

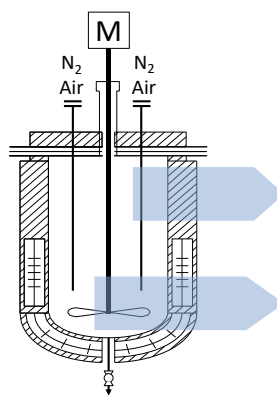
## 重質油改質之瀝青試量產

中油公司配合石化產業高值化目標，利用自有重質油經熱處理技術開發瀝青系列產品。本所以煉研所實驗室研發成果為基礎，進行製程放大之試量產，透過調整參數及優化改良設備，試產中溫瀝青及高溫瀝青兩類產品，並提供樣品予下游廠商試用。

中溫瀝青產品軟化點規格為 110~150 °C，可做為黏結劑與增密劑的應用；高溫瀝青產品軟化點規格為 210~250 °C，可做為球型活性碳及泛用碳纖維之前驅物原料。



### 重質油改質裝置優化



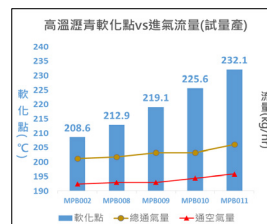
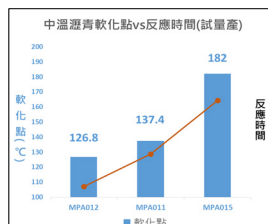
#### 增加空氣流量限制

製程通入空氣危險性高，嚴格管制空氣流量於限氧濃度內，因此增設調壓閥及針閥等手動裝置，增加安全性

#### 增加攪拌深度

防止反應末段液位太低時，未能有效攪拌重質油；並增進氣體分散於油料中的效果

### 重質油改質參數調整



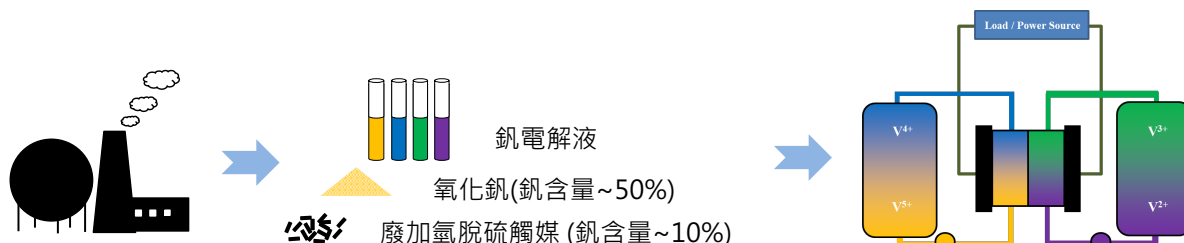
Ref : Kureha BAC



## 廢加氫脫硫觸媒再利用製備鈳電解液及其儲能應用

### 技術介紹

- 廢加氫脫硫觸媒可回收再利用製備鈳電解液，降低廢棄物處理成本及發展循環經濟
- 針對鈳液流電池建立特性驗證技術及進行關鍵材料開發研究
- 建置 kW 驗證平台及規劃應用於 MW 儲能系統



### 提製鈳電解液



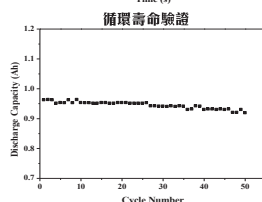
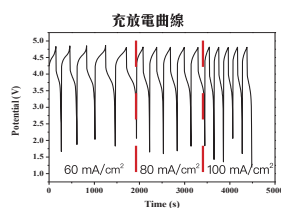
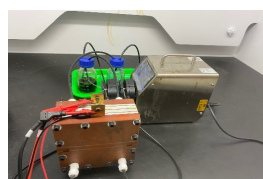
### 電解液特性及儲能應用

| 元素 Element      | 電解液規範 (GB/T 37204-2018) |     | 電解液  |
|-----------------|-------------------------|-----|------|
|                 | 一級品                     | 二級品 |      |
| Aluminum (Al)   | 50                      | 80  | 41.3 |
| Calcium (Ca)    | 30                      | 70  | 11.5 |
| Chromium (Cr)   | 15                      | 30  | <0.1 |
| Copper (Cu)     | 1                       | 5   | <0.1 |
| Iron (Fe)       | 50                      | 200 | 1.6  |
| Potassium (K)   | 100                     | 200 | 1    |
| Magnesium (Mg)  | 30                      | 50  | 1.2  |
| Manganese (Mn)  | 5                       | 30  | 0.5  |
| Molybdenum (Mo) | 20                      | 30  | 19.9 |
| Sodium (Na)     | 80                      | 200 | 3    |
| Nickel (Ni)     | 20                      | 60  | <0.5 |
| Silicon (Si)    | 10                      | -   | 2.6  |

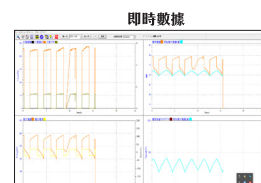
(單位 :ppm)

- 安全性高
- 系統與公司既有製程相似
- 電量可規模化
- 掌握關鍵料源

桌上型鈳液流電池驗證系統



鈳液流電池驗證平台 (3kW/15kWh)

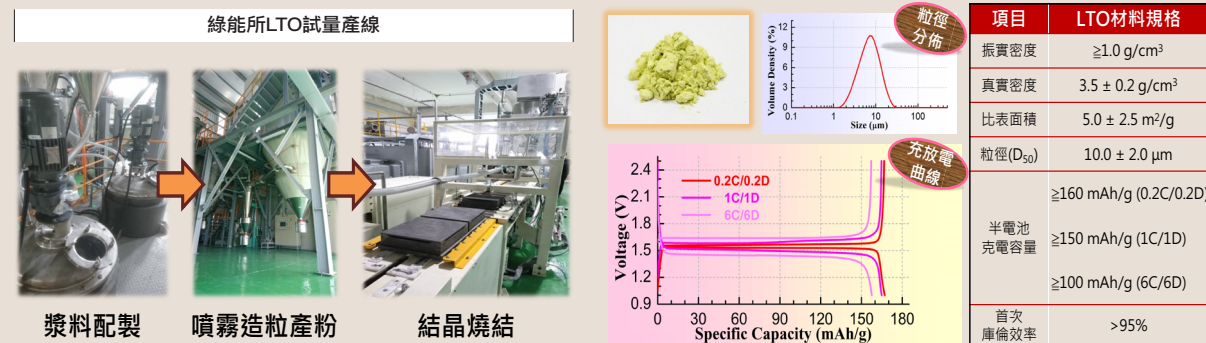


聯絡人：林鴻宇 研究員 E-mail：296732@cpc.com.tw 電話：(07)582-4141 #7362

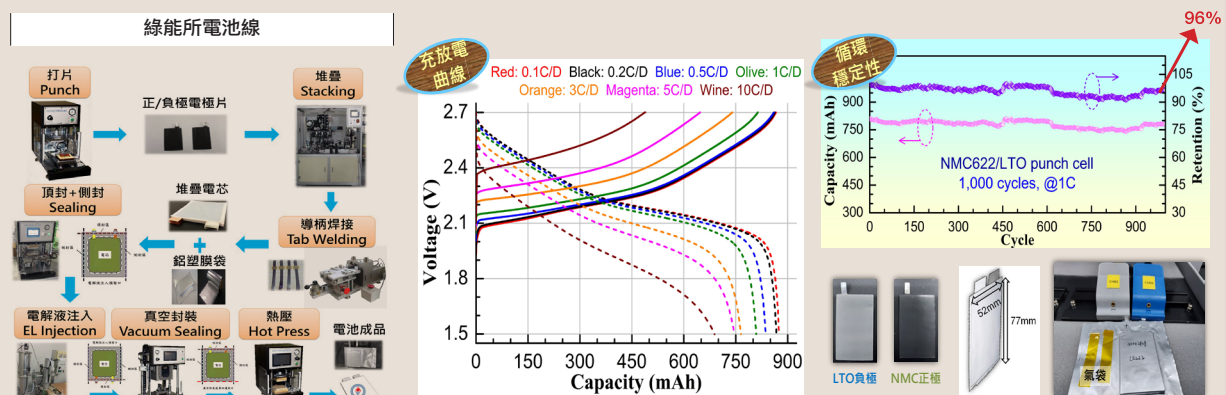
聯絡人：陳文福 研究員 E-mail：296929@cpc.com.tw 電話：(05)284-3890 #5511

# 高安全性鈦酸鋰負極材料試量產驗證與應用

## 鈦酸鋰(LTO)材料試量產驗證



## 鈦酸鋰軟包電池



## 鈦酸鋰電池應用



聯絡人：黃任賢 研究員 E-mail：295604@cpc.com.tw 電話：(07)5824141 #7331

聯絡人：黃瑞雄 研究員 E-mail：295612@cpc.com.tw 電話：(07)5824141 #7330



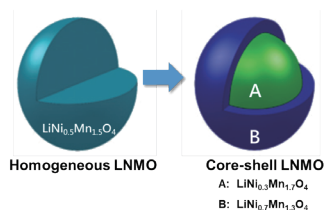


## 高電壓鋰鎳錳氧正極材料之 開發及其試量產

本研究透過共沉澱方式製備鎳錳「濃度分佈變化」前驅物，經過混鋰燒結後，可獲得 LNMO 核殼材料，並搭配各種分析技術來驗證核殼結構的正確性，找出最佳核殼組合方式。

核殼材料整體鎳錳相同，僅鎳錳濃度分佈不同，卻有著截然不同的電性表現。核殼材料維持電中性，部份的錳被還原，含有較高的  $Mn^{3+}$  及  $Fd-3m$  結構組成。實驗結果發現，倍率表現主要由內層的組成影響表現，循環壽命方面主要由外層結構影響。改質後的最佳 LNMO 核殼材料 10C 放電電容量維持率達 87.7%，200 圈充放循環測試電容量維持率達 78.5%。此外，配合公司轉型及研發成果商品化的政策，綠能所將於近期完成 LNMO 前驅物共沉澱反應試量產設備建置，期望未來可搭配本公司即將量產的鈦酸鋰 (LTO) 負極材料，應用在大型動力電池系統之開發。

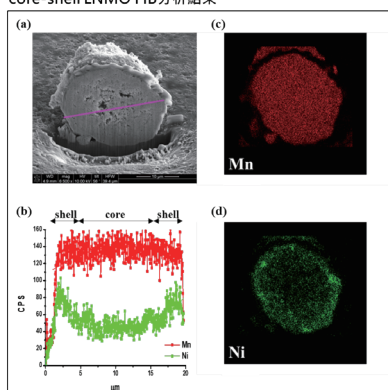
### 元素組成分析



ICP-OES 元素分析結果

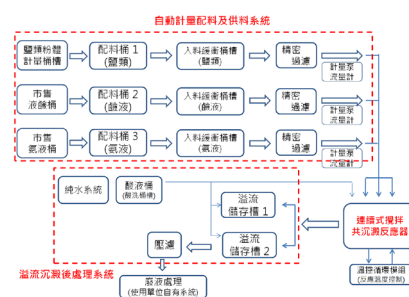
| 樣品名稱             | Mn(%) | Ni(%) | Mn/Ni<br>莫爾比 |
|------------------|-------|-------|--------------|
| core-shell LNMO  | 40.6  | 14.5  | 2.9          |
| Homogeneous LNMO | 40.5  | 14.8  | 2.9          |

core-shell LNMO FIB分析結果

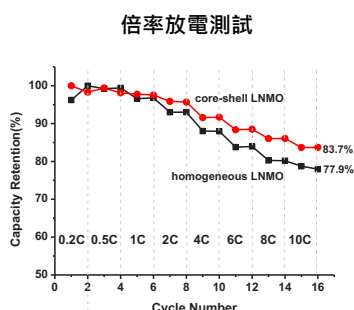
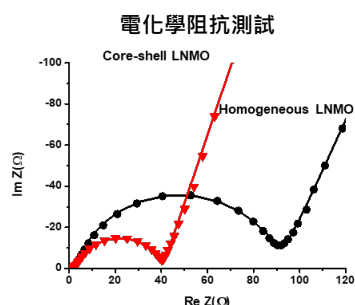


### 試量產製程建置

#### 連續法製備LNMO前驅物流程



### 電化學特性分析



#### 配置立體圖及現場桶槽實景照

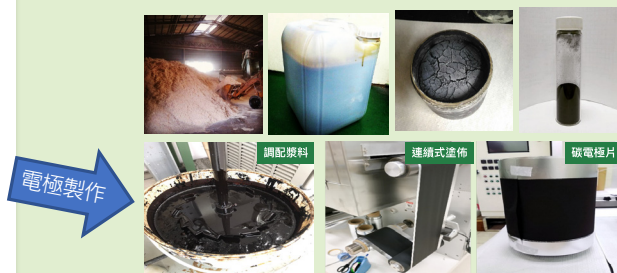




# 生質多重孔洞碳材之超級電容儲能應用

## 生質多重孔洞碳材於超級電容之應用

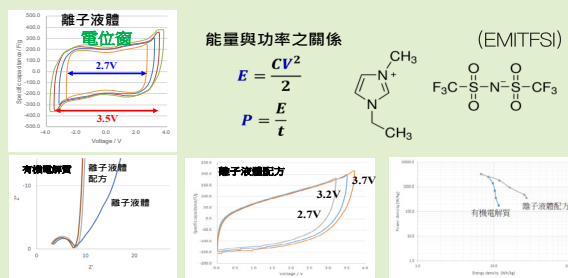
### 生質多重孔洞碳材及電極備製



#### 碳材簡介

- 以生質裂解油為前趨物製備高附加價值生質多重孔洞碳材
- 生質多重孔洞碳材具高表面積(>1000m<sup>2</sup>/g)及大量中孔(>20%)，批次產量已規劃進行10公斤測試
- 生質多重孔洞碳材可應用於超級電容(SCs)、電容脫鹽(CDI)、鋰離子電容(LIC)、鈉離子電池(SIB)、鋰離子電池(LIB)

### 高電壓電解液用於超級電容

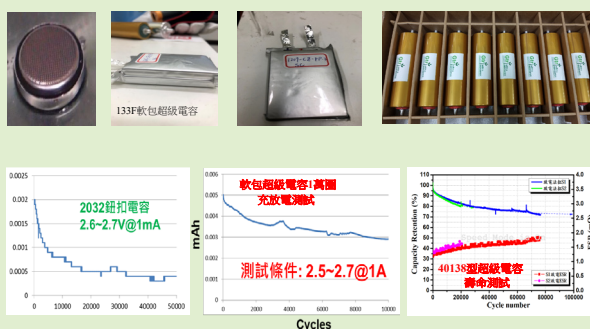


#### 電容測試結果

- 離子液體具有較寬大的電位窗及低揮發性，適用於儲能元件鋰離子電池/超級電容等相關應用
- 離子液體搭配高電壓溶劑組成配方，達到低電抗、耐高電解效果
- 超級電容以離子液體配方作為電解質搭配電極調整，電位窗可達到高電位3.7V，能量密度26Wh/kg優於有機電解質

## 商用超級電容驗證與測試

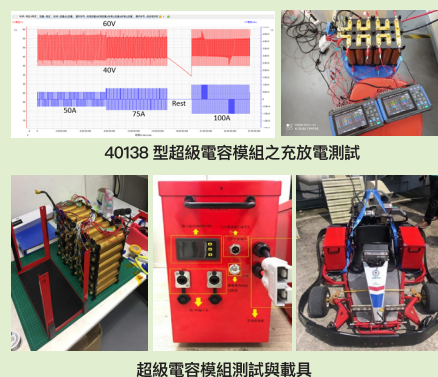
### 超級電容電芯測試



#### 商用超級電容驗證

- 生質多重孔洞碳材電極組裝成2032型鈕扣電容，充放電5萬圈電容保留率達94.4%(2.6~2.7V@1A CCD迴歸計算)
- 超級電容軟包由之前20F提高至133F，充放電1萬圈電容保留率達94%(2.5~2.7V@1A CCD迴歸計算)
- 1200F之40138型超級電容在40A/1.35~2.7V CCD充放電50,000圈保留率80%，能量密度為4.6 Wh/kg與市售產品相近
- 本研究與專業代工廠商合作開發超級電容製程，自主進行測試參數確認無誤後，即可透過專業廠商代工(混漿、塗佈、裁切、疊片、注液、封裝與溫濕度控制)，可有效提高超級電容之壽命與性能

### 超級電容模組測試



超級電容模組測試與載具

聯絡人：黃正璋 研究員 E-mail：296741@cpc.com.tw 電話：(07)5824141 #7254

聯絡人：謝子賢 研究員 E-mail：295931@cpc.com.tw 電話：(07)5824141 #7252

# 生質精煉技術開發及應用

## 脂肪酸酯於生質潤滑油之應用



脂肪酸酯是油脂化學品 (oleo-chemicals) 產業中非常重要的中間產物與原料產品，綠能所生產之脂肪酸酯具備減碳、再生及環保特質，相關產品可應用於生質能源及生物可分解之環保商品。

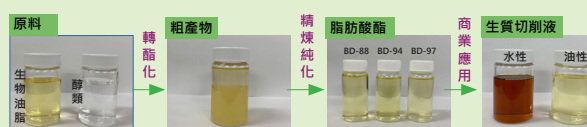


潤滑性優異  
溫和低刺激  
可回收降解

脂肪酸酯具有良好的金屬親和性與潤滑性，適合取代礦物油做為潤滑油之生質基礎油使用。



## 脂肪酸酯之應用

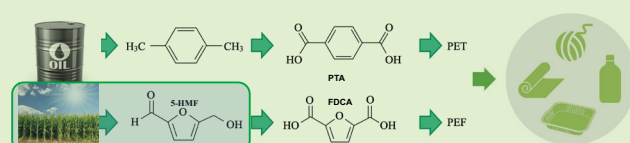


| 產品     | 商品名   | 酸價<br>(mg KOH/g) | 碘價<br>(gI <sub>2</sub> /100g) | 40°C動黏度<br>(mm <sup>2</sup> /s) | 雲霧點<br>(°C) | 流動點<br>(°C) |
|--------|-------|------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| 大豆油正丁酯 | BD-88 | 1.2              | 100.99                        | 6.3                             | 4           | -3          |
| 棕櫚油甲酯  | BD-94 | 0.2              | 57.83                         | 4.8                             | 16          | 10          |
| 棕櫚油異辛酯 | BD-97 | 2.4              | 39.39                         | 10.2                            | 6           | -9          |

| 油品  | 脂肪酸酯組成 (wt%)  |              |               |              |             |               |                |
|-----|---------------|--------------|---------------|--------------|-------------|---------------|----------------|
|     | 肉豆蔻酸<br>C14:0 | 棕櫚酸<br>C16:0 | 棕櫚油酸<br>C16:1 | 硬脂酸<br>C18:0 | 油酸<br>C18:1 | 亞麻油酸<br>C18:2 | 次亞麻油酸<br>C18:3 |
| 大豆油 | -             | 11.5         | -             | 4            | 24.5        | 53            | 7              |
| 棕櫚油 | 1.5           | 42           | 0.5           | 4            | 43          | 9             | -              |

## 生質聚酯材料PEF之關鍵前驅物5-HMF開發

### 5-羥甲基糠醛



- 以果糖為原料，透過液體酸 / 固體酸觸媒脫水反應生成高附加價值之生質平台化學物 5-羥甲基糠醛(5-HMF)，是製備生質聚酯材料PEF的重要單體前驅物。
- PEF生質塑膠取代現有PET石化塑膠，因具有減碳效益及更優異的材料性質(阻氣性、耐熱性、機械強度)。

### 製程特色

- 低能耗的反應條件(低碳排放)。
- 反應溶劑可回收重複使用，觸媒可活化使用及後續處理易分離。
- 脫水反應副產物再利用。
- 成功連續生產高純度 5-HMF 6 公斤/月 (HMF > 95%)。



連續式果糖脫水反應系統  
(固體酸觸媒)



連續式果糖脫水反應系統  
(液體酸觸媒)

聯絡人：蔡明蒼 研究員 E-mail：295906@cpc.com.tw 電話：(07)5824141 #7255

# 擁抱海洋碳匯－珊瑚與藻礁復育技術研究

海洋為大自然的寶藏庫，其資源無窮，而海洋物種保育近年來亦受到關注，尤其生物的諾亞方舟－藻礁以及珊瑚受到氣候變遷影響而逐漸遭破壞，因此其復育與保種技術顯得更加重要。而鄰近海岸之永安液化天然氣廠具有得天獨厚之低溫冷排水，相當適合珊瑚復育研究。

## 室內海水再循環式 珊瑚復育養殖流程

於室內建置人工海水再循環式珊瑚養殖設備，模擬珊瑚生長環境，經由實驗取得最佳室內人工養殖條件。

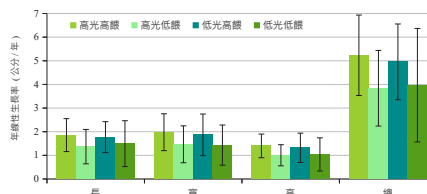
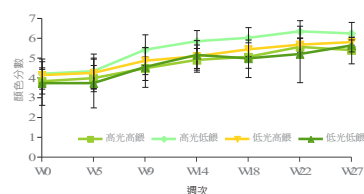


珊瑚於不同光照強度及餵食濃度下量測結果

實驗成果



目前綠能所內建立之海水再循環式珊瑚復育養殖設備及條件，已成功於實驗室內進行珊瑚養殖超過 187 天。整個養殖期間，珊瑚健康體色提升、線性生長率平均為每年生長 4.5 公分，比野外更佳 (<3cm/yr)，顯示此技術及設備為適宜本公司現況之「珊瑚復育養殖平台」。



## 結論

- 本研究成功利用室內海水再循環系統，搭配人工海水進行珊瑚復育養殖，獲得良好復育成效，未來擬延續所使用之最佳養殖條件，並將人工海水置換永安 LNG 冷排水，進一步實驗「LNG 冷排水應用於珊瑚復育養殖」珊瑚復育之可能性，以其實現循環經濟與 SDGs 中「保育及永續利用海洋生態系」的完美結合。
- 未來亦有機會朝向發展育種技術提供國內做為海洋資源教材，更進一步也可以成為海洋碳匯森林。





## HMF分析方法開發與產品檢驗

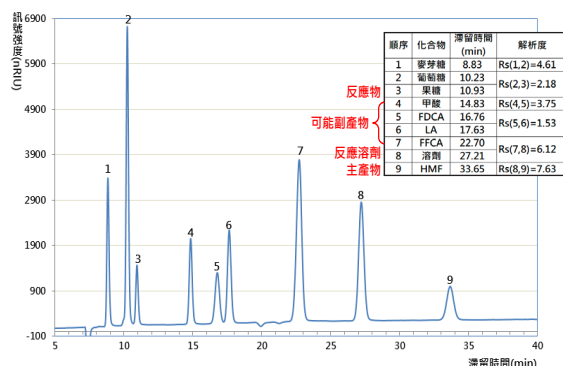
### 簡介

HMF 為一多功能性的化學前驅物，是綠能科技研究所致力發展生質產品的重點項目之一。研發過程伴隨著分析需求，品保驗證組針對反應 / 純化前後的物種變化與產品品質測建立了 HPLC-DAD&RID 以及 DSC 的分析方法，提供了可靠且準確的分析結果，目前已穩定應用於實驗室連續式生產製程之分析，未來可幫助商業化工廠建立最適化之製程條件。

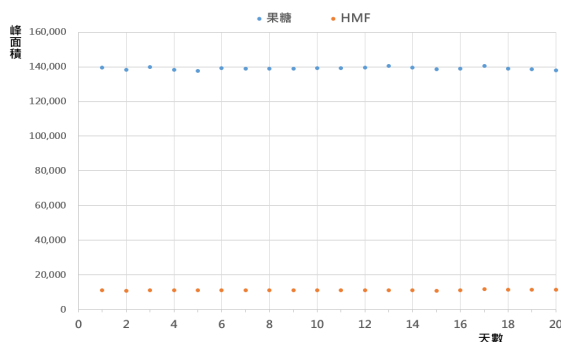
### 分析儀器：HPLC-DAD&RID



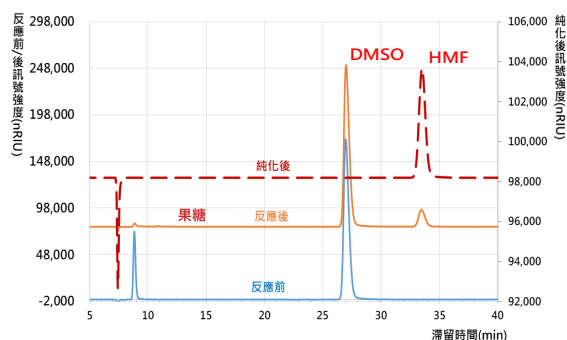
### 方法專一性：層析圖各峰都可基線分離(9成分)



### 方法精密度：20天內重複性佳



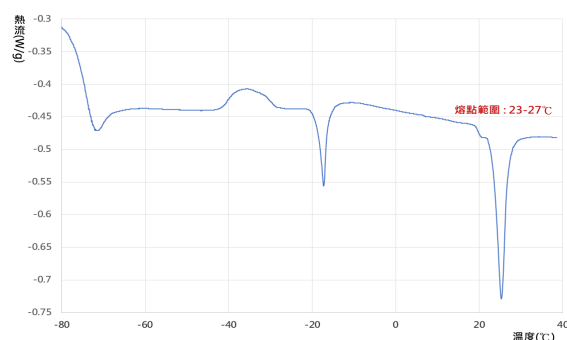
### 實際樣品分析



### 分析儀器：DSC



### 產品熔點



### 結論

本研究建立的 HPLC 系統可監測反應、純化過程中九種成分的變化狀況，特別針對反應物果糖、溶劑 DMSO 和主產物 HMF 進行準確定量。根據 HPLC 與 DSC 的長期分析結果顯示，本所產製之 HMF 最終產物，其純度與熔點物性符合商業產品規格要求。

# 儲能材料與元件之電性量測

## 水力蓄發電和鋰離子電池充放電的原理何其相似!!

**水力發電：**水位差位能機械功儲能，水流動推動發電，**水庫儲水量**決定儲能與發電量，實際發電量則受限於水庫中存放的有效水量，若有汙泥沉積或其它雜物占用水庫體積，則儲能與發電量就會受到影響。  
**鋰電池發電：** $\text{Li}^+$  vs  $\text{Li}^0$  化學能儲能，電動勢差產生電流發電， $\text{Li}^+/\text{Li}^0$  **轉換數量**決定充電量與放電量，實際充（放）電量受限於材料中**存放  $\text{Li}^+$  或  $\text{Li}^0$  有效位置**量，若電池材料異變或其它雜質占用存放位置，則充（放）電量就會受到影響。

➡ 利用電容量評估電極材料儲能特性及材料變異行為

### Comparison: Water Circuit and Electrical Circuit

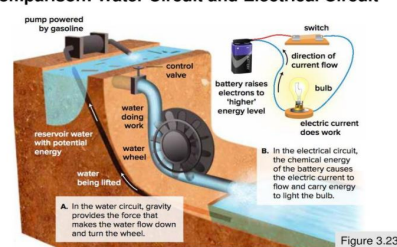
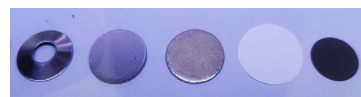


Figure 3.23  
由 Millicent Harrington - <https://slideplayer.com/slide/13754873/85>, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=116644315>

## 電性量測前處理-鈕扣型半電池(外型~水銀電池CR2020)

**三明治多層電池結構**由左向右為下殼、彈片、墊片、鋰片（參考電極為半電池）、隔膜、**負極片或正極片**及上殼，進行組裝灌液壓合而成。

➡ 簡單電池提供電池充放電工作空間，製作完成用夾具上機量測。



## 充放電量測儀-高極電錶+電源供應器；可模組化，建構工作站

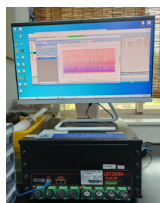
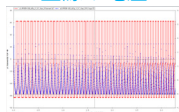
**工作機制：**利用電壓差，產生電流，量測電壓和電流。控制電壓差，間接控制電流，多次充放電循環，可直接評估電池本身效能，或間接評估電池材料之影響。

**電池材料效能評估：**常用恆電流充放電和恆電壓充放電模式，可評估原始儲能材料最大量數目  $\text{Li}^+/\text{Li}^0$  可逆轉換狀況。用 0.2C(5 小時恆電流完成一次理論充電或放電) 或更小恆流充放電，觀察量測  $\text{Li}^+/\text{Li}^0$  電動勢能和有效材料  $\text{Li}^+/\text{Li}^0$  儲放位置數量差異。透過控制充放電電壓的上下限，可避免過度充電和過度放電，造成材料異變。

### 單機型充放電儀

單機型通常配有八通道，每個通道獨立運作，提供即時電壓及電流狀況，可供數據處理資訊化。

迴圈趨勢圖  
紅線：電流  
藍線：電壓



### 電性特徵

**首圈充（放）電量：**電流對時間積分，代表電池材料可以提供最大有效材料  $\text{Li}^+/\text{Li}^0$  儲放位置數。例如：石墨負極 (372mAh/g)，LTO 負極 (160mAh/g)，軟碳負極 (300mAh/g)，正極材料 (140~220mAh/g)。

**首次庫倫效應：**首圈充（放）電量差異比值，鋰離子電池充放電過程，自然會在全新材料界面（例如負極和電解液間）形成與鋰複合鈍化層緩衝，佔用有效材料  $\text{Li}^+/\text{Li}^0$  儲放位置數，導致充（放）電量降低。

**週期壽命：**指定條件下，電容量維持 80% 或 60% 的循環迴圈數，可評估以此材料製作成電池的壽命。

### 模組化充放電儀

單機量測耗時，利用模組配置可提升效率，透過伺服器主機擷取數據，圖塊化說明運作狀況。

圖塊化監控  
紅色：放電  
綠色：充電



### 成果

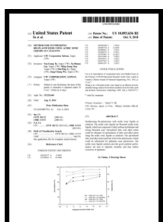
因應綠能材料研發，品保驗證組建立粉體性能及電性量測平台，服務本所儲能材料之原料產品檢驗、製程改善建議、儲能材料電性量測...等；已由傳統石化燃料產品檢驗，逐漸轉型成綠能與高值化的服務。

## 生質化學品製程技術開發及改善

生質化學品製程技術開發，為提高生質化學品產能，評估進行製程放大測試。原使用批次反應合成生質化學品，在製程放大時發現有產物性能下降及劇烈放熱問題，此外該反應為油水兩相反應，攪拌效果也相當關鍵，攪拌不足反應效率不佳，攪拌過度則會有副反應及放熱問題，可使用靜態混合器改善攪拌的問題，因此評估使用微反應器改善前述問題。

**Batch**

1L → 5L → 20L → ? → 100L



- ✓綠色製程
- ✓以酸性離子液體催化
- ✓優異的催化效果
- ✓減廢、觸媒可回收

- ✓攪拌不足→反應效率不佳
- ✓攪拌速度過快→副反應、放熱沸騰

**Micro reactor**

進料A

進料B

Mixer

$T_A$

Micro reactor

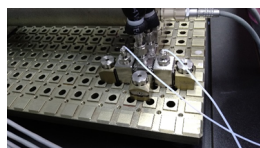
$T_B$

產物

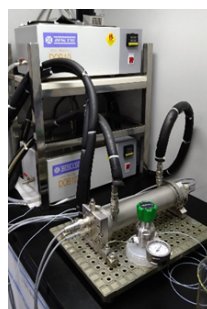


進料

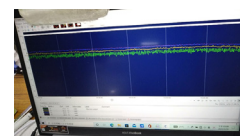
- ✓散熱效果明顯
- ✓大幅縮短反應時間
- ✓無放大效應



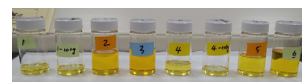
Mixer



Reactor



溫度監測( $T_A$ ,  $T_B$ )



Products

- 轉化率：87%
- 產率：61%

Batch

- 轉化率：83%
- 產率：66%

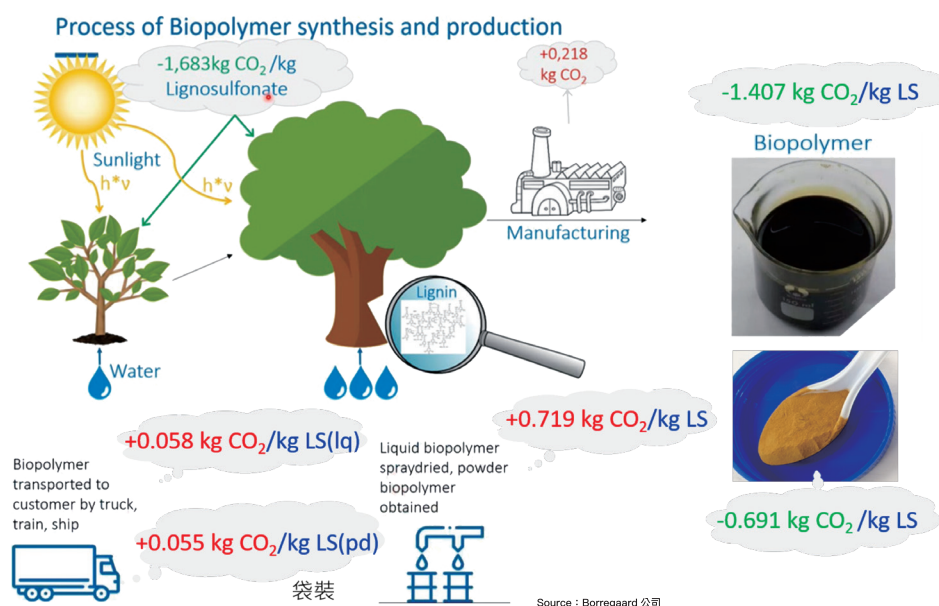


# 生質廢棄物循環再利用於塗料製備

## 成果說明

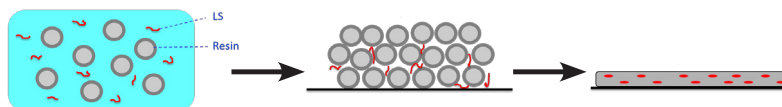
木質素在自然界儲量僅次於纖維素，在造紙工業中採用氫氧化鈉與硫化鈉混合之鹼性藥劑為蒸煮液，木片經蒸煮後，木質素化學結構被改變，經由自由基氧化斷鍵分解為帶有磺酸鹽之聚合物，為造紙業之廢棄物。根據挪威 Borregaard 公司資料顯示，每使用 1 公斤木質素磺酸鹽廢液可減碳 1.407 公斤 CO<sub>2</sub>，因此若能循環再利用這些廢棄生質高分子，不僅可達到循環經濟的目的，亦具有減碳的實質意義。

## 木質素磺酸鹽碳足跡

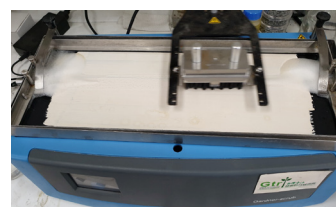
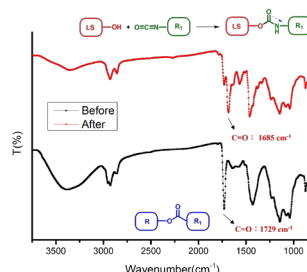
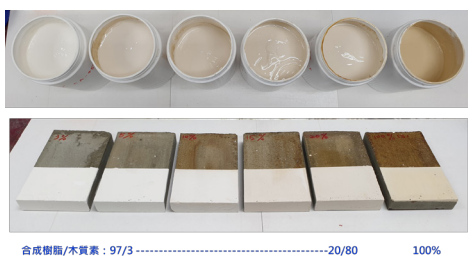


## 生質循環再利用

- 價格便宜 (~ 造紙廢液再利用)
- 水性、無毒、Zero VOC、木質香氣
- 天然生質高分子 (減碳趨勢)



## 木質素塗料配方開發、結構鑑定及物性試驗

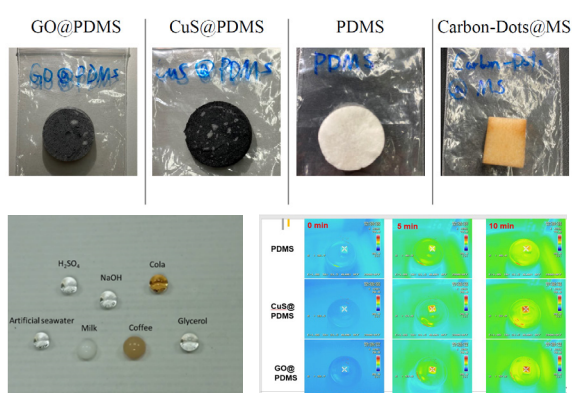
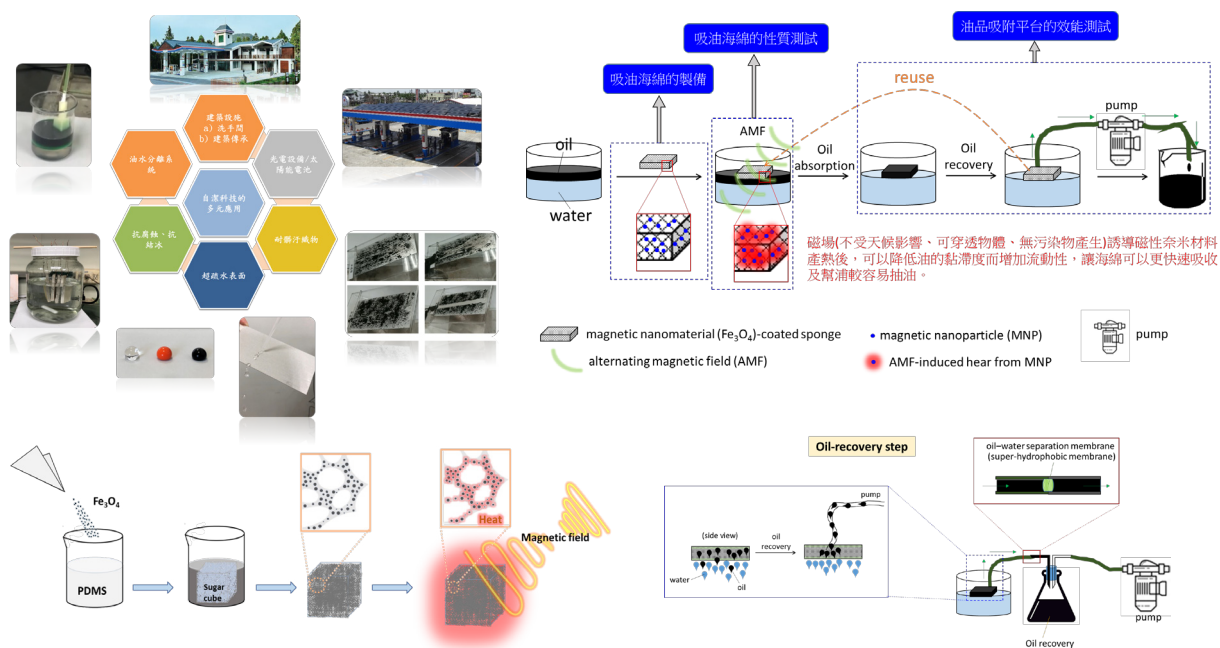


聯絡人：陳嘉弘 研究員 E-mail：295922@cpc.com.tw 電話：(07)5824141 #7332

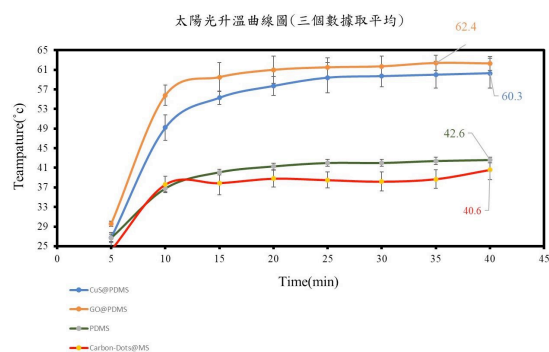


## 高效率油水分離器用於連續分離製程

超疏水性塗料可以 dip coating 於海綿使其具備油包水乳液分離能力。系統可分為 1. 重油升溫 2. 油水分離兩步驟的運作模式。磁生熱連續式抽油系統主要是透過外加交流磁場 (alternating magnetic field, AMF) 對磁性奈米材料修飾之吸油海綿在吸附油後進行加熱，讓海綿在短時間內急速升溫進而讓黏稠性的油變為具有較佳流動性的油，而抽氣幫浦可以更容易地將具流動性的油抽吸至集油容器內，達到可連續重油升溫輸送及高黏度重油分離目的。



### 照光升溫曲線





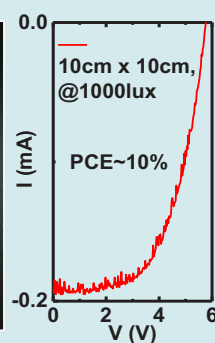
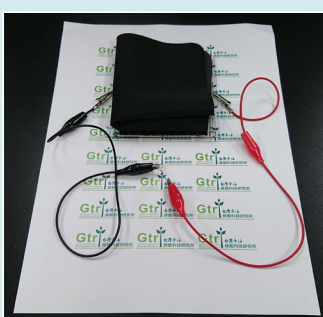
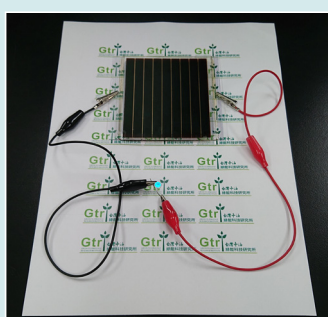


## 鈣鈦礦電池模組

面積 $\geq 5\text{cm} \times 5\text{cm}$  自行設計製造 全真空鍍膜 半自動封裝 單次多片生產



室內弱光應用 發明專利佈局



聯絡人：黃冠傑 研究員 E-mail：295973@cpc.com.tw 電話：(07)5824141 #7212