

出國報告（出國類別：其他）

The sixth Asia-Oceania Conference on
Sustainable and Green Chemistry 出國報
告

服務機關：核能研究所

姓名職稱：陳建宏 研究助理

派赴國家：香港

出國期間：105年11月26日~105年11月30日

報告日期：105年12月22日

摘要

本次公差主要係赴香港九龍參加「The sixth Asia-Oceania Conference on Sustainable and Green Chemistry (以下簡稱 AOC-SGC6)」。AOC-SGC6 會議主題涵蓋全球性再生、循環、綠色能源科技研討會，會議涉及替代性能源、生質性能源、綠色科技、環境科學、水循環科技等相關綠色科技熱點議題，匯集政府、企業、學術、研發等領域共同參與，具有高度資訊價值。今年度由香港城市大學舉辦，11.26 研討會議開幕，邀請美國耶魯大學 Anastas 教授演講，主題為[綠色化學:現今與未來軌跡]作為開幕演講。爾後 11.27 至 11.30 日則由國際上從事綠色化學領域之各教授、學者發表個人研究成果，共有約 40 個議題演說。此外，會議場外另有壁報論文 55 篇，提供與會者之技術交流和討論。

會議中學者專家所發表研發成果，包含合成新穎觸媒提高反應產率、以新的反應路徑取代舊有反應藉以降低環境不友善之副產品產出、以創新技術達到二氧化碳再利用目的、以創新功能性吸附材料應用於碳捕獲與相關反應、將二氧化碳轉化為蟻酸作為化學能源儲存等綠色科技相關議題，對於本所所推動之綠能科技工作具有高度參考價值。

目 次

一、目 的.....	1
二、過 程.....	2
三、心 得.....	3
四、建 議 事 項.....	16
五、附 錄.....	17

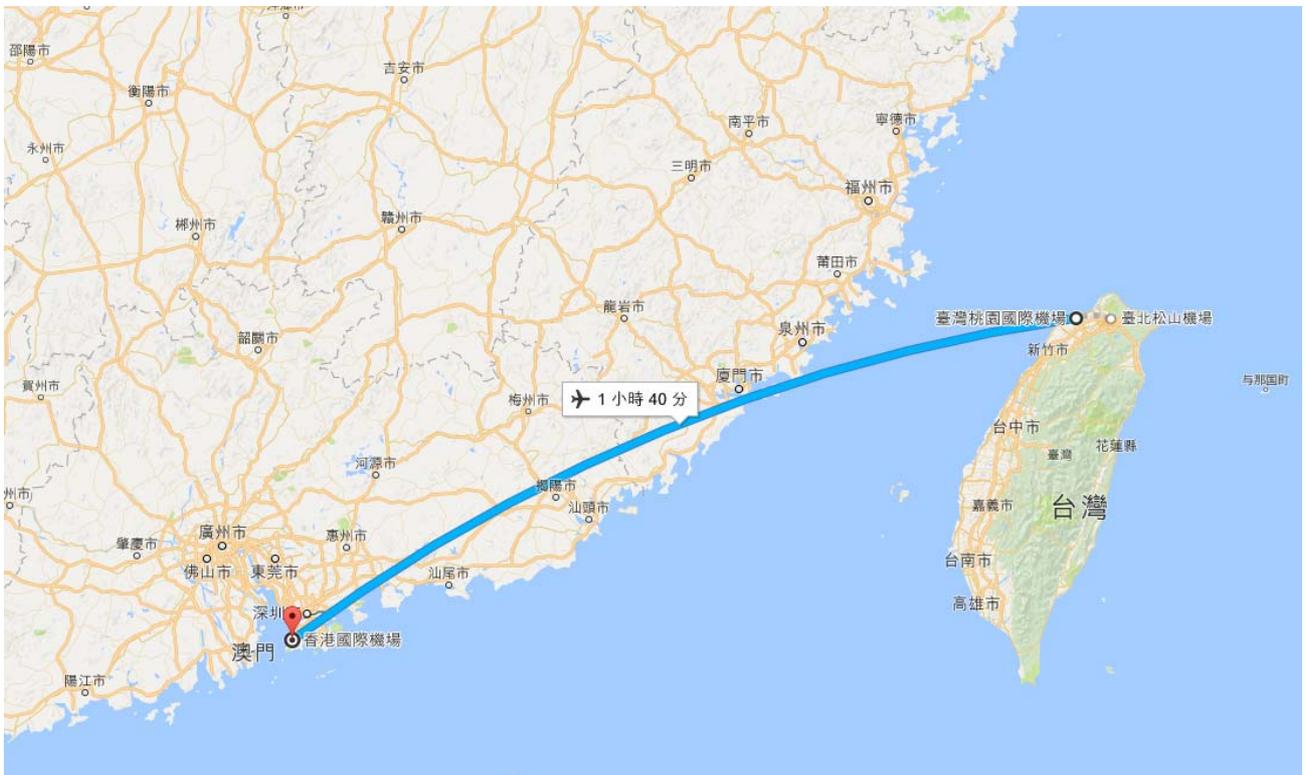
一、目的

2016 第六屆亞洲暨大洋洲永續綠色化學研討會訂於 11 月 27 日至 11 月 30 日於香港舉行，會議主題包含替代性能源、生質性能源、綠色科技、環境科學、水循環科技等綠色科技相關議題。本次主辦單位為香港城市大學，會議共有 40 個議題演說，壁報論文約 55 篇，有來自各地之學者、專家、學生等，針對綠色化學衍生出之各項領域議題對其發表國際上最新的研究成果與發展現況，一共有下列八項主題：

- (一)、Fundamentals of sustainable and green chemistry (永續及綠色化學基礎)
- (二)、Renewable energy (再生能源)
- (三)、Clean air and water (空氣與水之淨化)
- (四)、Replacement of fossil resources with biomass(生質取代石化資源)
- (五)、Reaction environments, synthesis, and catalysis(環保反應、合成、催化)
- (六)、Sustainable and green materials and polymers(永續綠色材料與高分子)
- (七)、Valorization of waste streams (廢氣處理)
- (八)、Metrics of greenness and sustainability (永續與綠色規格)

本所目前正積極推動各項進行減碳技術發展研究與創新吸附材料開發計畫，藉由參加此次研討會，參考國際上具備綠色、高性能、創新性、應用等相關現狀，不僅能與國際學者專家討論各項最新研究成果，更能掌握國際間之發展現況與趨勢，拓展國際間的合作關係。

二、過 程



表一 公差行程表

日期	地 點		目的
	出 發	抵 達	
11 月 26 日	桃園	香港	去程
11 月 27 日 至 11 月 30 日	香港		註冊，出席 AOC-SGC6 會議
11 月 30 日	香港	桃園	回程

三、心得

- (一)、 本次 2016 第六屆亞洲暨大洋洲永續綠色化學研討會舉行地點為香港九龍，主辦單位為香港城市大學。
- (二)、 本次所參加之會議主題為綠色化學核心等相關領域，包含生替代性能源、生質性能源、綠色科技、環境科學、水循環科技等領域。
- (三)、 本次會議議程中會議共有 40 個議題演說，壁報論文約 55 篇，與會人員以台、陸、日、韓、歐、美為主，參與此次會議發表與討論。
- (四)、 本次會議議程安排如下所示，27 日議程主要為開幕，並邀請美國耶魯大學 Anastas 教授演講，主題為[綠色化學:現今與未來的軌跡]作為開幕演講。28 日議程從 8:30 至 18:40 共有 17 場專題演講，當日 19:00 至 21:00 時段為海報論文發表。29-30 日議程皆從 8:30-13:00，每天分別有 7~8 不等領域議題進行演說。
- (五)、 本次會議舉辦的專題演說共約 40 個議題，筆者全程參與聽講，此次國外出差報告將擇取當中與本身從事科研工作領域較近之議題加以敘述報告：

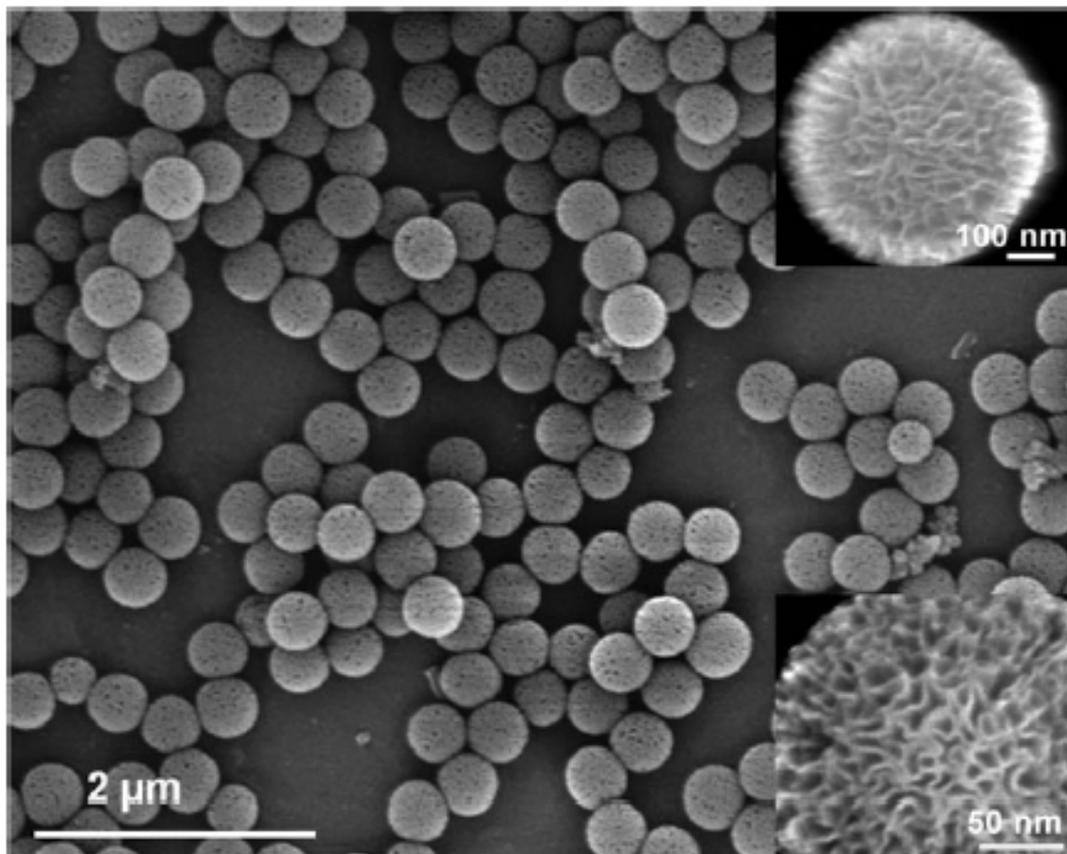
1. FIBROUS NANO-SILICA (KCC-1) BASED HYBRIDS FOR GREEN CATALYSIS, PHOTOCATALYSIS AND CO₂ CAPTURE

本論文係由印度 TIFR 研究所(Tata institute of fundamental Research)發表，係說明新穎奈米吸附材料(KCC-1, fibrous nano-silica)應用於光觸媒載體與 CO₂ 捕獲領域上。KCC-1 吸附材料為近期所開發之新穎吸附材料，其外觀為纖維狀球狀，粒徑約為數百奈米。此材料擁有極具吸引力之物理性質包括高比表面積、纖維狀表面外觀、良好熱性質以及高機械強度。此材料最特殊之處在於高比表面積的產生並不是在於傳統孔洞結構所造成，是由材料表面纖維片狀結構所產生。筆者團隊於 2010 年以來利用此項新式之 KCC-1 吸附材料為觸媒載體進行了許多應用驗證，包含取代反應(metathesis)、氫化反應(hydrogenation)、加氫裂解反應(hydrogenolysis)等反應，更於 2016 年發表以 KCC-1 做為 CO₂ 捕獲材料。

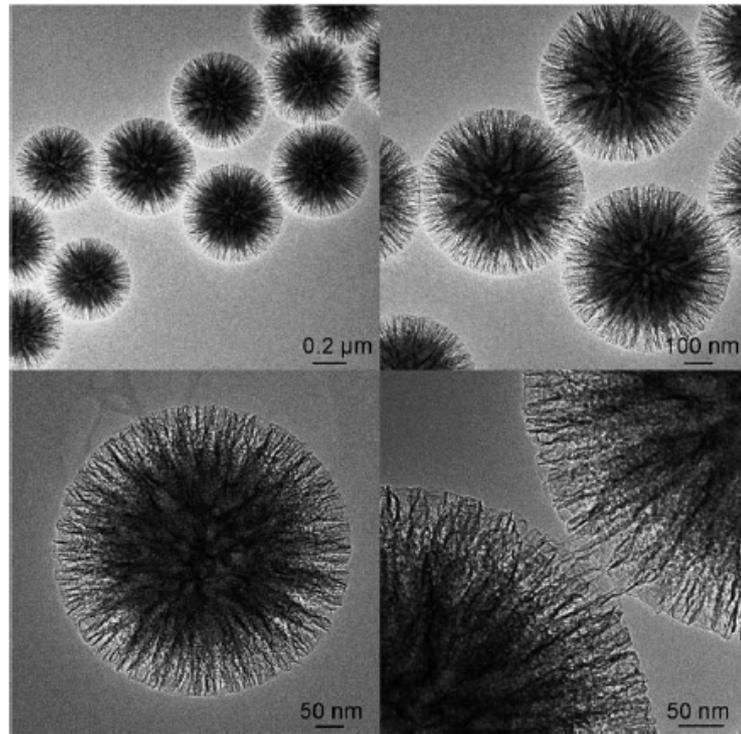
以掃描式電子顯微鏡(SEM)觀察可以發現，KCC-1 係由無數片纖維狀 silica 所組成之球體幾何形狀，片狀 silica 纖維間擁有非常多之孔隙產生，如圖一所示。從穿透式電子顯微鏡(TEM)微觀下更能夠了解 KCC-1 之幾何形狀類似海膽外觀結構(如圖二所示)。

由基礎物理性質分析 KCC-1 之比表面積可高達 $\sim 800 \text{ m}^2/\text{g}$ ，孔洞體積更是可以提升至大於 $1 \text{ cm}^3/\text{g}$ ；此孔洞特徵意謂著應用於吸附、觸媒領域並不遜於傳統之吸附材(例如:活性碳、奈米碳管、MCM-41、沸石等)。再者，KCC-1 孔洞形式皆對外放射狀地存在，因此做為觸媒載體時，更易於用更簡單的手段讓觸媒均勻地分散於載體上，其擔持效果明顯地優於傳統多孔載體。

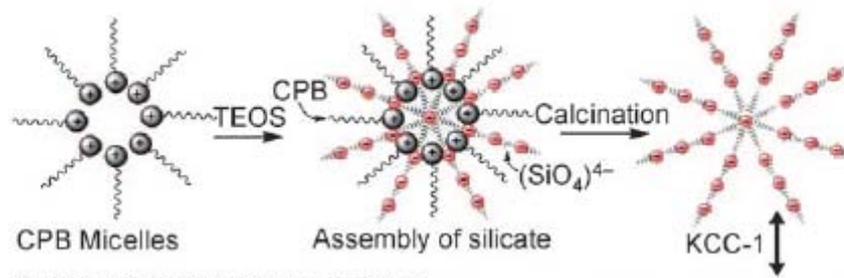
KCC-1 材料製備流程為，以溴化十六烷基吡啶(cetylpyridinium bromide, CPB)於溶液中所產生之微胞作為模板，正矽酸乙酯(tetraethyl orthosilicate, TEOS)因結構解離之 SO_4^- 與 CPB 上之正電荷所產生之自組裝反應，所形成之化合物在經煅燒後移除溴化十六烷基吡啶，即可獲得 KCC-1 新型吸附載體材料(如圖三所示)。



圖一 KCC-1 之 SEM 圖



圖二 KCC-1 之 TEM 圖



圖三 KCC-1 合成示意圖

作者進一步地將 KCC-1 與傳統有序中孔材料進行比較，如表二所整理。以浸染四乙炔戊胺(Tetraethylenepentamine, TEPA)方式進行改質作為進行 CO_2 吸附之基材，由表中數據顯示，浸染相似 TEPA 含量情況下，KCC-1 之 CO_2 吸附量優於 MCM-41，此原因在於說 KCC-1 結構屬於開放型較不容易被浸染物堵塞，可以維持氣體質傳之效率。以此例來說，KCC-1 浸染~60wt.%TEPA 其比表面積仍維持 $90 \text{ m}^2/\text{g}$ ，遠高於 MCM-41 浸染~60wt.%TEPA 之樣品(比表面積僅為 $4 \text{ m}^2/\text{g}$)。

表二 KCC-1 與 MCM-41 經由 TEPA 修飾後之 CO₂ 吸附性能比較

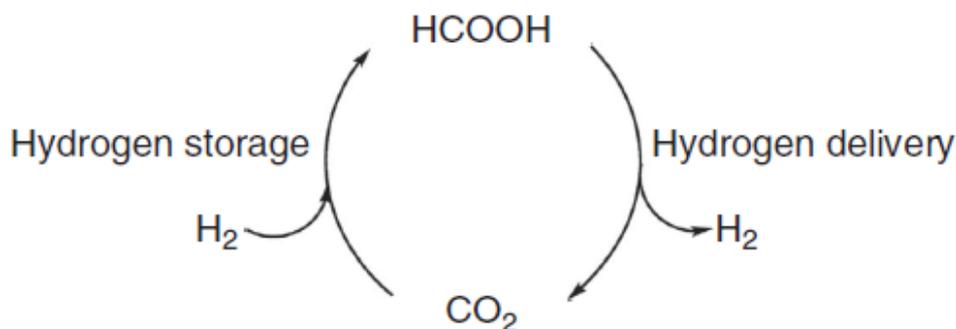
Sorbents	Organic amine loading by TGA (wt%)	Nitrogen content (mmol g ⁻¹)	BET surface area (m ² g ⁻¹)	Pore volume (cm ³ g ⁻¹)	CO ₂ capture capacity (wt%)	CO ₂ capture (mmol g ⁻¹)	Amine efficiency (CO ₂ mmol per mmol of N)
KCC-1-TEPA _{ads}	63.8	10.49	90	0.28	15.5	3.52	0.33
	61.0	10.03	94	0.23	14.2	3.22	0.32
	58.3	9.58	93	0.23	12.6	2.86	0.29
	44.4	7.30	126	0.38	10.8	2.45	0.33
	39.4	6.48	170	0.42	9.6	2.18	0.33
MCM-41-TEPA _{ads}	67.3	11.06	4	0.00	12.1	2.75	0.24
	64.4	10.59	6	0.01	11.6	2.63	0.25
	57.6	9.47	11	0.01	9.2	2.09	0.22
	41	6.74	14	0.02	5.6	1.27	0.18
	36.6	6.02	30	0.02	3.4	0.77	0.12

^a Surface area and pore volume of MCM-41 were 1111 m² g⁻¹ and 0.71 cm³ g⁻¹, respectively; CO₂ capture at 50 °C, using 15% CO₂.

2. CARBON DIOXIDE TO FORMIC ACID AND METHANOL - A HOMOGENEOUS CATALYTIC SOLUTION FOR HYDROGEN/ENERGY STORAGE AT ROOM TEMPERATURES

作者 Gábor Laurenczy 教授研究主題係以 CO₂ 作為原料，藉由轉化成蟻酸及甲醇視為另一種形式之氫氣/能源儲存。CO₂ 經氫化反應後，最初的產物為蟻酸，經由氫化/氧化反應的方式進行氫氣儲存及氫氣釋放，是一有效氫能源儲放的另一種選擇(如圖四所描述)。作者於過往研究成果顯示，CO₂ 於液相反應轉化，在接近室溫的環境中可以獲得很高的蟻酸產率。

此篇文章中，作者以 Ru(II)觸媒(RuCl₂(PTA)₄)作為 CO₂ 氫化反應之關鍵觸媒，研究成果顯示，在 50 °C DMSO 溶液中藉由 RuCl₂(PTA)₄ 催化 CO₂ 進行氫化反應可獲得約 2M 莫爾濃度之蟻酸，但操作壓力需提升至 100 bar 左右。



圖四 CO₂ 氫化成蟻酸之氫能儲放示意圖

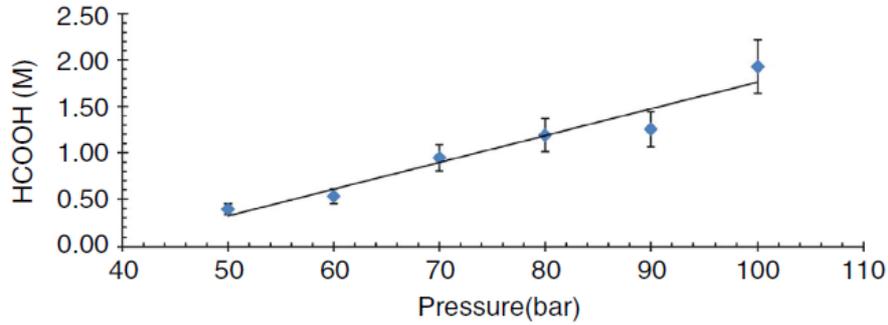


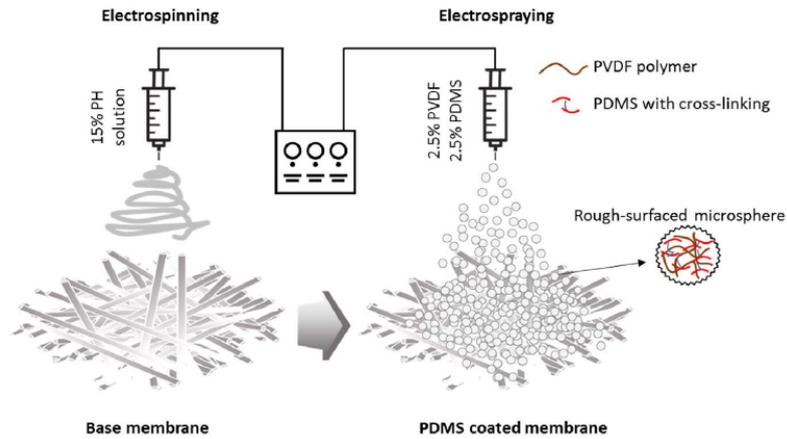
Figure 5 | Pressure effect on the formic acid yield using $[\text{RuCl}_2(\text{PTA})_4]$ catalyst in DMSO. Reaction conditions: $[\text{RuCl}_2(\text{PTA})_4]$ (2.76 mM), $t = 50^\circ\text{C}$, $P(\text{H}_2)/P(\text{CO}_2)$ ratio of 1, reaction time 120 h, DMSO (2 ml), average values of several (two to six) measurements. The trend line is shown as a guide and is not a mathematical fit of the data.

圖五 操作壓力對於蟻酸產率之關係圖

3. PDMS/PVDF HYBRID ELECTROSPUN MEMBRANE WITH SUPERHYDROPHOBIC PROPERTY AND DROP IMPACT DYNAMICS FOR DYEING WASTEWATER TREATMENT USING MEMBRANE DISTILLATION

薄膜蒸餾技術(membrane distillation)係廣泛地應用於脫鹽淨水等相關領域。其原理係利用疏水性微孔薄膜將流動之高溫與低溫溶液隔開，高溫溶液接觸疏水性薄膜表面與低溫溶液接觸薄膜表面產生蒸氣壓差，蒸氣壓差所產生之驅動力使水蒸氣從高溫致低溫移動冷卻，導致高溫相之溶液(通常為汙染溶液)濃縮，因而達到廢棄物減容之效。此篇文章主要係描述傳統薄膜蒸餾(MD)會因堵塞，而造成操作成本增加，以及過濾水質之惡化。為改善此項缺陷，作者以參混 PDMS 聚合微粒方式修飾過濾薄膜表面，進而產生材質疏水性質增強(接觸角 155.4°)以及粗糙度 ($R_a=1285\text{nm}$)增加。經由 PDMS 所修飾之 PVDF-HFP(PH)薄膜表面具有強烈的負電荷(相較於傳統之 C-PVDF 薄膜)，因此可以應付各種電荷之染料汙染物。

由圖六所示，作者以電紡技術(electrospinning)先製備出 PVDF-HFP(E-PH)薄膜，再以電噴塗方式將 PDMS 噴塗於 PVDF 薄膜表面完成修飾動作(E-PDMS)。並以小型之薄膜蒸餾模組驗證其相關淨化性能與效果。



圖六 PDMS/PVDF 薄膜製備流程示意

在此篇文章中，作者團隊選用了四種常用的染料作為材料驗證之用，包括了亞甲藍 (MB)、結晶紫 (CV)、酸性紅 18 (AR18)、酸性黃 36 (AY36) 等，利用四種常用染劑進行薄膜蒸餾性能驗證。由圖七數據了解，傳統 C-PVDF 薄膜對於此四種染劑處理時之通量皆低於 E-PH 與 E-PDMS 薄膜。E-PH 與 E-PDMS 薄膜之通量可高於傳統 PVDF 薄膜的 1.5 倍，其原因在於 E-PH 與 E-PDMS 薄膜皆擁有高孔洞性質與高疏水性質所導致。當中 E-PDMS 薄膜之四種染料顏色移除率皆為 100%。經過 24 小時蒸餾運作下，處理四種不同染劑之流通量皆可維持在 24LMH，其蒸餾性能優於傳統 C-PVDF 薄膜。

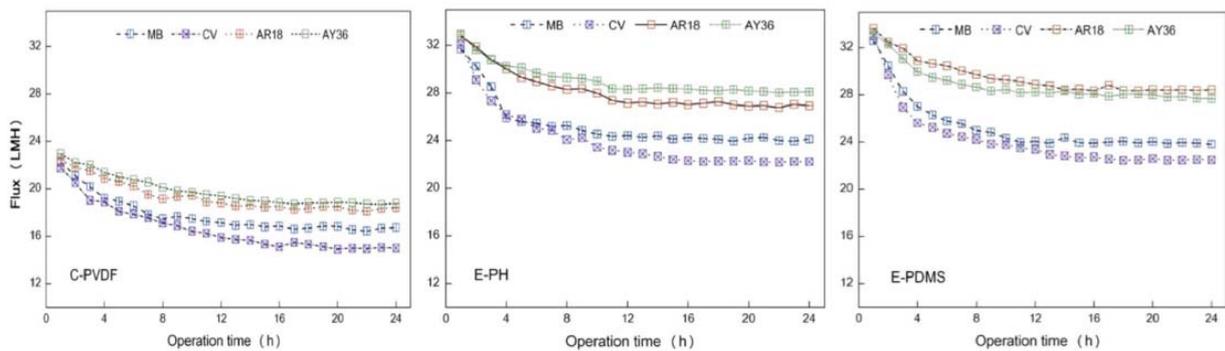


Fig. 8. Water flux as a function of MD operation time for the treatment of four different dyes using three different membranes (C-PVDF, E-PH, and E-PDMS) (feed temperature=60 °C, flow rate=0.5 L min⁻¹, and C₀=100 mg L⁻¹).

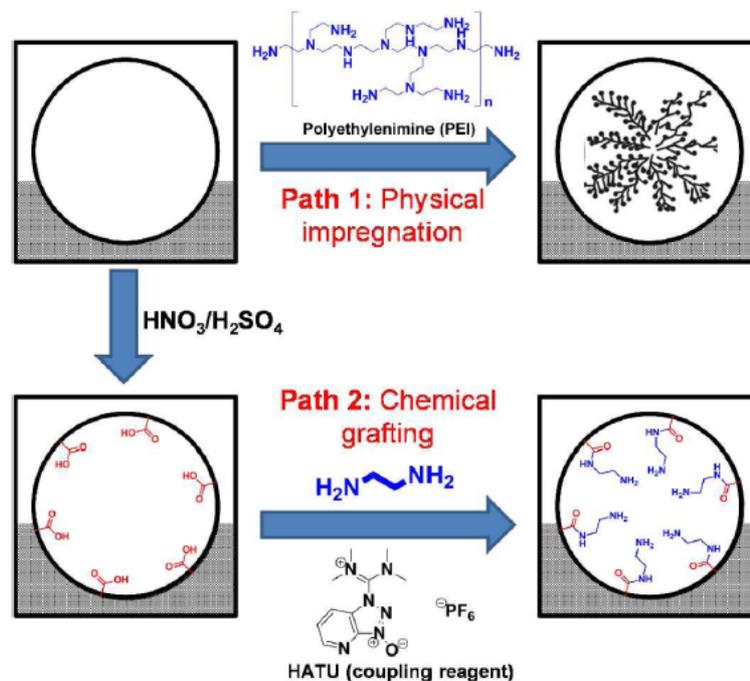
Table 2
Initial fluxes, average fluxes, and color removal efficiencies in DCMD operation using three membranes in treating four different dyes during 24 h.

Membrane	Dye	MB	CV	AR18	AY36
C-PVDF	Initial flux (LMH)	23.24 ± 0.58	22.17 ± 1.09	22.44 ± 0.22	22.95 ± 0.68
	Ave. flux (LMH)	17.75 ± 1.24	16.61 ± 0.96	19.31 ± 1.33	19.82 ± 1.82
	Color removal (%)	98.29 ± 0.42	96.54 ± 0.37	100	100
E-PH	Initial flux (LMH)	31.67 ± 0.29	32.06 ± 0.57	32.79 ± 0.43	32.93 ± 0.71
	Ave. flux (LMH)	25.24 ± 1.47	24.02 ± 0.87	28.16 ± 1.02	29.06 ± 0.74
	Color removal (%)	98.74 ± 0.31	97.62 ± 0.92	100	100
E-PDMS	Initial flux (LMH)	32.58 ± 0.59	33.02 ± 0.26	33.63 ± 0.46	33.19 ± 0.81
	Ave. flux (LMH)	25.23 ± 1.62	24.14 ± 1.35	29.5 ± 1.04	28.81 ± 1.11
	Color removal (%)	100	100	100	100

圖七 不同種類薄膜之流通量與顏色移除率比較

4. FUNCTIONAL MATERIAL FOR CO₂ CAPTURE AND CONVERSION

Liu 教授團隊於此次發表以中孔碳微粒(mesoporous carbon microparticles, MCM)與中孔碳奈米球(mesoporous carbon nanospheres, MCN)修飾胺基類(amine)化合物進行 CO₂ 吸附之探討。在尚未經胺類化合物修飾時，MCM 孔洞性質為~350 m²/g / ~0.5 cm³/g，MCN 孔洞性質為~1100 m²/g / ~0.8 cm³/g。本研究係採取兩種路徑進行修飾，其一係以物理性浸染方式將聚乙烯亞胺(polyethyleneimine, PEI)浸染分散至中孔孔洞結構內，其二係以化學鍵結的方式將含-NH₂ 官能基之有機化合物嫁接至孔洞表面上的官能基上，相關之示意圖如圖八所示。兩種方式所獲得之吸附材料主要吸附機制為 $2R-NH_2 + CO_2 = R-NHCOO^- + R-NH_3^+$ 。而理論最大吸附量為每 mol N 可以吸附 0.5mol CO₂。由 Liu 教授團隊所得到的實驗數據顯示，以物理浸染 PEI 的 CO₂ 吸附效果優於以乙二胺嫁接方式。PEI 物理浸染之 MCN 樣品之 CO₂ 吸附量為 1.97mmol/g(75°C)是 PEI/MCM 樣品的 3 倍，其原因在於 MCN 中孔材料擁有較高的比表面積與孔體積可以含浸更多 PEI 量，擁有更多的-NH₂ 官能基與 CO₂ 發生作用。此外，針對吸附量最佳之樣品在 75°C 環境下進行吸附/脫附循環實驗，如圖九所示。結果得知含 45wt.%PEI/MCN 樣品，僅有 0.7mmolCO₂/g 可以有效的進行可逆吸附作用，其歸因於 CO₂ 脫附速率太慢所導致。



圖八 兩種藉由 amine 修飾吸附材料表面之示意圖

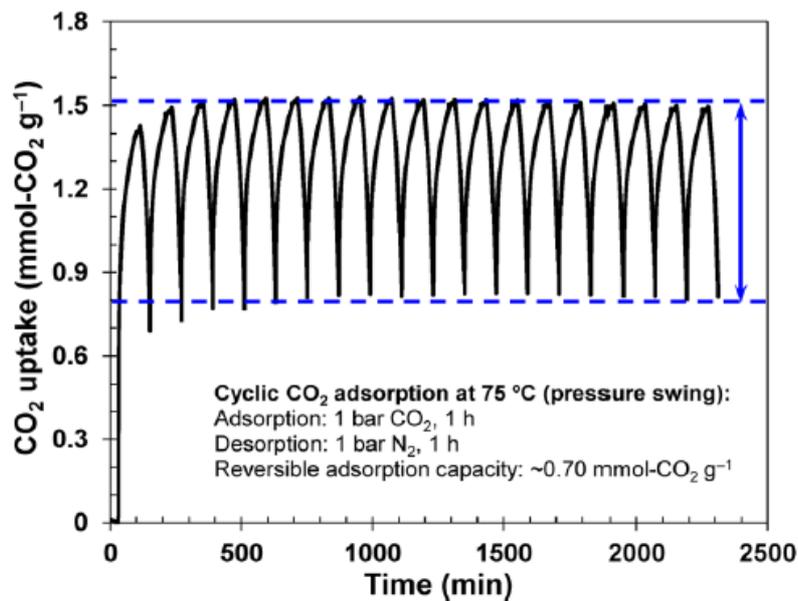


Figure 8. Cyclic CO₂ adsorption of 45PEI/MCNs in a pressure-swing mode (CO₂ adsorption at 75 °C and 1 bar CO₂ for 1 h and adsorbent regeneration at 75 °C and 1 bar N₂ for 1 h).

圖九 兩種藉由 amine 修飾吸附材料表面之示意圖

5. DIRECT TRANSFORMATION OF CO₂ TO CARBONATE DERIVATIVES USING A HETEROGENEOUS CeO₂ CATALYST

Tamura 團隊發展了一個具備環保潔淨的方法將 CO₂ 轉化為具經濟價值之高分子化合物，此製程具備了低污染與低成本兩大特點。如何降低現今地球大氣中 CO₂ 濃度為目前最熱門也是具有急迫性的議題，因溫室氣體的排放導致氣候變遷劇烈造成的損害正持續發生中。CO₂ 轉化課題是許多國際專家學者正在發展開發的一項新的議題，但受限於 CO₂ 之穩定性以及化學平衡之限制，CO₂ 轉換是一項非常困難的挑戰。作者藉由 CeO₂ 均相觸媒進行催化 CO₂ 與二元醇轉化換為聚碳酸酯化合物(如圖十所示)，在 CO₂ 5 大氣壓下，可以獲得 99%的轉化率。此項綠色製程不但不需要使用危害化學物質(例如:二氯甲烷)作為反應物，更可以有效達到減碳的目的，重點是成本低廉。

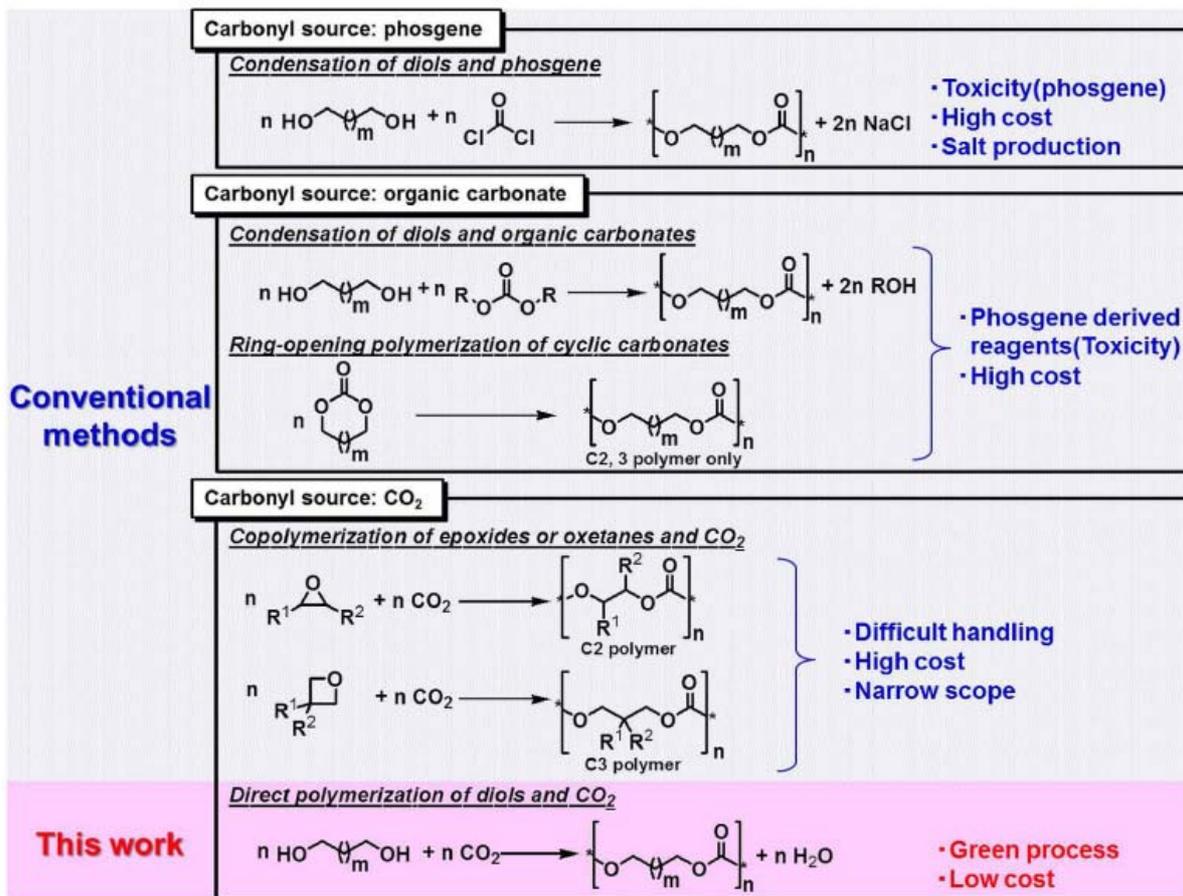
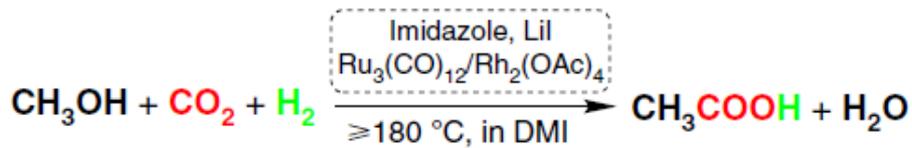


Figure 1. Synthesis methods of polycarbonates.

圖十 polycarbonate 可能合成製備路徑

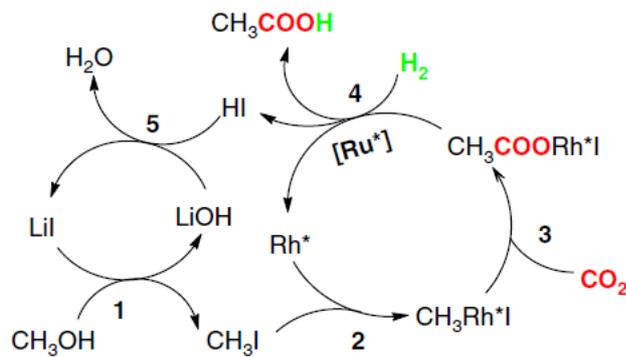
6. CATALYST PROPERTIES OF GREEN SOLVENTS AND THEIR APPLICATIONS IN GREEN CHEMISTRY

筆者 Dr. Buxing Han 其團隊近年來致力發展綠色化學之催化反應領域，作者認為發展水、超臨界流體、離子溶液等相關綠色溶劑之應用為推廣綠色化學概念重要的一環。在此次會議中，作者介紹了一系列有關綠色溶液應用於觸媒反應之研究成果。其中一個主題為以甲醇、CO₂、H₂ 等為原料，以 Ru-Rh 為觸媒，1,3-二甲基-2-咪唑啉酮(1,3-dimethyl-2-imidazolidinon, DMI)為溶劑進行醋酸合成反應。採用 DMI 溶劑不但可以提升觸媒的穩定性，更可以吸收與活化酸性 CO₂，有助於反應之進行。此反應不但可以拓展醋酸合成的方式，更可以提供 CO₂ 轉化的一項新的選擇(如圖十一所示)。



$$\Delta H_{298\text{K}}^\circ = -137.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{298\text{K}}^\circ = -66.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



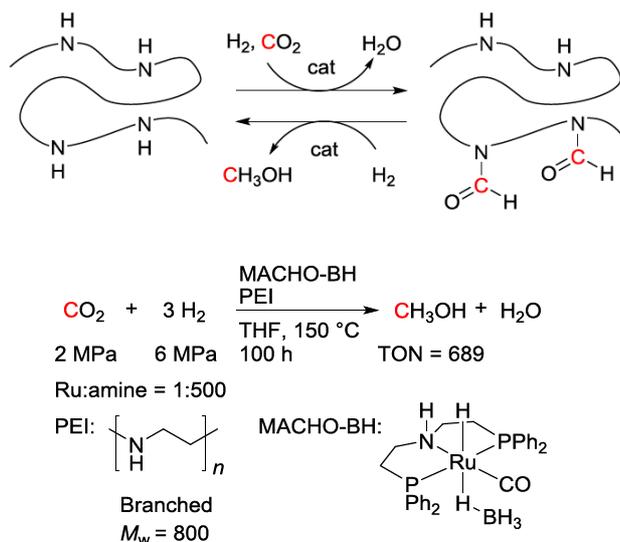
圖十一 醋酸新型催化反應式與反應機制

7. CHEMICAL RECYCLING OF PLASTIC WASTES IN HIGH TEMPERATURE FLUIDS INTO CHEMICALS

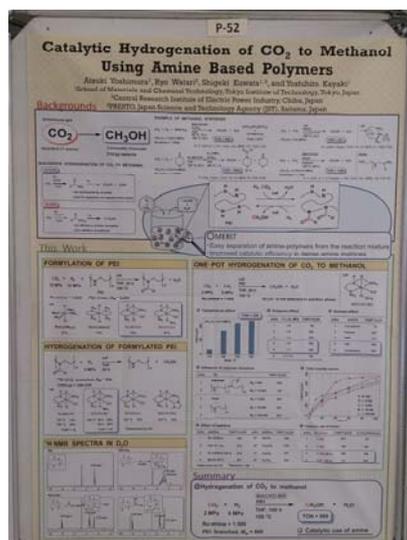
現代的 3C 產品中採用了大量的塑料為主要的基材，此類的基材需要擁有較佳的熱穩定性，因此大部分原料採熱固形塑膠為主要成分，這對於廢棄回收上造成了相當大的問題。Tagaya 教授針對此項問題，發展液相裂解技術將熱固型樹脂分解成單體(monomer)以及低聚合物(oligomers)。Tagaya 教授於本次發表中係採酚醛樹脂(foam phenol resin, FPR)作為探討對象。

圖十二 為不同溶劑應用於 FPR 處理之溶解程度處理以及其分解反應式。實驗基準為以 0.1gFPR 在 350°C 之 1ml 不同溶液中進行溶解度之分析，結果得知 FPR 在不同種類之溶劑處理之溶解度介於 50-94%之間，而其中間-甲苯酚(m-cresol)與辛醇(1-heptanol)於 350 °C 下 2 小時處理，FPR 可以得到>90%的溶解度，其主要原因中間-甲苯酚(m-cresol)與辛醇(1-heptanol)擁有與 FPR 高度親和力之-OH 官能基與亞甲基碳原子。而從實驗結果驗證了解 FPR 在高溫間-甲苯酚(HT-mC)與高溫辛醇(HTSCAs)處理下皆可斷鍵分解獲得單體以及低聚合物。

本篇發表係討論以 Ru 均相觸媒催化 CO₂ 轉化為甲醇，較特別的是反應環境選用一級胺或二級胺的環境。作者選用聚乙烯亞胺(polyethyleneimine, PEI)作為反應環境，採 Ru complex 觸媒進行催化；在 150°C 下 2MPa CO₂ 與 6MPa H₂ 環境，甲醇可以在一個反應步驟下獲得，且轉換率(Turnover number, TON)可提升至 689。由圖十三反應機制顯示，一級胺或二級胺化合物於反應中扮演著類似反應中間體的角色，進而產生甲醇。



圖十三不同溶劑應用於 FPR 處理之溶解程度處理以及分解反應式



圖十四 CATALYTIC HYDROGENATION OF CARBON DIOXIDE TO METHANOL USING AMINE-BASED POLYMERS 發表海報

9. FUTURE PROSPECT OF ECO-FRIENDLY PLASTICS-BIODEGRADABLE AND BIO-BASED PLASTICS

現今世界中對於塑膠需求已是包羅萬象，囊括食衣住行育樂各式各樣的用品，但是傳統的塑膠原料來源為石化工業，對於地球資源與廢棄物處置有著相當大的問題。近期科學家發展了一項兼具了環保與永續發展的塑膠(eco-friendly plastics)，係以生質物為原料，不僅可以再生，更是擁有被生物分解的優勢，此項發明可以有效解決全球塑膠廢棄物所造成的環境汙染問題。Tadahisa Iwata 教授於此次會議中發表了他們對於 polyhydroxyalkanoate (PHA)可分解性塑膠的一系列的相關研究成果，圖十五為 PHA 在自然界中分解的情況，由實驗結果驗證 PHA 塑膠在夏日時節中約 4 個月的時間，近乎完全分解。Iwata 教授認為環保塑膠(eco-friendly plastics)是世界未來趨勢，此類塑膠除了需生物分解特性外，還需要擁有卓越的性質例如機械強度、使用壽命等相關特點，這樣才有辦法完整取代現有石化製造的塑膠角色。

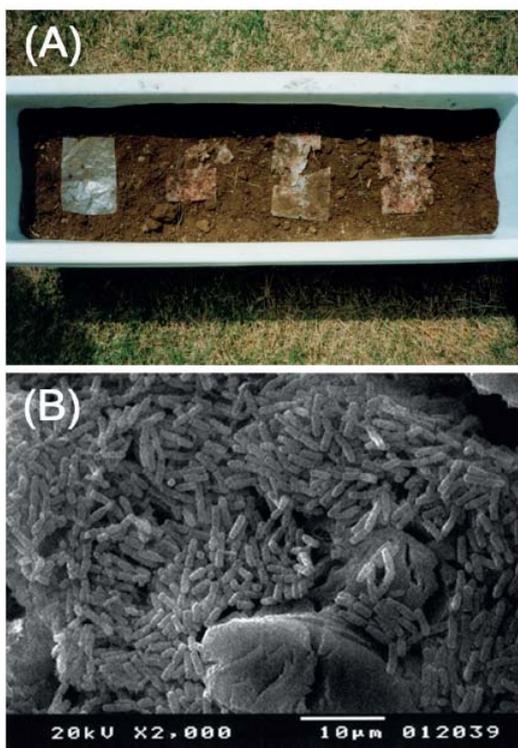


Figure 4. A) Biodegradation of a PHA film placed in soil. The film disappeared completely within less than four months in summer time. B) SEM image of degrading microorganisms on a PHA film surface.

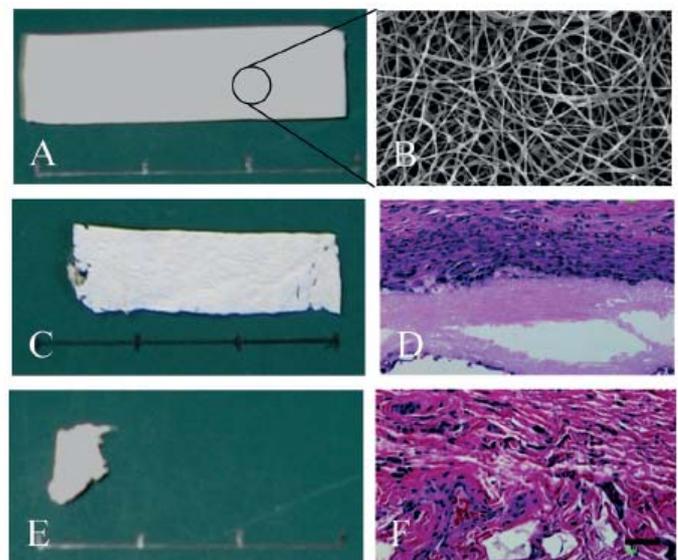


Figure 5. Physical appearance of electrospun PHA nanofiber scaffolds before (A and B) and four (C) and twelve (E) weeks after subcutaneous implantation in a rat. Phase-contrast images of hematoxylin/eosin-stained ultrathin sections of PHA nanofiber scaffolds after in vivo degradation for four (D) and twelve weeks (F). Scale bars: 50 µm.^[11]

圖十五 polyhydroxyalkanoate (PHA)塑膠分解情況

四、建議事項

- (一)、 2016 年 AOC-SGC6 國際研討會於香港城市大學會議中心舉行，為數眾多來自世界各國從事綠色化學研究之專家學者參與此次會議。藉該會與全球學者教授進行技術交流與論文發表，讓本所同仁對於國際研發近況有進一步瞭解，有助拓展國內科研從業人員的視野與強化本職的學識與技能。
- (二)、 許多文獻報告指出現在全球氣候變遷日益加劇，當中造成氣候變異因素之一為溫室氣體排放。我國已於 2015 年 7 月 1 日公布實施「溫室氣體減量及管理法」，目標 2050 年溫室氣體排放量降為 2005 年溫室氣體排放量的 50% 以下，如何降低 CO₂ 排放議題則是當前再生能源科技關注焦點之一。除了二氧化碳捕獲貯存 (CCS) 技術外，而二氧化碳再利用技術更是當前熱門議題，此項技術不但兼顧降低碳排放，更可創造新的產業經濟鏈。此次 AOC-SGC6 國際研討會中，有許多大學教授係針對二氧化碳再利用進行專題發表，於演說中可了解二氧化碳再利用技術於當前發展現況與可行性。
- (三)、 與會學者中有多以綠色化學核心概念闡述他們之研發成果，包含合成新穎觸媒提高反應產率、以新的反應路徑取代舊有反應藉以降低環境不友善之副產品產出、以創新技術達到二氧化碳再利用目的、以創新功能性吸附材料應用於碳捕獲與相關反應、將二氧化碳轉化為蟻酸作為化學能源儲存等綠色科技相關議題。因此於此次會議內容對於擴展本人專業領域想法有很大的助益。
- (四)、 這次參與會議，除了汲取國際上綠色化學領域相關最新進展外，參考國際上科技發展主流脈動，對於本所相關科研工作有很大參考價值。本人認為國際上發展環境友善之科學與技術，以及投入再生能源科技發展已為未來幾年科研關注焦點。
- (五)、 建議多鼓勵並支持研究人員參與國際學術研討會活動。除可以與相關領域的研究學者一起進行討論，可建立未來國際合作之契機，對於未來的研究發展有著深遠的幫助。

五、附 錄

(一)、附錄一：

本次會議 AOC-SGC6，會議資訊及論文發表場次時程如下。

PROGRAMME

Venue: LT-17, Purple Zone, 4/F, Academic 1, CityU

27 November 2016 (Sunday)

16:00 – 18:30	Registration & Poster Mounting	
17:00 – 18:30	Welcome Party & Drinks/Snacks	
Opening Ceremony		
Chairperson: István T. Horváth , <i>City University of Hong Kong, SAR China</i>		
18:30 – 18:45	Welcome Address	
	Hong Yan , <i>City University of Hong Kong, SAR China</i>	
18:45 – 19:30	<i>A Musical Journey with Chinese Instruments – From Past to Future</i>	
	Performance from Goin' Music (弓弦作樂)	
	Dick Mak,	
	Him Cheung,	
	Longman Luk	
19:30 – 20:30	Green Chemistry: Origins and Future Trajectory	PL-1
	Paul Anastas , <i>Yale University, USA</i>	

28 November 2016 (Monday)

Session 1		
Chairperson: Zuowei Xie , <i>The Chinese University of Hong Kong, SAR China</i>		
08:30 – 09:30	Photocatalytic Activation of C-H Bonds: Hydrogen – Evolution Cross – Coupling Reactions Chen-Ho Tung , <i>Shandong University, China</i>	PL-2
09:30 – 10:00	Solvents and Sustainable Chemistry Tom Welton , <i>Imperial College London, United Kingdom</i>	IL-1
10:00 – 10:20	Green Polymers - Photo-Degradable Polymers to Self-Healing Polymers Kei Saito , <i>Monash University, Australia</i>	CL-1
10:20 – 10:40	Break	
Session 2		
Chairperson: Masahiko Matsukata , <i>Waseda University, Japan</i>		
10:40 – 11:10	γ -Valerolactone as a Biomass-Based Solvent for Catalysis László T. Mika , <i>Budapest University of Technology and Economics, Hungary</i>	IL-2
11:10 – 11:30	Proficient Conversion of Lignin into Low Molecular Aromatic Products Using Brønsted Acidic Ionic Liquids Sandip Kumar Singh , <i>National Chemical Laboratory, India</i>	CL-2
11:30 – 11:50	Leach-Free Catalysis and Mercury Removal by Metal-Thiolate- Enabled Porous Frameworks Zhengtao Xu , <i>City University of Hong Kong, SAR China</i>	CL-3
11:50 – 12:10	Functional Bio-Based Elastomers from <i>Eucommia ulmoides</i> Hiroshi Uyama , <i>Osaka University, Japan</i>	CL-4
12:10 – 12:30	Development of Environmentally Benign and Cost-Effective Amide Formation Methods Anqi Chen , <i>Institute of Chemical and Engineering Sciences, Singapore</i>	CL-5
12:30 – 13:00	Conversion of Renewables to Chemicals, Pharmaceuticals and Food Ingredients: A Tandem Chemical and Enzyme Catalytic Approach Milton T W Hearn , <i>Monash University, Australia</i>	IL-3
13:00 – 14:00	Lunch	

Session 3		
Chairperson: Milton T W Hearn , <i>Monash University, Australia</i>		
14:00 – 15:00	Transition Metal Catalysis Supports 21 st Century Prosperity Ei-ichi Negishi , <i>Purdue University, USA</i>	PL-3
15:00 – 15:20	Chemical Recycling of Plastic Wastes in High Temperature Fluids into Chemicals Hideyuki Tagaya , <i>Yamagata University, Japan</i>	CL-6
15:20 – 15:40	Process Intensification for the Chemical Industry Using Continuous Flow Reactors Christian H. Hornung , <i>CSIRO, Australia</i>	CL-7
15:40 – 16:10	Connecting Homogeneous and Heterogeneous Catalysis with All-Metal Aromatics Giovanni Maestri , <i>The University of Parma, Italy</i>	IL-4
16:10 – 16:40	Break	
Session 4		
Chairperson: Kei Saito , <i>Monash University, Australia</i>		
16:40 – 17:00	Fibrous Nano-Silica (KCC-1) Based Hybrids for Green Catalysis, Photocatalysis and CO ₂ Capture Vivek Polshettiwar , <i>Tata Institute of Fundamental Research, Mumbai, India</i>	CL-8
17:00 – 17:20	Sustainable Electrocatalysts for Facilitated CO ₂ Conversion and Reduction Kevin Lam , <i>Nazarbayev University, Republic of Kazakhstan</i>	CL-9
17:20 – 17:40	Direct Transformation of CO ₂ to Carbonate Derivatives Using a Heterogeneous CeO ₂ Catalyst Masazumi Tamura , <i>Tohoku University, Japan</i>	CL-10
17:40 – 18:40	Future Prospect of Eco-Friendly Plastics -Biodegradable and Bio-Based Plastics- Tadahisa Iwata , <i>The University of Tokyo, Japan</i>	PL-4
18:40 – 19:00	Group Photo	
19:00 – 21:30	Poster Session Venue: Purple Zone, 4/F, Academic 1, CityU	

30 November 2016 (Wednesday)

Session 7

Chairperson: **Albert W. M. Lee**, *Hong Kong Baptist University, SAR China*

08:30 – 09:30	Flow Chemistry: Is It Green? King Kuok (Mimi) Hii , <i>Imperial College London, United Kingdom</i>	PL-7
09:30 – 10:00	Carbon Dioxide to Formic Acid and Methanol - A Homogeneous Catalytic Solution for Hydrogen/Energy Storage at Room Temperatures Gábor Laurenczy , <i>École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland</i>	IL-7
10:00 – 10:20	Supercritical Fluid for Green Reaction Process Motonobu Goto , <i>Nagoya University, Japan</i>	CL-14
10:20 – 10:40	Functional Materials for CO ₂ Capture and Conversion Zhimin Liu , <i>Chinese Academy of Sciences, China</i>	CL-15
10:40 – 11:00	Break	

Session 8

Chairperson: **Peggy Lo**, *City University of Hong Kong, SAR China*

11:00 – 11:30	Properties of Green Solvents and Their Applications in Green Chemistry Buxing Han , <i>Chinese Academy of Sciences, Institute of Chemistry, China</i>	IL-8
11:30 – 11:50	Active Adsorbents for Molecular Separation Jin Shang , <i>City University of Hong Kong, SAR China</i>	CL-16
11:50 – 12:10	Direct Synthesis of Methyl <i>N</i> -Phenylcarbamate from CO ₂ , Aniline and Methanol Over CeO ₂ Catalyst with 2-Cyanopyridine Additive Ayaka Miura , <i>Tohoku University, Japan</i>	CL-17
12:10 – 12:40	PDMS/PVDF Hybrid Electrospun Membrane with Superhydrophobic Property and Drop Impact Dynamics for Dyeing Wastewater Treatment Using Membrane Distillation Alicia K. J. An , <i>City University of Hong Kong, SAR China</i>	IL-9

Closing Ceremony

Chairperson: **István T. Horváth**, *City University of Hong Kong, SAR China*

12:40 – 12:50	Invitation for the 7 th AOC-SGC Anqi Chen , <i>Institute of Chemical and Engineering Sciences, Singapore</i>	
12:50 – 13:00	Closing Comments István T. Horváth , <i>City University of Hong Kong, SAR China</i>	
13:00 – 14:00	Lunch	

(二)、附錄二：

本次會議舉行地點位於香港城市大學 2 樓會議廳。



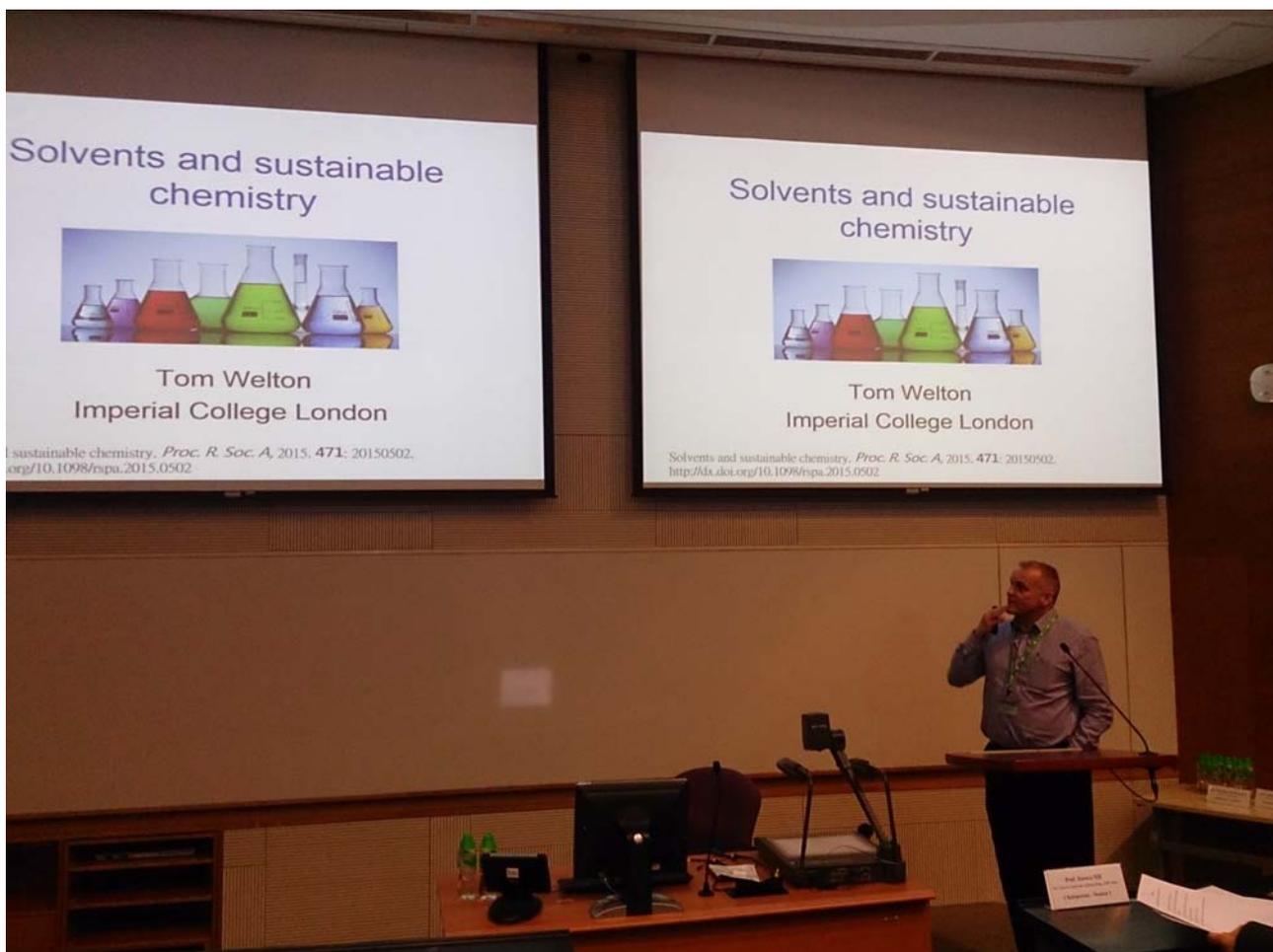
圖十六 香港城市大學



圖十七. 研討會接待處



圖十八 壁報展示區



圖十九 Invited Speakers



圖二十. Invited Speakers



圖二十一. Oral session



圖二十二 Oral session



圖二十三 Oral session