

112 年度政府科技發展計畫 績效報告書 (D006)

計畫名稱：綠能產業應用技術發展計畫(3/4)

執行期間：

全程：自 110 年 1 月 1 日 至 113 年 12 月 31 日止

本期：自 112 年 1 月 1 日 至 112 年 12 月 31 日止

主管機關：核能安全委員會

執行單位：國家原子能科技研究院

目 錄

【112 年度政府科技發展計畫期末績效報告基本資料表(D003)】 ..1	
第一部分	11
壹、目標與架構	12
一、總目標及其達成情形	12
二、架構	21
三、細部計畫與執行摘要	30
貳、經費執行情形	41
一、經資門經費表 (E005)	41
二、經費支用說明	42
三、經費實際支用與原規劃差異說明	42
第二部分	43
壹、成果之價值與貢獻度	44
貳、檢討與展望	52
參、其他補充資料	53
一、跨部會協調或與相關計畫之配合	53
二、大型科學儀器使用效益說明	53
三、其他補充說明(分段上傳)	53
附表、佐證資料表	54

【112 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】

審議編號	112-2001-02-30-01				
計畫名稱	綠能產業應用技術發展計畫(3/4)				
主管機關	核能安全委員會				
執行單位	國家原子能科技研究院				
計畫主持人	姓名	魏華洲	職稱	研究員兼所長	
	服務機關	國家原子能科技研究院			
	電話	03-4711400#5300	電子郵件	hwajou@nari.org.tw	
計畫類別	☒ 政策計畫 ☐ 一般計畫 ☐ 基礎研究 ☐ 前瞻計畫				
重點政策項目	☐ 數位經濟與服務業科技創新 ☐ 亞洲・矽谷 ☐ 智慧機械 ☒ 綠能產業 ☐ 生醫產業 ☐ 國防產業 ☐ 新農業 ☐ 循環經濟圈 ☐ 晶片設計與半導體前瞻科技 ☐ 文化創意產業科技創新 ☐ 其他_____				
前瞻項目	☐ 綠能建設 ☐ 數位建設 ☐ 人才培育促進就業之建設				
計畫群組及比重	生命科技___% 環境科技 <u>100%</u> 資通電子___% 工程科技___% 人社科服___% 科技政策___% 請依群組比重填寫，需有比重最高之群組，且加總須 100%。				
執行期間	112 年 1 月 1 日 至 112 年 12 月 31 日				
全程期間	110 年 1 月 1 日 至 113 年 12 月 31 日				
資源投入 (以前年度 請填決算數)	年度	經費(千元)		人力(人/年)	
	110	36,226		31.5	
	111	32,423		30	
	112	28,388		30	
	113	27,000		29	
	合計	124,037		121.5	
	112 年度	經費項目	預算數(千元) (流用前)	決算數(千元) (實支數+保留數)	執行率(%)
	經常	人事費			
		材料費			

		門	其他經常支出			
			小計	14,463	14,452	99.92
		資本門	土地建築			
			儀器設備			
			其他資本支出			
			小計	13,925	13,910	99.89
			經費合計	28,388	28,362	99.91
政策依據	1. PRESTSAIP-0105GR0301000000：綠能科技產業推動方案：（一）綠能科技聯合研究中心：將結合國內學術機構、法人、國營事業及產業界，並以創能、節能、儲能和系統整合四大主軸，進行綠能技術發展。 2. PRESTSAIP-0105GR0302000000：綠能科技產業推動方案：（二）綠能科技示範場域：做為綠能科研成果的驗證及示範場域，包括原型製作、應用測試及系統驗證，有效結合科研與產業，達到「以產業需求帶動研發能量，以研發能量驅動產業發展」的發展目標。 3. NSTP-20210302010000：國家科學技術發展計畫(民國 110 年至 113 年)(會議版);3-2-1.創新模式發展綠色經濟。 4. NSTP-20210302030000：國家科學技術發展計畫(民國 110 年至 113 年)(會議版);3-2-3.推動循環材料創新研發。 5. PRESTSAIP-010905000000000：六大核心戰略產業推動方案;綠電及再生能源產業。					
本計畫在機關施政項目之定位及功能	國家原子能科技研究院 (以下簡稱：國原院)以政府能源科技國家級實驗室為定位，支援國家能源政策之策略規劃，並以開發能源技術多樣化以及能源技術產業化推廣為任務。引以為傲的是國原院深耕於再生能源技術研發多年，多項領域已達到國際化的技術水準，深具產業競爭力並已技轉內外廠家。因此本計畫除將持續專注於政府綠能政策中的再生能源技術開發，同時致力於整合綠能深化研發計畫之研發成果，強化並加速綠能推廣及產業化。 國原院積極投入新能源開發與應用領域，包含節能除濕潔淨轉輪、自主技術鈦電池模組、PHAs 聚酯類生物可分解塑膠、固態氧化物燃料電池、自主風機葉片檢測等具產業化潛力之綠能科技為目標，同時亦將連結至中游之綠能科技示範場域以展現技術研發成果及落實產業化目標。 本計畫篩選國原院之研發成果中最具短期內可產業化的重點發展技術，以既有技術基礎進行強化，提供驗證及測試平台，結合產業建立國產化關鍵技術，進行示範應用驗證，再藉由合作研究或先期參與授權等模式，建立測試系統，共同進行技術整合及工程設計等研究。另					

	一方面，亦將同時引領國內產業，於示範場域合作建置具規模之示範系統並進行運轉驗證，以消除技術風險性，提升產業投入綠能產業發展之信心。		
計畫摘要	本計畫配合國家綠能政策及產業發展需求缺口，篩選國原院之研發成果中最具短期內可產業化的重點發展技術，包含自主技術鈳電池模組、固態氧化物燃料電池、節能除濕潔淨轉輪、PHAs 聚酯類生物可分解塑膠及自主風機葉片檢測等，以既有技術基礎進行強化，提供驗證及測試平台，結合產業建立國產化關鍵技術，進行示範應用驗證，再藉由合作研究或先期參與授權等模式，建立測試系統，共同進行技術整合及工程設計等研究。 1. 開發自主技術鈳電池多元儲能電池模組，儲能設備產品化安全檢測/效能測試/驗證技術，建立產業/學術鏈結、示範應用技術平台。 2. 完成首套國產化 5 kW SOFC 發電機原型，結合國內產業團隊達成全系統零組件 100%供應。 3. 從原料到產品，完整研發低成本節能除濕潔淨轉輪關鍵組件，建立本土化自製能力，進行節能設備系統整合及場域測試驗證。 4. 於生質物轉換再生能源之生命週期中導入海洋生物可分解塑膠生產與應用，使生質物運用兼具高值化及低碳化，符合行政院綠色經濟及環境永續之推動方案。 5. 在大量風場建置完成後，協助國內風場營運商導入葉片檢測運維項目，建立自主技術並提升風機之可用率、風場穩定性及營運效能。		
計畫目標與預期關鍵成果之達成情形			原設定 (系統帶入計畫書填寫資料，不可修改)
	計畫目標 1	預期關鍵成果 1	完成(1)擴散槽測試、(2)單電池與(3)電池組測試等 3 種鈳電池關鍵材料標準驗證程序建立。 完成關鍵材料標準驗證程序建立，使用擴散槽可應用於膜與電解液驗證，利用鈳離子擴散速率量測不同隔離膜間滲透率差異，或以相同膜來評估不同廠牌電解液的擴散特性，鈳離子愈易擴散則電池的庫倫效率會愈差；及利用本院開發之單電池與 kW 級電堆，替換不同的關鍵材料，再利用定電流或定功率充放電之標準測試方式進行循環測試，測試電池電壓效率、庫倫效率與能量效率等效能。

		預期關鍵成果 2	針對鈳電池關鍵材料 (包括電極、膜、電解液) 完成驗證測試報告 1 份。	針對鈳電池關鍵材料，建立驗證測試程序，以電化學分析 (交流阻抗與循環伏安法) 可快速評估材料特性，提供關鍵材料選擇的依據，相關技術可用以篩選出關鍵材料後再組成單電池或電池模組，並進一步測試電池效能，完成關鍵材料驗證測試研究報告 1 份。
	計畫目標 2	預期關鍵成果 1	大面積電池片發電效率達 500 mW/cm ² 以上 (40.5 W@700°C、0.8 V)。	MSC 電池單元，700 °C 進行發電效能測試，OCV 為 1.03 V，於 0.8 V 之功率輸出為 41.4 W，功率密度為 510 mW/cm ² 。
		預期關鍵成果 2	10 片裝 MS-SOFC 電池堆於 700 °C，最大發電功率達 450 W，發電效率達 40 %。10 片裝 MS-SOEC 電池堆於 700°C，產氫量達 5 L/min，產氫效率達 75 % 以上。	(1).10 片裝 MS-SOFC 電池堆：於 700 °C 時 OCV 約 1.1 V/片，電壓為 0.73 V/片、發電功率 456 W (562 mW/cm ²)，於氫氣 3.4 LPM 條件下，功率輸出 228 W (281 mW/cm ²)，發電效率 40.6 %。(2).10 片裝 MS-SOEC 電解堆於 700 °C 電解產氫測試 (H ₂ :H ₂ O=2:8，H ₂ O=5.28 c.c./min)，電流密度達 814 mA/cm ² (66 A)，平均每片電壓為 1.47 V，產氫量達 5 L/min，產氫效率為 75 %。
	計畫目標 3	預期關鍵成果 1	精進 ≥10 公斤永續材料高質化技術，材料純度大於 99%，開發轉輪元件直徑 ≥15 公分、厚度 ≥10 公分，孔隙度 ≥60%。	1. 完成量產型碳化矽純化設備及大型連續磁選分離收集系統建置，主要包括進料裝置、攪拌式反應器、氣壓升降機制、智慧控制洩壓及壓力監控單元、進卸料單元，增加超音波震盪器及氣動攪拌機，克服攪拌桶搭配蠕動幫浦，磁選分離速度過慢的問題，完成百公斤級反應器 8 次投料試俾，每次運轉 4 小時，

				處理量提升至 22 kg/h。目前利用磁力分選單元去除磁性物質，提高碳化矽粉末純度 99.5% (測試方法 CNS 9439)。 2. 導入智慧製造，直徑≥ 15公分轉輪元件增加 6 條補強肋，增加結構強度，建立最佳積層製造參數如列印速度 30 mm/s 和支架密度 30%。成型直流通孔，逐層堆疊成為成品共 25 組，良率 96%，孔隙度 76.3%。提供節能除濕、乾燥系統性能場域測試使用。
		預期關鍵成果 2	設備乾燥風量≥ 100 m³/h，進行≥ 200 m²場域測試，潔淨除濕能源因數值≥ 2.5 L/kWh (乾燥能源因數值≥ 0.5 kg/kWh)。	1. 整合兼具節能、乾燥除濕、潔淨三合一節能系統，建立智慧感測監控及太陽熱能輔助加熱技術，減少電能使用，提升節能效果，完系統建置，乾燥除濕潔淨轉輪系統系統尺寸 60*30*80 cm (W*D*H)，包括收集除濕輪脫附後收集水，量化移除水實際重量和體積，乾燥及脫附進出風口裝設溫度、濕度及風速監測儀器，導入控制軟體、韌體及操控面板。 2. 以系統輕質化、控制面板放大操控簡單化、轉輪元件模具化改善氣密且易更換為目標，最大乾燥風量 180 m³/h，於 225 m²試驗場域，進行 100 公斤香草青莢乾燥測試，平均每日耗電度數降低 45%，可縮短 1/2 乾燥時間，換算乾

				燥能源因數值為 0.52 kg/kWh。
	計畫目標 4	預期關鍵成果 1	提升 PHAs 產量佔菌體乾重至 70%。	1. 本計畫建置完備 PHAs 菌株資源、高通量篩選平台，配合菌株培養時間、碳氮比例、溫度、pH 及溶氧量等參數，視菌株生長條件利用批次發酵或饋料批次發酵等發酵策略，已完成貪銅菌、桿菌及嗜鹽菌三種類型菌株之噸級發酵測試。 2. 其中革蘭氏陰性菌之貪銅菌，可採用全無機鹽配方具降低培養成本機會，並於 72 小時內以饋料批次發酵完畢，發酵時間的縮短有助於增加操作次數，其 PHAs 蓄積量佔菌體乾重可達 70%以上。 3. 革蘭氏陰性菌具有細胞壁較薄的優點，且脂質、脂蛋白比例較高，可以鹼性化學條件破壁，因此開發二氧化氯破菌、月桂酸銨無毒萃取製程，純化效率達 90%以上。故本計畫已建立領先國內之 PHAs 發酵規模放大能力與經驗，據此可作為其他 PHAs 菌株放大生產研究之基礎。
		預期關鍵成果 2	建立 PHA 試量運轉驗證之技術能力，生產成本降低至 120 NTD/kg。	1. 計畫開發二氧化氯破菌、月桂酸銨建立的無毒萃取方法，為使降低相關化學品費用，及提高藥劑使用效率，計畫利用高密度培養之貪銅菌配合試劑減量進行測試，因高密度發酵

				培養的菌體濃度較高，推估 PHA 總回收率可提高 10.57%，降低單位 PHA 純化試劑使用量。 2. 透過將原有的二氧化氯配合月桂酸銨萃取程序作精進改善，月桂酸及氨水試劑減少 75%及甲醇用量減少 50%時，整體破菌萃取的操作成本可減少 70.37%。每公斤 PHAs 萃取成本由原 113.2 元降至 33.5 元，合併發酵及破菌等流程之操作成本，生產 PHAs 操作成本可降至 117 元/公斤。
		預期關鍵成果 3	提出技術授權推動規劃，並整合生質能運用之 PHAs 綠色生產之製程設計。	1. 本製程設計分成利用「生質料源產製生質精煉產品」情境以及生質精煉產品透過回收體系收集製成燃料產製生質電力之「生質料源產製生質精煉產品並轉換生質能」情境，進行製程效益評估。 2. 計畫以倉儲米為碳源產製 PHAs 的製程，整合先前於生質能之研發成果，將生質物(倉儲米)轉換為附加價值較高的 PHAs 生質塑膠原料，在 PHAs 使用多次而無法再重複利用時，廢棄物可製成衍生燃料。 3. 回收廢棄再生 PHAs 產品可經由燃料發電產生生質電力，利用 PHAs 回收發電取代燃煤發電，每度電減碳效益則高達 62%。另外，在相同去化 10 萬公噸

				倉儲糙米下，利用倉儲米產製飼料年產值約為 21.7 億元，利用倉儲米產製 PHAs 並轉換生質能，年總體產值高達 131.7 億元，為倉儲米飼料產值的六倍，顯示整合生質能運用之 PHAs 生產製程設計具減碳及增加產業產值效益。
	計畫目標 5	預期關鍵成果 1	開發高空式檢測載具，並將停機中風機葉片線上檢測速率提升至 2 小時完成 50 公尺長度之葉片檢測作業，葉片結構缺陷檢出率達到 90%。	完成高空型葉片檢測系統開發，本系統以鋁擠型組成結構框架，小型捲揚機吊掛整體系統於翼展方向移動，升降速度設定為 4 cm/s，採用 3 顆步進馬達進行 3 維空間掃描，速度設定為 45 cm²/s，2 顆步進馬達控制於檢測部位固定檢測框架，除去葉片根部圓形部位與翼尖端無法掃描外，整體可檢出部位約 91%，推算 50 公尺葉片約需時 1.9 小時。
		預期關鍵成果 2	建置風力機葉片高空式檢測程序及葉片強度綜合評斷指標，完成至少 1 部機組停機線上葉片檢測。	利用本院 150kW 風力發電機葉片進行高空型葉片檢測系統實場域驗證，風機高度 50 公尺，葉片長度 10.85 公尺，捲揚機固定於 Hub，吊掛高空型葉片檢測系統，進行設備連線操作，約耗時 0.38 小時葉片檢測工作。藉由本院 150kW 葉片有限元素分析模型，設計葉片強度綜合評斷指標，$D = \prod D_d \times \prod D_f \times D_t$，葉片結構強度折減(D)由脫膠/脫層造成之強度折減(D_d)、纖維斷裂造成之強度折減(D_f)、以及運轉時間造成之強度折減(D_t)等所組成，考量 50 年回歸期強

				風，可接受強度折減需大於 0.35。
計畫效益與 重大突破	1. 參考最新國際標準建立鈇電池關鍵材料標準驗證程序，完成電池材料選用評估及電池測試規範準則，相關量能可幫助國內鈇電池產業鏈完整建構，提升台灣於儲能產業之競爭力；本年度與中○公司簽定「鈇液流電池電容量回復方法」技術授權案，議價總金額為 475 萬元，歸屬於本計畫成果金額約為 200 萬元，後續將協助該公司跨足鈇電池儲能產業鏈，對於國內液流電池發展具有指標性意義。 2. 經雙方往返洽商及成本計價程序，完成與中○公司簽訂「固態氧化物電解電池技術發展現況分析與委託試驗工作」技服案，金額 321 萬元，目的協助廠商進行 ASC 電解單元及電解堆相關性能測試與分析，以利國內相關技術研發。 3. 落實研究開發技術，延伸計畫開發光電半導體產業晶圓切削料循環純化技術及系統整合概念，完成 1 件技術轉移案及 2 件技術服務案簽屬，總簽約金 145 萬，分別為：i. 瑀○環保公司技術轉移電漿熱裂解太陽光電模組材料全循環技術金額 105 萬元；ii. 豐○實業股份有限公司，木質材料作為吸附材料及相關特性分析技術服務，金額 20 萬元；iii. 復○公司，半導體業晶圓承載器具材料之分析，金額 20 萬元。 4. 計畫建置完備的菌株資源、高通量篩選平台，配合菌株培養時間、碳氮比例、溫度、pH 及溶氧量等參數，視菌株生長條件利用批次發酵或饋料批次發酵等發酵策略，已完成貪銅菌噸級發酵試量產測試。貪銅菌因可採用全無機鹽配方，具降低藥品成本優勢，以饋料批次進行發酵，其 PHAs 蓄積量可佔菌體乾重可達 70%以上。以二氧化氯破菌、月桂酸銨的無毒萃取之精進程序，可降低月桂酸及氨水試劑用量，降低破菌萃取操作成本 70.37%。據此計畫在工廠進料規模為 300 噸/日及低成本碳源應用於生產 PHAs 之設定下，配合製程能耗與藥劑成本降低及參數最佳化和萃取純化回收率提升等相關參數，推估 PHAs 生產成本可低於 120 NTD/kg，具產業投資潛力。 5. 利用本院 150kW 風力發電機葉片進行高空型葉片檢測系統實場域驗證，高度 50 公尺，葉片長度 10.85 公尺，耗時 0.38 小時完成檢測工作，推算 50 公尺葉片約需時 1.9 小時，檢測速率與國際接軌。同時應用 150kW 風力發電機葉片有限元素分析模型，進行脫膠/脫層與纖維斷裂等案例分析，建立葉片因不同損傷模式、損傷尺寸與位置等造成之強度折減估算模型，完成葉片強度綜合評斷指標設計與分析，提供檢測人員葉片健康狀態判斷之依據。			
遭遇困難與 因應對策	1. 遭遇困難：計畫年度經費逐年調降，經費拮据使得研發工作推動較原先困難；目前電池模組與系統尚屬開發階段，電池生產成本仍居高不下，影響廠商投資意願。因應對策：透過本院儲能示範應用或			

	技術研發經驗，與國內相關產官學共同合作開發並建立儲能產品的完整解決方案，以加速國內電池儲能技術發展與儲能相關產業應用，提升廠商投資意願。			
後續精進措施	1. 超級電容與鈦電池之複合電池，結合成複合電池後，超級電容高功率(快充快放)的特性，能與可設計成高能量的鈦電池形成互補，目前完成 VRFB/SC 複合電池反應速度測試，後續尚可再進一步他放電特性測試，以突顯 VRFB/SC 複合電池的其他特性。 2. 針對 10 片裝電池堆之陰陽極介面封裝缺陷，造成陽極氫氣洩漏至陰極而形成陰極有水氣排出，除加強框架與電池單元焊接時之填料外，目前於接合處之玻璃膠補強仍是不足，宜於該玻璃膠補強前，先經金屬粉末鎔焊，增加接合處之氣密後再進行玻璃膠固化補強。 3. 循環材料自動控制連續生產，回收率$\geq 99\%$，揮發性有機物移除效率$\geq 99\%$，有效控制相對濕度、溫度及揮發性有機物。達成技轉或技服至少 2 件總金額至少 1,500 千元。設備乾燥風量$\geq 200 \text{ m}^3/\text{h}$，進行$\geq 300 \text{ m}^2$場域測試，空間相對濕度$\leq 50\%$，乾燥能源因數值$\geq 0.6 \text{ g-H}_2\text{O}/\text{kWh}$ (潔淨除濕能源因數值$\geq 2.6 \text{ L}/\text{kWh}$)。 4. 現階段進行實驗室公斤級操作時，菌株利用碳源產製 PHAs 的利用率(PHAs g/ 碳源 g)約為 0.2，但噸級槽使用率僅 0.1，主要因為批次發酵過程中，若糖濃度太高會抑制菌株生長。本年度將以饋料批次策略進行發酵，調整饋料速率，將調降初始葡萄糖濃度至 15g/L，並使最大糖濃度不超過 25g/L，配合發酵之溶氧、pH 數據等饋料條件，據此提升轉化率達 0.15，PHAs 累積量提升 50%，藉以降低每批次之發酵及萃取之營養源和化學品用量，以降低成本費用。 5. 第一代高空型葉片檢測系統採用有線連接控制方式，5 組馬達控制線、訊號線、電源線等現場作業連接耗時約 30 分鐘，再加上高空作業吊掛準備工作耗時 30 分鐘，共計 1 小時前置作業時間。後續可採用如 NI cRIO-9047 即時控制器，所有控制訊號彙整後，由 CANbus 通訊協定透過無線網路進行系統連接，則現場作業僅需連接電源線，大幅縮減前置作業時間，並且結合人工智能損傷判讀，提升後續數據分析效率。			
計畫連絡人	姓名	鄭涵文	職稱	副研究員
	服務機關	國家原子能科技研究院		
	電話	03-471-1400#5375	電子郵件	hwcheng@nari.org.tw

第一部分

註：第一部分及第二部分（不含佐證資料）合計頁數建議以不超過 200 頁為原則，相關有助審查之詳細資料宜以附件方式呈現。

壹、目標與架構

(計畫目標與架構之呈現方式應與原綱要計畫書一致，如實際執行與原規劃有差異或變更，應予說明；另績效報告著重實際執行與達成效益，請避免重複計畫書內容。)

一、總目標及其達成情形

1. 全程總目標：請在此依照計畫書簡要敘明計畫總目標，亦即總計畫之在期程內規劃達成的成果。(註：不要用表格說明)
 - (1) 開發自主技術鈳電池多元儲能電池模組，儲能設備產品化安全檢測/效能測試/驗證技術，建立產業/學術鏈結、示範應用技術平台。
 - (2) 開發高溫發電/產氫技術之關鍵組件產製技術，進行 10 片裝 MS-SOFC 電池/MS-SOEC 電解堆組裝及測試。
 - (3) 從原料到產品，完整研發低成本節能除濕潔淨轉輪關鍵組件，建立本土化自製能力，進行節能設備系統整合及場域測試驗證。
 - (4) 於生質物轉換再生能源之生命週期中導入海洋生物可分解塑膠生產與應用，使生質物運用兼具高值化及低碳化，符合行政院綠色經濟及環境永續之推動方案。
 - (5) 在大量風場建置完成後，協助國內風場營運商導入葉片檢測運維項目，建立自主技術並提升風機之可用率、風場穩定性及營運效能。

2. 分年目標與達成情形：請填寫為達成上述計畫總目標，各年度計畫分年目標及其達成情形。

年度	分年目標*	達成情形 ^{&}
第一年 (110 年)	1. 驗證鈳電池自主技術模組系統效能。 2. 設計首套國產化 5 kW SOFC 發電機原型。 3. 開發低成本節能除濕潔淨轉輪關鍵組件，深化產研合作與投資。 4. 開發具競爭潛力之 PHAs 可分解塑膠關鍵技術，建立產業投產誘因。	1. 鈳電池儲能模組性能測試，完成組件 100 迴圈測試，平均能量效率可達 71.3%，運轉效能測試累積時間達 200 小時；於併網測試下，以 3 kW 定功率放電，功率穩態誤差小於 2%。 2. 研製中低溫金屬支撐型電池單元，完成 10×10 cm² 之電池單元製作。進行於不同溫度下進行效能測試。於 650℃ 下，OCV 為 1.026 V，電壓 0.819 V 時功率輸出為 45.2 W；於 600℃ 時，OCV 為 1.052 V，電壓 0.80 V 時功率輸出為 34.1 W，皆達成大於 30 W 之目標。完成系統設計報告，於甲烷進料 20.5 LPM 下，陽極回收率 19.5 %條件下，估算發電量約 5,156 W，系統燃料使用率 56%，發電效率約 46.2 %。 3. 完成以循環材料開發低耗能除濕輪技術，降低水氣脫附溫度 20℃，能耗減少 1/5，原料、除濕乾燥潔淨轉輪自製，成本降低 1/3。企業委託技術服務和技術轉移各一件，總金額 160 萬。完成乾燥除濕潔淨轉輪系統整合建置。系統乾燥風量 60 m³/h，廠商提供陶瓷成型製程場地(面積 73.5 m²，高度 2.6 m)，進行環境溫濕度控制，空間濕度≤50%，提升生產良率，驗證系統整合機台及量化能源因數值。 4. 已篩選 30 株具 PHAs 生產潛力之菌株，部分菌株 PHAs 產量佔菌體乾重可達 40%已上，據此推估 PHAs 生產成本約 173NTD/kg，另與產業簽約 2 件委託研究案 6,880 千元，且達成技服 2 件共計 236 千元，並促成 1 件技轉案 50 萬元，預期 111 年初完成簽約。

	5. 完成葉片檢測平台與診斷指標建立。	5. 完成複合材料測試片製作與損傷指標校正，並與國內廠商組成檢測團隊，同時獲得台○公司同意使用其陸域風機之葉片進行檢測，累計完成 21 支大型風機葉片檢測，並且透過喬○偉斯特公司與丹麥 Force Technology 公司進行檢測分析技術開發之平行驗證，準確率達到 80%以上。完成技轉或技服 2 件共計 2,050 千元。
第二年 (111 年)	1. 驗證儲能產品組件耐久性，強化自主充電放電調控技術。 2. 建構原型組件自主國產化 SOFC 熱工次系統。	1.(1)完成單電池組件耐久性測試，效能驗證 300 迴圈，組件能量效率及庫侖效率並無明顯下降趨勢，效能相當且穩定，平均能量效率達 73.4%、庫侖效率達 99.4%，相關技術可提供關鍵材料開發時效能比較應用。(2)以 5 kW 液流電池模組行自主充電放電調控技術驗證，累計完成 250 小時之併接電網運轉測試，儲能系統併接電網後電網頻率變動率為 60 ± 0.5 Hz。 2. (1)開發低成本過渡金屬甲烷重組 Ni-La-Ce 蜂巢觸媒，操作溫度 800 °C、水碳莫耳比 2.5，連續操作 2000 小時，甲烷轉化率達 98 %，優於商售觸媒。完成熱工元件整合裝置效能測試，陽極之進料為 $\text{CH}_4=9$ LPM、$\text{H}_2\text{O}=17$ ml/min 及陰極空氣為 220 LPM 時，燃燒器最高溫度介於 950~970 °C之間，此時電池堆陰陽極之入口溫度分別為 706 °C及 758 °C，甲烷轉化率高於 95%，達到系統對熱工整合元件之要求。(2)以本所自製 MSC 電池單元，完成 5 片裝電池堆測試，於 750°C 轉氫後 OCV 為 5.237 V，拉載至 46 A 電壓為 4.053 V，功率 186 W，發電效率達 37.6%，高於 175 W 及 35%之目標。(3).計畫開發 Ag-Ge-Si 填料對電池片(預先金屬化)與連接板進行封接。以流量計檢測封接後之洩漏情形，設定三組流量條件 (N_2, 400、800 及 1,200 sccm)量測

	3. 放大永續材料高質化技術，精進除濕潔淨關鍵組件，落實產業合作及促進投資。 4. 建立 PHAs 試量產之技術能力，建立產業應用推廣之示範案例。	進出口流量值，結果顯示單電池封鋅試片出口氣體流量無逸失情形，洩漏率趨近零。該測試結果顯示金屬化可解決陶瓷與金屬介面之接合問題提升未來電池堆組裝可靠度。 3. (1) 完成公斤級晶圓切削料提純碳化矽反應器建置和 5 批次投料試俾，每批次 3 公斤，純化樣品具有 Moissanite 碳化矽晶體結構，與市售碳化矽一致，提純後碳化矽純度為 97.6%，高於 90%之基本要求，進一步作為節能元件原料。(2).導入智慧製造，開發積層製造 3D 列印專用印漿料，成型直流通孔，改善冷熱氣流互相干擾，搭配孔洞設計逐層堆疊產生所需要的零組件或直接成為成品，完成製作直徑 15 公分、厚度 5 公分轉輪元件。陶瓷轉輪元件孔隙度介於 85.4%—87.6%，孔洞數目多有助空氣流通和吸附活性點數目。(3) 產業技術應用：瑁○環保、桃○區農業改良場及復○科技公司共一件技術授權案 100 萬元，兩件技術服務金額 60 萬元。 4. (1).已完成三種不同菌株生產製程之噸級生產測試，以自有菌株貪銅菌為例，發酵規模至 9 噸發酵槽的 PHAs 蓄積量佔菌體乾重可達 70%以上。經本計畫建立之 PHAs 無毒萃取純化技術，其萃取回收率及純度可大於 90%以上。(2).計畫提供自產 PHAs 給塑膠中心，進行 PHAs 材料物性評估。經產品化試作測試，計畫產製的 PHAs 主要組成為 PHB(polyhydroxybutyrate)，據此物理特性搭配其它材料進行改質進行產品試製，可產製托盤、一次性刀叉匙及組合式積木試製產品。(3).計畫整合高通量技術開發之發酵策略及菌株的開發成果，自環境所篩選出的特異菌株，
--	---	---

		可直接利用蔗糖為碳源，轉換效率為每克蔗糖可產製 0.21 克 PHAs，以工廠進料規模為 300 噸/日及蔗糖原料價格為 8 元/公斤的設定下，配合操作成本及固定成本等相關參數，推估 PHAs 生產成本約 158 元/kg。(4).本計畫利用倉儲米作為原料，建立生命週期評估基礎數據調查。研究結果顯示以年處理 10 萬公噸倉儲糙米為例，回收廢棄再生 PHA 產品經由 RDF 發電，每年約可產出 14,578,461 度生質電力，約可供應 3,451 家庭一年用電所需，且利用 PHA 回收發電取代天然氣發電，每度電減碳效益達 33%；取代燃煤發電，每度電減碳效益則高達 62%。(5).與國內石化公司共同合作 PHAs 菌株開發規劃，111 年度執行第一年計畫成效良好，目前規劃持續委託本所二年期的委託研究案，進行作業中；本年另完成技服案及技轉案各 1 件，簽約金額分別為 200 千元及 500 千元。
	5. 完成卸裝葉片地面診斷技術測試驗證。	5. (1) 完成葉片檢測自動循跡系統建置，整合 2D LiDAR 感測器與 6 自由度機械手臂，由 LabVIEW 程式接收 LiDAR 訊號，計算葉片表面掃描路徑，並控制機械手臂完成葉片超音波掃描，並整合地面無人搬運載具，建置卸裝葉片地面型自動化檢測平台。藉由台中港風力發電站實地驗證，2 MW 風機 35 公尺葉片檢測時間約 2 小時 10 分鐘，推估 50 公尺葉片檢測時間約 3 小時。(2)整合佳○重機械工程股份有限公司與力○科技，成功申請「新型 30kW 風力發電系統研發建置」能專計畫，投入風機技術研發。累計完成技術授權 1 件，簽約金 2,000 千元，技術服務 2 件，簽約金合計 9,068 千元，落實風能產業應用。

第三年 (112 年)	1. 完成 5 kW 鈳電池自主技術模組系統運轉測試，建立 100% 自主技術鈳電池產品化所需關鍵材料(包括電極、膜、電解液等)標準驗證程序。 2. 開發高溫發電/產氫技術之關鍵組件產製技術，進行 10 片裝 MS-SOFC 電池 /MS-SOEC 電解堆組裝及測試。	1. (1).完成關鍵材料標準驗證程序建立，使用擴散槽可應用於膜與電解液驗證，利用鈳離子擴散速率量測不同隔離膜滲透率數值，或以相同膜來評估不同廠牌電解液的擴散特性，鈳離子愈易擴散則電池的庫倫效率會愈差；及利用本院開發之單電池與 kW 級電堆，替換不同的關鍵材料，再利用定電流或定功率充放電之標準測試方式進行循環測試，測試電池電壓效率、庫倫效率與能量效率等效能。 (2).測試等量能可幫助國內鈳電池產業鏈完整建構，提升台灣於儲能產業之競爭力，本年度與中○公司簽定「鈳液流電池電容量回復方法」技術授權案，議價總金額為 475 萬元，歸屬於本計畫成果金額約為 200 萬元，後續將協助該公司跨足鈳電池儲能產業鏈。 2.(1) MSC 電池單元，700 °C 進行發電效能測試，OCV 為 1.03 V，於 0.8 V 之功率輸出為 41.4 W，功率密度為 510 mW/cm²。 (2) 10 片裝 MS-SOFC 電池堆：於 700 °C 時 OCV 約 1.1 V/片，電壓為 0.73 V/片、發電功率 456 W(562 mW/cm²)，於氫氣 3.4 LPM 條件下，功率輸出 228 W(281 mW/cm²)，發電效率 40.6 %。10 片裝 MS-SOEC 電解堆於 700 °C 電解產氫測試(H₂:H₂O=2:8，H₂O=5.28 c.c./min)，電流密度達 814 mA/cm² (66 A)，平均每片電壓為 1.47 V，產氫量達 5 L/min，產氫效率為 75 %。 (3) 完成與中○公司簽訂「固態氧化物電解電池技術發展現況分析與委託試驗工作」技服案，金額 321 萬元；中○公司簽訂「高溫電性(ASR)量測技術」技轉案，金額 50 萬元；與中○公
------------------------	--	--

	3. 建置先導型永續材料高質化平台及大尺寸轉輪關鍵組件，搭起產學研合作系統整合堅實產業，活絡經濟動能。 4. 建立 PHAs 可分解塑膠生產技術之試量產實績，提出商轉生產及應用之情境。	司簽訂「金屬連接板大氣電漿噴塗及高溫電性委託量測」及「SOEC 共電解技術開發」委託研究案分別為 35 萬元及 97 萬元。 3. (1).完成百公斤級反應器 8 次投料試俾，每次運轉 4 小時，處理量提升至 22 kg/h。以系統輕質化、控制面板放大操控簡單化、轉輪元件模具化改善氣密且易更換為目標，最大乾燥風量 180 m³/h，於 225 m² 試驗場域，進行 100 公斤香草青莢乾燥測試，平均每日耗電度數降低 45%，可縮短 1/2 乾燥時間，換算乾燥能源因數值為 0.52 kg/kWh。 (2).落實研究開發技術，延伸計畫開發光電半導體產業晶圓切削料循環純化技術及系統整合概念，完成 1 件技術轉移案及 2 件技術服務案簽屬，總簽約金 145 萬，分別為：i. 瑄○環保公司技術轉移電漿熱裂解太陽光電模組材料全循環技術金額 105 萬元；ii. 豐○實業股份有限公司，木質材料作為吸附材料及相關特性分析技術服務，金額 20 萬元；iii. 復○公司，半導體業晶圓承載器具材料之分析，金額 20 萬元。 4. (1) 本計畫開發生產 PHAs 技術，建置完備菌株資源、高通量篩選平台，配合菌株培養時間、碳氮比例、溫度、pH 及溶氧量等參數，視菌株生長條件利用批次發酵或饋料批次發酵等發酵策略，已完成貪銅菌、桿菌及嗜鹽菌三種類型菌株之噸級發酵測試。貪銅菌因可採用全無機鹽配方，具降低藥品成本優勢，以饋料批次進行發酵，其 PHAs 蓄積量可佔菌體乾重可達 70%以上。(2)貪銅菌其細胞壁之脂質、脂蛋白比例較高，適用於常見的鹼性化學條件破壁，計畫據此建立之二氧化氯破菌、月桂酸銨的無毒萃取的方
--	--	--

	5. 開發停機中風機葉片線上檢測載具。	式，經精進程序修正後，可將月桂酸及氨水試劑減少 75%及甲醇用量減少 50%，整體破菌萃取的操作成本可減少 70.37%。(3)計畫在工廠進料規模為 300 噸/日及低成本碳源應用於生產 PHAs 之設定下，配合製程能耗與藥劑成本降低及參數最佳化和萃取純化回收率提升等相關參數，推估 PHAs 生產成本可低於 120 NTD/kg，具產業投資潛力。(4) 落實計畫開發之技術產業化應用，與國內石化公司共同合作菌株開發規劃，委託二年期的委託研究案，決標金額為 7,899 千元。另分別與明○生物科技和中○公司簽訂技服案，決標金額分別為 20 萬元和 800 萬元。 5.(1).完成高空型葉片檢測系統開發，本系統以鋁擠型組成結構框架，小型捲揚機吊掛整體系統於翼展方向移動，升降速度設定為 4 cm/s，採用 3 顆步進馬達進行 3 維空間掃描，速度設定為 45 cm²/s，2 顆步進馬達控制於檢測部位固定檢測框架，除去葉片根部圓形部位與翼尖端無法掃描外，整體可檢出部位約 91%，推算 50 公尺葉片約需時 1.9 小時。 (2).利用本院 150kW 風力發電機葉片進行實場域驗證，風機高度 50 公尺，葉片長度 10.85 公尺，捲揚機固定於 Hub，吊掛高空型葉片檢測系統，2 名檢測人員站立於吊籠內，由吊車吊掛至高空進行設備連線操作，約耗時 0.38 小時完成檢測工作，推算 50 公尺葉片約需時 1.9 小時。
第四年 (113 年)	1. 完成電網多元儲能可快充快放標準 380Vac 三相電之儲能電站應用模組。 2. 高溫發電/產氫技術之關鍵組件產製技術精進，提升 10	-

	片裝 MS-SOFC 電池 /MS-SOEC 電解堆性能。 3. 完成永續材料高質化技術開發及節能設備商業規格組件驗證，成功技術轉移。 4. 完成 PHAs 可分解塑膠生產技術之試量產驗證，推動 PHAs 示範應用及產業化。 5. 大型風力機葉片檢測技術平台產業應用推廣。	
--	--	--

備註：

#年度：請依計畫書期程撰寫，須填寫全程，第一年度請置於最上。單年計畫僅填寫該年度即可。

*目標：請依計畫書規劃撰寫，質量化皆可。

&達成情形請依目標簡要說明進展或重要成果，未來年度可填「-」。若有未達成、未完全達成或其他需要說明或圖示之處，請於下方填寫。

說明： 無

二、架構

細部計畫		主持人	執行機關	計畫目標	本年度效益、影響、重大突破
名稱	預算數/ (決算數) (千元)				

綠能產業應用技術發展計畫(3/4)	28,388	魏華洲	國家原子能科技研究院	子項一： 建立100%自主技術鈳電池產品化所需關鍵材料標準驗證程序。	子項一： (1) 完成關鍵材料標準驗證程序建立，使用擴散槽可應用於膜與電解液驗證，利用鈳離子擴散速率量測不同隔離膜滲透率數值，或以相同膜來評估不同廠牌電解液的擴散特性，鈳離子愈易擴散則電池的庫倫效率會愈差；及利用本院開發之單電池與 kW 級電堆，替換不同的關鍵材料，再利用定電流或定功率充放電之標準測試方式進行循環測試，測試電池電壓效率、庫倫效率與能量效率等效能。(圖 1) (2) 複合電池研究以「5 kW 鈳電池/167 F 超級電容」測試，超級電容因具備快充快放的功能，因此組成複合電池後可能提升原電池之充放電速度，經實際測試 VRFB/SC hybrid 反應時間為 10ms，而單獨只有 5 kW 鈳電池的反應時間則為 20ms(測試設備最小解析度為 10ms)，證實 VRFB/SC 複合電池確實可提升液流電池反應速度。本研究驗證改善儲能系統反應時間，可擴展可能儲能適用情境。(圖 2) (3) 完成國外廠商艾○旭公司簽定鈳電池隔離膜測試技服案，已結案收入 60 萬元；與中○公司簽定「鈳液流電池電容量回復方法」技術授權案，總金額為 475 萬元，歸屬於本計畫成果金額約為 200

				子項二： 大面積電池片發電效率達 500 mW/cm² 以上 (40.5 W@700°C、0.8 V)。10 片裝 MS-SOFC 電池堆於 700 °C，最大發電功率達 450 W，發電效率達 40 %。10 片裝 MS-SOEC 電池堆於 700°C，產氫量達 5 L/min，產氫效率達 75 %以上。	萬元，後續將協助該公司跨足鈮電池儲能產業鏈，對於國內液流電池發展具有指標性意義。(圖 3) 子項二： (1) MSC 電池單元，700 °C 進行發電效能測試，OCV 為 1.03 V，於 0.8 V 之功率輸出為 41.4 W，功率密度為 510 mW/cm²。(圖 4) (2) 10 片裝 MS-SOFC 電池堆：於 700 °C 時 OCV 約 1.1 V/片，電壓為 0.73 V/片、發電功率 456 W(562 mW/cm²)，於氫氣 3.4 LPM 條件下，功率輸出 228 W(281 mW/cm²)，發電效率 40.6 %。(圖 5) (3) 10 片裝 MS-SOEC 電解堆於 700 °C 電解產氫測試(H₂:H₂O=2:8，H₂O=5.28 c.c./min)，電流密度達 814 mA/cm² (66 A)，平均每片電壓為 1.47 V，產氫量達 5 L/min，產氫效率為 75 %。(圖 6) (4) 完成與中○公司簽訂「固態氧化物電解電池技術發展現況分析與委託試驗工作」技服案、「高溫電性(ASR)量測技術」技轉案、「金屬連接板大氣電漿噴塗及高溫電性委託量測」及「SOEC 共電解技術開發」委託研究案，簽約金額合計 503 萬元 (圖 7)。 (5) 2023 台灣創新技術博覽會發明競
--	--	--	--	---	---

				子項三： 精進≥ 10 公斤永續材料高質化技術，材料純度大於 99%，開發轉輪元件直徑≥ 15 公分、厚度≥ 10 公分，孔隙度$\geq 60\%$。設備乾燥風量$\geq 100 \text{ m}^3/\text{h}$，進行$\geq 200 \text{ m}^2$ 場域測試，潔淨除濕能源因數值$\geq 2.5 \text{ L/kWh}$ (乾燥能源因數值$\geq 0.5 \text{ kg/kWh}$)。	賽：「一種金屬保護膜之組成及製備方法」、「燃料電池發電併聯電網整合裝置」等 2 項榮獲銅牌獎。(圖 8) 子項三： (1).完成量產型碳化矽純化設備及大型連續磁選分離收集系統建置(圖 9)，主要包括進料裝置、攪拌式反應器、氣壓升降機制、智慧控制洩壓及壓力監控單元、進卸料單元，增加超音波震盪器及氣動攪拌機，克服攪拌桶搭配蠕動幫浦，磁選分離速度過慢的問題，完成百公斤級反應器 8 次投料試俾，每次運轉 4 小時，處理量提升至 22 kg/h。目前利用磁力分選單元去除磁性物質，提高碳化矽粉末純度 99.5% (測試方法 CNS 9439)。導入智慧製造，直徑≥ 15 公分轉輪元件增加 6 條補強肋，增加結構強度，建立最佳積層製造參數如列印速度 30 mm/s 和支架密度 30%。成型直流通孔，逐層堆疊成為成品共 25 組，良率 96%，孔隙度 76.3%(圖 10)。提供節能除濕、乾燥系統性能場域測試使用。 (2). 整合兼具節能、乾燥除濕、潔淨三合一節能系統，建立智慧感測監控及太陽熱能輔助加熱技術，減少電能使用，提升實際節能效果，完成乾燥除濕潔淨轉輪系統建置(圖 11)，乾燥除濕潔淨轉
--	--	--	--	--	---

					輪系統系統尺寸 600*300*800 mm (W*D*H)，包括收集除濕輪脫附後收集水，量化移除水實際重量和體積，乾燥及脫附進出風口裝設溫度、濕度及風速監測儀器，導入控制軟體、韌體及操控面板，以系統輕質化、控制面板放大操控簡單化、轉輪元件模具化改善氣密且易更換為目標，最大乾燥風量 180 m³/h，於 225 m² 試驗場域，進行 100 公斤香草青莢乾燥測試，平均每日耗電度數降低 45%，可縮短 1/2 乾燥時間，換算乾燥能源因數值為 0.52 kg/kWh。 (3). 落實研究開發技術，延伸計畫開發光電半導體產業晶圓切削料循環純化技術及系統整合概念，完成 1 件技術轉移案及 2 件技術服務案簽屬，總簽約金 145 萬，分別為：1. 瑒 O 環保公司技術轉移電漿熱裂解太陽光電模組材料全循環技術金額 105 萬元；2. 豐○實業股份有限公司，木質材料作為吸附材料及相關特性分析技術服務，金額 20 萬元；3. 復○公司，半導體業晶圓承載器具材料之分析，金額 20 萬元。 (4).除濕潔淨轉輪元件技術開發獲得綠色環保除濕輪製作方法專利，參加 2023 台灣創新技術博覽會發明競賽，循環材料增加生命週期，減少礦物開採和二氧化碳排放，落實淨零碳排，原料到產品
--	--	--	--	--	--

				子項四： 提升 PHAs 產量佔菌體乾重至 70%。建立 PHA 試量運轉驗證之技術能力，生產成本降低至 120 NTD/kg。提出技術授權推動規劃，並整合生質能運用之 PHAs 綠色生產之製程設計。	完整研發除濕乾燥潔淨轉輪(吸附能力 0.22 g 水/g 轉輪)，建立本土化自製能力(直徑 50 公分厚度 40 公分)，進行設備系統整合及場域測試驗證，提升設備能源效率 20%，節省產業用電支出，循環材料及衍生性產品、設備和系統販售，成本降低 30%，再創新商機，經濟與環境永續雙贏，技術創新獲得鉑金獎(圖 12)。 子項四： (1).計畫以建置完備的 PHA 菌株資源、高通量篩選平台，配合菌株培養時間、碳氮比例、溫度、pH 及溶氧量等參數，視菌株生長條件利用批次發酵或饋料批次發酵等發酵策略，已完成貪銅菌、桿菌及嗜鹽菌三種類型菌株之噸級發酵測試(圖 13)。其中，屬革蘭氏陰性菌之貪銅菌，優勢是可採用全無機鹽配方降低藥品成本，並於 72 小時內以饋料批次發酵完畢，發酵時間的縮短有助於提升發酵槽利用率，其 PHAs 蓄積量已可佔菌體乾重可達 70%以上。 (2). 計畫改善二氧化氯配合月桂酸銨萃取程序，月桂酸及氨水試劑減少 75% 及甲醇用量減少 50%時，整體破菌萃取的操作成本可減少 70.37%。整體破菌萃取的操作成本可減少 70.37%，每公斤
--	--	--	--	--	--

					PHAs 萃取成本由原 113.2 元降至 33.5 元，合併發酵及破菌等流程之操作成本，生產 PHAs 操作成本可降至 117 元/公斤。(圖 14) (3). 本製程設計分成利用「生質料源產製生質精煉產品」情境以及生質精煉產品透過回收體系收集製成燃料產製生質電力之「生質料源產製生質精煉產品並轉換生質能」情境，進行製程效益評估。計畫以倉儲米為碳源產製 PHAs 的製程整合先前於生質能之研發成果，將生質物(倉儲米)轉換為附加價值較高的 PHAs 生質塑膠原料，在 PHAs 使用多次而無法再重複利用時，廢棄物可作為衍生燃料。回收廢棄再生 PHAs 產品可經由發電產生生質電力，利用 PHAs 回收發電取代燃煤發電，每度電減碳效益則高達 62%。另外，在相同去化 10 萬公噸倉儲糙米下，利用倉儲米產製飼料年產值約為 21.7 億元，利用倉儲米產製 PHAs 並轉換生質能，年總體產值高達 131.7 億元，為倉儲米飼料產值的六倍，顯示整合生質能運用之 PHAs 生產製程設計具減碳及增加產業產值效益。 (4). 落實計畫開發之技術產業化應用，與國內石化公司共同合作菌株開發規劃，委託二年期的委託研究案，決標金
--	--	--	--	--	---

				子項五： 開發高空型線上檢測載具，並將停機中風機葉片線上檢測速率提升至 2 小時完成 50 公尺長度之葉片檢測作業。達成技轉或技服 1 件共計 600 千元。	額為 789.9 萬元。另分別與明○生物科技和中○公司簽訂技服案，決標金額分別為 20 萬元和 800 萬元。 (5).計畫衍生之研發成果「森林廢棄物轉高價值綠色化學品之負碳生質精煉技術(FixCarbon)」及「廢紙容器處理方法及使用廢紙容器水解液生產聚羥基烷酸酯的方法」分別榮獲 2023 年「全球百大科技研發獎(R&D 100 Awards)」及 2023 台灣創新技術博覽會發明競賽金牌獎，計畫研發成果受專業創新獎項肯定。(圖 15) 子項五： (1).完成高空型葉片檢測系統開發，本系統以鋁擠型組成結構框架，小型捲揚機吊掛整體系統於翼展方向移動，升降速度設定為 4 cm/s，採用 3 顆步進馬達進行 3 維空間掃描，速度設定為 45 cm²/s，2 顆步進馬達控制於檢測部位固定檢測框架，並且利用本院 150kW 風力發電機葉片進行實場域驗證，風機高度 50 公尺，葉片長度 10.85 公尺，捲揚機固定於 Hub，吊掛高空型葉片檢測系統，2 名檢測人員站立於吊籠內，由吊車吊掛至高空進行設備連線操作，約耗時 0.38 小時完成檢測工作，推算 50 公尺葉片約需時 1.9 小時(圖 16)。
--	--	--	--	--	---

					(2).完成中○院「水下載具水櫃運用高壓空氣排水之閥門關閉模擬與出口壓力時變分析」，簽約金 2,500 千元，船○暨海洋產業研發中心「風力發電機塔架疲勞分析與剩餘壽命評估」，簽約金 665 千元，新○能源「新高 CH25K 垂直軸風力機設計評估報告審查」，簽約金 10 萬元等技術服務案，累計技術服務 3 件，簽約金 326.5 萬元，落實風能產業應用。
--	--	--	--	--	--

三、細部計畫與執行摘要

細部計畫 1	綠能產業應用技術發展計畫(3/4)	計畫性質	能源國家型科技計畫
主持人	魏華洲	執行機關	國家原子能科技研究院
計畫目標 (請填綱要計畫年度目標)	子項一： 建立 100%自主技術鈳電池產品化所需關鍵材料標準驗證程序。 子項二： 開發高溫發電/產氫技術之關鍵組件產製技術，進行 10 片裝 MS-SOFC 電池/MS-SOEC 電解堆組裝及測試。 子項三： 精進≥ 10 公斤永續材料高質化技術，材料純度大於 99%，開發轉輪元件直徑≥ 15 公分、厚度≥ 10 公分，孔隙度$\geq 60\%$。設備乾燥風量$\geq 100 \text{ m}^3/\text{h}$，進行$\geq 200 \text{ m}^2$場域測試，潔淨除濕能源因數值$\geq 2.5 \text{ L/kWh}$ (乾燥能源因數值$\geq 0.5 \text{ kg/kWh}$)。 子項四： 提升 PHAs 產量佔菌體乾重至 70%。建立 PHA 試量運轉驗證之技術能力，生產成本降低至 120 NTD/kg。提出技術授權推動規劃，並整合生質能運用之 PHAs 綠色生產之製程設計。 子項五： 開發高空型線上檢測載具，並將停機中風機葉片線上檢測速率提升至 2 小時完成 50 公尺長度之葉片檢測作業。達成技轉或技服 1 件共計 600 千元。		
重點描述	1. 完成(1)擴散槽測試、(2)單電池與(3)電池組測試等 3 種鈳電池關鍵材料標準驗證程序建立，並針對鈳電池關鍵材料(包括電極、膜、電解液)完成驗證測試報告。 2. 開發複合電解質單元，以 NiMo 為支撐層。NiO-YXZ 及 NiO-GDC 為陽極、SDC 及 LSGM 為電解質、SDC 及 SSC 為陰極，製作金屬支撐型電池(MSC)單元，進行該 MSC 單元效能測試。另以該單元組裝 10 片裝 MS-SOFC 電池/MS-SOEC 電解堆，完成其性能測試。 3. 完成百公斤級反應器 8 次投料試俾，每次運轉 4 小時，處理量提升至 22 kg/h。以系統輕質化、控制面板放		

	大操控簡單化、轉輪元件模具化改善氣密且易更換為目標，最大乾燥風量 $180 \text{ m}^3/\text{h}$，於 225 m^2 試驗場域，進行 100 公斤香草青莢乾燥測試，平均每日耗電度數降低 45%，可縮短 1/2 乾燥時間，換算乾燥能源因數值為 0.52 kg/kWh。落實研究開發技術，延伸計畫開發光電半導體產業晶圓切削料循環純化技術及系統整合概念，完成 1 件技術轉移案及 2 件技術服務案簽屬，總簽約金 145 萬。 4. 建立我國自主生產 PHAs 技術為技術開發標的，以建置完備的菌株資源和高通量篩選平台，配合發酵策略，完成貪銅菌噸級發酵試量產測試，透過整合 PHAs 萃取純化技術，使生產成本降低到廠商可接受水準($100\text{-}150\text{NTD/kg}$)，並爭取廠商合作以落實計畫研發成果於產業化應用。 5. 完成高空型葉片檢測系統開發，本系統以鋁擠型組成結構框架，小型捲揚機吊掛整體系統於翼展方向移動，採用 3 顆步進馬達進行 3 維空間掃描，2 顆步進馬達控制於檢測部位固定檢測框架，並且利用本院 150kW 風力發電機葉片進行實場域驗證，風機高度 50 公尺，葉片長度 10.85 公尺，約耗時 0.38 小時完成檢測工作，推算 50 公尺葉片約需時 1.9 小時，累計技術服務 3 件，簽約金 326.5 萬元。
預期成果	1. 完成 100%自主技術鈦電池產品化所需關鍵材料(包括電極、膜、電解液等)標準驗證程序；達成儲能電池產業應用，高效能電池模組材料業界整合、設計、充電放電調控技術、電解液處理技術，技轉或技服 1 件 300 千元。 2. 大面積電池片發電效率達 500 mW/cm^2 以上($40.5 \text{ W}@700^\circ\text{C}$、$0.8 \text{ V}$)。10 片裝 MS-SOFC 電池堆於 700°C，最大發電功率達 450 W，發電效率達 40 %。10 片裝 MS-SOEC 電池堆於 700°C，產氫量達 5 L/min，產氫效率達 75 %以上。 3. 完成 ≥ 10 公斤永續材料高質化技術，材料純度大於 99%，開發轉輪元件直徑 ≥ 15 公分、厚度 ≥ 10 公分，孔隙度 $\geq 60\%$。設備乾燥風量 $\geq 100 \text{ m}^3/\text{h}$，進行 $\geq 200 \text{ m}^2$ 場域測試，潔淨除濕能源因數值 $\geq 2.5 \text{ L/kWh}$ (乾燥能源因數值 $\geq 0.5 \text{ kg/kWh}$)。 4. 提升 PHAs 產量佔菌體乾重至 70%。建立 PHA 試量運轉驗證之技術能力，生產成本降低至 120 NTD/kg。提出技術授權推動規劃，並整合生質能運用之 PHAs 綠色生產之製程設計。 5. 開發高空型線上檢測載具，並將停機中風機葉片線上檢測速率提升至 2 小時完成 50 公尺長度之葉片檢測作業。達成技轉或技服 1 件共計 60 萬元。

計畫投入 (Inputs)			
預算數 (千元) / 決算數 (千元) / 執行率	28,388/28,362/99.91%	總人力 (人年) 實際 / (規劃)	30/30
其他資源投入	無		
主要工作項目	本年度重要成果		主要成果使用者/服務對象/合作對象
請分列填報下一層計畫 (工作) 子項一：可擴充式 綠能智慧多元儲能 關鍵技術	1. 完成關鍵材料標準驗證程序建立，使用擴散槽可應用於膜與電解液驗證，利用鈳離子擴散速率量測不同隔離膜滲透率數值，或以相同膜來評估不同廠牌電解液的擴散特性，鈳離子愈易擴散則電池的庫倫效率會愈差；及利用本院開發之單電池與 kW 級電堆，替換不同的關鍵材料，再利用定電流或定功率充放電之標準測試方式進行循環測試，測試電池電壓效率、庫倫效率與能量效率等效能。 2. 複合電池研究以「5 kW 鈳電池/167 F 超級電容」測試，超級電容因具備快充快放的功能，因此組成複合電池後可能提升原電池之充放電速度，經實際測試 VRFB/SC hybrid 反應時間為 10ms，而單獨只有 5 kW 鈳電池的反應時間則為 20ms(測試設備最小解析度為 10ms)，證實 VRFB/SC 複合電池確實可提升液流電池反應速度。本研究驗證改善儲能系統反應時間，可擴展可能儲能適用情境。 3. 完成國外廠商艾○旭公司簽定鈳電池隔離膜測試技服案，已結案收入 60 萬元；與中○公司簽定「鈳液流電池電容量回復方法」技術授權案，本		中○公司、盛○公司、艾○旭公司

	院綜計組於 9/27 完成議價，議價總金額為 475 萬元，歸屬於本計畫成果簽約金額約為 200 萬元，後續將協助該公司跨足鈮電池儲能產業鏈，對於國內液流電池發展具有指標性意義。	
子項二：SOFC 關鍵元件研製及技術開發	1. MSC 電池單元，700 °C 進行發電效能測試，OCV 為 1.03 V，於 0.8 V 之功率輸出為 41.4 W，功率密度為 510 mW/cm²。 2. 10 片裝 MS-SOFC 電池堆：於 700 °C 時 OCV 約 1.1 V/片，電壓為 0.73 V/片、發電功率 456 W(562 mW/cm²)，於氫氣 3.4 LPM 條件下，功率輸出 228 W(281 mW/cm²)，發電效率 40.6 %。 3. 10 片裝 MS-SOEC 電解堆於 700 °C 電解產氫測試(H₂:H₂O=2:8, H₂O=5.28 c.c./min)，電流密度達 814 mA/cm² (66 A)，平均每片電壓為 1.47 V，產氫量達 5 L/min，產氫效率為 75 %。(圖 7) 4. 完成與中○兩公司簽訂「固態氧化物電解電池技術發展現況分析與委託試驗工作」技服案、「高溫電性(ASR)量測技術」技轉案、「金屬連接板大氣電漿噴塗及高溫電性委託量測」委託研究案及「SOEC 共電解技術開發」委託研究案，簽約金額合計 503 萬元(圖 8)。 5. 2023 台灣創新技術博覽會發明競賽：「一種金屬保護膜之組成及製備方法」、「燃料電池發電併聯電網整合裝置」等 2 項榮獲銅牌獎。	漢○公司、中○公司、高○公司
子項三：住商節能關鍵組件技術開發及示範系統	1. 完成量產型碳化矽純化設備及大型連續磁選分離收集系統建置，主要包括進料裝置、攪拌式反應器、氣壓升降機制、智慧控制洩壓及壓力監控單元、進卸料單元，增加超音波震盪器及氣動攪拌機，克服攪拌桶搭配蠕動幫浦，磁選分離速度過慢的問題，完成百公斤級反應器 8 次投料試俾，每次運轉 4 小時，處理量提升至 22 kg/h。目前利用磁力分選單元去除磁性物質，提高碳化矽粉末純度 99.5%(測試方法 CNS 9439)。導入智	瑁○環保公司、復○公司、農委會桃○區農業改良場、台灣香○蘭公司

	慧製造，直徑≥ 15公分轉輪元件增加6條補強肋，增加結構強度，建立最佳積層製造參數如列印速度 30 mm/s 和支架密度 30%。成型直流通孔，逐層堆疊成為成品共 25 組，良率 96%，孔隙度 76.3%。提供節能除濕、乾燥系統性能場域測試使用。 2. 整合兼具節能、乾燥除濕、潔淨三合一節能系統，建立智慧感測監控及太陽熱能輔助加熱技術，減少電能使用，提升實際節能效果，完成乾燥除濕潔淨轉輪系統建置，乾燥除濕潔淨轉輪系統系統尺寸 600*300*800 mm (W*D*H)，包括收集除濕輪脫附後收集水，量化移除水實際重量和體積，乾燥及脫附進出風口裝設溫度、濕度及風速監測儀器，導入控制軟體、韌體及操控面板，以系統輕質化、控制面板放大操控簡單化、轉輪元件模具化改善氣密且易更換為目標，最大乾燥風量 180 m³/h，於 225 m² 試驗場域，進行 100 公斤香草青莢乾燥測試，平均每日耗電度數降低 45%，可縮短 1/2 乾燥時間，換算乾燥能源因數值為 0.52 kg/kWh。 3. 落實研究開發技術，延伸計畫開發光電半導體產業晶圓切削料循環純化技術及系統整合概念，完成 1 件技術轉移案及 2 件技術服務案簽屬，總簽約金 145 萬，分別為：(1). 瑠○環保公司技術轉移電漿熱裂解太陽光電模組材料全循環技術金額 105 萬元；(2). 豐○實業股份有限公司，木質材料作為吸附材料及相關特性分析技術服務，金額 20 萬元；(3). 復○公司，半導體業晶圓承載器具材料之分析，金額 20 萬元。 4. 除濕潔淨轉輪元件技術開發獲得綠色環保除濕輪製作方法專利，參加 2023 台灣創新技術博覽會發明競賽，循環材料增加生命週期，減少礦物	
--	--	--

	開採和二氧化碳排放，落實淨零碳排，原料到產品完整研發除濕乾燥潔淨轉輪(吸附能力 0.22 g 水/g 轉輪)，建立本土化自製能力(直徑 50 公分厚度 40 公分)，進行設備系統整合及場域測試驗證，提升設備能源效率 20%，節省產業用電支出，循環材料及衍生性產品、設備和系統販售，成本降低 30%，再創新商機，經濟與環境永續雙贏，技術創新獲得鉅金獎。	
子項四：海洋可分解塑膠 PHAs 綠色生產技術開發與應用研究	1. 本計畫以建立我國自主生產 PHAs 技術為開發標的，計畫以建置完備的菌株資源、高通量篩選平台，配合菌株培養時間、碳氮比例、溫度、pH 及溶氧量等參數，視菌株生長條件利用批次發酵或饋料批次發酵等發酵策略，已完成貪銅菌、桿菌及嗜鹽菌三種類型菌株之噸級發酵測試。其中，屬革蘭氏陰性菌之貪銅菌，優勢是可採用全無機鹽配方降低藥品成本，並於 72 小時內以饋料批次發酵完畢，發酵時間的縮短有助於增加操作次數，其 PHAs 蓄積量已可佔菌體乾重可達 70%以上。 2. 計畫開發之破菌及萃取方法主要是以二氧化氯破菌、月桂酸銨建立的無毒萃取的方式為主。透過將原有的二氧化氯配合月桂酸銨萃取程序作精進改善，月桂酸及氨水試劑減少 75%及甲醇用量減少 50%時，整體破菌萃取的操作成本可減少 70.37%。因此純化之試劑成本因處理非 PHA 之基質減少及萃取試劑減量，1 公斤 PHAs 所需萃取成本由原 113.2 元降至 33.5 元，合併發酵及破菌等流程之操作成本，生產 PHAs 成本將可降至 117 元/公斤。	中○公司、明○生技

	3. 為尋求低成本碳源，計畫整合木質纖維原料酵素水解技術，將廢紙容器分解產生葡萄糖，配合本計畫所開發之 PHAs 菌株可做為生產 PHAs 的碳源，具降低產製成本潛力。計畫建立之使用廢紙容器水解液生產聚羥基烷酸酯關鍵技術，榮獲 2023 台灣創新技術博覽會發明競賽金牌獎，計畫研發成果受專業創新獎項肯定。計畫衍生之研發成果「森林廢棄物轉高價值綠色化學品之負碳生質精煉技術(FixCarbon)」勇奪素有「科技產業奧斯卡獎」美譽之稱的「2023 年全球百大科技研發獎(R&D 100 Awards)」，研發能量躍登國際舞台，科研實力獲肯定。 4. 計畫所建立之技術製程，其衍生之應用，受到國內知名石化公司肯定。該石化公司為因應國家減碳、限塑等政策方向，委託計畫團隊進行技服案及委託研究案，簽約金額分別為 800 萬元及 790 萬元。藉由此合作案所建立的技術，可加速落實計畫研發成果於產業化應用之目標，協助產業提升其經濟效益與競爭力，有助於產業達成轉型落實減碳目標。	
子項五：大型風力機葉片檢測技術開發	1. 完成高空型葉片檢測系統開發，本系統以鋁擠型組成結構框架，小型捲揚機吊掛整體系統於翼展方向移動，升降速度設定為 4 cm/s，採用 3 顆步進馬達進行 3 維空間掃描，速度設定為 45 cm²/s，2 顆步進馬達控制於檢測部位固定檢測框架，並且利用本院 150kW 風力發電機葉片進行實場域驗證，風機高度 50 公尺，葉片長度 10.85 公尺，捲揚機固定於 Hub，吊掛高空型葉片檢測系統，2 名檢測人員站立於吊籠內，由吊車吊掛至高空進行設備連線操作，約耗時 0.38 小時完成檢測工作，推	佳○重機、喬○偉斯特公司、益○實業有限公司

	算 50 公尺葉片約需時 1.9 小時。 2. 整合佳○重機械工程股份有限公司與力○科技，成功申請「新型 30kW 風力發電系統研發建置」能專計畫，2 年(111 年至 112 年)30,000 千元，能源局補助 45%，廠商 2 年投入約 16,500 千元，每年約 8,250 千元。112 年協助佳○重機械工程股份有限公司生產、製造、與組裝新型 30kW 風力發電系統，並且架設於台中港風力發電站進行實地併網測試，藉由內需市場扶植國內風機系統廠商，並逐步推廣至海外市場，落實產業推廣應用。 3. 完成中○院「水下載具水櫃運用高壓空氣排水之閥門關閉模擬與出口壓力時變分析」，簽約金 250 萬元，船○暨海洋產業研發中心「風力發電機塔架疲勞分析與剩餘壽命評估」，簽約金 66.5 萬元，新○能源「新 OCH25K 垂直軸風力機設計評估報告審查」，簽約金 10 萬元等技術服務案，累計技術服務 3 件，簽約金 326.5 萬元，落實風能產業應用。	
本年度效益、影響、重大突破 請更新同 p.21~25		
子項一： (1) 完成關鍵材料標準驗證程序建立，使用擴散槽可應用於膜與電解液驗證，利用鈳離子擴散速率量測不同隔離膜滲透率數值，或以相同膜來評估不同廠牌電解液的擴散特性，鈳離子愈易擴散則電池的庫倫效率會愈差；及利用本院開發之單電池與 kW 級電堆，替換不同的關鍵材料，再利用定電流或定功率充放電之標準測試方式進行循環測試，測試電池電壓效率、庫倫效率與能量效率等效能。(圖 1) (2) 文獻證實鉛酸電池或鋰離子電池與超級電容併聯使用，在瞬間高負載應用環境下，超級電容可快充放電的特性，可提升鉛酸電池或鋰離子電池的使用壽命；此外超級電容因具備快充快放的功能，因此組成複合電池後也可提升原電池之充放電速度，「5 kW 鈳電池/167 F 超級電容」複合電池測試顯示，VRFB/SC hybrid 反應時間為 10ms，而單獨只有 5 kW 鈳電池的反應時間則為 20ms(測試設備最小解析度為 10ms)，證實 VRFB/SC 複合電池確實可提升液流電池反應速度。(圖 2) (3) 完成國外廠商艾○旭公司簽定鈳電池隔離膜測試技服案，已結案收入 60 萬元；與中○公司簽定「鈳液流電池電容量回復方法」技術授權案，總金額為 475 萬元，歸屬於本計畫成果金額約為 200 萬元，後續將協助該公司跨足鈳電池儲能產業鏈，對於國內液流電		

池發展具有指標性意義。(圖 3)

子項二：

- (1) MSC 電池單元，700 °C 進行發電效能測試，OCV 為 1.03 V，於 0.8 V 之功率輸出為 41.4 W，功率密度為 510 mW/cm²。(圖 4)
- (2) 10 片裝 MS-SOFC 電池堆：於 700 °C 時 OCV 約 1.1 V/片，電壓為 0.73 V/片、發電功率 456 W(562 mW/cm²)，於氫氣 3.4 LPM 條件下，功率輸出 228 W(281 mW/cm²)，發電效率 40.6 %。(圖 5)
- (3) 10 片裝 MS-SOEC 電解堆於 700 °C 電解產氫測試(H₂:H₂O=2:8，H₂O=5.28 c.c./min)，電流密度達 814 mA/cm² (66 A)，平均每片電壓為 1.47 V，產氫量達 5 L/min，產氫效率為 75 %。(圖 6)
- (4) 完成與中○公司簽訂「固態氧化物電解電池技術發展現況分析與委託試驗工作」技服案、「高溫電性(ASR)量測技術」技轉案、「金屬連接板大氣電漿噴塗及高溫電性委託量測」委託研究案及「SOEC 共電解技術開發」委託研究案，金額分別為 321、50、35 及 97 萬元 (圖 7)。
- (5) 2023 台灣創新技術博覽會發明競賽：「一種金屬保護膜之組成及製備方法」、「燃料電池發電併聯電網整合裝置」等 2 項榮獲銅牌獎。(圖 8)

子項三：

- (1).完成量產型碳化矽純化設備及大型連續磁選分離收集系統建置(圖 9)，主要包括進料裝置、攪拌式反應器、氣壓升降機制、智慧控制洩壓及壓力監控單元、進卸料單元，增加超音波震盪器及氣動攪拌機，克服攪拌桶搭配蠕動幫浦，磁選分離速度過慢的問題，完成百公斤級反應器 8 次投料試俾，每次運轉 4 小時，處理量提升至 22 kg/h。目前利用磁力分選單元去除磁性物質，提高碳化矽粉末純度 99.5%(測試方法 CNS 9439)。導入智慧製造，直徑≥15 公分轉輪元件增加 6 條補強肋，增加結構強度，建立最佳積層製造參數如列印速度 30 mm/s 和支架密度 30%。成型直流通孔，逐層堆疊成為成品共 25 組，良率 96%，孔隙度 76.3%(圖 10)。提供節能除濕、乾燥系統性能場域測試使用。
- (2). 整合兼具節能、乾燥除濕、潔淨三合一節能系統，建立智慧感測監控及太陽熱能輔助加熱技術，減少電能使用，提升實際節能效果，完成乾燥除濕潔淨轉輪系統建置(圖 11)，乾燥除濕潔淨轉輪系統系統尺寸 600*300*800 mm (W*D*H)，包括收集除濕輪脫附後收集水，量化移除水實際重量和體積，乾燥及脫附進出風口裝設溫度、濕度及風速監測儀器，導入控制軟體、韌體及操控面板，以系統輕質化、控制面板放大操控簡單化、轉輪元件模具化改善氣密且易更換為目標，最大乾燥風量 180 m³/h，於 225 m² 試驗場域，進行 100 公斤香草青英乾燥測試，平均每日耗電度數降低 45%，可縮短 1/2 乾燥時間，換算乾燥能源因數值為 0.52 kg/kWh。
- (3). 落實研究開發技術，延伸計畫開發光電半導體產業晶圓切削料循環純化技術及系統整合概念，完成 1 件技術轉移案及 2 件技術

服務案簽屬，總簽約金 145 萬，分別為：1. 瑀○環保公司技術轉移電漿熱裂解太陽光電模組材料全循環技術金額 105 萬元；2. 豐○實業股份有限公司，木質材料作為吸附材料及相關特性分析技術服務，金額 20 萬元；3. 復○公司，半導體業晶圓承載器具材料之分析，金額 20 萬元。

(4).除濕潔淨轉輪元件技術開發獲得綠色環保除濕輪製作方法專利，參加 2023 台灣創新技術博覽會發明競賽，循環材料增加生命週期，減少礦物開採和二氧化碳排放，落實淨零碳排，原料到產品完整研發除濕乾燥潔淨轉輪(吸附能力 0.22 g 水/g 轉輪)，建立本土化自製能力(直徑 50 公分厚度 40 公分)，進行設備系統整合及場域測試驗證，提升設備能源效率 20%，節省產業用電支出，循環材料及衍生性產品、設備和系統販售，成本降低 30%，再創新商機，經濟與環境永續雙贏，技術創新獲得鉑金獎(圖 12)。

子項四：

(1).本計畫以建立我國自主生產 PHAs 技術為開發標的，計畫以建置完備的菌株資源、高通量篩選平台，配合菌株培養時間、碳氮比例、溫度、pH 及溶氧量等參數，視菌株生長條件利用批次發酵或饋料批次發酵等發酵策略，已完成貪銅菌、桿菌及嗜鹽菌三種類型菌株之噸級發酵測試(圖 13)。其中，屬革蘭氏陰性菌之貪銅菌，優勢是可採用全無機鹽配方降低藥品成本，並於 72 小時內以饋料批次發酵完畢，發酵時間的縮短有助於增加操作次數，其 PHAs 蓄積量已可佔菌體乾重可達 70%以上。

(2).計畫開發之破菌及萃取方法主要是以二氧化氯破菌、月桂酸銨建立的無毒萃取的方式為主。透過將原有的二氧化氯配合月桂酸銨萃取程序作精進改善，月桂酸及氨水試劑減少 75%及甲醇用量減少 50%時，整體破菌萃取的操作成本可減少 70.37%。因此純化之試劑成本因處理非 PHA 之基質減少及萃取試劑減量，1 公斤 PHAs 所需萃取成本由原 113.2 元降至 33.5 元，合併發酵及破菌等流程之操作成本，生產 PHAs 成本將可降至 117 元/公斤。(圖 14)

(3).製程設計評估分成情境 1-利用「生質料源產製生質精煉產品」及情境 2-「生質料源產製生質精煉產品並轉換生質能」，進行製程效益評估。以情境 2 為例，除計畫開發倉儲米為碳源產製 PHAs 的製程，並整合生質能研發成果，將生質物(倉儲米)轉換為附加價值較高的 PHAs 生質塑膠原料，在 PHAs 使用多次而無法再重複利用時製成廢棄物衍生燃料(Refuse Derived Fuel, RDF)，可經由發電產生生質電力。利用 PHAs 回收發電取代燃煤發電，每度電減碳效益達 62%。若以去化 10 萬公噸倉儲糙米時，對比一般倉儲米產製飼料年產值約為 21.7 億元，利用倉儲米產製 PHAs 並轉換生質能，年總體產值高達 131.7 億元，為倉儲米飼料產值的六倍，顯示整合生質能運用之 PHAs 生產製程設計兼具減碳及增加產業產值效益。

(4).落實計畫開發之技術產業化應用，與國內石化公司共同合作菌株開發規劃，委託二年期的委託研究案，決標金額為 789.9 萬元。另分別與明○生物科技和中○公司簽訂技服案，決標金額分別為 20 萬元和 800 萬元。

(5).計畫衍生之研發成果「森林廢棄物轉高價值綠色化學品之負碳生質精煉技術(FixCarbon)」及「廢紙容器處理方法及使用廢紙容器水解液生產聚羥基烷酸酯的方法」分別榮獲 2023 年「全球百大科技研發獎(R&D 100 Awards)」及 2023 台灣創新技術博覽會發明競

賽金牌獎，計畫研發成果受專業創新獎項肯定。(圖 15)

子項五：

- (1).完成高空型葉片檢測系統開發，本系統以鋁擠型組成結構框架，小型捲揚機吊掛整體系統於翼展方向移動，升降速度設定為 4 cm/s，採用 3 顆步進馬達進行 3 維空間掃描，速度設定為 45 cm²/s，2 顆步進馬達控制於檢測部位固定檢測框架，並且利用本院 150kW 風力發電機葉片進行實場域驗證，風機高度 50 公尺，葉片長度 10.85 公尺，捲揚機固定於 Hub，吊掛高空型葉片檢測系統，2 名檢測人員站立於吊籠內，由吊車吊掛至高空進行設備連線操作，約耗時 0.38 小時完成檢測工作，推算 50 公尺葉片約需時 1.9 小時(圖 16)。
- (2).完成中○院「水下載具水櫃運用高壓空氣排水之閥門關閉模擬與出口壓力時變分析」，簽約金 250 萬元，船○暨海洋產業研發中心「風力發電機塔架疲勞分析與剩餘壽命評估」，簽約金 66.5 萬元，新○能源「新高 CH25K 垂直軸風力機設計評估報告審查」，簽約金 10 萬元等技術服務案，累計技術服務 3 件，簽約金 326.5 萬元，落實風能產業應用。

遭遇困難與因應對策

1. 計畫年度經費逐年調降，經費拮据使得研發工作推動較原先困難；目前電池模組與系統尚屬開發階段，電池生產成本仍居高不下，影響廠商投資意願。因應對策：透過本院儲能示範應用或技術研發經驗，與國內相關產官學共同合作開發並建立儲能產品的完整解決方案，以加速國內電池儲能技術發展與儲能相關產業應用，提升廠商投資意願。

貳、經費執行情形

一、經資門經費表 (E005)

1. 初編決算數：因績效報告書繳交時，審計機關尚未審定 111 年度決算，故請填列機關編造決算數。
2. 實支數：係指工作實際已執行且實際支付之款項，不包含暫付數。
3. 保留數：係指因發生權責關係經核准保留於以後年度繼續支付之經費。(即本所預算查詢系統查得之第四季明細表之發債數)
4. 預算數：原則填寫法定預算數，如立法院尚未通過總預算，則填寫預算案數。
5. 執行率：係指決算數佔預算數之比例。

單位：千元；%

	112 年度					113 年度 預算數	114 年度 申請數	備註
	預算數 (a)(流用前)	初編決算數			執行率 (d/a)			
		實支數 (b)	保留數 (c)	合計 (d=b+c)				
總計	28,388	28362		28,362	99.91	27,000		
一、經常門小計	14,463	14,452		14,452	99.92			
(1)人事費								
(2)材料費								
(3)其他經常支出								
二、資本門小計	13,925	13,910		13,910	99.89			
(1)土地建築								
(2)儀器設備								

(3)其他資本支出							
		110 年度 決算數	111 年度 決算數	112 年度 決算數 (執行率)	113 年度 預算數	114 年度 申請數	備註
綱要計畫總計		36,226	32,477	28,388	27,000		
一、細部計畫 1	小計	36,226	32,423	28,362 (99.91%)			
	經常支出	15,843	18,014	14,452 (99.92%)			
	資本支出	17,383	14,409	13,910 (99.89%)			

二、經費支用說明

(請簡扼說明各項經費支用用途，例如有高額其他經費支出，宜說明其用途；或就資本門說明所採購項目及目的等。)

1. 為配合計畫規劃之技術開發工作，擬透過勞務案與學研單位合作，進行生質物創新運用之轉換技術及其效益研究，針對微生物代謝途徑進行製程精進，協助計畫建立高值化應用之生產製程或循環利用的關鍵催化技術，藉以加速計畫研發工作及產業推廣之推展與進程；金額為 884 千元。
2. 為進行塑膠樣品分子量分析，擬以目前既有儀器設備為基礎，進行擴充增加儀器分析能力，計畫採購分析檢測器組件及相關應用層析軟體及儀器控制電腦，以進行樣品分析；本案決標金額為 897 千元。

三、經費實際支用與原規劃差異說明

(如有執行率偏低、保留數偏高、經資門流用比例偏高等情形，均請說明。)

第二部分

註：第一部分及第二部分（不含佐證資料）合計頁數建議以不超過 200 頁為原則，相關有助審查之詳細資料宜以附件方式呈現。

壹、成果之價值與貢獻度

(請說明計畫執行至今所達成之主要成果之價值與貢獻，亦即多年期綱要計畫，請填寫起始年累積至今之主要成就及成果之價值與貢獻度。)

一、學術成就(科技基礎研究)

1. 參加第 12 屆工程與科技創新國際研討會 IMETI2023，進行「Application of Electrochemical Reaction Zone Flow Channel Design in kW-Class Vanadium Redox Flow Battery」論文發表，展現計畫研發成果，並與專家學者進行技術交流與掌握最新相關技術。
2. 研發成果撰寫會議論文，參加第十八屆全國氫能與燃料電池學術研討會，“Fabrication and Characterization of $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{CoO}_{3-x}$ Cathode for an Anode-supported Solid Oxide Fuel Cell”榮獲海報論文發表優等論文。
3. 論文”Adsorption of Volatile Organic Compounds Via Cellular material produced from Aluminum Dross”, Key Engineering Materials (2648), 1-7, 2023.
4. 參加 2023 先進功能性材料國際研討會，口頭發表論文”Cellular Desiccant Rotor Produced from Recycling of abrasive slurry”。本國際會議包含解決複合材料結構控制和物理、化學和電學特性設計限制，減少生命週期對環境和成本的影響。二維、三維材料及異質結構材料合成新策略、物理、化學和機械性能基礎研究。從材料、特性分析、元件到系統整合，交流當前技術最新進展，為國際資訊交流重要平台。透過專家討論交流會議拓展研究深度，提升計畫技術能力，使計畫之研究發展能與國際之發展及未來趨勢接軌。
5. 參加 112 年農業工程研討會，口頭發表論文” 吸附轉輪系統應用於乾燥農作物”。此次研究主要發表吸附轉輪是使用具有三維隨機多孔結構，並系統整合吸附轉輪乾燥機來移除農作物大蒜中的水份。研究進行每批次 540 公斤大蒜乾燥實驗，12 天內去除了大蒜 30%的水份，運行時間比傳統柴油燃燒乾燥機台縮短了 13 天，更節能及減少二氧化碳排放，避免柴油燃燒器乾燥過程中產生的噪音和空氣污染。
6. 本計畫針對大型污水處理廠之污泥樣品，應用建立之尼羅紅染色法、聚合酶鏈鎖反應、碳源利用和環境耐受性分析進行三階段篩選潛力聚羥基鏈烷酸酯生產菌，此快速篩選技術有助於加速菌株研發時程，對於本土 PHAs

菌株之生物多樣性的探討亦具有指標意義。計畫相關研發成果經投稿後，3 月份已獲國際學術期刊「Archives of Microbiology」接受刊登。

7. 因近年隨著疫情影響及外送平台興起，生活與衛生習慣改變，增長對紙容器之依賴，而廢紙容器的處理與去化管道成為亟需解決的議題。計畫團隊以富含纖維素之廢紙容器為料源，藉以產製 PHAs，在此運用模式下，將可使廢紙容器進行能資多層次及多元化的應用，不僅能展現較高的經濟效益，且符合低碳政策需求。相關研究成果已完成期刊論文撰寫，題名為”Polyhydroxyalkanoate Production from Waste Paper Containers”，經投稿後，11 月 16 日已獲國際學術期刊「BioResources」接受刊登，有助於提升計畫技術之國際能見度。

8. 為尋求產製 PHAs 之低成本碳源，計畫進行應用清潔劑作為自廢水廠污泥中篩選出之芽孢桿菌碳源累積聚羥基脂肪酸酯之研究，實驗結果顯示使用 Tween 80 培養從廠址污泥中篩選出的芽孢桿菌菌種 ZD-F1 可以積累聚羥基脂肪酸酯。最高乾菌重達 3.28g/L，PHAs 含量為 18.96%，產量可達 0.48g/L。以 Tween 80 和葡萄糖作為碳源之 PHAs 類型相同為 3HB，其中 Tween 80 轉換成 3HB 的化學理論產率值為 1.228 g/g，高於對照組之葡萄糖化學理論產率值 0.716 g/g，本研究為第一份以各種清潔劑作為碳源，利用自廢水廠污泥中篩選出芽孢桿菌生產 PHA 之研究並已完成期刊論文撰寫，並投稿至”Water and Environment Journal”。

9. 參加 3 月 24 至 25 日第 15 屆破壞科學研討會，並且進行「風力發電機葉片在前緣損壞下的空氣動力噪音分析」論文發表，展現計畫研發成果，並與專家學者進行技術交流與掌握最新相關技術。

10. 參加 12 月 15 日 2023 台灣風能學術研討會，並且進行「IEA 15 MW 離岸風機及支撐結構模型建置與驗證」與「大型風場中建置小型風機之效益分析」論文發表，展現計畫研發成果，並與專家學者進行技術交流與掌握最新相關技術。

二、技術創新(科技技術創新)

1. 完成液流電池模組系統用組件研發測試平台建立，並結合本院千瓦級儲能電池測試平台，本院開發之 5kW 規模可拆卸式電池模組，可替換不同關

鍵材料進行系統等級效能測試，有助於國內外廠商產品開發驗證，增進鈮電池產業供應鏈良性發展，有助於提升台灣於儲能產業之競爭力，促進國內儲能產業創新提升研發能量。

2. 與國內廠商合作，進行金屬連接板製成改善，以金屬粉末冶金取代板材機械加工，大幅降低連接板材料及加工成本 80% 以上。國內廠商生產之連接板經電池堆效能測試，功能符合電池堆設計之需求，有利於國內建立完整之產業鏈。

3. 除濕潔淨轉輪元件技術開發獲得綠色環保除濕輪製作方法專利，參加 2023 台灣創新技術博覽會發明競賽，循環材料增加生命週期，減少礦物開採和二氧化碳排放，落實淨零碳排，原料到產品完整研發除濕乾燥潔淨轉輪(吸附能力 0.22 g 水/g 轉輪)，建立本土化自製能力(直徑 50 公分厚度 40 公分)，進行設備系統整合及場域測試驗證，提升設備能源效率 20%，節省產業用電支出，循環材料及衍生性產品、設備和系統販售，成本降低 30%，再創新商機，經濟與環境永續雙贏，技術創新獲得鉑金獎。

4. 計畫衍生之研發成果「森林廢棄物轉高價值綠色化學品之負碳生質精煉技術(FixCarbon)」榮獲 2023 年「全球百大科技研發獎(R&D 100 Awards)」，研發能量躍登國際舞台，科研實力獲肯定。

5. 計畫團隊參加 10 月 12-14 日之 2023 台灣創新技術博覽會，並以「廢紙容器處理方法及使用廢紙容器水解液生產聚羥基烷酸酯的方法」技術，榮獲發明競賽金牌獎，展現計畫創新研發成果。

6. 高空型葉片檢測系統以鋁擠型組成結構框架，小型捲揚機吊掛整體系統於翼展方向移動，升降速度設定為 4 cm/s，採用 3 顆步進馬達進行 3 維空間掃描，速度設定為 45 cm²/s，2 顆步進馬達控制於檢測部位固定檢測框架，並且利用本院 150kW 風力發電機葉片進行實場域驗證，風機高度 50 公尺，葉片長度 10.85 公尺，捲揚機固定於 Hub，吊掛高空型葉片檢測系統，2 名檢測人員站立於吊籠內，由吊車吊掛至高空進行設備連線操作，約耗時 0.38 小時完成檢測工作，推算 50 公尺葉片約需時 1.9 小時，檢測速率與國際接軌。

三、經濟效益(經濟產業促進)

1. 目前國內電池儲能技術仍在研發示範階段，本院建立之鈦電池測試平台，可協同國內外廠商進行鈦電池關鍵材料之性能測試，本年度參考最新國際標準建立鈦電池關鍵材料標準驗證程序，完成電池材料選用評估及電池測試規範準則，相關量能可幫助國內鈦電池產業鏈完整建構，提升台灣於儲能產業之競爭力。並應用於中○公司簽定鈦液流電池電容量回復方法專利應用技術授權，全案總金額為 475 萬元，歸屬於本計畫成果金額約為 200 萬元，利用本院累積實務之經驗及核心整合技術，可降低國內產業投入儲能市場門檻，為國內能源轉型提供支撐。
2. 計畫與國內業者合作，共同進行連接板製程開發，並驗證其性能，結果功能符合電池堆設計之需求，將利於降低國內電池堆生產成本，增加產品競爭力，對國內相關產業發展有所助益。
3. 完成百公斤級反應器 8 次投料試俾，每次運轉 4 小時，處理量提升至 22 kg/h。以系統輕質化、控制面板放大操控簡單化、轉輪元件模具化改善氣密且易更換為目標，最大乾燥風量 180 m³/h，於 225 m² 試驗場域，進行 100 公斤香草青莢乾燥測試，平均每日耗電度數降低 45%，可縮短 1/2 乾燥時間，換算乾燥能源因數值為 0.52 kg/kWh。落實研究開發技術，延伸計畫開發光電半導體產業晶圓切削料循環純化技術及系統整合概念，完成 1 件技術轉移案及 2 件技術服務案簽屬，總簽約金 145 萬，分別為：(1). 瑯○環保公司技術轉移電漿熱裂解太陽光電模組材料全循環技術金額 105 萬元；(2). 豐○實業股份有限公司，木質材料作為吸附材料及相關特性分析技術服務，金額 20 萬元；(3). 復○公司，半導體業晶圓承載器具材料之分析，金額 20 萬元。
4. 明○生物科技股份有限公司委託進行生質塑膠生產技術測試，期藉本案評估纖維料源產製生質塑膠生產技術產業化之可行性，以作為該公司進行生質塑膠工廠建置評估之基礎。藉由本技服案的成立，將有助於落實生質塑膠生產技術之產業推廣應用。
5. 計畫藉由國際合作，成功協助紐西蘭運用國原院開發之生質精煉關鍵技術，創造森林碳匯高值化的創新營運模式，並據此榮獲 2023 年全球百大科

技獎，創新技術可藉參賽機會行銷推廣至全球，促進生質精煉產業投資意願，創造經濟商業利益。

6. 計畫所建立之技術製程及衍生應用，受到國內知名石化公司肯定委託計畫團隊進行發酵測試，本案已於 12 月 12 日簽約，決標金額為 800 萬。藉由此合作案所建立的技術，可加速落實計畫研發成果於產業化應用之目標，協助產業提升其經濟效益與競爭力，有助於產業達成轉型落實減碳目標。

7. 整合佳○重機械工程股份有限公司與力○科技，成功申請「新型 30kW 風力發電系統研發建置」能專計畫，2 年(111 年至 112 年)30,000 千元，能源局補助 45%，廠商 2 年投入約 16,500 千元，每年約 8,250 千元。112 年協助佳○重機械工程股份有限公司生產、製造、與組裝新型 30kW 風力發電系統，並且架設於台中港風力發電站進行實地併網測試，藉由內需市場扶植國內風機系統廠商，並逐步推廣至海外市場，落實產業推廣應用。

四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

1. 計畫團隊參與原子能委員會分別於 4/30-5/1 及 8/12-8/13 花蓮花崗國中及台中廣三 SOGO 百貨公司舉辦科普展兩場次，展出鈳液流電池、SOFC 及生質塑膠等展示，經由同仁專業並轉化生活化表達講解與知識問答的互動，讓參觀之民眾及學生瞭解本所研發技術與低碳、綠能及友善的環境應用，增進社會對於新興綠能技術發展了解。其中鈳液流電池說明其原理及結合再生能源之儲能應用及對電力穩定之貢獻；來電疊疊樂以生動及以遊戲方式說明 SOFC 之應用情境及電池堆之組裝與原理；生質能展示綠能、環境友善及生質塑膠等展品等展項。

2. 參加 2023 年台灣創新技術博覽會，計畫團隊分別以「超音波結合智慧載具於風機葉片檢測系統」、「節能低成本揮發性有機物吸脫附濃縮處理系統」參加永續發展館展覽，推廣相關綠能系統工程應用。並以計畫研發「廢紙容器處理方法及使用廢紙容器水解液生產聚羥基烷酸酯的方法」、「一種金屬保護膜之組成及製備方法」及「燃料電池發電併聯電網整合裝置」等技術等參加競賽及增進對社會大眾介紹及推廣相關綠能技術與應用情境。

3.國內業者欣興電子因應淨零轉型及永續發展採購及建置 10 MW 之 SOFC

燃料電池，投入 40.41 億元，由 Bloom Energy(BE)供應設備及負責後續維護，國內業者為 BE 重要之組件供應鏈，該案顯示相關技術的發展機會，並有助於計畫技術研發與國內產業發展連結並技術升級。

4.住商節能關鍵組件技術開發及示範系統以技術轉移和技術服務廠商為基礎，進行合作開發，由產業投入金額、人力和建置或擴充相關機具設備(促進投資)，包括除濕輪原料工廠，除濕輪生產工廠，除濕乾燥設備機械結構、電控系統、智慧控制、機電整合，供應鏈與上下游協力廠商連結已完成，進一步農業乾燥機烘乾設備(大蒜和香草莢)及其它除濕乾燥設備廠商合作，進行市場推廣與促進國內除溼乾燥產業鏈升級。

五、其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等)

(一)人才培育

1. 透過委託研究與國內相關院校進行合作，預期可培育具鈦電池關鍵材料改質、菌株分生操作、發酵及應用關鍵技術；結合微生物及其發酵工程人才，期藉此建立碳資源精煉技術應用平台，並培育碳捕捉及轉換所產生的碳資源研發人員。
2. 透過技術服務案等協助產業建立相關研發量能，並培育專業人力。
 - (1).執行中○公司簽訂「高溫電性(ASR)量測技術」技轉案，協助技轉廠商人員建立 ASR 量測能力，以利其披覆材料開發及驗證。經由雙方人員之交流，交換披覆材料種類及製程相關經驗，雙方人員皆有收穫及成長。
 - (2).積層製造技術製作具有空氣流道多元設計及增加接觸面積的介質材料，作為多孔元件材料，可應用在環保、冶金和化工等領域，增加技轉廠商翔○耐火有限公司技術廣度、產品的多樣性與其他產業跨領域結合，智慧製造永續公司發展。新增購置積層製造設備促進產業投資，該公司為因應增加新產線及新產品，額外投入 1 名之專業工程師人力，增加國民就業機會。
 - (3).與國內知名石化業者建立委託研究合作，期開發高通量菌株開發

整合與應用平台之建立，而參與此計畫之研究人員，預期可受到菌株篩選、馴化、發酵程序、高分子純化及高分子分析鑑定等設備儀器操作及技術原理，藉此研發交流以達到培育專業人員的目標。

(二)國際合作

1. 與國外廠商艾○旭簽定技服案，以本院開發之可拆卸電池模組進行 Nafion 隔離膜與該公司生產之隔離膜性能測試，該公司之隔離膜能量效率與 N212 相當，有助於該公司評估隔離膜應用模式。
2. 計畫同仁為 ICACC SOC Symposium 之 Organizer，48th International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites (ICACC2024)將於 113/1/28-2/2 日舉行，本院將派員參加，和與會之專家交換相關研發心得。
3. 計畫同仁赴美國聖地牙哥參加全球百大科技研發獎頒獎典禮(R&D 100 Awards Ceremony)，並參訪倫斯柏克萊國家實驗室 (Lawrence Berkeley National Laboratory, LBNL)，藉由簡報介紹技術現況與國際學者進行交流，建立國際專家交流管道，促進未來國際合作機會，據此推廣本計畫技術能量。
4. 持續與丹麥 Force Technology 公司合作，協助計畫精進風機葉片檢測技術，提升計畫團隊之葉片損傷分析與判讀能力。

(三)推動輔導

1. 延伸應用計畫所建立之風力機相關技術，協助台電再生能源處執行「彰工風場小型風力發電機評估及試驗案」，有助於提高國內之風機裝置容量與再生能源發電量。
2. 住商節能關鍵組件技術開發及示範系統延伸技術物件與適當的設備整合後，可普遍應用於家庭與工業環境，如於住商及工業部門，除濕乾燥可增加舒適度、維持物料倉儲環境條件穩定度、工業製造程序環境溫濕度控制，提升生產良率、移除揮發性有機物保護人體健康，農作物及食品乾燥提升節能乾燥效率。不分性別地為全年齡民眾提供適切的生活環境品質。落實本土化自製節能乾燥除濕潔淨轉輪元件，提升節能技術指標。

貳、檢討與展望

(請檢討計畫執行可改善事項或後續可精進處，並說明後續工作構想重點與未來展望等；屆期計畫請強化說明後續是否有下期計畫、計畫轉型或整併、納入機關例行性業務、或其他推廣計畫成果效益之作為等。)

1.

1. 本計畫配合國家政策，基於能源轉型及綠能產業發展之需求，就創能、儲能及節能等領域，以國原院研發經驗及測試平台等，規劃相關材料、組件、產品及系統之研發及設計，並朝提升效能、增進耐用性、降低產品價格及實際場域應用等目標努力。部分項目如 SOFC 測試因組裝方式等影響，亦已分析及評估原因並進行改善測試中，以期達到預定之目標。

2. 各子項計畫均以產業應用為目標，執行過程就目標、執行策略及技術規格等定期檢討研發進展，並爭取產業對於關鍵技術或產品之認同，在各子項均於技服技轉等均獲得一定之成效，顯現相關技術能量獲得產業認同。尤其合作產業涵蓋國營事業及產業龍頭等，皆顯示相關計畫技術能量與推廣具有成效。

3. 技術發展及產業應用仍極具發展性，後續可再進行包含：(1).但目前國內缺乏，計畫可輔助國內產業就關鍵材料或組件進行評估測試，提供切入產業鏈供應之機會或協助鈇電池系統整合商技術國產化或大型應用，擴大儲能應用國內參與機會。(2). 欣興電子燃料電池建置案後續正式營運，將建立國內大型 SOFC 系統運轉經驗，計畫相關產業合作對象為國際供應鏈，具有因裝置成長而擴大產業效益機會。(3). 除溼輪技術透過整合全系統乾燥機台，與企業結合進行場域測試以累積技術能量及測試驗證，改良機台穩定性及可靠度，並爭取技術轉移和技術服務合作廠商進行市場推廣。(4). 建立環境友善之可分解生質塑膠 PHAs 生產製程技術與能力，協助國內生質材料產業鏈及中下游產業的升級，解決環境污染問題。(5). 第一代高空型葉片檢測系統採用有線連接控制方式，現場作業連接及高空作業吊掛準備工作，前置作業時間較長。後續可採用如 NI cRIO-9047 即時控制器，所有控制訊號彙整後，由 CANbus 通訊協定透過無線網路進行系統連接，則現場作業僅需連接電源線，大幅縮減前置作業時間，並且結合人工智能損傷判讀，提升後續數據分析效率。

參、其他補充資料

一、 跨部會協調或與相關計畫之配合

(請說明本計畫是否與其他科技發展計畫相關連，其分工與合作之配合情形為何，若有共同之成果，亦請說明分工與貢獻；如相關連計畫為其他機關所執行，請說明協調機制及運作情形是否良好；計畫審議階段如委員特別提出須區隔計畫差異性並強化分工合作、強化與其他機關合作者，請強化說明配合情形；如計畫與其他計畫、其他機關無相關連，亦請簡扼說明該計畫業務屬性可獨立執行。)

無

二、 大型科學儀器使用效益說明

本計畫若有編列經費購買、維運之大型科學儀器，請簡述經常性作業名稱、儀器用途、實際使用情形、使用效益...等。

(指 1000 萬元以上科學儀器)

無

三、 其他補充說明(分段上傳)

如有其他利於審查之相關資料，如：計畫成果完整說明、績效自評意見暨回復說明...等。

無

附表、佐證資料表

【A 論文表】

題 名	第一作者	發表年(西元年)	文獻類別	成果歸屬
Application of Electrochemical Reaction Zone Flow Channel Design in kW-Class Vanadium Redox Flow Battery	胡○心	2023	F	綠能產業應用技術發展計畫
大氣電漿噴塗薄金屬支撐型固態氧化物燃料電池之開發與特性分析	蔡○煌	2023	D	綠能產業應用技術發展計畫
Adsorption of Volatile Organic Compounds Via Cellular material produced from Aluminum Dross	簡○勵	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
Cellular Desiccant Rotor Produced from Recycling of abrasive slurry	楊○府	2023	F	綠能產業應用技術發展計畫
吸附轉輪系統應用於乾燥農作物	楊○府	2023	E	綠能產業應用技術發展計畫
Screening potential polyhydroxyalkanoate-producing bacteria from wastewater sludge	周○哲	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
Polyhydroxyalkanoate Production from Waste Paper Containers	涂○霖	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
風力發電機葉片在前緣損壞下的空氣動力噪音分析	林○廷	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
大型風場中建置小型風機之效益分析	陳○宏	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫

註：文獻類別分成 A 國內一般期刊、B 國內重要期刊、C 國外一般期刊、D 國外重要期刊、E 國內研討會、F 國際研討會、G 國內專書論文、H 國際專書論文；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【B 合作團隊(計畫)養成表】

團隊(計畫)名稱	合作對象	合作模式	團隊(計畫)性質	成立時間(西元年)	成果歸屬
鈎液流電池關鍵技術	中○公司	B	A, D	2023	綠能產業應用技術發展計畫

氧傳輸膜合作團隊	工程所	A	A	2023	綠能產業應用技術發展計畫
PHAs 菌株開發	中○公司	B	A, D	2020	綠能產業應用技術發展計畫
組成葉片檢測團隊	佳○重機、喬○偉斯特公司、益○實業有限公司	B	A	2021	綠能產業應用技術發展計畫

註：合作模式分成 A 機構內跨領域合作、B 跨機構合作、C 跨國合作；團隊(計畫)性質分成 A 形成合作團隊或合作計畫、B 形成研究中心、C 形成實驗室、D 簽訂協議；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【C 培育及延攬人才表】

姓名	機構名稱	學歷	性質	成果歸屬
歐○庭	國立台灣科技大學	B	A	綠能產業應用技術發展計畫
林○學	國立清華大學	B	A	綠能產業應用技術發展計畫
陳○安	國立陽明交通大學	A	A	綠能產業應用技術發展計畫

註：學歷分成 A 博士(含博士生)、B 碩士(含碩士生)、C 學士(含大學生)；性質分成 A 參與計畫、B 學程通過、C 培訓課程通過、D 國際學生/學者交換、E 延攬人才；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【D1 研究報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年(西元年)	是否被採納	成果歸屬
全鈳液流電池之交流阻抗特性	胡○心	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
鈳液流電池開發與性能評估	胡○心	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
以多膜多室法探討鈳、鐵、氫離子之遷移現象	邱○諺	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
SOFC 控制系統規劃設計	韓○坊	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
金屬支撐型電池片在燃料電池及電解電池之效能	吳○靜	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
多元金屬合金薄膜製備	林○男	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
半導體和光電產業晶圓加工用碳化矽陶瓷透氣吸盤技術報告	梁○超	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
半導體業承載器具材料之分析研究	卓○和	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫

VOCs 處理技術綜述	簡○勵	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
節能乾燥示範系統應用於百公斤級香草製程	陳○良	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
生質乳酸減壓蒸餾製程改良研究	林○村	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
碳源轉換生質化學品工具之製備及分析方法	梁○顯	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
3E 效益計算之參數收集與資料更新	朱○凱	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
狼尾草料源產製生質聚乳酸之可行性評估	邱○玫	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
棕櫚紙漿轉化乳酸之研究	顏○裕	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
芽孢桿菌生產聚羥基烷酸酯之發酵參數優化研究	王○君	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
倉儲米轉化聚乳酸之實廠試驗	顏○裕	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
參加第 31 屆歐洲生質能研討暨商業展示會議出國報告	林○村 朱○凱	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
台中港北堤風場量測及分析評估	吳○昇	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
Vestas V80-2MW 風機葉片檢測案例分析	吳○昇	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫
使用回歸與類神經網路法進行風能預測及分析	陳○宏	2023	C	綠能產業應用技術發展計畫

註：是否被採納分成 A 院級採納、B 部會署級採納、C 單位內採納、D 存參；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【E 學術活動表】

研討會名稱	性質	舉辦日期 (YYYYMMDD)	主/協辦單位	成果歸屬
第 12 屆工程與科技創新國際研討會 IMETI2023	B	2023/10/28 – 2023/10/29	台灣工程與科技創新學會	綠能產業應用技術發展計畫
台灣化學工程學會 69 週年年會	A	2023/12/09 – 2023/12/10	台灣化學工程學會	綠能產業應用技術發展計畫

第十八屆全國氫能與燃料電池學術研討會所 HEFC2023)	A	2023/09/21 – 2023/09/22	國立東華大學、台灣氫能與燃料電池學會、台灣能源學會、國科會工程處工程科技推展中心	綠能產業應用技術發展計畫
2023 國際鍍膜科技研討會	B	2023/11/12– 2023/11/15	台灣鍍膜科技協會、國立台北科技大學材料與礦產資源工程系	綠能產業應用技術發展計畫
2023 先進功能性材料國際研討會	B	2023/08/10	American Association for Advances in Functional Materials	綠能產業應用技術發展計畫
112 年農業工程研討會	A	2023/11/10	農業工程協會	綠能產業應用技術發展計畫
永續材料技術發展委員會	A	2023/04/24	台灣生質與永續材料產業協會	綠能產業應用技術發展計畫
2023 資源循環國際研討會	A	2023/05/29	環境部	綠能產業應用技術發展計畫
31st European Biomass Conference and Exhibition 2023	B	2023/06/5 – 2023/06/09	European Commision	綠能產業應用技術發展計畫
綠色永續循環材料趨勢與發展國際研討會	B	2023/09/26	台灣生質與永續材料產業協會	綠能產業應用技術發展計畫
2023 CRISPR/Cas 基因編輯研討會	A	2023/11/27	中央研究院	綠能產業應用技術發展計畫
國際生質能發展現況與展望研討會	A	2023/11/29	經濟部產業發展署	綠能產業應用技術發展計畫
台灣生質與永續材料產業協會 2023 年會員大會暨產業交流研討會	A	2023/12/19	台灣生質與永續材料產業協會	綠能產業應用技術發展計畫
第 15 屆破壞科學研討會	A	2023/3/24-25	墾丁福華	綠能產業應用技術發展計畫
2023 台灣風能研討會	A	2023/12/15	張榮發基金會國際會議中心	綠能產業應用技術發展計畫

註：性質分成 A 國內研討會、B 國際研討會、C 兩岸研討會；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【G 智慧財產資料表】

智財名稱	智財類別	授予國家	有效日期 (YYYYMM)	成果歸屬
一種可撓柔性石墨塑料複合極板製程	A	美國	領證中	綠能產業應用技術發展計畫
一種金屬保護膜之組成及製備方法	A	中華民國	2041.03	綠能產業應用技術發展計畫
燃料重組觸媒及其製備方法	A	美國	申請案號 18/128,325	綠能產業應用技術發展計畫
碳化矽材料純化循環再利用之方法	A	中華民國	2041.09	綠能產業應用技術發展計畫
轉輪式深度除濕裝置	A	中華民國	2041.10	綠能產業應用技術發展計畫
聚羥基烷酸酯生產及萃取方法	A	中華民國	2041.11	綠能產業應用技術發展計畫
聚羥基烷酸酯生產方法	A	中華民國	2041.12	綠能產業應用技術發展計畫
廢紙容器處理方法及使用廢紙容器水解液生產聚羥基烷酸酯的方法	A	中華民國	2041.12	綠能產業應用技術發展計畫
分離細菌中聚羥基烷酸酯之方法	A	中華民國	申請案號 112140014	綠能產業應用技術發展計畫
高空葉片檢測裝置	A	台灣	申請案號 112151563	綠能產業應用技術發展計畫

註：智財類別分成 A 發明專利、B 新型/設計專利、C 商標、D 專書著作、E 品種；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【J1 技術移轉及智財授權表】

技術或智財名稱	類別	授權單位	被授權廠商或機構	授權金(千元)	成果歸屬
鈦液流電池電容量回復方法	D	國原院	中○公司	4,750	綠能產業應用技術發展計畫(2,000千元)
金屬支撐型固態氧化物燃料電池單元製作技術	C	國原院	漢○科技股份有限公司	950	綠能產業應用技術發展計畫
高溫電性 ASR 量測技術	C	國原院	中○公司	500	綠能產業應用技術發展計畫

電漿熱裂解太陽光電模組材料全循環技術	C	國原院	瑒○環保有限公司	1,050	綠能產業應用技術發展計畫
--------------------	---	-----	----------	-------	--------------

註：類別分成 A 先期技術移轉、B 軟體/自由軟體授權、C 技術移轉、D 專利授權、E 商標授權、F 品種權授權、G 著作/出版品授權、H 其他項目授權(請述明)；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【L 促成投資表】

廠商名稱	投資類別	投資金額(千元)	產品名稱	成果歸屬
盛○公司	A	1,500	雙極流道板生產設備、品管設備與樹脂材料	綠能產業應用技術發展計畫
中○公司	A	2,460	液流電池試驗平台	綠能產業應用技術發展計畫
中○公司	A	2,500	購置 ASR(面積比電阻)量測設備	綠能產業應用技術發展計畫
瑒○環保有限公司	A	5,000	光電模組熱裂解測試機台軟硬體設備及爐體溫度、壓力、時間、尾氣監測等智慧物聯網控制裝置	綠能產業應用技術發展計畫
中○公司	A	7,800	委託研究案	綠能產業應用技術發展計畫
佳○重機械	A	8,250	風力發電設備	綠能產業應用技術發展計畫

註：投資類別分成 A 研發投資、B 生產投資、C 新創事業投資；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【S1 技術服務表】

技術服務名稱	服務對象類別	服務對象名稱	簽約金	服務收入(千元)	成果歸屬
鈳電池隔離膜測試	A	艾○旭公司	0	600	綠能產業應用技術發展計畫
鍍膜金屬連接板應用於 SOFC 之研究	A	中○公司	0	190	綠能產業應用技術發展計畫
SOEC 共電解技術開發	A	中○公司	970	776	綠能產業應用技術發展計畫
固態氧化物電解電池技術發展現況分析與委託試驗工作	A	中○公司	3,210	0	綠能產業應用技術發展計畫

金屬連接板大氣電漿噴塗及高溫電性委託量測	A	中○公司	350	350	綠能產業應用技術發展計畫
半導體業晶圓承載器具材料之分析	A	復○公司	200	200	綠能產業應用技術發展計畫
木質材料作為吸附材料及相關特性分析技術服務	A	豐○實業股份有限公司	200	200	綠能產業應用技術發展計畫
纖維聚乳酸生質塑膠生產測試	A	明○生物公司	200	200	綠能產業應用技術發展計畫
高通量篩選平台進行 PHA 菌株篩選(第 1 年)	A	中○公司	0	1,465	綠能產業應用技術發展計畫
非糧食型進料乳酸生產技術開發(第 1 年)	A	中○公司	0	1,975	綠能產業應用技術發展計畫
非糧食型進料乳酸生產技術開發(第 2~3 年)	A	中○公司	7,900	0	綠能產業應用技術發展計畫
乳酸發酵規模放大試驗	A	中○公司	8,000	0	綠能產業應用技術發展計畫
水下載具水櫃運用高壓空氣排水之閘門關閉模擬與出口壓力時變分析	C(法人)	中○科學研究院	2,500	2,500	綠能產業應用技術發展計畫
新高 CH25K 垂直軸風力機設計評估報告審查	A	新○能源	100	0	綠能產業應用技術發展計畫
風力發電機塔架疲勞分析與剩餘壽命評估	C(法人)	船○中心	665	665	綠能產業應用技術發展計畫

註：服務對象類別分成 A 國內廠商、B 國外廠商、C 其他(請序明)；成果歸屬請填細部計畫名稱。

附件

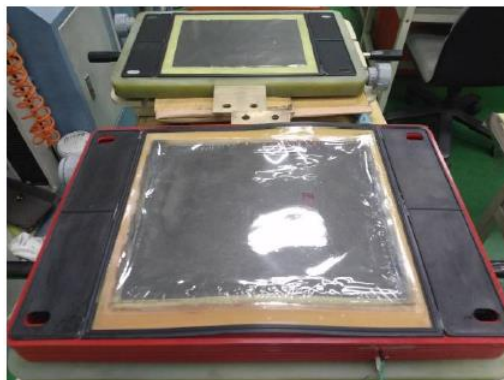


圖 1、利用本院開發 kW 級鈮電池堆，可替換不同的關鍵材料進行測試

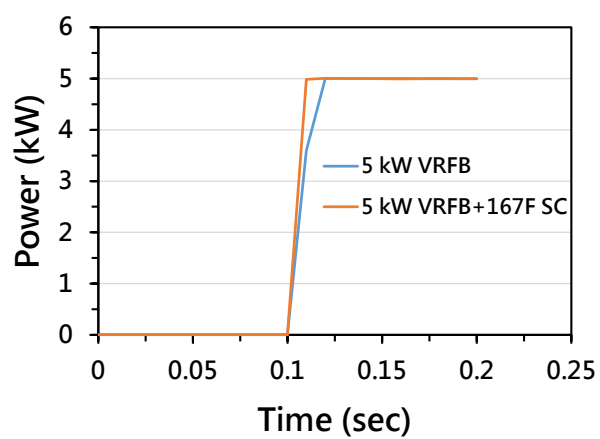


圖 2、鈮電池與鈮電池結合超級電容(VRFB/SC)複合電池，反應時間測試

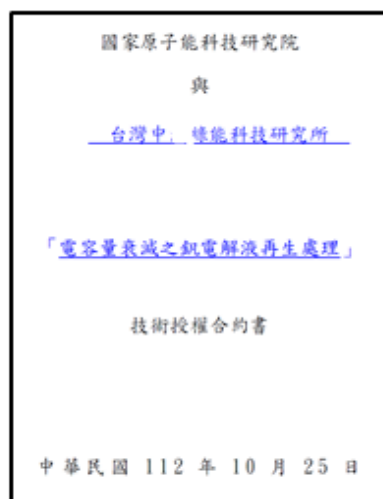


圖 3、與中○公司簽定技術授權合約書

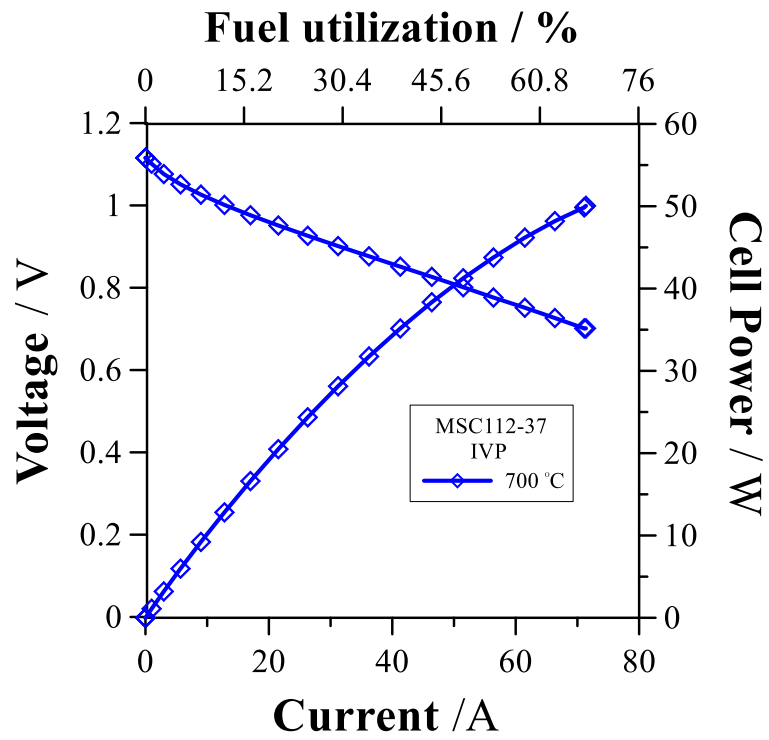


圖 4、MSC 單元發電效能曲線

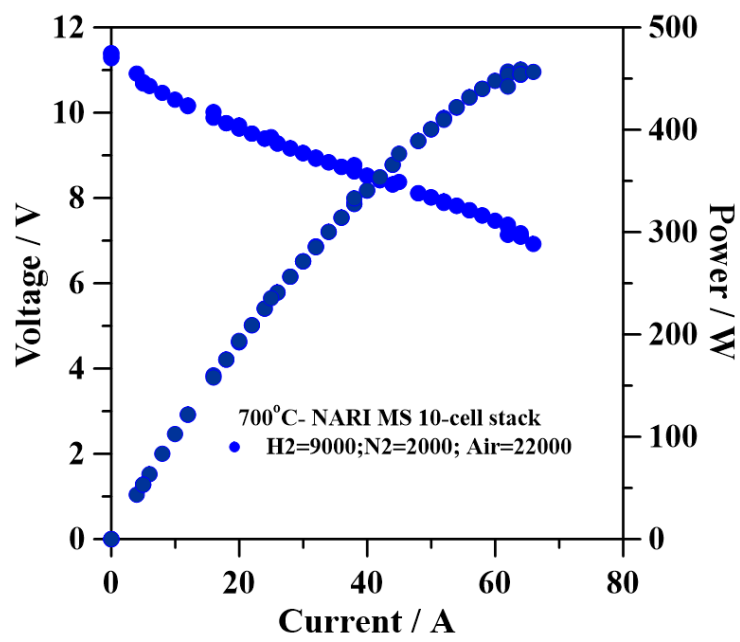


圖 5、10 片裝 MS-SOFC 電池堆效能曲線

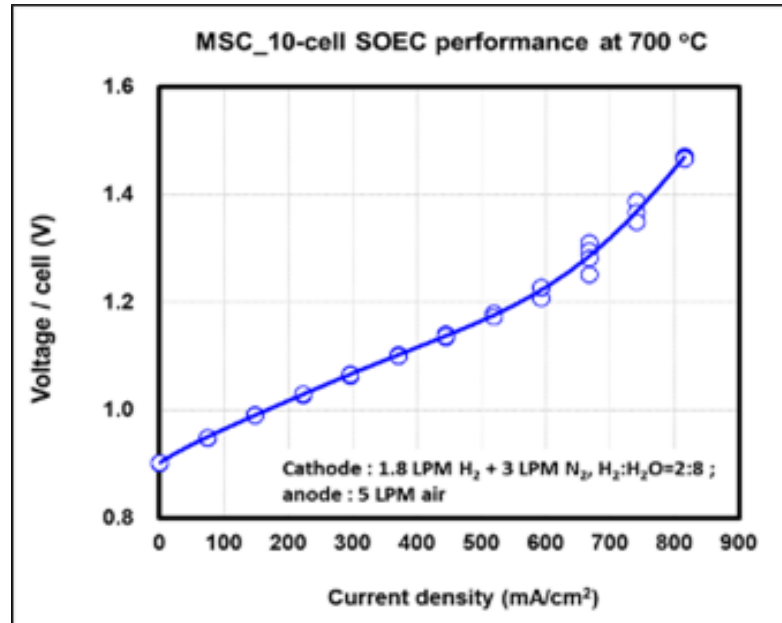


圖 6、10 片裝 MS-SOEC 電解堆 I-V 曲線

台灣中○股份有限公司採購處南部採購中心招標投標及製約文件(發給三用表單)

本文件為台灣中○股份有限公司採購處南部採購中心(以下簡稱本中心)就政府採購法招標、廠商投標及本中心決標後簽訂契約之工作文件。招標時由本中心使用招標圖位並備有招標文件後就規定招標；投標時由廠商使用投標圖位並備有投標文件後就規定投標；決標後由本中心使用決標圖位並將其必要之招標、投標及決標文件依規定呈報後即完成與得標廠商之簽約手續，不必再經得標廠商簽名或蓋章，並以本中心蓋章之目為簽約目。(本文件為公開招標、選擇性招標之投標標與價格標及限制性招標之選擇文件。)

招標機關標如下(以下各項由本中心填寫並蓋章標)

一、採購案號: NEA121D004

二、招標標的名稱及數量摘要: 臺灣中○股份有限公司

三、機關名稱: 台灣中○股份有限公司

四、機關地址: 高雄市中區 8112

五、其他事項詳招標文件。

招標廠商投標如下(以下各項由廠商填寫)

本廠商對本採購案所附之各項文件:

一、廠商名稱: 國家原子能科技研

二、廠商地址: 桃園市觀音區文心

三、廠商負責人: 董事長 張啟

四、廠商聯絡電話: 03-8711800#2211

五、統一編號: 02717296

六、總經銷: 詳如廠商報價單。

七、其他事項詳投標文件。

八、日期: 中華民國 112 年 10 月 12 日

招標機關決標圖如下

(以下各項由招標機關填寫並蓋章後完成簽約。廠商切勿填寫，屬分發閱標者，填寫者為不合招標)

一、契約編號: NEA121D004

二、契約價金總額(含營業稅): (招標文件允許以外幣報價者以單價決標者，請自行調整)

新	供	得	招	招	萬	特	招	招	元
壹	零	壹	零	萬	零	零	零	零	整

三、其他事項詳閱的文件。

四、履約管理單位: 能研科技研究所，有關履約及付款等事宜，請逕洽該單位。

五、日期: 中華民國 112 年 11 月 7 日

簽約代理人蓋章: 台灣中○股份有限公司 採購處南部採購中心蓋印

圖 7、中○公司之合約



圖 8、2023 台灣創新技術博覽會發明競賽榮獲兩銅牌獎

2023台灣創新技術博覽會「發明競賽區」 「綠色環保除濕輪製作方法」



圖 9、2023 台灣創新技術博覽會發明競賽榮獲鉑金獎及銀牌獎



圖 10、碳化矽純化設備及連續磁選分離收集系統

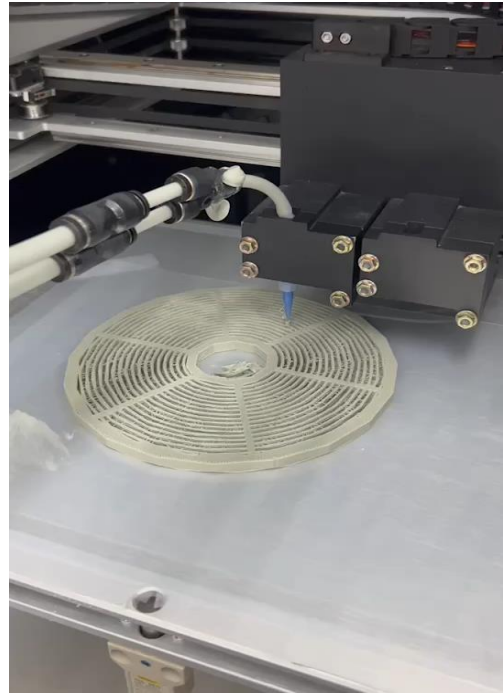
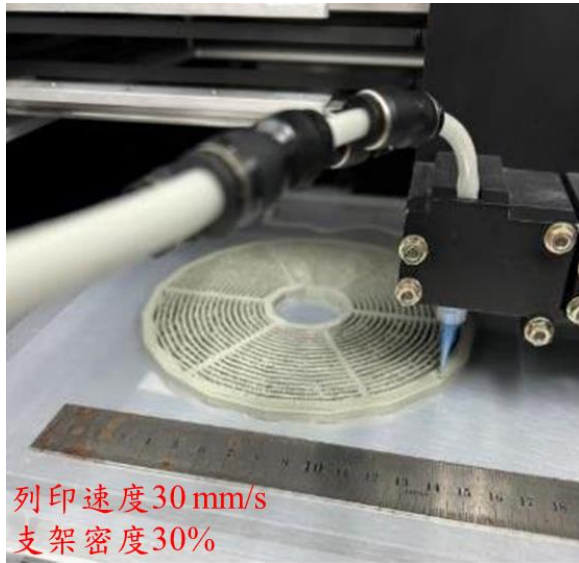


圖 11、積層製造 3D 列印碳化矽轉輪元件

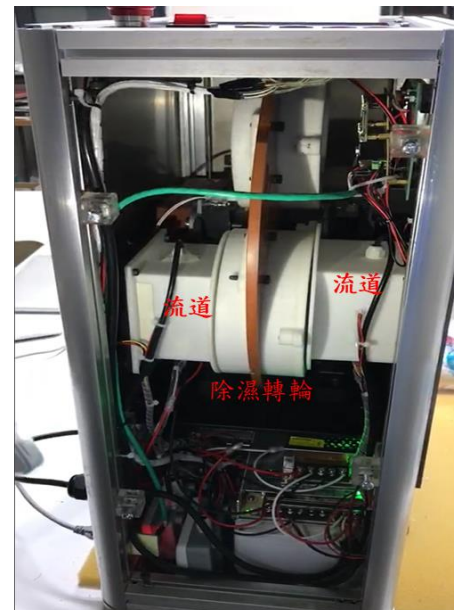
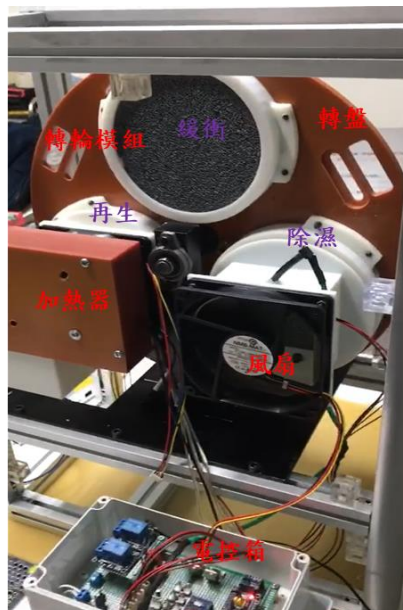
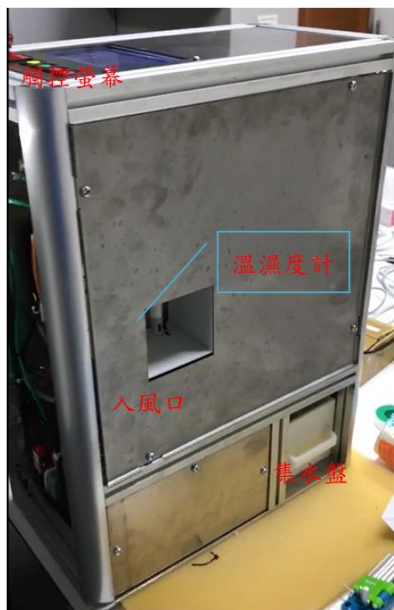


圖 12、自製節能乾燥除濕潔淨轉輪系統整合

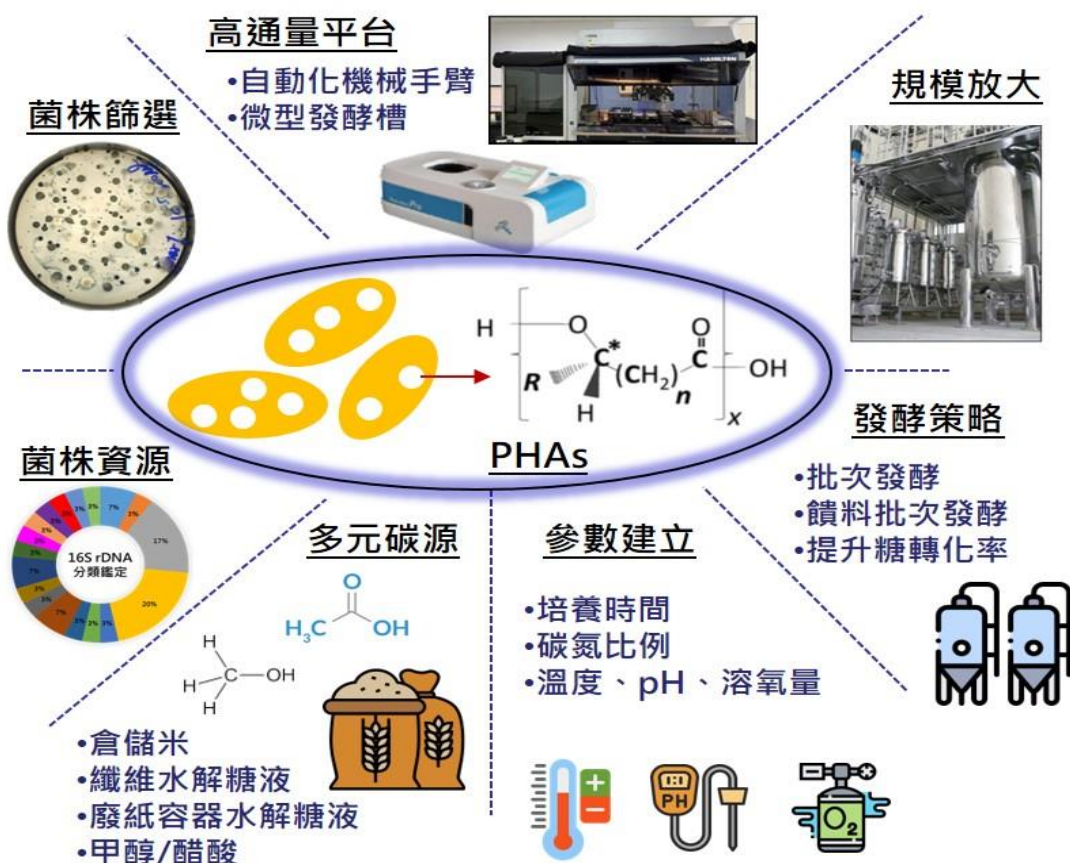
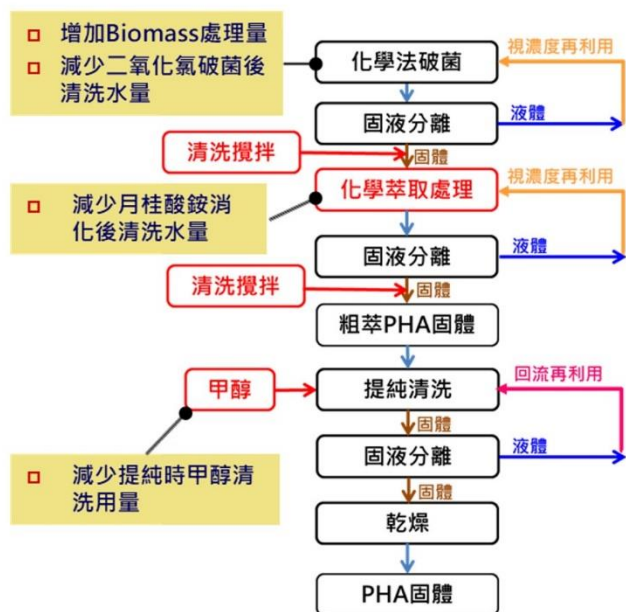


圖 13、計畫建立之自主生產 PHAs 技術能量

萃取精進程序



萃取純化操作成本

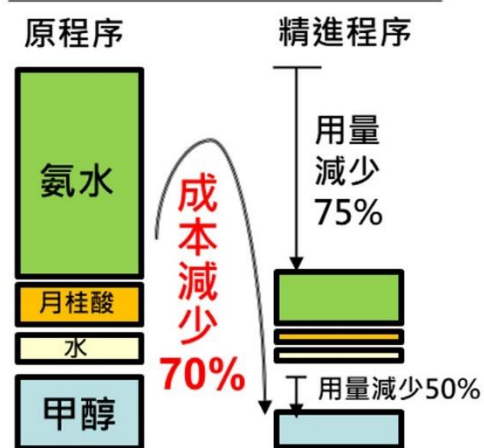


圖 14、PHA 萃取精進技術程序

FixCarbon Technology: Carbon-Negative Bioplastics from Afforestation



榮獲2023台灣創新技術博覽會發明競賽金牌獎

廢紙容器處理方法及使用廢紙容器水解液生產聚羥基烷酸酯的方法

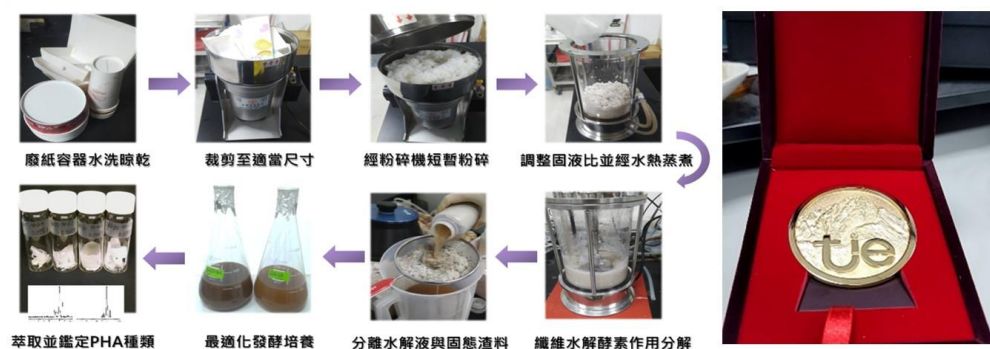


圖 15、計畫創新技術榮獲 2023 全球百大科技研發獎(R&D 100 Awards) 及台灣創新技術博覽會發明競賽金牌獎



圖 16、高空型葉片檢測系統應用於本院 150kW 風機葉片檢測