



CLEAN
ENERGY

循環經濟研究室

國立臺北科技大學土木工程系 陳映竹副教授團隊
2021年8月 更新



1 研究主軸與國家發展政策

2 實驗室設備

3 歷年研究成果

4 產學合作對象及議題

5 未來發展方向



陳映竹博士

研究領域

Circular economy 循環經濟
Clean water technology 潔淨水資源技術
Green energy development 綠色能源研發
Greenhouse gas mitigation and adaptation
溫室氣體減量與調適

重要學經歷

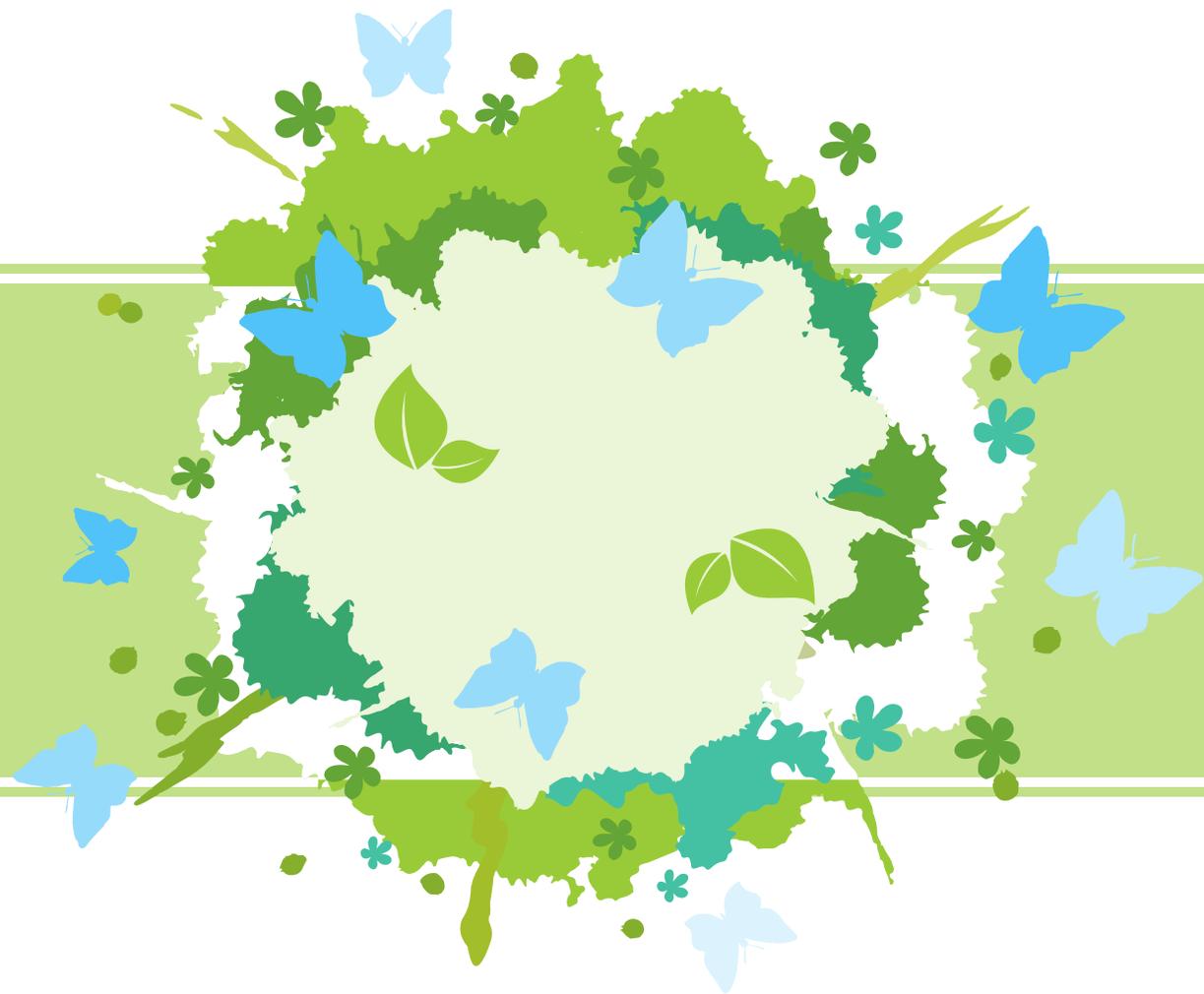
- ◆ 國立臺北科技大學土木工程系/防災研究所 專任副教授(2021/02~)
- ◆ 國立臺北科技大學土木工程系/防災研究所 專任助理教授(2018/08~2021/01)
- ◆ 國立臺北大學自然資源與環境管理研究所 專案副教授(2017/08~2018/07)
- ◆ 國立臺北大學自然資源與環境管理研究所 專案助理教授(2014/08~2017/07)
- ◆ 行政院環境保護署廢棄物管理處 薦任技士(2012/11~2014/07)
- ◆ 行政院環境保護署環境監測與資訊處 薦任技佐(2011/03~2012/10)
- ◆ 國立臺灣大學環境工程學研究所 博士(2006/09~2011/01)
- ◆ 國立中興大學土壤環境科學系 學士(2002/09~2006/06)
- ◆ 環境工程技師。

社會服務經歷

- ◆ 桃園市政府第二、三、四屆環境影響評估審查委員會委員。(2017/03/26~2023/03/25)
- ◆ 宜蘭縣政府第十一屆環境影響評估審查委員會委員。(2020/06/01~2022/05/31)
- ◆ 臺北市空氣污染防治基金管理委員會委員。(2019/08/05~2021/08/04)
- ◆ 桃園市第三屆水污染防治基金管理委員會委員。(2020/07/01~2022/06/30)
- ◆ 108~111年度桃園市政府公民營廢棄物處理機構評鑑委員。(2019/01/01~2022/12/31)
- ◆ 110~111年度桃園市工程品質督導小組委員。
- ◆ 桃園市政府非都市土地專責審議區委員會委員。
- ◆ 桃園市垃圾焚化廠回饋金蘆竹區運用管理及營運監督委員會第3屆委員。
- ◆ 台灣中油股份有限公司108年新進博士級職員甄試口試委員。(2020/02/16)
- ◆ 環境工程學會監事。(109/12/27~111/12/26)
- ◆ 中國工程師學會女性工程師委員會委員。(2021/02/19~2022/12/18)



研究主軸



- ◆ 能源自主、多元為一國能源安全之重要指標，臺灣應建構「潔淨」、「穩定」、「具經濟競爭力」的能源供應，創造跨世代能源、環保與經濟的三贏願景。
- ◆ 生質能採「發展高效率生質燃料轉換技術」，藉由推廣高效率生質燃料轉換技術與應用，降低生質燃料成本，提升生質能有效利用率。
- ◆ LID(Low Impact Development)低衝擊工法概念上是以分散式、小規模在源處理設計。通過滲透、過濾、貯存、蒸發及延遲逕流工程設計並結合都市土地規劃、景觀等面向，以達成改善水質、減少暴雨逕流量之目標。



實驗室設備



前處理技術設備



熱擠壓成型機
造粒機

水洗設備



研磨機

烘箱

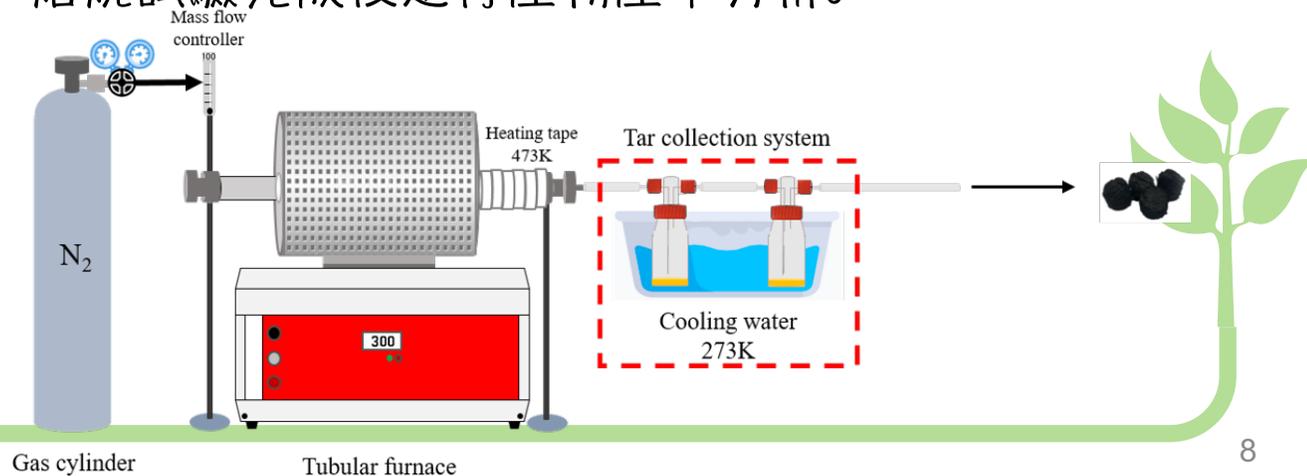


熱處理技術設備

管狀高溫爐



- ◆ 分析項目：材料燃燒特性。
- ◆ 1. 秤取造粒完成之樣品約 3 g，以船型坩堝承載至石英管中央，石英管兩端以不銹鋼封套及O型環做密封。
- ◆ 2. 通入100 mL/min之氮氣60分鐘，使石英管內充滿氮氣氣氛。
- ◆ 3. 開啟水平式管狀高溫爐之電源，設定其試驗參數，進行程序加溫。
- ◆ 4. 開啟加熱帶之電源，設定其控制溫度200 °C使氣體保持於恆定溫度，後端並設置液相產物冷凝系統，待焙燒試驗完成後進行產物產率分析。

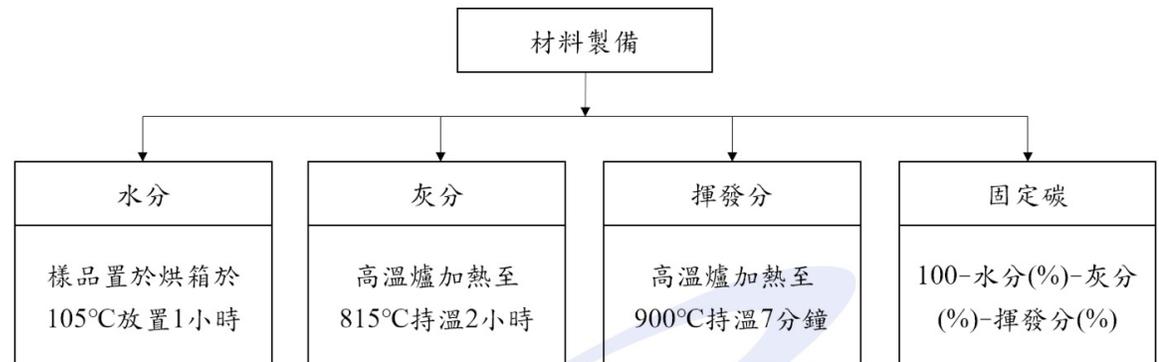


熱處理技術設備

管狀高溫爐

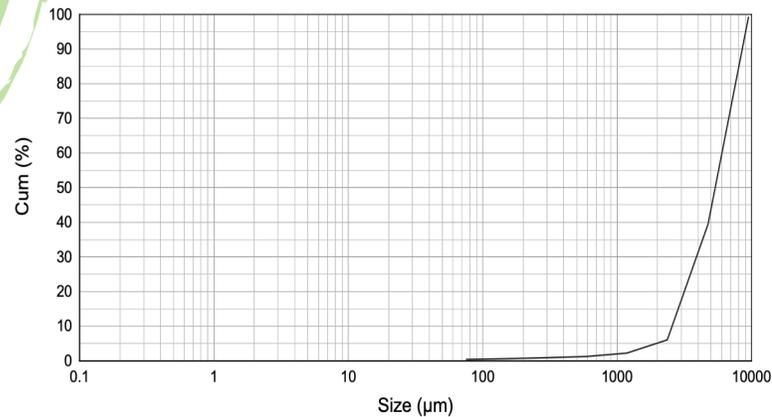


- ◆ 分析項目：近似分析(水分、灰分、揮發分、固定碳)。
- ◆ 最高溫度：達 1100°C或(含)以上。
- ◆ 內容積：7L。
- ◆ 外部尺寸：600(H) x 390 (W) x 500 (D) mm。
- ◆ 輸出功率：1,300~2,300W。

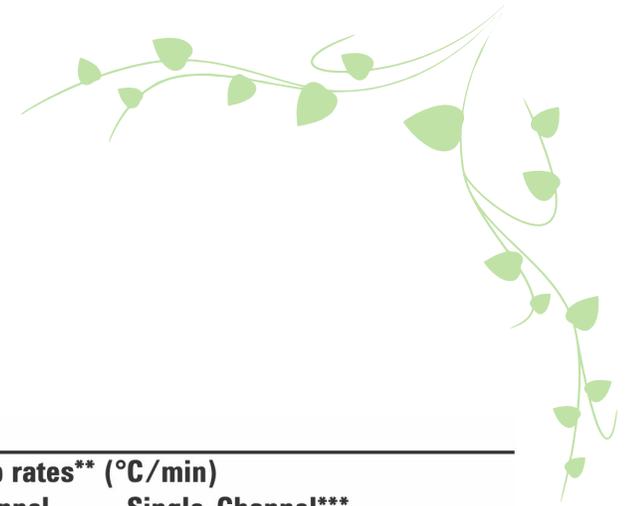


粒徑分析儀

- ◆ 分析項目：材料粒徑。
- ◆ 分析範圍：粒徑 $6\ \mu\text{m}$ 以下之樣品。
- ◆ 原理為利用雷射照射到液體中呈現布朗運動的樣品顆粒所產生的波動散射光，並透過測量光強度以換算粒子粒徑大小，每次實驗需要使用之樣品量較多，打開儀器後將樣品置入，注入分散液開始循環即可得到粒徑分布圖。



氣體偵測技術



Agilent 7890B



Agilent Technologies

Authorized Distributor

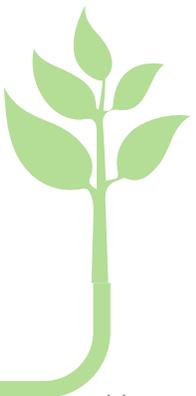
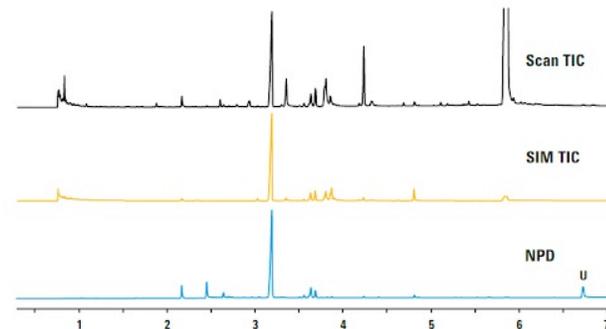
Table 1. Typical 7890B GC Oven Ramp Rates

Temperature range (°C)	120 V Oven* rates (°C/min)	Fast ramp rates** (°C/min)	
		Dual-Channel	Single-Channel***
50 to 70	75	120	120
70 to 115	45	95	120
115 to 175	40	65	110
175 to 300	30	45	80
300 to 450	20	35	65

* Results obtained with line voltage maintained at 120V

** Fast ramp rates require power > 200 volts at > 15 Amps.

***Requires G2646-60500 oven insert accessory.



水中離子偵測技術

Metrohm Eco IC



- ◆ 依據環檢所公告之標準方法「水中陰離子檢測方法－離子層析法」(NIEA W415.54B)，使用離子層析儀測定洗滌溶液之水溶性氯離子之溶出特性。
- ◆ 分析項目：陽離子－鋰(Li^+)、鈉(Na^+)、銨(NH_4^+)、鉀(K^+)、鈣(Ca^{2+})、鎂(Mg^{2+})等；陰離子－硫酸根(SO_4^{2-})、硝酸根(NO_3^-)、氯(Cl^-)等。
- ◆ 偵測範圍：陽離子偵測至少可達50 ppb。



水質分析設備



分光光度計



攜帶式水質比色儀 Smart3



YSI水質檢測儀

葉綠素螢光儀



紫外光可見光光度計

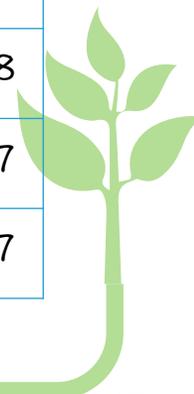


歷年研究成果



碩博士論文議題

研究生姓名	論文題目	領域	畢業年份
陳立軒(職)	以EPANET模型建立小區自來水管弱點檢測及漏水量控制對策	水	110
涂家欣	無害廢棄物應用於呈層複合土壤系統提升水質淨化成效	水	110
許瀚升	以藻藍蛋白及葉綠素a評估地面水體優養化之指標	水	110
陳俐云 (環工所共導)	廚餘除氯洗滌技術製備固態衍生燃料之研究	固	110
劉小嫻 (環工所共導)	以系統動態學模擬生質能源中心對區域性廢棄物管理之影響	固、管	109
陳子安	臺北市建構田園城市綠屋頂對都市保水之環境效益分析	水	108
畢凱泳	呈層複合土壤水質過濾系統之鐵離子釋出潛勢及其去除機制	水	108
謝鎮謙	校園生態河道水質調查與改善建議—以臺北科技大學為例	水	108
宋孟諺	台灣水庫集水區健康指標建立之研究	水、管	107
周思宇 (環工所共導)	以焙燒咖啡渣研製生質燃料之研究	固	107



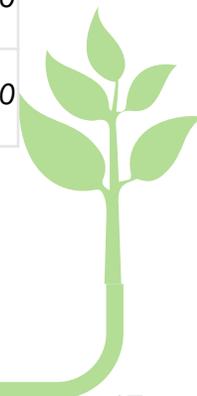
執行計畫(科技部)

序號	計畫名稱	計畫內擔任之工作	起迄年月	執行情形	經費總額
1	以五設一體研發整合有機與無機資源製作固體回收燃料之設備技術(110-2621-M-027 -001 -MY3)	計畫主持人	2021/08/01-2024/07/31	執行中	NT\$4,775,500
2	以能源正義角度評估氣候變遷對都市焚化廠、掩埋場、生質能源中心等能源設施之衝擊(MOST 109-2621-M-027-001-)	計畫主持人	2020/08/01-2021/07/31	已完成	NT\$848,000
3	以常態化差異植生指數與色素分析建立多元水資源優養化管理評估工具(MOST 108-2621-M-027-002-)	計畫主持人	2019/08/01-2020/07/31	已完成	NT\$675,000
4	以循環經濟建立廢棄資源再利用作為生質煤之能源效率最佳化及市場價值評估－以咖啡渣為例(MOST 107-2621-M-027 -002-)	計畫主持人	2018/08/01-2019/07/31	已完成	NT\$885,000
5	水、能源與糧食安全之鏈結－方法探討、風險管理、實質解決方案與工具開發(MOST 107-2627-M-002-015-)	共同主持人	2018/08/01-2019/07/31	已完成	NT\$7,500,000
6	結合系統動態學與生命週期評估評估一般廢棄物之環境成本效益與氣候變遷調適策略(MOST 106-2621-M-305-003-)	計畫主持人	2017/08/01-2018/07/31	已完成	NT\$636,000
7	水、能源與糧食安全之鏈結－方法探討、風險管理、實質解決方案與工具開發(MOST 105-2627-M-002-028)	共同主持人	2017/08/01-2018/07/31	已完成	NT\$7,500,000
8	垃圾焚化處理之能源效率提升及溫室氣體排放潛勢探究(MOST 105-2623-E-305-002-ET)	計畫主持人	2016/01/01-2016/12/31	已完成	NT\$1,179,000
9	水、能源與糧食安全之鏈結－方法探討、風險管理、實質解決方案與工具開發(MOST 105-2627-M-002-038)	共同主持人	2016/08/01-2019/07/31	已完成	NT\$7,500,000
10	以失效分析與可靠度評估我國廢棄物轉製能源焚化系統(MOST 104-2621-M-305-002)	計畫主持人	2015/08/01-2016/07/31	已完成	NT\$521,000
11	整合生態系統服務評估於水資源政策規劃之研究(MOST 104-2621-M-002-027)	共同主持人	2015/08/01-2018/07/31	已完成	NT\$2,908,000
12	微波誘發環境友善資材之研發與應用(NSC98-2221-E-002-040-MY3)	研究人員	2009/08/01-2012/07/31	已完成	NT\$4,924,000



執行計畫

序號	計畫名稱	計畫內擔任之工作	起迄年月	補助或委託機構	執行情形	經費總額
1	石碇永安茶香新源USR計畫	共同主持人	2021/03/01~2021/12/31	國立臺北科技大學	執行中	NT\$300,000
2	以微奈米氣泡反應器及生物離子液處理含氯污染地下水：研究型試驗	計畫主持人	2021/03/19~2022/02/28	行政院環境保護署	執行中	NT\$1,220,000
3	110-111年度水庫集水區保育治理重大計畫成效評估(1/2)	共同主持人	2021/01/07~2021/12/15	經濟部水利署	執行中	NT\$3,680,000
4	108-109年度水庫集水區保育治理重大計畫成效評估(2/2)	協同主持人	2019/01/07~2020/12/15	經濟部水利署	已完成	NT\$3,280,000
5	108-109年度水庫集水區保育治理重大計畫成效評估(1/2)	協同主持人	2019/01/07~2019/12/15	經濟部水利署	已完成	NT\$3,010,000
6	臺北市邁向田園城市對氣候變遷調適及環境效益分析	計畫主持人	2018/01/14~2019/12/15	台北市政府工務局	已完成	NT\$490,000
7	以循環經濟評估水泥製造業協同處理一般廢棄物之經濟、環境、能源供給最適方案	計畫主持人	2018/04/09~2018/11/30	國立臺北大學	已完成	NT\$211,000
8	教育部補助大專校院氣候變遷調適專業融入教學課程計畫	計畫主持人	2016/08/01~2017/07/31	教育部	已完成	NT\$80,000

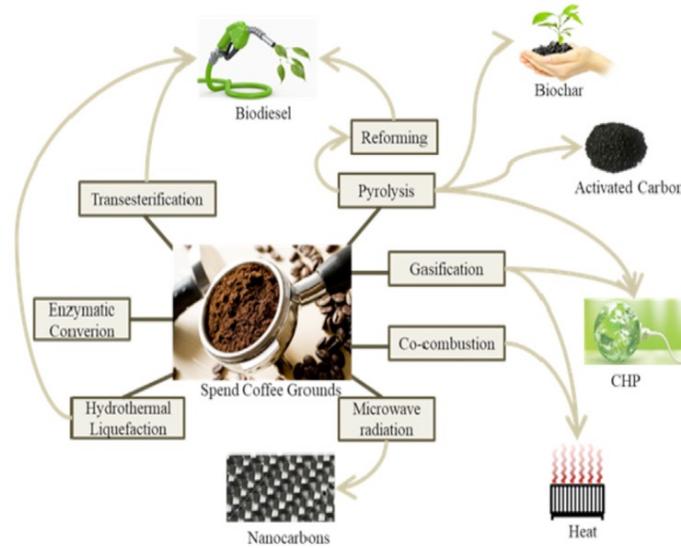


執行計畫

序號	計畫名稱	計畫內擔任之工作	起迄年月	補助或委託機構	執行情形	經費總額
9	廢棄物轉製能源技術研發及其對環境生態影響探究	計畫主持人	2015/01/01~2015/11/30	國立臺北大學	已完成	NT\$60,000
10	強化事業廢棄物再利用管理工作計畫(EPA-103-H102-02-232)	計畫承辦人	2014/03/18~2014/12/13	行政院環境保護署	已完成	NT\$9,400,000
11	整合事業廢棄物再利用管理工作計畫(EPA-102-H103-02-234)	計畫承辦人	2013/03/22~2013/12/31	行政院環境保護署	已完成	NT\$8,100,000
12	健全事業廢棄物再利用管理制度計畫(EPA-102-H102-02-233)	計畫承辦人	2013/01/23~2013/12/31	行政院環境保護署	已完成	NT\$4,850,000
13	推動安定化無害化廢棄資源物填海造島(陸)(EPA-102-H103-02-242)	計畫承辦人	2013/03/13~2013/12/31	行政院環境保護署	已完成	NT\$8,723,000
14	鋼鐵基本工業、鋁熔煉業集塵灰及事業污泥清理查核專案工作計畫(EPA-102-H102-02-243)	計畫承辦人	2013/01/15~2013/12/31	行政院環境保護署	已完成	NT\$3,850,000
15	100~101年度空氣品質監測站網運轉維護例行性計畫(EPA-100-L102-02-201)	計畫承辦人	2011/07/01~2012/06/30	行政院環境保護署	已完成	NT\$115,000,000

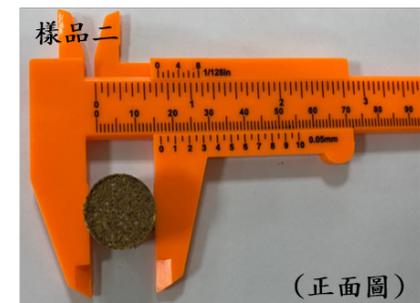
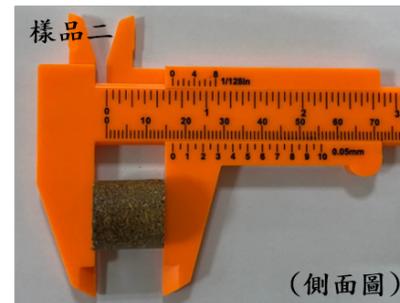
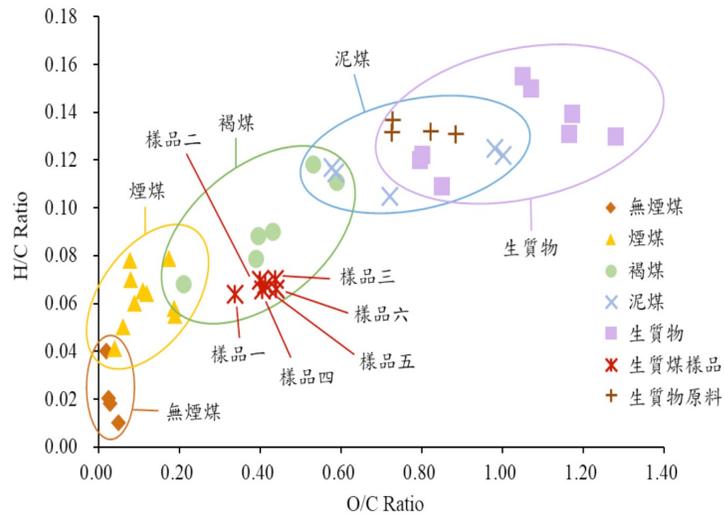


咖啡渣再利用



重要研究成果

- ◆ 50%咖啡渣加上松木屑研製之生質煤平均熱值可達最高6,942.89 kcal/kg。
- ◆ 松木屑摻配比例至少要50%才能成功造粒。
- ◆ 本團隊研製之生質煤樣品熱值等同於高揮發份煙煤C之等級。
- ◆ 生質煤樣品之碳含量介於66.29–71.15 wt%、硫含量及氯含量皆為0.00 wt%，樣品於燃燒時無生成戴奧辛及氯化氫之風險。

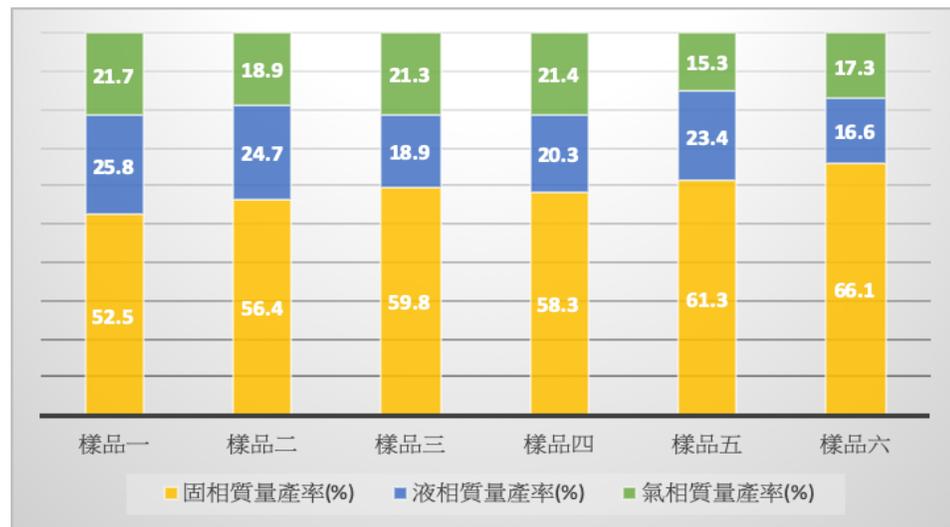
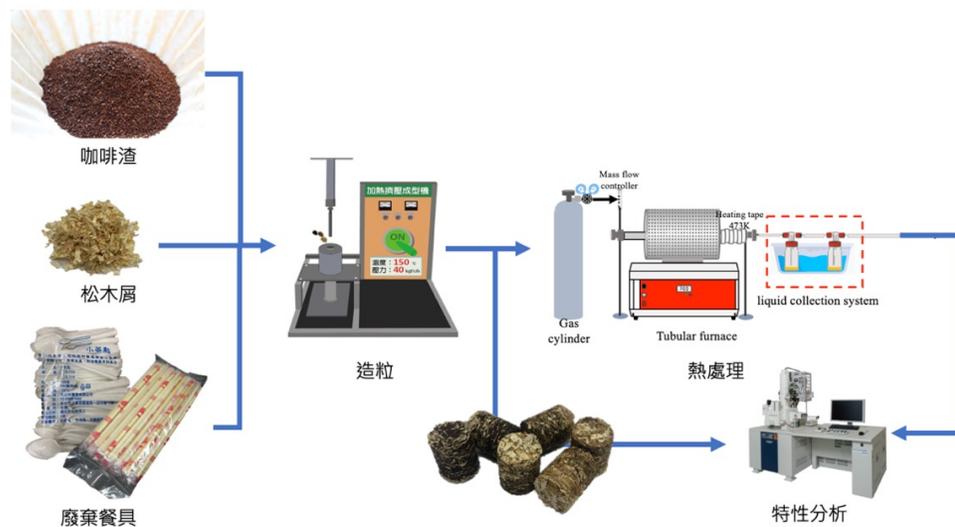



中華民國專利證書
 發明第 I 662119 號
 發明名稱: 咖啡渣生質燃料的製作方法
 專利權人: 國立臺北科技大學
 發明人: 陳映竹、曾昭衡、周思宇
 專利權期間: 自2019年6月11日至2038年11月25日止
 上開發明業經專利權人依專利法之規定取得專利權
 經濟部智慧財產局 局長 **洪淑敏**
 中華民國 108 年 6 月 11 日

注意: 專利權人未依法繳納年費者, 其專利權自原繳費期限屆滿後消滅。



廢棄物黏著劑

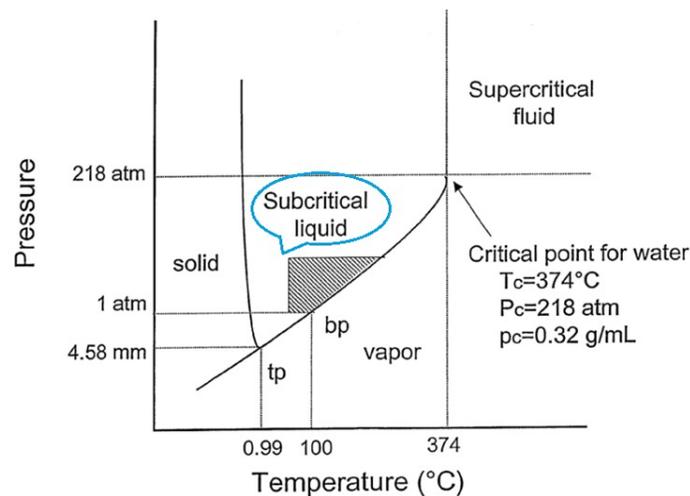


重要研究成果

- ◆ 木竹筷及塑膠湯匙可取代松木屑作為黏著劑。
- ◆ 相較於松木屑，以免洗筷研製之生質煤黏合劑比例可自50%降低至10%，平均熱值介於5,300 – 6,300 kcal/kg之間。
- ◆ 若以相同比例PP塑膠湯匙原料置換免洗筷，生質煤之熱值約可提高200 kcal/kg。
- ◆ 混合咖啡渣、免洗筷及PP塑膠湯匙，可提升更多的熱值至6,300 kcal/kg，優於咖啡渣與松木屑混合造粒之生質煤。



除氯水洗技術



重要研究成果

- ◆ 花蓮市廚餘氯鹽平均濃度為2,868 ppm、吉安鄉為2,630 ppm，遠高於一般廢棄物推估值(700 ppm)。
- ◆ 去離子水較氫氧化鈣溶液能洗除水中氯離子。
- ◆ 水洗兩次為最佳經濟效益，水洗第三次能有效降低水中色度問題。

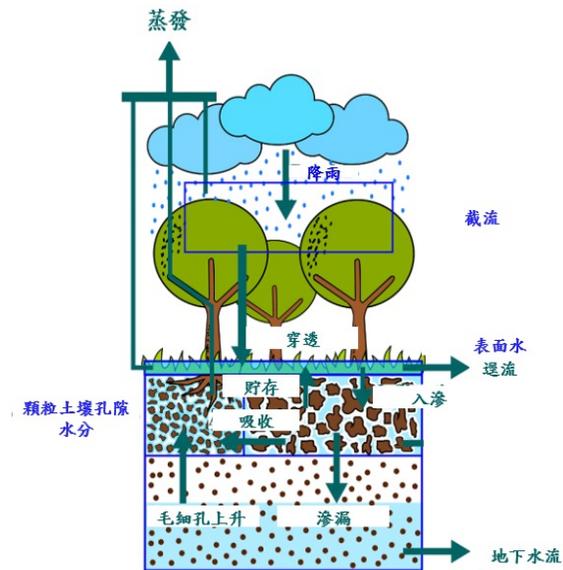
去離子水	洗滌次數 (20min/ 次)	溫度 = 25 L/S = 5	溫度 = 25 L/S = 10	溫度 = 25 L/S = 20	溫度 = 25 L/S = 30	氫氧化鈣 溶液	洗滌次數 (20min/ 次)	溫度 = 25 L/S = 5	溫度 = 25 L/S = 10	溫度 = 25 L/S = 20	溫度 = 25 L/S = 30
		1	418.8	213.6	120.16			75.62	1	455.5	219.2
2	94.25	29.21	13.7	5.48	2	60.43	23.8	12.12	5.12		
3	28.56	10.67	-	-	3	24.07	8.39	-	-		



田園城市

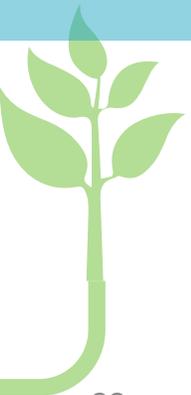
設計降雨	降雨型態	逕流削減率(%)	延緩逕流峰值時間(分鐘)
重現期5年連續降雨90分鐘	短延時強降雨	24	10
重現期5年連續降雨24小時	長延時強降雨	12	20
重現期25年連續降雨90分鐘	短延時強降雨	25	9
重現期25年連續降雨24小時	長延時強降雨	10	20
重現期50年連續降雨90分鐘	短延時強降雨	21	12

配方	內容(v/v)
1	泥炭土：蛭石：真珠石 = 3 : 1 : 1
2	有機培養土：椰纖：米糠 = 2 : 1 : 1
3	泥炭土：椰纖：真珠石 = 6 : 3 : 1
4	砂質壤土：有機培養土：蛭石 = 5 : 3 : 2

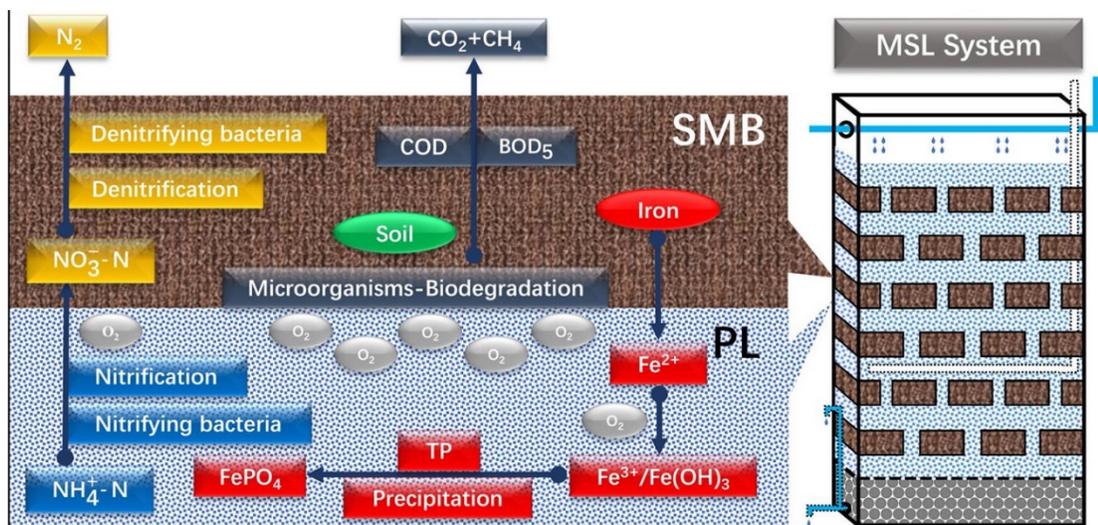


重要研究成果

- ◆ 臺北市田園城市總保水量達50,550.7立方公尺，相當於20座標準游泳池的蓄水量。
- ◆ 短延時強降雨或長延時強降雨的降雨事件，皆有10至25%之逕流削減效益。
- ◆ 綠屋頂對於短延時強降雨事件可以延緩約10分鐘的逕流峰值發生時間，對於長延時的強降雨事件則可以延緩約20分鐘的逕流峰值發生時間，建置綠屋頂對長延時強降雨的延緩效益較佳。

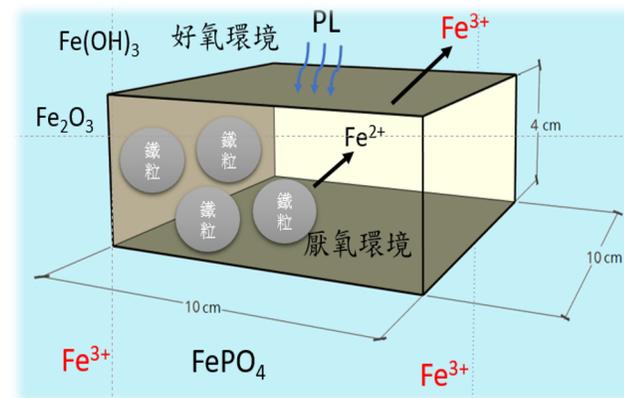
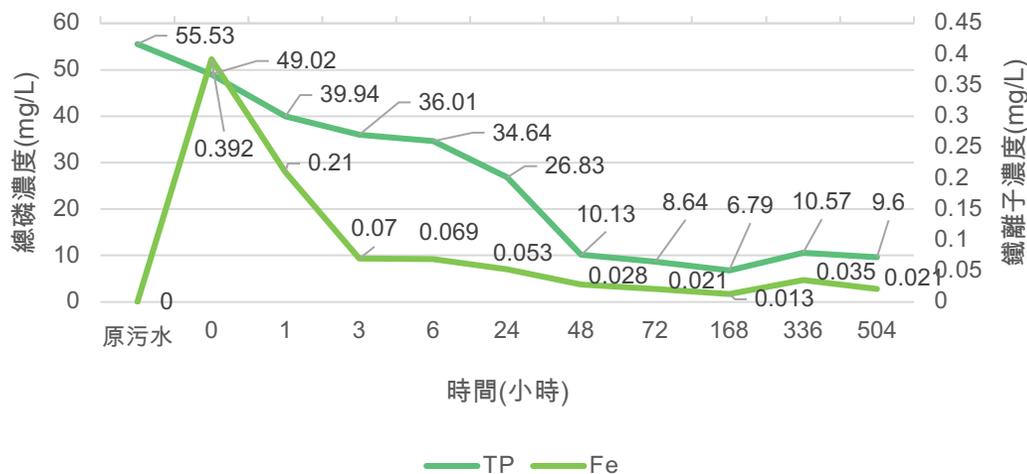
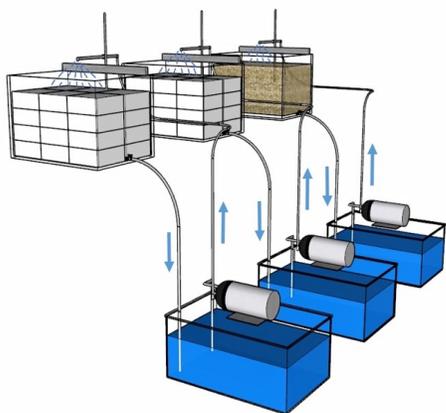


水質淨化技術

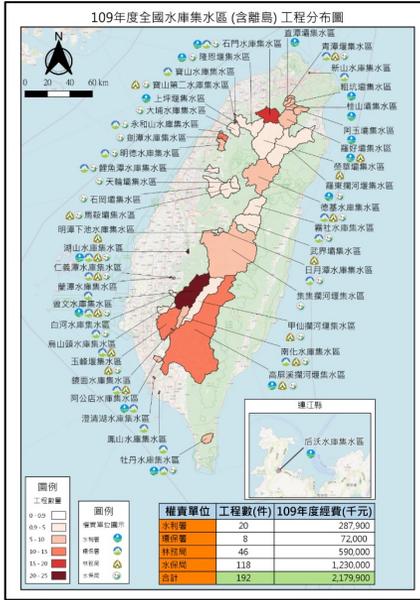
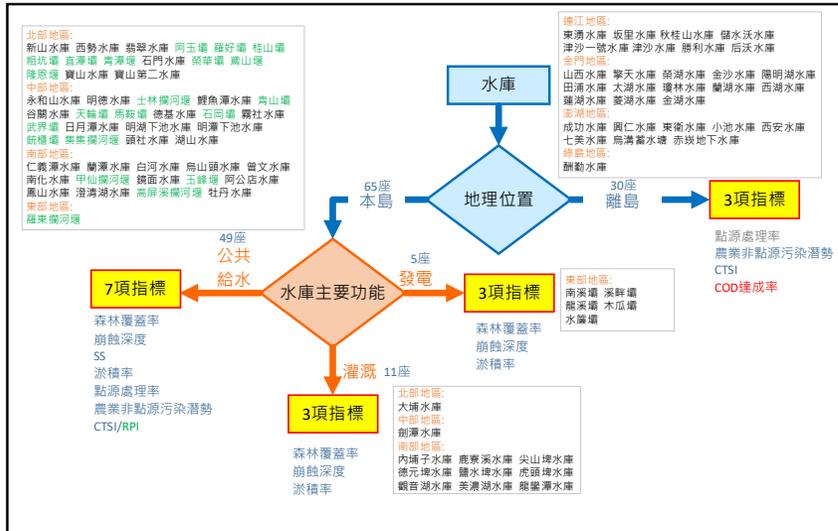


重要研究成果

- ◆ 從MSL系統的總磷去除率達82.71%。
- ◆ SMB層(鐵粒)與SMB層(紅土)的色度各為118.64 mg/L與70.09 mg/L，具色度問題待解決。
- ◆ 添加聚麩胺酸去除率可達84.13至99.59%，其中以0.60克聚麩胺酸之去除率最高。



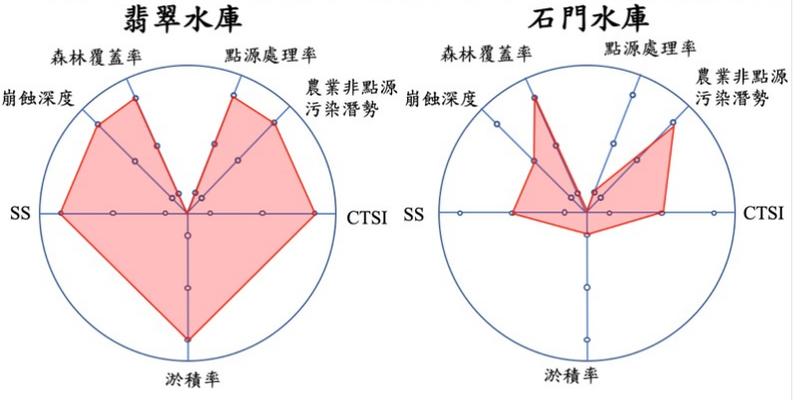
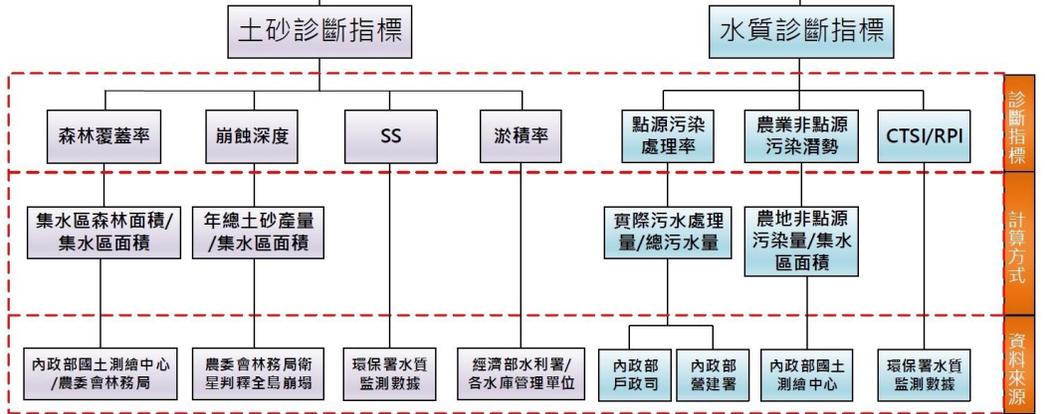
水庫集水區保育健檢



重要研究成果

- ◆ 全國水庫可依照土砂及水質診斷指標分為7項次指標。
- ◆ 北部水庫整體健檢結果比南部水庫佳。
- ◆ 生態檢核應分級管理制度並於規劃設計階段即邀請生態領域專家學者參與討論。

水庫集水區保育診斷指標



產學合作對象及議題



廢棄物產氯及除氯機制之研究 (NT\$50萬)

1. 執行至少 20 件樣品分析得知案場廢棄物焚化可能產生 Cl 之高風險污染物，及其液相、氣相氯離子含量。
2. 提供廢棄物除氯之最佳作業程序建議，包含溫度、濃度、固液比、反應時間等參數條件。
3. 專案書面報告 1 份含相關檢驗報告，續提 2020 年 12 月科技部產學合作計畫。
4. 5 小時以內配合案場輔導、交流、宣傳等成果分享。

大乃綠
循環科技股份
有限公司

以微奈米氣泡反應器及生物離子液處理含 氯污染地下水:研究型試驗(NT\$112萬)

1. 針對不同含氯溶劑/有機物地下水種類，試驗生物離子液最佳之添加量。
2. 驗證製造微奈米氣泡有助於提升含氯溶劑/有機物地下水污染之去除效率。
3. 本研究方法較對照組(EOS)對於含氯溶劑/有機物地下水污染之去除率可優於20%以上。
4. 本研究方法可有效縮短20%以上之整治期間及生物基質使用量，進而降低20%以上整治處理成本。

呈層複合土壤水質過濾系統中鐵 離子之處理技術(NT\$20萬)

1. 對於呈層複合土壤過濾系統中鐵離子反應機制提供明確之探討。
2. 呈層複合土壤過濾系統出流水，提出降低鐵離子濃度之技術。
3. 建議本土化材料取代呈層複合土壤過濾系統中鐵粒之用途，且維持污染去除效率。

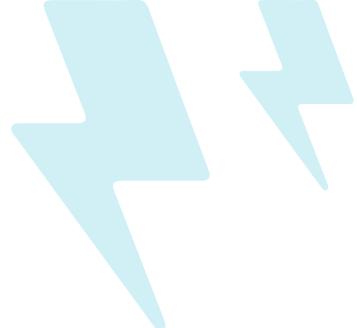
美商傑明股
份有限公司

環基環境永續
股份有限公司



未來發展方向





含氯測定、含汞測定、熱值測定、造粒、黏著劑研發

紙餐具、廚餘、口罩、茶葉渣、咖啡渣等

固體回收料
SRF

資收物
高值化

水資源管理

重金屬去除、土壤淨化系統、水庫保育健檢、生態檢核

綠色設施
Green
Infrastructure

田園城市、環境監測