，若用核能回本要40年。想想所有美國的河流能設水壩的地點都已設了。新設會遭強烈的反抗。所以發展風能實在是意義非凡!

風車發電看似簡單實則十分複雜。目前一座風車可使用20年，平均保養間隔是4000小時(約半年)。雖然如此精進，但仍有許多研究和工作要做，如發展更高深的空氣動力學來設計葉片

下午移師到Brazos風車場參觀。它是一個中型的風車場，建於2003年。有160座一百萬瓦由日本三菱重工製造的風動渦輪機。可供給德州三萬戶家庭用電。若以對環境衝擊來衡量是減少了每年144000噸二氧化碳的排放。它等於25000輛汽車每年的排放量。無疑的此行會使每個人對風車發電有更深的體會。

這次會議IEEE對綠色技術、永續經營及可再生能源的專注也史無前例。邀請講席Marcy先生討論了政策如何促進提昇綠色技術、在使用再生能源可能引起的道德爭論以及工程人員在綠色技術領域中所扮的角色。Marcy先生本身也是一位教授，他呼籲他的同事們要把綠色工程溶入教材中。因為減少溫室氣體對環境而言是迫切的，教授們的遲疑將會引起大災難。

Marcy先生問大家現有的是否有足夠的再生能源能替代現用的能源?他的答案是絕對可以。比如說9%的內華達州面積所產生的太陽能足夠供應全美國的電力。風能每年能供給5800 quads(註一)，遠比人類能消耗的多得多。麻省理工學院的科學家計算過，全球地熱能產生一億quads的能量。足夠應付目前世界每年所消耗的400 quads(註二)。

Marcy先生語重心長的表示，我們必需注視科技的發展所造成千變萬化的結果。要在有效安全控管內預測可能的災難。工程師的素養成為趨吉避兇的中樞地位。所以工程師要發揮他們的優點如專業自主、技術能力、敏銳的洞察力及隨機應變的智慧把再生能源向前推進。成為現代工業的基石之一。

接著Khoie先生發表了如何評估及選擇再生能源及非再生能源的新方法。他問:『一百年後人們怎麼看我們?』他們會不會說我們把所有的東西全燒完了，或者認為我們真的關心環境也努力試圖改變? Khoie先生主張我們全脫離不了

『技術-世界-社會-經濟-地球-政治』圈子，共演這戲碼的包括了消費者、公司行號、科學家、公職人員、藝人、政府、人民團體、甚至瀕於絕種的物種，全球每一份子都要努力求改變。

評估及選擇再生能源及非再生能源時有許多因素如經濟、效能、技術發展、環境衝擊、清除成本、可再生利用程度及能掌握的資源等是相互配合並一起考慮的。Khoie先生說他會針對所要建立的工業技術以上述的參數一一衡量。用他的系統要回答的最終問題是我們的社會是不是能玩得起這種新的再生技術。但是如果再問我們能不能不利用再生技術， Khoie先生的回答一定是『不能』。

Morris先生就『歷史和經濟提供了再生能源的策略』發表了獨特的演講。他提供了再生能源上的歷史觀點並解釋我們如何由過去錯誤中學習。歷史上有許多社會在短時期是利用木材為主要能源。但所有社會都面臨木材長期性短缺，有些竟導致大災難。除森林化事件在歷史上比比皆是，例如黎巴嫩、西班牙、Chaco峽谷、格陵蘭、復活島及英國都發生過。我們要記取歷史每一教訓。復活島上社會的滅絕提供了一個特殊令人感嘆的例子。這結果來自居民將復活島上生命必需的有限資源用盡了。現代的社會面對是相同的情況，因為我們依賴一種有限的資源(石化燃料)。不同的是我們可以因石化燃料並不是生命不可缺的—還有其它能源而倖存。其挑戰是及早轉移到其他的選擇。

Morris先生主張『價格』是從石化燃料轉移到再生能源的決定因素。歷史告訴我們當一種能源缺乏時其價格暴漲，引起能源的轉移，有能力做這種轉移的國家便可以存活。

Mehrubeoglu 女士提出令人振奮的利用海浪能的討論。在動能和位能轉換

間可使海浪成為有用之能。海浪能可分為三種: (1)在海岸線, (2)近海, 和 (3)遠海。對這三種已有許多器械被發展及製造出來。她認為海洋能的潛力極大。曾有人估計海洋能有 90000 兆能量的潛能, 它可供全人類使用而游刃有餘。

會議的進行使得每一位與會者逐漸產生對將充滿了希望和振奮的感覺。看來演講者一個接一個畫出綠色技術的遠景而且納悶為何現有的技術都不夠綠色。實在是因為講師們說服了我們綠色技術是更有效率、容易設置、較少依賴資金、甚至於比石化能源更便宜。問題是為甚麼至今日採用綠色技術還是這麼慢?

所以關鍵在於需要推動綠色技術的政策。雖然它可能價廉、乾淨、簡易。但綠色技術之發展必須克服我們百年來對石化燃料的依賴。使用石化燃料在我們社會裡非常根深蒂固。而目前替代的選擇面臨被禁止採用的障礙。這兩難的解決之道正考驗著歐巴馬政府。

IEEE-USA 資深立法代表 Williams 先生說明了一個現行及將來能源法規的概況以及歐巴馬政府的施政。他說政府和國會雙方不但要維護『能源政策法令 2005』、『能源獨立及國家安全法令 2007』各項倡議, 而且精心製作『美國恢復及再投資法令 2009』(ARRA)。ARRA 的重要性在於第一次立法內容包括了執行的經費。ARRA 有一系列的補助金、省能及提高效率方案、能源傳送/分配研究、投資(有關再生能)退稅獎勵、先進能源製造獎勵、使用家電之電動車獎勵、電氣化交通工具及替代能源調查獎勵等等。稅 ARRA 總共有 7870 億美元撥款和減免的預算, 有足夠火力推動下一波再生能源的發展。

歐巴馬政府在綠色技術上有更令人興奮的措施。其中一項較特殊是歐巴馬一定會參加今年(按:2009)十二月舉行的哥本哈根會談並有意願能協議出後京都氣候協定(註三)。有些民眾仍對歐巴馬缺少長期能源規畫, 其中談得最多的是

核能，有所爭論。雖然有關之廢料處置、無污染之核能廠尚都在討論，但立法的重點是(經費)大洞。事實上是完全沒錢來供應核能。Williams先生提出以IEEE-USA具名寫信給國會促使核能政策。但這是困難的，因為歐巴馬政府傾向再生能，但不傾核(能)。

會議以參觀位於當地的美國風能中心暨博物館作為結尾。博物館中陳列了令目瞪口呆的儲風(能)渦輪、風車泵及其他歷史上奇妙的機械。博物館內擺設了90部、外面有12部風車來'說明美國自1860年至今的風車泵的全部歷史。真是一個獨一無二的地方。館方在晚間提供了精彩的餘興節目。此次參訪包括了點心及晚宴招待。也有自由行和導覽一個百萬瓦的渦輪機，它是架在散落在四週古董渦輪機之上，所以這博物館是又古老又現代。有趣的是這發電機生產之電不但供應全部設備，還有餘力輸出至城市。這真是一個再生和永續的設備。博物館在環保意識下的正確作為令所有與會者令人肅然起敬。

第一屆 IEEE 綠色技術年會是非凡的成功。它成功地將聰穎的和熱心的工程師聚一起去尋求使世界更綠色。講授者熱忱而聆聽者專注。戶外實地參訪是會議實際交流最成功的，它喚醒我們綠色技術不但是振奮的及有趣的也是可實現的意識。明年的會議將在2010年四月15、16二天在德州Dallas舉行(註四)。其內容將更廣泛是可期的。Dallas見!

註一：一quad等於293,071,000百萬瓦。

註二：另有1000quads之說。

註三：歐巴馬如期出席，但協定仍有待各國協商。

註四：今年的節目單可至下列網站瀏覽：

<http://www.ieeegreentech.org/TechConf/TechConf.htm>

原著P. E. M. 是一位博士生，兼德拉瓦能源及環境政策中心副研究員，IEEE-USA通訊委員會委員，也是『今日工程師能源、環境及永續』之編輯。

(環保綠色化學戶外教學_)

行政院原子能委員會 核能研究所 參觀心得報告

大同大學生物工程研究所博士後選人 翁茂盛

2009年12月7日下午13時至16時有幸參觀行政院原子能委員會核能研究所，雖然從小與它為鄰，但總令人充滿神秘的感覺，所以這次的參觀也令我期待，

畢竟核能研究所是國家實驗室，除核能及核能有關研究外，還能瞭解近幾年也積極投入新再生能源的發展，及再生能源領域，包括了我們要參觀的高聚光太陽光電、風力發電、稻稈纖維生產無水酒精、另外也順便看了電漿焚化熔融處理及電漿鍍膜等五個部門。

本組第一站由綜合計畫組人員引導至電漿鍍膜部門參觀，接著由物理組專家介紹真空鍍膜及設備技術研究之最新發展，包括真空捲揚式鍍膜技術、電漿處理技術、及大面積鍍膜和高功率脈衝磁控濺鍍技術等領域研究；並配合國家環保政策及綠色產品之要求，發展各式電漿鍍膜技術，可被覆硬化膜技術，磁金膜，介電絕緣膜、裝飾膜、導電膜---等各種功能膜，應用至耐磨、抗蝕、抗靜電、調色、抗EMI---等，附著性強，適用各式材質；因鍍膜係在真空環境中進行，製程無污染，可提供傳統電鍍產業升級轉型之方式，電漿鍍膜技術已成功技轉應用於建材、衛浴、鏡框、五金、等工業領域，整體技術本土化，完全自立自主；電漿鍍膜設備依照鍍膜品的特性及業主的需求進行合作開發及量身訂做，且透過專業技轉訓練，使業主完全掌握製程、設備及產品開發技術，充分取得降低生產成本之優勢。其優良成果由本國駐英戴瑞明代表期間，承獻

給前英國首相 余契爾夫人 (Baroness Thatcher)，並獲其讚賞行文致謝表揚。



圖1/電漿被覆衛浴組件



圖2/電漿改質模具



圖 3/ 電漿被覆鈦金板應用實例

第二站來到電漿焚化熔融處理廠，電漿焚化熔融是用直流電漿火炬(10000C)可有效處理各類廢棄物，達到去毒、減容、回收能源和資源再利用的目的。電漿用在燃燒分解（及熔融）的用途上可分為高週波電漿（Radio Frequency Generated Plasma）及直流電弧電漿（DC Arc-Generated Plasma）。前者利用高週波電磁場反覆加速電子撞擊中性原子或分子，而產生能量，後者則是藉離子撞擊陰電極產生二次電子提供能量。目前用於廢棄物處理是以直流電弧電漿作為熱源，流電弧電漿是由電漿火炬所產生，基本上是利用火炬中噴出的氣體使兩電極間的放電效應穩定化，即上述反應中，氣體內電子—離子對的生成速率與結合速率相等。就電弧產生的方式以及兩個電極位置的不同，電漿火炬又可分為傳輸式（transferred）與非傳輸式（non-transferred）兩種。前者火炬中只有一個電極，另一個為被處理物，故電漿的生成是從火炬中的電極一直延伸至被處理物。而非傳輸式電漿火炬則是兩個電極皆置於火炬內，因此，電漿的產生只在火炬中，但為了處理被處理物，火炬中必須有高壓氣體將電漿吹出火炬之外

，即使如此，電漿的起始與終點皆在火炬內的兩極之上。

一般電漿熔融系統之主要包括六大部份：1.進料系統；2.電漿處理主體室；3.電漿火炬系統（包括電源供應系統、火炬傳動系統、儀表控制系統等）；4.二次燃燒室；5.廢氣處理與排放系統；6.熔渣排出系統。此外，亦包括氣體流量控制、氣體供應系統、冷卻系統、溫度、爐內外壓差及廢氣監控系統等次要附屬設備。

通常廢棄物電漿熔融處理體系亦需搭配類似焚化爐之污染防治設備，以提升其處理能力及適用性（如圖 1 所示）。為了避免高溫電漿熔融爐內的氣體外逸，爐內氣壓必須保持負壓狀態。在廢棄物進入電漿處理一次爐，爐內高溫能使廢棄物進行後續的物理化學變化。從一次爐排出的氣體則被導入二次燃燒室，滯留時間約 >2 秒，使有機物能完全轉換成 CO_2 及 H_2O 。最後再經空氣污染防制設備處理後排放至周界大氣，而廢棄物熔融後之爐渣已無害、安定化，可作為資源再利用。

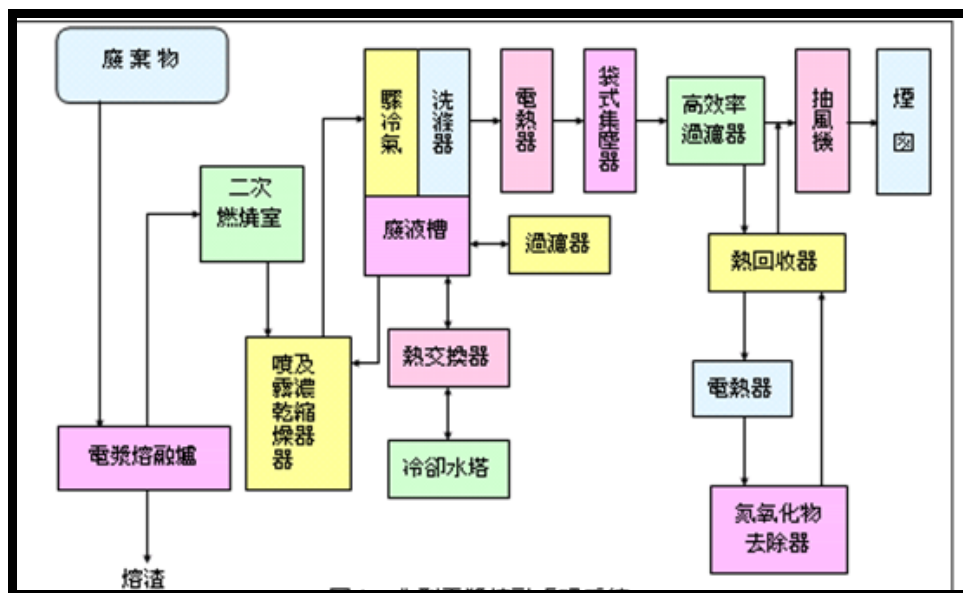


圖 4/ 典型電漿熔爐處理系統

電漿焚化熔融技術

電漿焚化熔融廠之處理容量每小時250公斤
處理國內同位素應用產生之低放射性廢料



核研所電漿廠



電漿爐系統





高減容效果

電漿爐技術市場潛力

- ◆核設施放射性廢棄物
- ◆有害廢棄物：
 - 焚化灰渣、醫療廢棄物、廢溶劑、污染泥土等熔融處理
 - 開發熔岩資源回收再利用



熔岩

圖 4/ 典型電漿熔爐處理系統效

近年來，各國研究機構及廠商開始積極將高科技電漿熔融技術轉移至民生或環保用途，目前電漿處理技術發展較成熟的國家，包括：美國、加拿大、法國、英國、瑞士、日本及以色列等，其中美國洛克希德集團下的 Retech 公司、西屋環境公司（Westinghouse Environmental Service）、法國航太公司（Aerospatial Espace & Defence）、英國 Tetronics 公司及以色列 EER 公司等之電漿處理技術，皆已達商業化運轉的階段。

核能研究所建造是臺灣首座專供處理廢棄物之電漿熔融爐，目前實驗之處理量為灰渣 250 kg/ hr(每天約 6 公噸)，可燃行廢棄物 50 kg/ hr，目前運轉程序進行順利，主要系統設備全部委由國內廠商承包製造安裝，自製率幾達百分之百，落實技術之本土化，日後推廣應用於有害事業廢棄物之處理及技術移

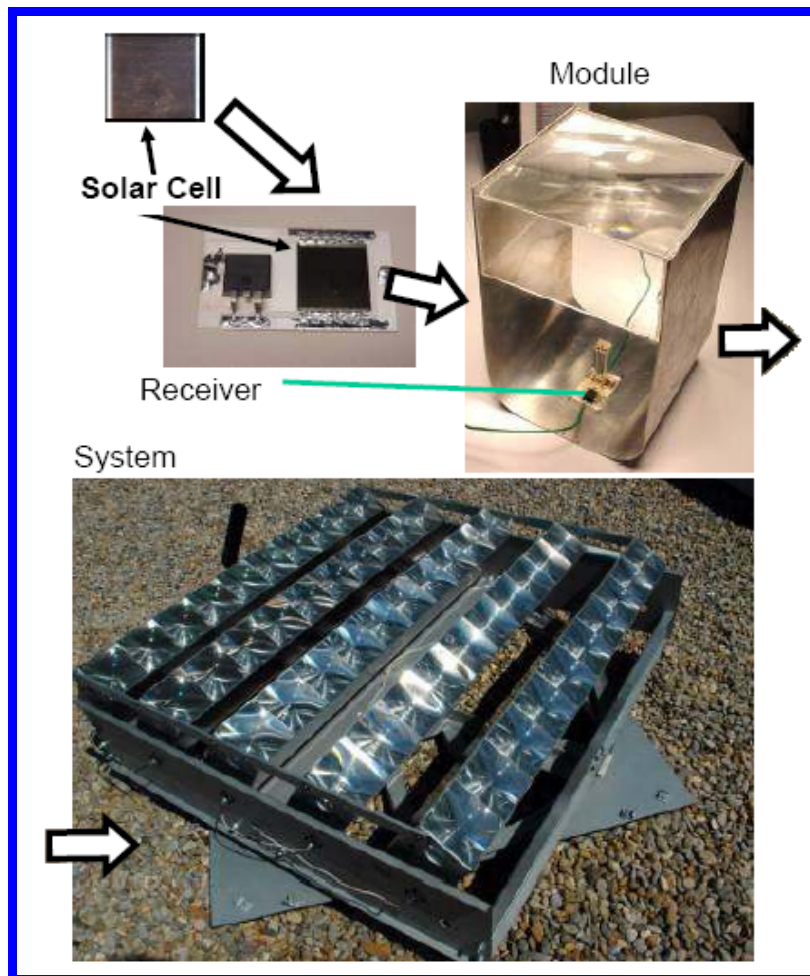
轉。

第三站是太陽光發電與風力發電及能源屋；太陽光發電採光能發電的特色為開發 III-V 族高效率聚光型太陽電池(HCPV)系統，採用光學透鏡設計，太陽光經過 Fresnel lens 折射，將數以百倍的光能量聚集於較小面積之 III-V 族太陽電池上，以減少太陽電池材料使用量，進一步降低整體發電成本。現階段核能所研發之 HCPV 模組效率為 22.5%，已達世界一流水準。發展之太陽能發電展示系統，結合 1 kW HCPV 模組、太陽追蹤器，以及各項電力儀器設備。太陽追蹤器透過光感測器及追蹤控制迴路，自動且精確追蹤太陽軌跡，使 HCPV 模組接收更多日照光能，產生最大發電功率。目前所內已完成 1 kW 太陽能發電展示實體及監控系統裝設，正積極規劃 1 Mega-Watt 大型太陽能發電廠建置。



圖 5/核研所 5 kW 聚光型太陽能發電系統 圖 6/南科高雄園 1 百萬瓦級高聚
光型太陽光發電系統

(摘自該所網站)



圖片來源:Spectrolab

圖 7/高聚光型太陽電池系統的主要元件

高聚光型太陽電池系統(CPV)的主要元件，包括砷化鎵(GaAs)半導體晶片(Solar Cells), Receiver(光接收電池基板),透鏡與太陽光追蹤器。

高聚光型太陽電池系統(CPV)的主要原理是使用透鏡，將陽光高倍率聚焦在一個比透鏡面積小的砷化鎵(GaAs)半導體太陽電池上,同時使用太陽光追蹤器，來追蹤日射角度，讓陽光能夠隨時聚焦在太陽電池(cell)上，達到高的轉換率。

為了讓價格昂貴的砷化鎵半導體太陽電池(cell)能夠在陸地上使用，因而發展出高聚光型太陽電池系統(CPV),目的就是希望能降低價格,有效運用砷化鎵半導體太陽電池的高轉換率(一般>30%)特性。

風力發電的原理，是利用風力帶動風車葉片旋轉，其產生的機械能可以透過增速機或直接驅動發電機產生電能。依據目前的風車技術，大約是每秒三～

四公尺的微風速度（微風的程度），便可以開始發電，並在風速約每秒十二至十五公尺時（大樹幹搖動的程度）產生其額定的輸出功率。我國在過去曾經對小型風力發電作過應用研究，但是並未受到重視，以致推動情形並不理想。近年來由於京都議定書及國家自主能源的要求日殷，全球風力發電市場成長迅速，2006 年底累計裝置容量已接近 74GW。國內預計在 2020 年裝置 2.5GW 以上的風機，因此近年來，也積極開發國內風能資源，但幾乎全為國外大廠風機進口組裝。因此除了開發自主風力資源外，同時也以國內市場吸引國外技術，以及廣泛導引國能風能產業與技術升級，使其融入全球風機產業鏈中，實為我國風能資源開發的重要課題。核能所現階段風力發電研發成果：

（一） 已建置 25kW 實驗型風力發電機，並完成實地功率曲線量測，具備與大型風機設計類似的葉片傾角、轉向、和煞車等三大主動控制系統及各項監控訊號系統。

（二） 開發高效率及低額定運轉風速之商用型 25kW 風力發電機，採被動控制方式，並結合國內廠商，形成合作團隊，以成本降低、技術移轉國內廠家為標的。

（三） 開發高效率實驗型 150kW 中型風機，以我國離島防颱特性功能為目標。



（摘自該所網站）

圖 8/運轉中之核研所 25kW 實驗型風力發電機



圖 9/ 已技術移轉之風力發電機 摘 toptower.myweb.hinet.net/img/w6.jpg

核能研究所智慧型直流電力屋

智慧型直流電力屋，結合不同太陽能發電模組之電能並應用在直流家用電器上，將整合建築型太陽光電系統（BIPV）及高聚光太陽光電系統（HCPV）傳送之直流電力分別注入至直流匯流排，經由直流充電之鋰鐵磷電池儲能裝置供給電力給直流負載使用。為節省整體電力供給，發展節能技術是一個重要的議題。針對新能源產出電力之特性，發展適當之電力轉換模組，建立直流電力系統模擬與建置技術，並採用高效率之電能儲存系統，邀請家電廠商提供直流家電負載，建構一新能源直流電力屋，用以展示並測試上述電力應用。HCPV/BIPV 太陽能發電模組之供電，配合日照提供兩者相互調度或擇一供電使滿足所需的能量，以達到能源省電之目標，並以直流電力配電系統直接供給負載，降低電力轉換損耗，且提供穩定的電力提升系統整體效率。未來系統結構還可透過雙向換流器與市電併聯運轉，來提昇再生能源發電的可靠度。因為風力及太陽光(也包括其他再生能源)發電之不穩定性，核能所亦附帶研究電力控制與管理技術.建 360V 直流供電電展示屋，完成直流家電應用、電力制管理以及研製具備直、交流買電與賣電雙向換流器，有了這裝置可將所發之電除自

用外，若有多餘,可賣回給台電公司，將提高一般民眾將來使用太陽光 and 風力發電的意願.，如果能將家中透過利用太陽能所直接得到的直流電將可以有效利用這 10%的電力達到節能的效果，因為電送達家中的電源，有 10%的電力是消耗在經由交直流轉換的損失上。

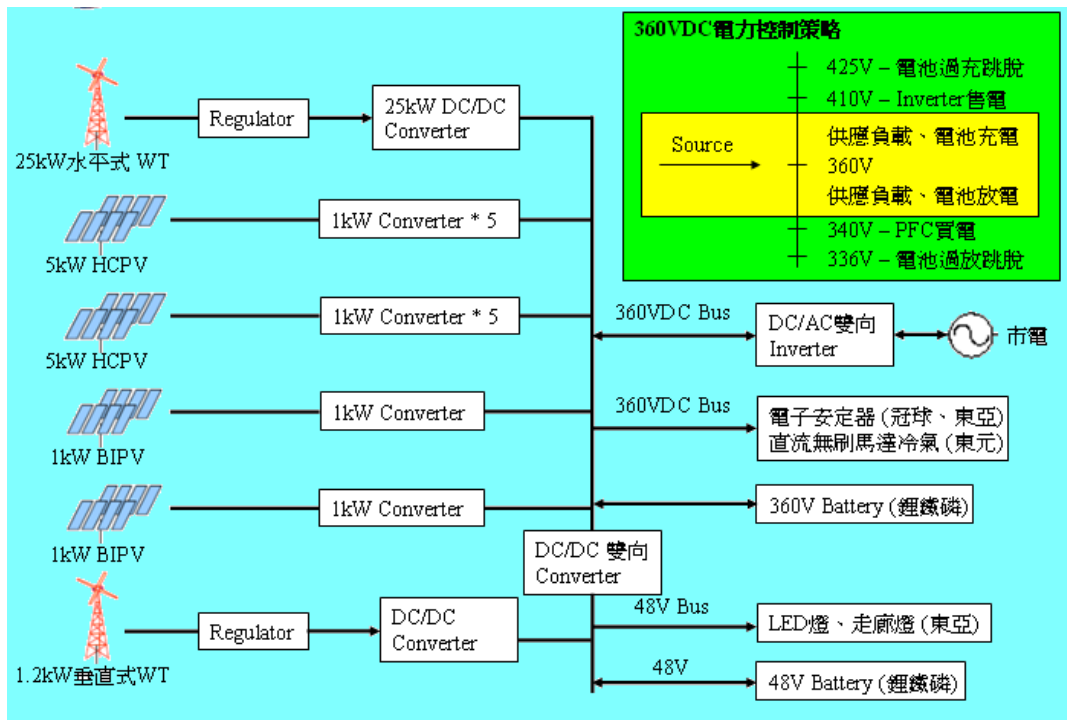


圖 10/智慧型新能源直流電力屋架構



圖 11/核能研究所智慧型直流電力屋



圖 12/智慧型直流電力屋內部組件

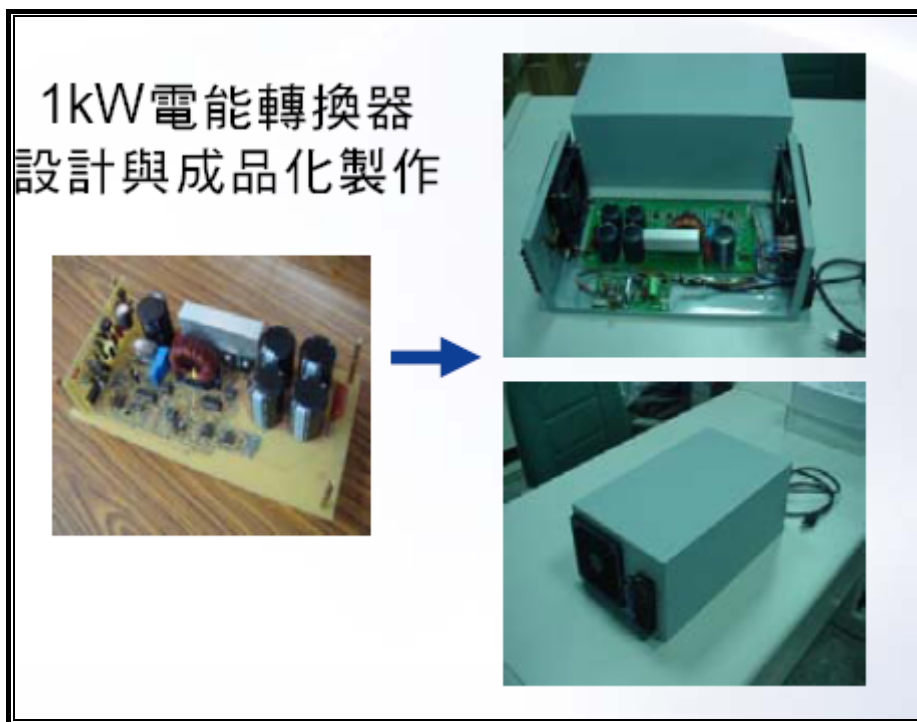


圖 13/新能源電力轉換模組

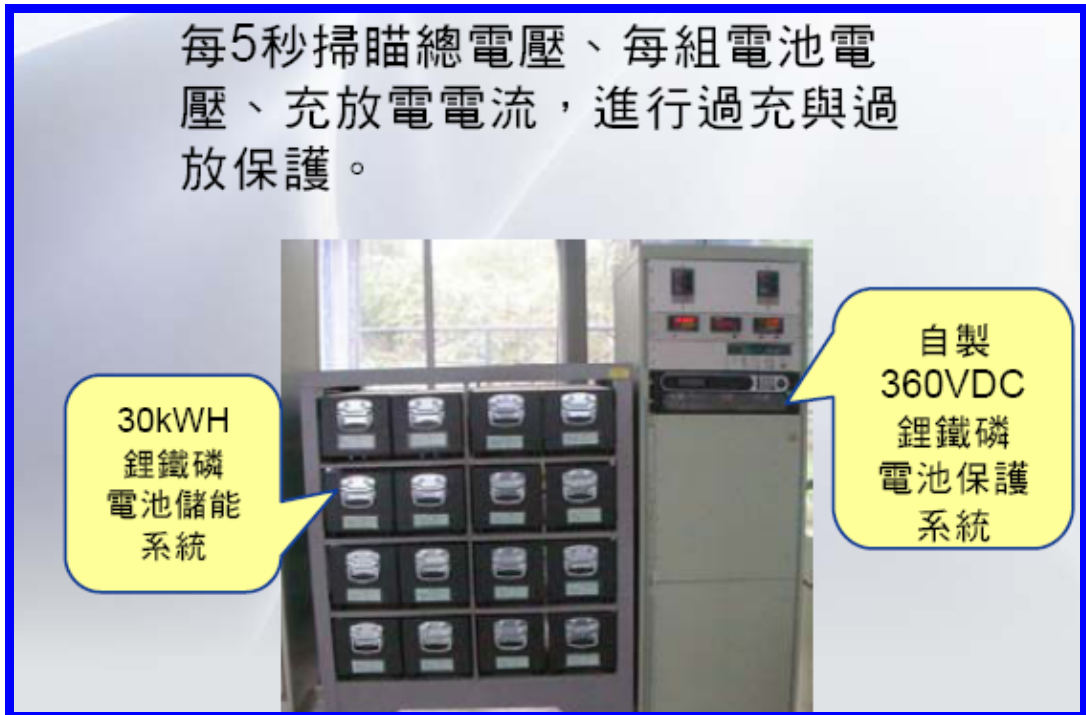


圖 14/ 鐵磷電池監控與保護系統



直流比交流供電省電約11%

圖 15/ 直流/交流供電日光燈消耗功率比較

最後一站是利用植物纖維轉換為能源的嶄新科技，核研所目前在生質能源的研究，包括海藻養殖之研究、纖維素轉化酒精技術之研究、酒精產氫觸媒重組器及生質廢棄物電漿氣化發電技術之研究；核能所纖維轉化酒精技術研發主持人王嘉寶博士表示，核能所自 2005 年獲得國科會研究補助經費後，開始著手

進行纖維轉製酒精計畫，利用台灣所產稻米的稻稈，經過轉化流程之後，蒸餾生產酒精。王博士說明發展纖維酒精的原因為降低發展生質能源導致糧價高漲的競食效應，以及減少發展糖質或澱粉酒精使用肥料及砍伐原始森林所排放的二氧化碳；至於選擇稻稈的原因為台灣每年約有 156 萬噸的產量，同時避免燃燒稻稈產生的空氣污染。核能所在 2005 年成立纖維酒精實驗室，2006 年完成 400 公克轉化規模，2007 年完成 10 公斤稻稈批次轉化技術，並預計於 2009 年完成 1 噸級試量產規模，可轉化 200 公升的 99.5% 生質酒精。其操作流程如下列圖式：

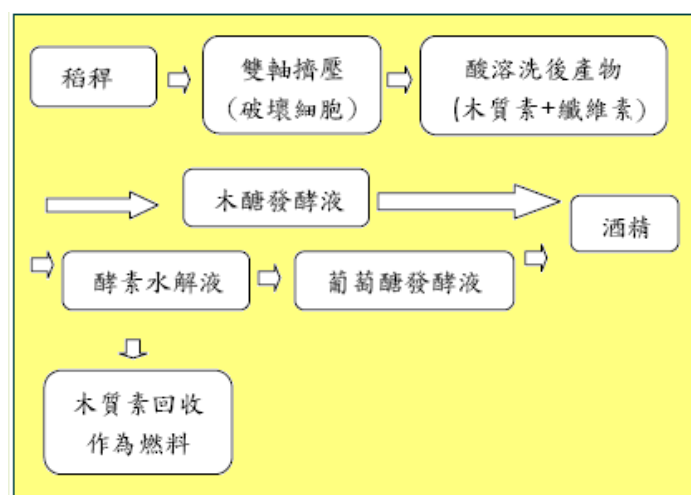


圖 16/ 核能所纖維轉酒精實驗工廠操作流程

在纖維轉酒精的製程中，首先利用雙軸擠壓機將稻稈的細胞破碎，再進行酸解分離纖維素與木質素；廢棄的木質素可回收做為製程熱能來源。關鍵技術為纖維分解酵素及可針對五碳糖發酵的菌種，核能所目前使用的酵素係購自國外公司，而菌種則是來自生物資源保存中心，此菌種係由自然界篩選而得。五碳糖及六碳糖的發酵時間約要 2—3 天，發酵後酒精的比率大約為 2—3%，再經過蒸餾與分子篩脫水的方式，將酒精純化到 99.5%。利用穀物及蔗糖等糧食作物為原料生產的燃料級酒精稱為第一代生質酒精，而以農產廢棄物如稻稈、蔗渣、玉米稈或自然界中量豐易植的木質纖維生質物為原料生產的燃料級酒精(或稱纖維酒精)稱為第二代生質酒精，因其充分利用農業廢棄物及非糧食之能源作

物，乃成為目前各國主要研發方向。美國布希總統於 2007 年 12 月 18 日簽署的 2007 年能源自主及安全法中要求增加生質燃料的產量，即以纖維酒精為主。我國經濟部能源局亦規劃自 2011 年起國內全面供應 E3 汽油(即汽油中混合 3% 之生質酒精)，預估使用量為每年 10 萬公秉。核能研究所利用早期建立的化工程序技術及系統整合能力，結合國內相關生化專業研究機構，自 2005 年開始進行纖維酒精生產技術的開發，於 2007 年完成每批次進料 10 公斤之纖維轉化酒精單元程序測試系統建置，為國內首座纖維轉化酒精之程序研發系統，並已展開運轉與測試，可提供作為國內纖維轉化酒精技術發展之平台。核研所初期以國內農業廢棄稻稈為主要原料，木質纖維生質物如稻稈係由纖維素、半纖維素及木質素所組成，其中纖維素中含有六碳糖成分如葡萄糖、半纖維素中含有五碳糖成分如木糖，為可發酵轉化為酒精之糖類。一般木質纖維生質物所含可發酵糖類約佔乾重的 60~70%，生產燃料酒精首先需將其所含的纖維素與半纖維素由生質纖維中取出轉化成可發酵的糖，再將糖類發酵成為酒精，所得酒精經純化與脫水後可得燃料級酒精。較之以糖類及澱粉生產酒精，纖維酒精之技術門檻較高，目前國際上尚未見商業化生產。纖維轉化酒精單元程序測試系統主要包括前處理、水解、蒸餾、酒精脫水等分系統，目前測試結果顯示，前處理五碳糖之水解率可達 70~80%，六碳糖轉化成葡萄糖之水解效率亦達 70%，五碳糖發酵之酒精產率可達 77%，六碳糖發酵之酒精產率達到 95%，所得產品之酒精純度達 99.5% 以上，符合國家標準 CNS15109"變性燃料乙醇(含生質酒精)一供汽油摻配作為汽車火花點火引擎燃料"之規範，每 10 公斤之稻稈進料可得約 2 公升生質酒精。核研所為加速建立我國纖維酒精之量產技術，利用 10 公斤級纖維轉化酒精程序研發系統之運轉經驗及程序參數為基礎，已計劃於 2010 年完成日進料一噸之量產測試系統之建置，展開量產技術之示範運轉。未來商業運轉之設計規劃可以此測試系統之建廠及營運經驗為基礎。核研所建立的纖維酒精量產技術未來將移轉給國內業界，以期建立我國的纖維酒精產業，並降低污染物與溫室氣體排放、增加就業機會。

資料來源：原子能委員會核能研究所

誌謝：甘魯生講座教授指導。

許埕棋所長贊助、黃丰怡小姐接洽聯絡、官怡靜老師隨行指導

核能所葉陶然所長、羅偉華課長、陳俊銘先生、王清輝先生、詹德均博士。

研究突破

綠色的地毯設計

英國科學家說，可再生資源製造的可重覆使用膠黏劑，使地毯更環保。在歐洲每年 7000 萬公斤的地毯焚燒或掩埋，環境負擔巨大，用於尼龍、聚酯和瀝青層間的強力乳膠膠黏劑，讓人們無法回收建材組件。現在，紐約大學的詹姆斯克拉克和同事開發出了一種澱粉基膠黏劑，在地毯的壽命結束前，可以很容易地被去除。澱粉基膠黏劑被用於紙張封膠包裝應用以及壁紙膠，但水中的溶解度限制了它的應用。克拉克說乙醯化玉米澱粉，可提昇其疏水性到不溶於水，再加入甘油酯，改善黏合性能。膠黏劑可以在受控條件下，使用蒸汽完全去除，允許充分循環，層間完全分離。利用水蒸氣協助使用膠黏劑或移除膠黏劑後，地毯仍然可以使用，包括常用的蒸汽清洗方式，亦適用於表面以下的膠黏劑。測試結果顯示，水可以達到的溫度太低，會出現問題。克拉克補充說明，所研發的地毯膠黏劑比目前市售的膠黏劑，有較佳的機械和物理性能。除此外

，該膠黏劑還提供了相當程度的阻燃性，減少阻燃劑的添加機會，進一步增加對環境的友好，該領域的專家，意大利都靈理工大學朱利馬盧切利說，因為其新穎性和環境低影響，因此對多數人來說是有利的，克拉克另外還說，所研發的地毯膠黏劑可以減少大規模的特定產品的廢物問題，表現出更廣泛的綠色產品設計方法。

Peter S. et al., *Chem. Commun.*, 2010.



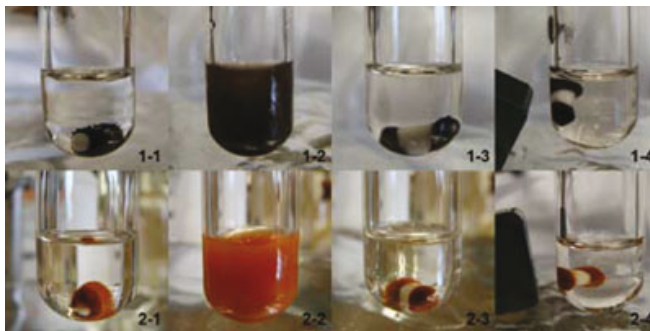
磁性鐵奈米粒子

加拿大一研究團隊指出氧化鐵奈米粒子，可作為能夠回收的有機反應催化劑。化學工業需要一種對環境友善、經濟、有效的催化劑，幫助碳碳鍵生成反應的進行。磁性奈米粒子可以輕易由反應混合物中分離，對化學家來說特別具吸引力。蒙特婁麥基爾（Mc-Gill）大學的Chao-Jun Li團隊，發現氧化鐵奈米粒子最高可以重複使用十二次。以前已有實驗使用過已修飾的氧化鐵奈米粒子作催化劑，但使用未經修飾的氧化鐵奈米粒子於有機反應催化劑的例子則極少。Li的團隊證實磁性鐵奈米粒子可有效用於合成重要的藥物化學中間物—propargylamines。磁性鐵奈米粒子可被吸附在攪拌子上，因此很容易從溶液中取出，也容易清洗再使用。Li說：“分離與重複使用磁性氧化鐵奈米粒子十分簡單、有效、經濟。除此之外，也比使用過渡金屬催化劑來得環保且安全。”

在Dow Corning Corporation服務的綠色化學及催化專家Unni Pillai表示：
「容易分離的催化劑，可以幫助化學家避開許多器具及溶劑還有麻煩的化學分

離步驟，諸如過濾、離心，因此是對環境十分友善的」。Li 團隊計畫在其他有機反應使用磁性鐵奈米粒子。Phillai 說：「可預期，這類催化劑將被廣泛使用。」

Tieqiang Zeng et al., *Chem. Commun.*, 2010.



光觸媒看見一線曙光

中國與日本的化學家最近研究發展出一種奈米粒子光觸媒，能在自然光下作用，且可移除水中的污染物。光觸媒大多需要紫外光以加速反應。現在，浙江科技大學的李仁宏（音譯）團隊以鈹合成一在可見光下作用的光觸媒。此催化劑使用氧化鈹半導體掛載奈米鉑粒子。光照時，氧化鈹使電子在被可見光照射時可以躍遷，造成表面有電洞，可以分解像是甲醛或乙醛的有機分子。此新型觸媒可以達到與適合於照射紫外光的觸媒一樣的反应速率。李仁宏表示：「因為現存的光觸媒幾乎都只能用紫外光激發，我們的鉑/氧化鈹光觸媒，對節省能源是很有效的」。義大利巴勒摩大學的光催化研究者帕李奧那多帕米山諾說：「此結果顯示，在可見光下有機污染物可被光氧化，顯示鉑/氧化鈹光觸媒具有等離子效應。他也表示他看見了這樣新型光觸媒將能被妥善利用」。李仁宏說，這項研究代表了應用鉑等貴重金屬作為光觸媒領域的進步，之後將嘗試使用此光觸媒在可見光下分解水。

Renhong Li et al., *Green Chem.*, 2010, **12**, 212-215.



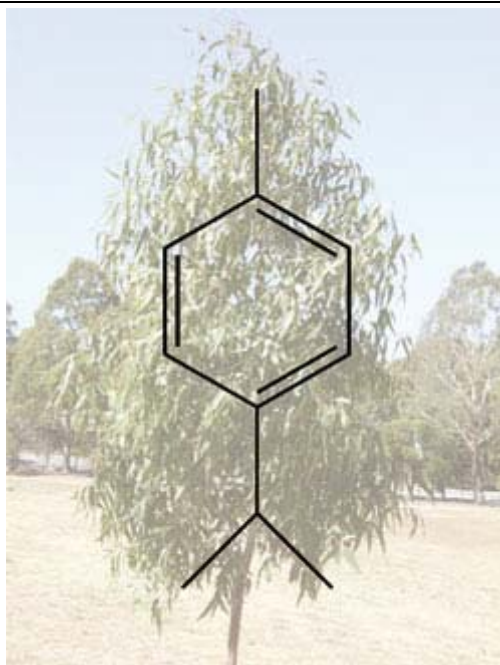
有效的尤加利化學

尤加利樹葉可以作為應用在香料和藥物方面的有效化學品之綠色來源。對異丙基甲苯(P-cymene)是一種用在生產香料、藥物、除草劑和精煉化學的重要原料，目前是從原油中取得。目前，Benjamin Leita、colleagues at CSIRO Molecular and Health Technologies、Clayton 和澳洲，都發展出從尤加利油中生產對異丙基甲苯的方法。對異丙基甲苯(P-cymene)可以從尤加利油中生產，而且不會產生廢棄產物。

Leita 說：『團隊利用連續催化過程，可以容易達到大量生產』。利用生物可更新的原料，這個生產過程非常有效率，不需溶劑，且不產生需要處理的廢棄物。主要的副產物是水、氫氣、一氧化碳和二氧化碳。『這是一個非常有價值的研究，會產生兩種有價值的產物，氫氣和對異丙基甲苯。』Glasgow 大學的 Justin Hargreaves 說。『對於工業，特別是聚合物的生產，發展由可更新原料而來的功能性芳香族，用以取代傳統的石化工業，愈來愈被需要。因此激發了我們團隊想要對此方面進行研究。』Leita 解釋。英國 Glasgow 大學的 Justin Hargreaves，專長於催化方面的研究，評論：『這是一個非常有價值的研究，在無溶劑的環境下利用可更新原料，結合去水和去氫化，會產生兩種有價值的產

物，氫氣和異丙基甲苯』。Leita 補充，目前研究著重在找尋催化的最佳化條件，希望能增加此綠色溶液的選擇性和產率，作為代替石化燃料的原料。

Benjamin A. Leita et al., *Green Chem.*, 2010, **12**, 70-76.



離子液體

義大利的化學家讓離子液體在電化學方面更有用。離子液體長久以來被視為電化學反應的有前途媒介，例如在金屬電鍍和拋光許多產品方面，因為離子液體是非揮發性且環境友善的。然而，必須使用含有高濃度過渡金屬離子的溶液。因為必須破壞離子液體的高度有機結構，會耗損許多能量，所以前述的應用一直沒有實現。現在，義大利 Pisa 大學的 Cinzia Chiappe 和她的團隊已經利用共離子效應，產生高濃度的離子液體溶液。通常，共離子效應(也就是兩個鹽類溶液的混合物中，兩種陽離子分享同一種陰離子)是會有相反的影響，即降低溶液中的陽離子濃度，但是 Cinzia Chiappe 和她的團隊利用離子液體中的共同陰離子，能夠產生比以前更高濃度的銀離子、鎳離子、鋁離子、鉻離子、鈦

離子、鈮離子和銅離子。利用共同有機陰離子，讓金屬離子能共溶解在離子液體中。Chiappe 對這個結果措手不及，她說：『我們本來期待離子會溶解得更好，但我們對於液體能夠溶解鹽類的量感到驚訝』。她提出藉由共同存在離子液體中的有機陰離子，能夠將對溶液的干擾降到最小，『我們本來期待離子會溶解得更好，但我們對於液體能夠溶解鹽類的量感到驚訝』。英國 Leicester 大學的 Andrew Abbott，一位將電解沈積法應用在離子液體的專家，預測這方面的研究將會快速的變成熱門的議題。『利用離子液體去生產金屬的這個領域，毫無疑問的在不久的將來會蓬勃發展。高濃度的離子溶液很吸引人，且物種分析必須依賴之，尚有許多為了瞭解此現象的工作必須做。』Chiappe 和其工作夥伴們現在計畫去研究其溶液的電化學行為。

C. Chiappe et al., *Green Chem.*, 2010, **12**, 77-80.



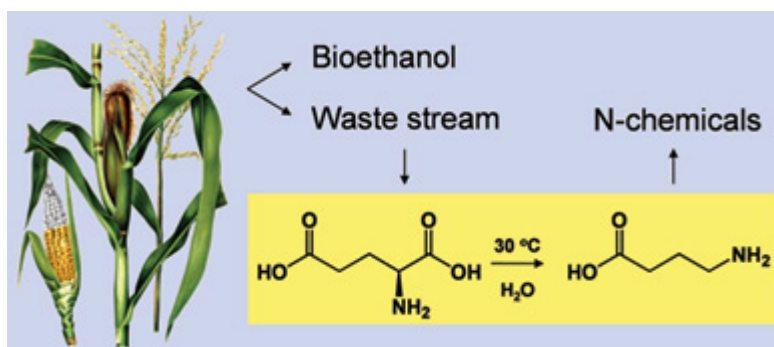
玉米廢棄物轉變為化學品

生質燃料廢物可以轉變為工業化學上的基礎原料，感謝歐洲科學家對酶在製程上的努力研究，荷蘭瓦赫寧根大學的Tijs 拉蒙斯和其同事，研究利用脫羧酶去轉變谷氨酸(glutamic acid)變為氨基丁酸(GABA)。谷氨酸是穀物轉變為生質乙醇的主要廢物成分，如同玉米轉化為生質乙醇，因為谷氨酸含有氮，所以它常做為含氮工業化學品的氮原料來源，比需能源密集、石化燃料和

氨的合成路線較常用且便宜。

生質乙醇的生產廢物可用於製造含氮化學品這一製程，將有助於改善綠色證明和生質燃料生產的經濟效益- 拉斐爾盧克，科爾多瓦大學，西班牙GABA在谷氨酸轉變為工業化學原料的過程中，是一個有益的中間產物，因為它可以變成有用的產品很多，拉蒙斯解釋。雖然酶轉化谷氨酸變成氨基丁酸是眾所周知，拉蒙斯表明，將酶固定在批式反應器的這一製程可能會擴大工業生產規模。這是一個有科學基礎將農業廢料轉變為大量的化學品，拉蒙斯認為他的研究顯示使用此種酶可以成為一種具經濟效益的工業發展。除了被擴展，這一過程也有助於改善綠色證明及經濟的生質燃料生產，拉斐爾盧克生物燃料專家，科爾多瓦大學，西班牙評論。『但是，是否適合直接使用於實際含有谷氨酸的廢污水需要進一步的評估』。拉蒙斯承認，這一製程將會過於昂貴，如果只有谷氨酸發酵生產的可使用。他說，『下一步就是要'進一步調查，如果我們能夠從農業廢液中分離如谷氨酸的氨基酸，以具有成本效益的方法』。

Tijs M. Lammens et al., *Green Chem.*, 2009, **11**, 1562-1567.

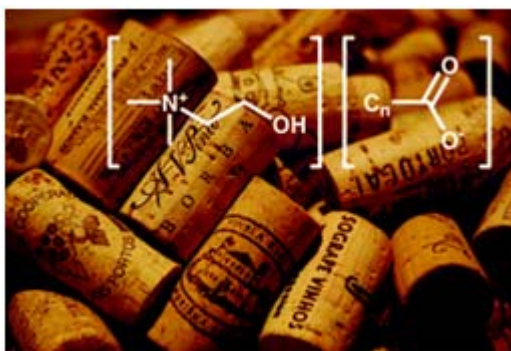


軟木生物聚合物溶解在生物相容性的離子液體

傳統上，企圖分開木栓質的軟木生物聚合物是低效率的，在這裡，我們報告一類的生物相容性和生物可降解膽鹼的離子液體，在膽鹼酸酯顯示出在軟木

生物聚合物領域高效率的和特殊分解。

Green Chem., 2010, **12**, 367-369



綠色光催化還原使用染料敏化TiO₂和過渡金屬奈米粒子

鈷敏化二氧化鈦光觸媒加上綠光照射可乾淨的還原硝基苯成苯胺，若加入少量過渡金屬鹽類則會形成小顆粒的奈米粒子。簡單地混合成份即可形成此觸媒系統，可應用於有機合成上。此實驗的光源可為市售的高功率發光二極體或者日光。實驗團隊找出最佳化的反應條件，研究加入微量的金屬鹽類的效果，並且使用綠光還原數種苯胺衍生物。

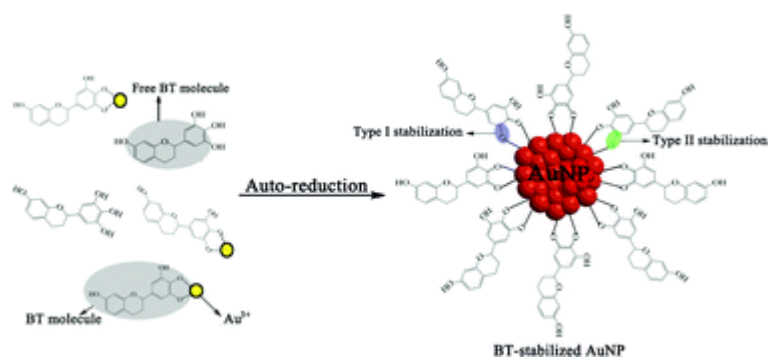
Stefan Földner et al., *Green Chem.*, 2010, **12**, 400 -406



在室溫下用植物鞣質一步且尺寸控制合成奈米金

楊梅單寧(BT)是一種天然植物多酚，用來在室溫下水溶液進行一步反應合成金奈米粒子(AuNPs)。在合成過程中，楊梅單寧同時扮演者還原劑與穩定劑，不需添加試劑或條件。控制 BT 濃度可以輕鬆的掌握粒子的直徑和大小分布，當 BT 濃度控制在 800 mg L⁻¹ 時 BT-AuNPs 的大小可以控制在 1.8 ± 0.3 nm。此外，此綠色的方式可以在數分鐘內完成自動還原合成 AuNPs，並表現出高可重複性，並顯示巨大潛力的實際應用。

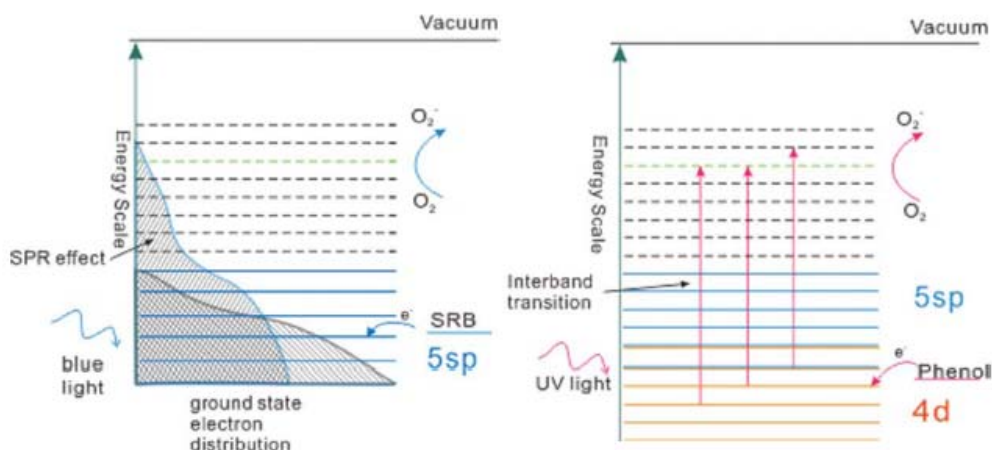
Xin Huang et al., *Green Chem.*, 2010, **12**, 395-399



在紫外光和可見光照射下以銀奈米粒子載體做為光催化劑

氧化奈米粒子 (NPS) 載體染料降解的重要性，優於現今熱門的半導體光催化劑。而且，銀催化劑在紫外光照射下，可降解苯酚和驅動苯甲醇氧化成苯甲醛。我們提出銀奈米粒子表面電漿共振 (SPR) 的影響和帶間躍遷，可在紫外線和可見光照射下氧化機分子。

Xi Chen et al., *Green Chem.*, 2010, **12**, 414 - 419



綠色溶劑的甘油—合成和物理化學性質的烷基甘油醚

對於末端位置有對稱與不對稱取代的甘油衍生物家族，包括超過 60 種的 1,3-dialkoxy-2-propanols 和 1,2,3-trialkoxypropanes 都已被合成出，這些甘油衍生物經過測量其物理化學性質，以評估當作替代溶劑的可行性。衍生物的分子多樣性，顯著變化的極性性質，幫助鑑定可能的替代候選溶劑。

José I. García et al., *Green Chem.*, 2010, **12**, 426-434



相關書籍訊息

1. Yann Arthus-Bertrand，李毓真，搶救家園計畫，行人文化實驗室(2009)。
2. Daniel Goleman，張美惠，綠色 EQ，時報出版社(2010)。

3.楊明華，有關環保的 100 個知識，驛站(2010)。

研討會訊息

1. 2010年「永續合成工作坊」。台灣大學化學系潘貫講堂。民國九十九年二月一日。<http://gc.chem.sinica.edu.tw/workshop/>

2. 2010年環境分析研討會。台中靜宜大學。民國九十九年四月三十日、五月一日。<http://www.ceas.org.tw/>

2010年(24屆) 環境分析化學研討會

論文主題

1. 環境檢驗新技術之研發
2. 環境檢驗之實務探討
3. 作業環境檢驗
4. 奈米物質的風險及檢測
5. 全球暖化的挑戰及檢測
6. 環評監測與數據應用
7. 土壤及河川底泥管制監測

活動內容

大會演講/專題演講
論文宣讀/論文展示
環保相關設備、儀器
及檢測服務展示
頒獎及摸彩

時間：99年 4月30日~5月1日
地點：台中靜宜大學 任垣樓
台中縣沙鹿鎮中樓路200號
報名日期：即日起至 99年4月16日止
(論文截止 4月8日)
報名及研討會相關資訊請至
(<http://www.ceas.org.tw>)查詢

主辦單位：
社團法人中華民國環境分析學會、行政院環保署環境檢驗所、行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所
協辦單位：
靜宜大學、工研院能源與環境研究所

3. 碳中和溶劑：碳中和未來的自然選擇。免費註冊

<http://cenwebinars.stream57.com/greensolvents>



**Carbon-Neutral Solvents:
A Natural Choice In A Carbon-Neutral Future**

Live Webinar: April 15, 2010
1:00 p.m. EST • 12:00 p.m. CST • 11:00 a.m. GMT • 10:00 a.m. PST

REGISTER NOW