

110 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(1/4)

執行期間：

全程：自 110 年 1 月 1 日 至 113 年 12 月 31 日止

本期：自 110 年 1 月 1 日 至 110 年 12 月 31 日止

主管機關：行政院原子能委員會

執行單位：行政院原子能委員會核能研究所

目 錄

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	16
三、 細部計畫與執行摘要.....	19
貳、 經費執行情形	25
一、經資門經費表（E005）.....	25
二、經費支用說明.....	26
三、經費實際支用與原規劃差異說明.....	26
第二部分	27
壹、 成果之價值與貢獻度.....	28
貳、 檢討與展望	35
參、 其他補充資料	37
一、 跨部會協調或與相關計畫之配合.....	37
二、 大型科學儀器使用效益說明.....	37
三、 其他補充說明(分段上傳)	37

【110 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】

審議編號	110-2001-02-22-01				
計畫名稱	綠能產業應用技術發展計畫(1/4)				
主管機關	行政院原子能委員會				
執行單位	行政院原子能委員會核能研究所				
計畫主持人	姓名	趙裕	職稱	組長	
	服務機關	行政院原子能委員會核能研究所			
	電話	(03)4711400#5300	電子郵件	ychao@iner.gov.tw	
計畫類別	☒ 政策計畫 ☐ 一般計畫				
重點政策項目	☐ 亞洲・矽谷 ☐ 智慧機械 ☒ 綠能產業 ☐ 生技醫藥 ☐ 國防產業(資安、微衛星) ☐ 新農業 ☐ 循環經濟圈 ☐ 晶片設計與半導體前瞻科技 ☐ 數位經濟與服務業科技創新 ☐ 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> % 數位科技___% 工程科技___% 人文社會___% 科技創新___% 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	110 年 1 月 1 日 至 110 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	35,000		30	
	112	47,852		35	
	113	47,852		35	
	合計	166,930		131.5	
	110 年度 經常 門	經費項目	預算數(千元)	決算數(千元)	執行率(%)
		人事費			
		材料費			
		其他經常支出			
		小計	19,318	18,843	97.54

			土地建築			
		資本門	儀器設備			
			其他資本支出			
			小計	17,408	17,383	99.86
			經費合計	36,726	36,226	98.64
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.EYGUID-01090305000000：行政院 109 年度施政方針：五、確保穩定供電，發展新能源及再生能源；加強節能措施，提升能源效率；推動儲能系統，布建智慧電網，加速能源轉型，落實非核家園。 4.NEM-0104010501000000：全國能源會議(第四次)：5.1.增加節能應用科技研發經費，著重應用於產業化與節能減碳績效。					
中程施政計畫關鍵策略目標	永續能源技術及策略研究					
本計畫在機關施政項目之定位及功能	行政院原子能委員會核能研究所(以下簡稱：核研所)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。核研所深耕於再生能源技術研發多年，多項領域已達到國際技術水準，具產業競爭力，並已技轉國內、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。 核研所目前積極投入新能源開發與應用領域，包含：節能除濕潔淨轉輪、自主技術鈮電池模組、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，同時亦連結至綠能科技示範場域，展現技術研發成果及落實產業化目標。 本計畫從核研所新能源研發成果中，篩選短期內最具產業化的重點發展技術，強化自主研發的基礎、提供驗證及測試平台、結合產業，掌握國產化關鍵技術，進行示範應用驗證，藉由合作研究、先期參與、技術授權…等方式，進行技術整合及工程設計等共同研究。同時引領國內產業，合作建置具規模之示範系統，並進行運轉驗證，消除產業化的先期風險，提升國內業界投入綠能產業發展之信心。					

計畫摘要	以既有技術基礎進行強化，提供驗證及測試平台，結合業產建立國產化關鍵技術，進行示範應用驗證，及產業應用。 1. 開發自主技術鈇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. 開發低成本節能除濕潔淨轉輪關鍵組件，完成資源循環除濕潔淨轉輪元件，從原料到製作的完整研發，建立本土化自製除濕潔淨轉輪元件能力，可減少廢棄資源之排放，將廢棄資源循環利用。 4. 將生質能整合於生質塑膠循環利用過程，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	計畫目標 1： 驗證鈇電池自主技術模組系統效能。	預期關鍵成果 1：透過鈇電池儲能模組系統性能及組件耐久性測試，完成 200 小時運轉效能測試，併網輸出功率穩態誤差小於 2%。 預期關鍵成果 2：完成高效能電池模組材料產業整合、設計、充電放電調控技術。
		計畫目標 2： 設計首套國產化 5 kW SOFC 發電機原型。	預期關鍵成果 1：設計首套國產化 5 kW SOFC 發電機原型。 預期關鍵成果 2：開發中低溫電池單元，面積 10*10 cm²(反應面積 81 cm²)於 650 °C 輸出大於 30 W。
		計畫目標 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。	預期關鍵成果 1：以循環材料開發低耗能除溼輪技術，能耗減少 1/5，成本降低 1/3。 預期關鍵成果 2：空間相對濕度降維持≤50%，潔淨乾燥能源因數值≥ 0.38 kg/kWh。
		計畫目標 4： 開發具競爭潛力之 PHAs 可分解塑膠關鍵技術，建立產業	預期關鍵成果 1：建立 1 種 PHAs 可分解塑膠之生產技術，生產成本低於進口價格。 預期關鍵成果 2：與 1 家產業建立合作協議，完成 PHAs

		投產誘因。	生產技術共同開發之規劃。
		計畫目標 5： 完成葉片檢測平台與診斷指標建立。	預期關鍵成果 1：建立自主技術，協助國內風場營運商進行葉片損傷診斷及鑑定，準確率從 70% 提升至 80%。 預期關鍵成果 2：與業者建立合作協議，完成 20 支葉片檢測，擴充數據資料庫。
	達成情形	計畫目標 1： 驗證鈳電池自主技術模組系統效能。	預期關鍵成果 1：完成關鍵零組件鈳電池隔離膜耐久性測試，能量效率測試可達 75%，充放電測試達 1,450 迴圈，每一迴圈時間約 45 分鐘，效能運轉時數超過 200 小時(圖 1)；使用鈳電池儲能模組於併網測試下，以 3 kW 定功率放電，功率穩態誤差小於 2%(圖 2)。 預期關鍵成果 2：完成建置多元儲能主動熱管理系統系統，並可以簡訊方式主動通知，以提升系統運轉安全性(圖 3)；建置電解液淨化模組設備，每批次可操作量為 50 公升，可使電解液恢復至 3.5 價的鈳電解液，恢復原本電容量(圖 4)。
		計畫目標 2： 設計首套國產化 5 kW SOFC 發電機原型。	預期關鍵成果 1：完成首套國產化 5 kW SOFC 發電機原型系統設計報告，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%。 預期關鍵成果 2：研製中低溫金屬支撐型電池單元，完成 10×10 cm ² 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，已達成大於 30 W 之目標。並可進一步降低至 600℃ 操作。
		計畫目標 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。	預期關鍵成果 1：完成以純化晶圓切削料提取碳化矽粉末為原料，開發除濕潔淨轉輪元件製作程序，最大吸附量 18.4%(0.184g 水/g 轉輪)與商業用吸附材料相當(吸附量 15~20%)，脫附所需溫度由 120℃ 降低至 95℃，達成能耗減少 $\geq 1/5$；原料、除濕乾燥潔淨轉輪及設備系統整合國產化，設備原成本為 12 萬元降低至 8 萬元，成本降低 1/3。 預期關鍵成果 2：進行環境溫濕度控制，空間濕度 50%，驗證系統整合機台及量化潔淨除濕能源因數值 2.28 L/kWh。
		計畫目標 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。	預期關鍵成果 1：藉由高通量技術篩選 30 株具 PHAs 生產潛力之菌株，經培養基優化後 PHAs 佔菌體乾重可達 40% 以上，以倉儲米為料源(預估成本 10 NTD/kg)，推估 PHAs 生產成本約 173 NTD/kg，據此提出 5 件可交易技術，於國內居領先水準。 預期關鍵成果 2：與產業建立合作協議，完成 PHAs 生產技術共同開發之規劃，該產業並提供核研所 2 件委託研究案 6,880 千元，另外達成技服 2 件共計 236 千元，並

			促成 1 件技轉案 50 萬元，預估 111 年初完成簽約。
		計畫目標 5： 完成葉片檢測平台與診斷指標建立。	預期關鍵成果 1：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，藉由 3 支 Vestas V80 2.0 MW 葉片檢測數據損傷判斷比對，準確率已達到 80%以上。 預期關鍵成果 2：完成 Vestas V80 2.0 MW 10 支，GE 1.5 MW 4 支，Z72 2 MW 4 支，以及 Vestas V47 660 kW 3 支葉片檢測，共計 21 支大型風機葉片檢測，建立數據資料庫。
計畫效益與重大突破	1.子項一：完成鈳液流電池系統運維技術，進行監控電能管理併網系統整合、併網用多元電池模組材料整合、充電放電調控及運維技術、核能研究所儲能運轉跨域整合技術測試驗證；完成鈳電池隔離膜耐久性測試，單電池充放電多次循環測試達 1,450 次，測試效能與商業化產品 Nafion® 212 隔離膜相近，比較同性質陽離子交換隔離膜售價，具價格優勢。 2. 子項二：完成三片裝 MSC 電池/解堆之性能測試。於 SOFC 模式下，操作條件: 800 °C、陽極:氫氣 2400 c.c./min、陰極:空氣 6000 c.c./min 條件下，OCV 為 3.0 V，電壓 2.4 V 時，功率輸出可達 108 W；SOEC 模式下，在 800 °C 及 2.46 mL/min H₂O 操作條件下，開路電壓為 2.7 V，81 A (1.0 A/cm²)時，產氫量為 1,849 c.c./min (3.89 V)。SOFC 可逆反應技術可產氫應用為長時間儲能，可調節再生能源能量管理。一般 MSC 僅應用於 SOFC，目前測試 MSC 應用於 SOFC/SOEC 可逆反應效能，具有擴增研發組件應用機會。 3. 子項三：完成以純化晶圓切削料提取碳化矽粉末為原料，開發除濕潔淨轉輪元件製作程序。藉由材料特性能降低水氣脫附溫度由一般設備 120°C至 90~95°C，達成能耗減少 20%效果。藉由原料、除濕乾燥潔淨轉輪及設備系統整合國產化，可以設備原成本為 30 萬元降低至 20 萬元，達成成本降低 1/3。 ， 4. 子項四：從本土環境中篩選出 30 株可生產 PHAs 的菌株，並具有智財保護潛力之生理特性，多株菌株 PHAs 產量亦可達菌種乾重 40%的目標值，奠定後續 PHAs 生產技術開發的基礎。另計畫已與國內 1		

	家知名產業建立五年期共同合作研發規劃，該產業並提供核研所 2 件委託研究案 6,880 千元，另外達成技服 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. 子項五：與業者達成協議，同意提供大型風力機葉片予我方進行葉片檢測，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。
遭遇困難與因應對策	1. 為針對鈳電解液使用一段時間造成之電容量衰退現象，設計與建置電解液淨化模組設備，每批次可操作量為 50 公升，可使電解液恢復至 3.5 價的鈳電解液，完成電解恢復電容量流程。 2. 目前設計系統使用新型電池堆，於固定電池堆形式後，支撐盤配合電池堆氣體出入口進行相對應之設計，免除轉接盤，可降低介面封接處之孔洞數量，惟電池堆與系統介面高溫平面接合仍易有洩漏產生；將以金屬套環套裝於支撐盤或電池堆進氣方向面，若該配合能達成精密鎖緊之配合，對降低洩漏將有所助益。 3. 完成晶圓切削料提取碳化矽、除濕元件製作及乾燥除濕潔淨轉輪系統整合建置。乾燥除濕潔淨轉輪系統場域測試，驗證系統整合機台及量化能源因數值，場域測試場址現場勘查、協調廠商配合現場機電及風管配置事務，影響配合廠商的生產製程及協助更換機電和風管，明年度計畫將編列相關耗材經費，提早時間安排，偕同研究團隊自行裝配及架設。 4. 目前計畫於菌株篩選已有具體的成果，但各菌株之應用潛力並不相同，因此後續除將持續確認各菌株生產之 PHAs 類型及產量，並將菌株培養之生長速率、操作難易度等納入評估考量，進一步建立 3 株具量產應用潛力的 PHAs 菌株及其放大規模發酵參數，預期於 111 年中旬續將具有商轉應用潛力之 PHAs 菌株增加為至少 6 株，並開始推動與產業合作。 5. 手動方式進行葉片檢測，雖然有輔助治具確保直線移動與位移距離，但檢測時無法維持均勻施壓，影響超音波訊號品質，而且檢測時間過於冗長，約 6 小時完成 39 m 葉片檢測，目前已規劃 6 軸自由度機械手臂結合地面移動載具，自動化檢測設計目標為 3 小時完成 50 m 葉片檢測，逐步朝向國際標準 2 小時完成 50 m 葉片檢測邁進。
後續精進措施	1. 完成鈳電池隔離膜耐久性測試，單電池充放電多次循環測試達 1,450 次，測試效能與商業化產品 Nafion® 212 隔離膜相近，與同性質陽離子交換隔離膜售價比較，價格具優勢；後續將持續驗證儲能產品組件耐久性，強化自主充電放電調控技術，以技轉技服等方式，輔導國內生產廠商，整合國內研發及產業技術開發，促成廠商或產業團體投資。 2. 金屬支撐型電池單元有其優勢，能應用於動態載具及較快升溫之條

計畫連絡人	件，若能順利推展，將對後續產業發展有所助益。然以電漿製程較難達成與旋轉塗佈相同之薄度，因此須採較高離子導電度之材料。如何達成更緻密之電解質並擁有足夠之離子導電度，相關技術仍需加強，目前已將相關工作列為明年研發重點項目之一。 3. 下一年度將導入智慧製造，開發積層製造 3D 列專用印漿料，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，增加孔洞型態多樣性，不須過多製作程序，更符合節能及永續製造的環保趨勢。 4. 本年度於菌株篩選、技術研發及產業合作等方面皆已有具體的成果，後續將持續確認各菌株生產之 PHAs 類型及產量，並以目前建立之 3 株具量產應用潛力的 PHAs 菌株及其放大規模發酵參數為基礎，於 111 年中旬續將具有商轉應用潛力之 PHAs 菌株增加為至少 6 株，並開始推動與產業合作。 5. 手動方式進行葉片檢測，不僅無法確保超音波訊號品質，而且檢測時間過於冗長，約 6 小時完成 39 m 葉片檢測，後續將規劃 6 自由度機械手臂結合地面移動載具，自動化檢測設計目標 3 小時完成 50 m 葉片檢測，逐步朝向國際標準 2 小時完成 50 m 葉片檢測邁進。			
	姓名	鄭涵文	職稱	副研究員
	服務機關	行政院原子能委員會核能研究所		
	電話	03-471-1400#5375	電子郵件	hwcheng@iner.gov.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

一、總目標及其達成情形

1. 全程總目標：本計畫依據綠能政策創能、節能、儲能及系統整合等四大主軸，以規劃綠能產業應用技術研發為目標，藉由技術發展及驗證平台等提升綠能產業所需國產化關鍵零組件與技術，並協助本土企業開發國產關鍵技術、組件或系統，透過示範相關綠能技術能支持台灣能源轉型之應用情境，帶動新興綠能產業或服務模式，創造及深耕國內自主綠能產業及整合應用技術。

- (1) 開發自主技術鈂電池多元儲能電池模組，建立鈂電池產品化所需關鍵材料標準驗證程序，促成產業與學術鏈結。
 - (2) 結合國內零組件供應商，建立固態氧化物燃料電池之電池堆及電解電池電解堆關鍵自主技術，應用於高效率潔淨電力及淨零排放之綠能產氫領域。進行觸媒、連接板、電池單元、保護層及接觸層等系統或電池堆組件之開發與測試；10 片裝 MS-SOFC 電池堆，發電功率達 500 W，發電效率 45 %；10 片裝 MS-SOEC 電解堆，產氫量 6 L/min，產氫效率 80 % 以上。
 - (3) 開發低成本節能除濕潔淨轉輪關鍵組件，完成資源循環除濕潔淨轉輪元件從原料到製作產品的完整研發(Waste to Product)，建立本土化自製除濕潔淨轉輪元件能力；新開發乾燥潔淨設備比現行市售設備成本降低 1/3 且節能能耗減少 1/5。協助我國除濕潔淨轉輪元件和乾燥潔淨設備製造產業技術升級。達成「能資源整合」，可減少廢棄資源之排放，將廢棄資源循環利用。
 - (4) 開發海洋可分解塑膠試量產技術，運用生質能核心技術，建立 PHAs 聚酯類生物可分解塑膠之試量產技術及其應用，協助產業開創生質物加值化應用之藍海建立生質能市場，鏈結循環經濟之模型。
 - (5) 因應能源轉型建置大量風機所衍生運維階段例行性葉片檢測需求，透過建立自主檢測技術，能及早發現問題及提供解決方案，將協助國內風場營運商導入葉片檢測運維項目，提升風機之可用率與風場營運效能。
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	1. 驗證鈳電池自主技術模組系統效能。 2. 開發中低溫電池單元，面積 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ (反應面積 81 cm^2) 於 650°C 輸出大於 30 W；完成國產化 5 kW SOFC 發電機原型設計。 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. 建立 PHAs 生產菌株，PHAs 產量佔菌體乾重 40%，生產成本低於 190 NTD/kg，據此提出 1 件可交易技術，與產業建立合作協議，完成 PHAs 生產技術共同開發之規劃，達成技轉或技服 2 件共計 $2,350$ 千元。 5. 完成葉片檢測平台與診斷指標建立，葉片損傷診斷及鑑定，檢出	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 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 之電池單元製作。進行於不同溫度下進行效能測試。於 650°C 下，OCV 為 1.026 V，電壓 0.819 V 時功率輸出為 45.2 W；於 600°C 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 $5,156 \text{ W}$，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°C，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 $60 \text{ m}^3/\text{h}$，廠商提供陶瓷成型製程場地(面積 73.5 m^2，高度 2.6 m)，進行環境溫濕度控制，空間濕度 $\leq 50\%$，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 173 NTD/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

	率達到 80%。完成技轉或技服 1 件共計 300 千元。	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	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. 進行熱工元件整合次系統測試，陰極氣體入口溫度高於 650 °C，甲烷轉化率高於 85 %。 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. 完成 PHAs 生產之噸級放大測試，PHAs 產量佔菌體乾重 55%，純度$\geq$90%，萃取回收率$\geq$90%，並提出 1 件 PHAs 產品化應用成果。PHAs 生產成本降低至 160 NTD/kg 以下，並提出生質物轉換綠能之生命週期中整合高值化應用的能源及環境效益評估報告。達成技轉或技服 2 件共計 2,500 千元。 5. 建置自動化檢測平台，加速地面檢測速率至 3 小時完成 50 公尺長度之葉片檢測作業，檢出率提升至 85%，達成技轉或技服 1 件共計 600 千元。	-
第三年	1. 建立 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，達成技轉或技服 1 件。 2. 10 片裝 MS-SOFC 電池堆組裝測試，功率大於 450 W，發電效率 40 %;10 片裝 MS-SOEC 電解堆於 700 °C，產氫量達 5 L/min，產氫效率達 75 %以上。 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. 提升 PHAs 產量佔菌體乾重至 70%。建立 PHAs 試量運轉驗證之技術能力，PHAs 生產成本降低至 120 NTD/kg。提出整合生質能運用之 PHAs 綠色生產之製程設計。達成技轉或技服 2 件共計 2,500 千元。 5. 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，檢出率提升至 90%。達成技轉或技服 1 件共計 300 千元。	
第四年	1. 完成可擴充式綠能智慧多元儲能，系統整合技術、系統監控技術、系統安全技術。 2. 10 片裝 MS-SOFC 電池堆，發電功率達 500 W，發電效率 45 %；10 片裝 MS-SOEC 電解堆，產氫量 6 L/min，產氫效率 80 %以上。 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 PHA 試量產之運轉驗證，PHAs 產量佔菌體乾重 70%，純度 $\geq 90\%$，萃取回收率 $> 95\%$ PHAs 生產成本降低至 100 NTD/kg，並完成 PHAs 產品示範應用，提出綠色生產之 3E 效益評估報告。達成技轉或技服 2 件共計 2,500 千元。 5. 應用人工智能技術取代人力判讀，將檢出率提升到 95%以上。達成技轉或技服 1 件共計 600 千元。	-

二、架構

細部計畫		主持人	執行機關	細部計畫目標	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(1/4)	36,726	趙裕	行政院原子能委員會核能研究所	1. 完成儲能系統 200 小時運轉效能測試，併網輸出功率穩態誤差小於 2%，進行功能驗證及展現實用性，作為業界產品及零組件功能驗證之測試平台，並促成廠商或產業團體投資 300 萬。 2. 開發中低溫電池單元，面積 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ (反應面積 81 cm^2) 於 650°C 輸出大於 30 W；完成國產化 5 kW SOFC 發電機原型設計報告。	1. 業界產品及零組件功能驗證之測試，完成關鍵零組件鈳電池隔離膜耐久性測試，能量效率測試達 75%，充放電多次循環測試達 1,450 次，單電池測試效能與商業化產品 Nafion® 212 隔離膜相近，庫倫效率穩定。進行高效能多元電池模組整合、設計、充電放電調控技術，完成多元儲能系統多重監測警報模組及儲能系統設備環境溫度偵測規劃(如圖 3)、試作測試及模組建置儲能系統組態具備足夠強度和靈活性的主動熱管理系統，並可以簡訊方式主動通知。後續將以技轉技服等方式，結合國內生產廠商，使用本土國產材料零組件，有效整合國內研發及產業技術開發，促成廠商或產業團體投資 50 萬元。 2. 研製中低溫金屬支撐型電池單元，完成 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 之電池單元製作。進行於不同溫度下進行效能測試。於 650°C 下，OCV 為 1.026 V，電壓 0.819 V 時功率輸出為 45.2 W；於 600°C 時，OCV 為 1.052 V，電壓 0.80 V 時

				3. 開發資源循環除濕潔淨轉輪從原料到製作產品的完整研發，利用物理和化學分離製程能有效且成功純化晶圓切削料提取碳化矽粉末。 4. 完成等溫吸附動力實驗設備建置。可針對各種生產方式之除濕輪（如多孔陶瓷結構蜂巢狀纖維紙結構及直流通道燒結結構）或其它材料組成之除濕輪或其它型態之除濕輪或吸附材料對於不同溫度及濕度環境下，水份吸脫附之能力進行等溫吸附動力量化。除濕輪之重量、吸附量變化可同步顯示，且可即時顯示及分	功率輸出為 34.1 W，皆能達成大於 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 %條件時，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. 完成桌上型純化提取碳化矽設備檢整與晶圓切削料前處理，並進行純化提取碳化矽實驗參數調整，如鹼液濃度、純化反應溫度、固體液體比例等，成功由光電半導體產業晶圓切削料提取碳化矽，累積碳化矽產出量 25 公斤。材料純度 92%。完成發表一篇國內研討會論文與一篇國際期刊投稿，落實研究開發技術，廠商委託技術服務案 1 件，金額 40 萬元。 4. 完成等溫吸附動力實驗設備建置。定義開發新材料新產品不同溫度濕度的等溫吸脫附動力曲線及最大吸脫附量，與台○設計公司合作，以該公司進口之除濕輪產品進行功能性驗證、產品 QA/QC 的判別，建立計畫團隊之檢測能量，有利市場行銷到世界各地，具有競爭優勢。澤○歌應用材料股份有限公司技術移轉「乾燥、除濕、潔淨及工業與住商環境品質控制技術，除濕輪製作方法與吸脫附動力量化裝置」，簽約金 120 萬元。完成晶圓切削料提取碳化矽、除濕元件製作及乾燥除
--	--	--	--	--	--

			析材料之吸附量。可定義除濕輪吸濕能力與乾燥能力，有效量測除濕輪吸附速率。定義除濕輪的除濕乾燥能力，驗證進口或國內自製除濕輪產品，管控品質及特性確認。協助乾燥除濕業者驗證其進口購置的除濕輪單元的功能性，對於除濕輪單元製作業者可以協助其產品 QA/QC 的判別，具有競爭優勢。 5. 開發創新之 PHAs 可分解塑膠關鍵技術，建立產業投產誘因。 6. 完成葉片檢測平台與診斷指標建立。	濕潔淨轉輪系統整合建置。系統乾燥風量 60 m³/h，技轉廠商提供陶瓷成型製程場地(面積 73.5 m²，高度為 2.6 m)，進行環境溫濕度控制，空間濕度 50%，減少作業環境水氣干擾，提升生產良率，驗證系統整合機台及量化能源因數值。 5. 已篩選 30 株具 PHAs 生產潛力之菌株(如表 1)，部分菌株 PHAs 產量佔菌體乾重可達 40% 以上(如圖 5)，以倉儲米為料源(10NTD/kg)，並整合 PHAs 萃取純化技術，推估 PHAs 生產成本約 173NTD/kg，已低於 PHAs 進口均價 6.7 \$/kg (BloombergNEF, 2019)，具產業投產誘因，據此已與產業簽約 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(如圖 6)。 6. 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。
--	--	--	--	--	--

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(1/4)	計畫性質	能源國家型科技計畫
主持人	趙裕	執行機關	行政院原子能委員會核能研究所
細部計畫目標	請寫本年度目標，質量化皆可 1. 完成儲能系統 200 小時運轉效能測試，併網輸出功率穩態誤差小於 2%，進行功能驗證及展現實用性，作為業界產品及零組件功能驗證之測試平台，並促成廠商或產業團體投資 300 萬。 2. 開發中低溫電池單元，面積 10*10 cm ² (反應面積 81 cm ²)於 650 °C 輸出大於 30 W；完成國產化 5 kW SOFC 發電機原型設計報告。 3. 開發資源循環除濕潔淨轉輪從原料到製作產品的完整研發，利用物理和化學分離製程能有效且成功純化晶圓切削料提取碳化矽粉末。 4. 完成等溫吸附動力實驗設備建置。可針對各種生產方式之除濕輪 (如多孔陶瓷結構蜂巢狀纖維紙結構及直流通道燒結結構)或其它材料組成之除濕輪或其它型態之除濕輪或吸附材料對於不同溫度及濕度環境下，水份吸脫附之能力進行等溫吸附動力量化。除濕輪之重量、吸附量變化可同步顯示，且可即時顯示及分析材料之吸附量。可定義除濕輪吸濕能力與乾燥能力，有效量測除濕輪吸附速率。定義除濕輪的除濕乾燥能力，驗證進口或國內自製除濕輪產品，管控品質及特性確認。協助乾燥除濕業者驗證其進口購置的除濕輪單元的功能性，對於除濕輪單元製作業者可以協助其產品 QA/QC 的判別，具有競爭優勢。 5. 開發創新之 PHAs 可分解塑膠關鍵技術，建立產業投產誘因。 6. 完成葉片檢測平台與診斷指標建立。		
計畫投入 (Inputs)			
預算數 (千元)／決算數 (千元)／執行率	36,726/36,226/98.64		

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. 業界產品及零組件功能驗證之測試，完成關鍵零組件鈦電池隔離膜耐久性測試，能量效率測試達 75%，充放電多次循環測試達 1,450 次，單電池測試效能與商業化產品 Nafion® 212 隔離膜相近，庫倫效率穩定。 2. 進行高效能多元電池模組整合、設計、充電放電調控技術，完成多元儲能系統多重監測警報模組及儲能系統設備環境溫度偵測規劃(如圖 3)、試作測試及模組建置儲能系統組態具備足夠強度和靈活性的主動熱管理系統，並可以簡訊方式主動通知。	儲能運轉商、綠能產業等、電動車充換站
子項二：SOFC 關鍵元件研製及技術開發	1. 研製中低溫金屬支撐型電池單元，完成 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 之電池單元製作。進行於不同溫度下進行效能測試。於 650°C 下，OCV 為 1.026 V，電壓 0.819 V 時功率輸出為 45.2 W；於 600°C 時，OCV 為 1.052 V，電壓 0.80 V 時功率輸出為 34.1 W，皆能達成大於 30 W 之目標。 2. 完成系統設計報告，於甲烷進料 20.5 LPM 下，陽極回收率 19.5 %條件時，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. 完成三片裝 MS-SOEC 電解堆之產氫性能測試，在 800°C 電解環境下及 2.46 mL/min H_2O 操作條件下，開路電壓為 2.7 V，81 A (1.0 A/cm^2)時，產氫量為 1849 c.c./min (3.89 V)。在 750°C 及相同流量下進行電解試驗時，81 A 所需電解電壓約為 4.18 V，理論產氫量相同。SOFC 可逆反應技術可應用於較長期的儲能，對再生能源之削峰填谷有所助益。	漢○公司、保○公司、宏○公司
子項三：住商節能關鍵	1. 利用物理和化學分離製程能有效且成功純化晶圓切削料提取碳化矽粉末，純化樣品粉末具有 3C 與 6H moissanite 碳化矽結構，僅含有碳	磁○興業有限公司、福○窯業公

組件技術開發及示範系統	化矽無其餘殘留成份；其 d50 粒徑是 9.8μm，可進一步作為節能元件原料，同時解決光電半導體產業廢棄切削料處置問題。為了降低對進口原物料的依賴，減少礦物開採和增加資源生命週期，磁技興業有限公司委託電漿熱裂解廢輪胎再生碳黑作為導電矽膠及晶圓切削料純化技術開發技術服務，金額 40 萬元。 2. 完成等溫吸附動力實驗設備建置。可針對各種生產方式之除濕輪(如多孔陶瓷結構蜂巢狀纖維紙結構及直流通道燒結結構)或其它材料組成之除濕輪或其它型態之除濕輪或吸附材料對於不同溫度及濕度環境下，水份吸脫附之能力進行等溫吸附動力量化。除濕輪之重量、吸附量變化可同步顯示，且可即時顯示及分析材料之吸附量。可定義除濕輪吸濕能力與乾燥能力，有效量測除濕輪吸附速率。定義除濕輪的除濕乾燥能力，驗證進口或國內自製除濕輪產品，管控品質及特性確認。協助乾燥除濕業者驗證其進口購置的除濕輪單元的功能性，對於除濕輪單元製作業者可以協助其產品 QA/QC 的判別，具有競爭優勢。澤○歌應用材料股份有限公司技術移轉「乾燥、除濕、潔淨及工業與住商環境品質控制技術，除濕輪製作方法與吸脫附動力量化裝置」，簽約金 120 萬元。 3.完成晶圓切削料提取碳化矽、除濕元件製作及乾燥除濕潔淨轉輪系統整合建置。系統乾燥風量 60 m³/h，技轉廠商提供陶瓷成型製程場地(面積 73.5 m²，高度為 2.6 m)，進行環境溫濕度控制，空間濕度 50%，減少作業環境水氣干擾，提升生產良率，驗證系統整合機台及量化能源因數值。	司 台○設計公司與澤○歌應用材料股份有限公司
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. 已運用高通量技術篩選 30 株具 PHAs 生產潛力之菌株(如表 1)，部分菌株經培養基優化後 PHAs 產量佔菌體乾重可達 40%以上(如圖 5)，以倉儲米為料源(10NTD/kg)，並整合 PHAs 萃取純化技術，推估 PHAs 生產成本約 173NTD/kg，已低於 PHAs 進口均價 6.7 \$/kg (BloombergNEF, 2019)，具產業投產誘因。 2. 本年度已運用研發成果提出 3 件相關專利申請案及 5 件可交易技	中○公司、翰○應用生技公司及紐西蘭 Bio-Forestry 公司、味○企業

	術，據此已接受中○公司委託執行 2 件委託研究案合計 6,880 千元，且達成與翰○應用生技、味○企業簽約 2 件技術服務案共計 236 千元，並促成味○企業申請 1 件技轉案 50 萬元，預期 111 年初完成簽約(如圖 6)。		
子項五：大型風力機葉片檢測技術開發	1.獲得台電再生能源處同意提供 Vestas V80 2.0 MW 風機葉片預計計畫團隊進行檢測，完成 Vestas V80 2.0 MW 10 支，GE 1.5 MW 4 支，Z72 2 MW 4 支，以及 Vestas V47 660 kW 3 支葉片檢測，共計 21 支大型風機葉片檢測，建立數據資料庫。 2.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，協助計畫建立風機葉片檢測技術之能量，完成 6 次視訊會議針對檢測數據進行比對分析，藉由 3 支 Vestas V80 2.0 MW 葉片檢測數據損傷判斷比對，準確率已達到 80%以上 3.完成 2021 年台灣風能研討會「縮尺浮動式離岸風機系統之測試」論文發表，並且獲選優秀論文。 4.應用風機葉片設計與流體力學分析技術，協助○○院進行多相流體力學分析，技術服務委託案之金額為 200 萬元。 5.應用中小型風機設計評估技術，協助華○科技公司進行 PGW-3000-DGC 垂直軸風力發電機簡易負載設計評估報告審查，技術服務委託案之金額為 5 萬元。 6.促成合作風場運維商投入中小型風機系統開發，共同申請新型 30 kW 風力發電系統建置能源局業界能專計畫，申請經費 3,000 萬，廠商配合款至少 1,800 萬，已通過初審，配合國家綠能政策，落實技術產業應用。		喬○偉斯特公司、益○實業有限公司
主要績效指標 KPI 達成情形			
原規劃	1.論文 8 篇	達成情形	1. 論文 8 篇 2. 技術移轉 3 項、金額 2,700 千元

	2.技術移轉 5 項、預估金額 2,700 千元 3.促成廠商或產業團體研發投資 5 件、預估廠商投資 11,000 千元	3. 促成廠商或產業團體研發投資 5 件、廠商投資 34,200 千元
補充說明	無	
本年度效益、影響、重大突破		
1. 業界產品及零組件功能驗證之測試，完成關鍵零組件鈦電池隔離膜耐久性測試，能量效率測試達 75%，充放電多次循環測試達 1,450 次，單電池測試效能與商業化產品 Nafion® 212 隔離膜相近，庫倫效率穩定。進行高效能多元電池模組整合、設計、充電放電調控技術，完成多元儲能系統多重監測警報模組及儲能系統設備環境溫度偵測規劃(如圖 3)、試作測試及模組建置儲能系統組態具備足夠強度和靈活性的主動熱管理系統，並可以簡訊方式主動通知。後續將以技轉技服等方式，結合國內生產廠商，使用本土國產材料零組件，有效整合國內研發及產業技術開發，促成廠商或產業團體投資 50 萬元。 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，皆能達成大於 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 %條件時，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. 完成桌上型純化提取碳化矽設備檢整與晶圓切削料前處理，並進行純化提取碳化矽實驗參數調整，如鹼液濃度、純化反應溫度、固體液體比例等，成功由光電半導體產業晶圓切削料提取碳化矽，累積碳化矽產出量 25 公斤。材料純度 92%。完成發表一篇國內研討會論文與一篇國際期刊投稿，落實研究開發技術，廠商委託技術服務案 1 件，金額 40 萬元。 4. 完成等溫吸附動力實驗設備建置。定義開發新材料新產品不同溫度濕度的等溫吸脫附動力曲線及最大吸脫附量，與台○設計公司合作，以該公司進口之除濕輪產品進行功能性驗證、產品 QA/QC 的判別，建立計畫團隊之檢測能量，有利市場行銷到世界各地，具有競爭優勢。澤○歌應用材料股份有限公司技術移轉「乾燥、除濕、潔淨及工業與住商環境品質控制技術，除濕輪製作方法與吸脫附動力量化裝置」，簽約金 120 萬元。完成晶圓切削料提取碳化矽、除濕元件製作及乾燥除濕潔淨轉輪系統整合建置。系統乾燥風量 60 m³/h，技轉廠商提供陶瓷成型製程場地(面積 73.5 m²，高度為 2.6 m)，進行環境溫濕度控制，空間濕度 50%，減少作業環境水氣干擾，提升生產良率，驗證系統整合機台及量化能源因數值。		

5. 已篩選 30 株具 PHAs 生產潛力之菌株(如表 1)，部分菌株 PHAs 產量佔菌體乾重可達 40%以上(如圖 5)，以倉儲米為料源(10NTD/kg)，並整合 PHAs 萃取純化技術，推估 PHAs 生產成本約 173NTD/kg，已低於 PHAs 進口均價 6.7 \$/kg (BloombergNEF, 2019)，具產業投產誘因，據此已與產業簽約 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(如圖 6)。

6. 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。

遭遇困難與因應對策

1. 為針對鈳電解液使用一段時間造成之電容量衰退現象，設計與建置電解液淨化模組設備(如圖 4)，每批次可操作量為 50 公升，可使電解液恢復至 3.5 價的鈳電解液，完成電解恢復電容量流程。

2. 目前設計系統使用新型電池堆，於固定電池堆形式後，支撐盤配合電池堆氣體出入口進行相對應之設計，免除轉接盤，可降低介面封接處之孔洞數量，惟電池堆與系統介面高溫平面接合仍易有洩漏產生；將以金屬套環套裝於支撐盤或電池堆進氣方向面，若該配合能達成精密鎖緊之配合，對降低洩漏將有所助益。

3. 完成晶圓切削料提取碳化矽、除濕元件製作及乾燥除濕潔淨轉輪系統整合建置。乾燥除濕潔淨轉輪系統場域測試，驗證系統整合機台及量化能源因數值，場域測試場址現場勘查、協調廠商配合現場機電及風管配置事務，影響配合廠商的生產製程及協助更換機電和風管，明年度計畫將編列相關耗材經費，提早時間安排，偕同研究團隊自行裝配及架設。

4. 目前計畫於菌株篩選已有具體的成果，但各菌株之應用潛力並不相同，因此後續除將持續確認各菌株生產之 PHAs 類型及產量，並需要將菌株培養之生長速率、操作難易度等納入評估考量，據此目前已建立 3 株具量產應用潛力的 PHAs 菌株及其放大規模發酵參數，預期於 111 年中旬續將具有商轉應用潛力之 PHAs 菌株增加為至少 6 株，並開始推動與產業合作。

5. 手動方式進行葉片檢測，雖然有輔助治具確保直線移動與位移距離，但檢測時無法維持均勻施壓，影響超音波訊號品質，而且檢測時間過於冗長，約 6 小時完成 39m 葉片檢測，目前已規劃 6 自由度機械手臂結合地面移動載具，自動化檢測設計目標為 3 小時完成 50 m 葉片檢測，逐步朝向國際標準 2 小時完成 50 m 葉片檢測邁進。

貳、經費執行情形

一、經資門經費表（E005）

單位：千元；%

	110 年度					111 年度 預算數	112 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	36,726	36,226	0	36,226	98.64	35,000	47,852	
一、經常門小計	19,318	18,843	0	18,843	97.54			
(1)人事費								
(2)材料費								
(3)其他經常支出								
二、資本門小計	17,408	17,383	0	17,383	99.86			
(1)土地建築								
(2)儀器設備								
(3)其他資本支出								
		108 年度 決算數	109 年度 決算數	110 年度 決算數 (執行率)	111 年度 預算數	112 年度 申請數	備註	
綱要計畫總計				36,726	35,000	47,852		
一、細部計畫 1	小計			36,226 (98.64%)				

屬性	績效指標 類別	績效指標 項目		110 年度		效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
				原訂 目標值	實際 達成值		
		經常支出			18,843 (97.54%)		
		資本支出			17,383 (99.86%)		

二、經費支用說明

1. 「國外檢測機構平行驗證」案，與丹麥 Force Technology 進行葉片檢測結果分析平行驗證，金額 814,968 元。
2. 「住商節能關鍵組件原料純化智慧供應系統及反應器淬冷結晶單元」案，建立智慧化自動批次式固相及液相進料系統，自動定量荷重元、酸鹼度偵測單元控制液體加藥量、溫度控制單元等，金額 780,000 元。
3. 「住商節能關鍵組件製作程序系統整合」案，最大乾燥風量 60 m³/h，主要結構包括 a. 除濕潔淨轉輪安裝座；b. 溫度、濕度、風壓及風速偵測；c. 控制系統模組；d. 除濕熱空氣供給單元，金額 368,000 元。

三、經費實際支用與原規劃差異說明

無

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

一、學術成就(科技基礎研究)

1. 「kW 級全鈳液流電池模組操作成本分析」，2021 年 3 月已刊登至臺灣能源期刊第 8 卷第 1 期，本研究運用核研所國產自製 kW 級全鈳液流電池模組實測數據，當作模擬計算模型基礎，提出操作成本最適化分析，用以評估特定電流密度操作下之最低操作總成本。
2. 參加 17th International Symposium on Solid Oxide Fuel Cells (SOFC-XVII) 線上會議，並發表論文“ Characterization of Ag-based Filler for Electrolyte/Metallic-interconnect Joint in Metal-supported Solid Oxide Fuel Cells Applications”，與國際學者交流。
3. 計畫同仁參加「2021 國際鍍膜科技研討會 (International Thin Films Conference, TACT2021) 」並發表口頭英語演說：「Fabrication and performance evaluation for a low-temperature anode-supported solid oxide fuel cell with samarium-doped ceria electrolyte」；該同仁亦受邀擔任「2021 第七屆前瞻陶瓷材料與永續能源低碳社會應用科技國際研討會 ACTSEA2021 之會議籌委會委員暨議程主持人」。
3. 完成 2021 台灣陶瓷學會年會線上口頭發表，篇名：永續碳化矽材料純化再利用之研究，與一流人才進行技術探討和收集廣泛且深入的技術資訊，掌握相關技術最新發展趨勢，加速計畫研發進程並有利技術開發方向之擘劃。完成篇名：Reclamation of abrasive slurry to obtain SiC ceramic material，投稿 Key Engineering Materials 國際期刊，已獲得接受且文章已於電子刊物刊登，紙本將於 2022 年 1 月分發行。
4. 本計畫選取多種本土人為環境做為 PHAs 菌株篩選場址，為國內首次大規模進行 PHAs 菌株篩選之研究，計篩選出 29 株具生產 PHAs 的潛力菌株，涵蓋高達 19 類的菌種，部分菌株並有利用多種碳源生產 PHAs 能力、酸鹼耐受力、抑制物耐受力等具有智財保護潛力之特殊生理特性，預期將有機會據此建立具特色及功能性的 PHAs 生產技術，對於本土 PHAs 菌株之生物多樣性的探討亦應具有指標意義，因此本年度已先就不同菌株篩選及鑑定方法之整合應用進行探討，撰寫為論文 Connecting Three Detection

Methods to Screening Polyhydroxyalkanoicates Producing Bacteria in General Nature region, 並投稿至國際期刊 Archives of Microbiology。

5. 建置複合材料測試基準片，預埋鐵氟龍膠片模擬脫層(delamination)、纖維斷裂(Fiber failure)、空隙(void)、以及脫膠(debonding)等損傷狀況，提供超音波檢測進行複材損傷指標校準。

6. 完成一篇國外期刊論文，論文題目：Reclamation of abrasive slurry to obtain SiC ceramic material，論文效益：探討碳化矽材料純化再利用之研究。

7. 完成一篇國際會議論文，會議名稱：4th IEEE International Conference on Knowledge Innovation and Invention 2021，論文題目：Analysis and Development of Wind Power Prediction Model，論文效益：運用類神經網路法建立預測模型，並運用至風場營運當中，以提升風場發電之效能。

8. 國外期刊論文 1 篇，發表於 International Journal of Hydrogen Energy(IJHE) 國際期刊，論文名稱「Influence of regeneration conditions on cyclic sorption-enhanced steam reforming of ethanol in fixed-bed reactor」。該期刊最新 Impact factor 為 5.8 係屬國際氫氣儲能領域之重點學術刊物。相關研發成果被期刊接受原因在於內容具備學術貢獻性，有益於後續氫氣儲能製程技術放大，受國際專家學者關注。

9. 完成 2021 HEFC 研討會「全鈇液流電池儲能系統併接電網測試」論文發表，展現本所研發成果，並與專家學者進行技術交流與掌握最新相關技術。

10. 2021 再生能源與國家安全學術研討會「千瓦級全鈇液流電池模組性能測試與系統應用」論文發表，藉此參與會議機會，推廣本所儲能電池及材料相關研發成果與特點。

11. 完成 2021 年台灣風能研討會「縮尺浮動式離岸風機系統之測試」論文發表，並且獲選為優秀論文。

二、技術創新(科技技術創新)

1. 整合國內自主料源及產業之儲能系統技術進行模組設計：包括(1)電池堆本體：自行設計開發、使用國產碳板材、碳氈及加工製作、(2)電解液：使用國內生產之電解液。有助於協助國內廠商掌握最新儲能關鍵零組件技術，

創造產業效益。

2. 建置多元儲能系統熱管監測警報模組，建立儲能系統組態具備足夠強度和靈活性的主動熱管理系統，並可以簡訊方式主動通知。確保多元儲能系統的可靠度與安全性，便於後續保養及維護。

3. 完成 MSC 三片裝電池/解堆 SOFC/SOEC 效能測試，驗證新型電池堆測試設施除可進行 SOFC 電池堆效能測試外，亦可進行 SOEC 電解堆測試，於高溫狀態下執行 SOFC/SOEC 測試模式切換，可為 RSOC 設計規劃之參考。

4. 利用物理和化學分離製程能有效且成功純化晶圓切削料提取碳化矽粉末，純化樣品粉末具有 3C 與 6H moissanite 碳化矽結構，僅含有碳化矽無其餘殘留成份；其 d50 粒徑是 $9.8\ \mu\text{m}$ ，純度 92%。可進一步作為節能元件原料，同時解決光電半導體產業廢棄切削料處置問題。以碳化矽粉末為原料，開發濕潔淨轉輪元件製作程序，轉輪對於水氣吸附能力是時間的函數，操作時間增加，水氣移除量增加，最大吸附量 18.4%(0.184g 水/g 轉輪)與商業用吸附材料相當(吸附量 15~20%)，減少對進口除濕乾燥轉輪依賴提高技術自主性，降低成本提高競爭力。

5. 目前文獻多使用尼羅紅、蘇丹黑等染劑法進行 PHAs 菌株篩選，由於本計畫預期可篩選出疑似可生產 PHAs 之菌株數目龐大，故遂以染劑法為基礎，開創高通量的 PHAs 菌株篩選及 PHAs 產量分析技術，可以自動化機械手臂及人工智慧辨識技術，從固態培養基逕行挑選出疑似可生產 PHAs 的菌株，分裝至 96 孔深孔盤進行培養，再運用螢光偵測儀所開發創新的 PHAs 分析技術，可一次分析深孔盤內各孔洞所培養之菌株的 PHAs 產量，大幅縮短過去人工挑選 PHAs 生產菌株及量測 PHA 產量所需要的時程，據此可加速菌株開發速率，進而有機會獲取更多樣性的 PHAs 生物資源。

6. 生物發酵在商轉應用時的首要課題就是要避免污染，因此在發酵設備設置時即須要考量滅菌或避免污染等相關需求，但同時也會增加設備設置成本及操作複雜度，本計畫開發一種無須滅菌處理的聚羥基烷酸酯生產方法，使 PHAs 發酵菌株可展現耐受鹼性環境的能力，據此在鹼性發酵環境下，避免其他菌株的生長而造成污染。

7. PHAs 生產成本降低的有效策略即是降低原料成本方法，由於廢紙容器目前已列法定回收項目，國內去化管道亦相當有限，但因廢紙容器富含纖維組成，據此本計畫亦開發一種新穎的廢紙容器處理方法，可在不加酸鹼的操作下，將廢紙容器的纖維分解為可發酵的葡萄糖，據此提供為生產聚羥基烷酸酯的方法。

8. 完成大型風機葉片現場手動檢測輔助治具設計與製作(如圖 7)，確保檢測時翼弦方向直線移動，以及翼展方向精準位移，並且提出專利申請。

三、經濟效益(經濟產業促進)

1. 輔導國內廠商包括液流電池關鍵組件相關加工廠、材料生產商、供應商、精密加工機台及系統技術商，協助進行技術升級並降低成本；12 月完成中○公司「液流電池料件一批」技術服務案金額 50 萬元之簽約程序。

2. 因應再生能源技術精進與成本下降，及再生能源占比將逐年提高，以既有 SOFC 技術為基礎，跨足 SOEC 產氫領域；SOEC 可應用於較長期的儲能，對再生能源之削峰填谷有所助益，另可為氫能經濟社會產氫技術之一。

3. 磁○興業有限公司委託電漿熱裂解廢輪胎再生碳黑作為導電矽膠及晶圓切削料純化技術開發技術服務，金額 40 萬元。協助降低對進口原物料的依賴，減少礦物開採和增加資源生命週期。技術移轉「乾燥、除濕、潔淨及工業與住商環境品質控制技術，除濕輪製作方法與吸脫附動力量化裝置」予澤○歌應用材料股份有限公司，簽約金 120 萬元。可針對各種生產方式、不同材料或其它型態之除濕乾燥元件，對於水份吸附之能力進行等溫吸附動力量化；而對於乾燥除濕業者可以驗證其進口購置的除濕輪單元或吸附材料的功能性，對於除濕輪單元或吸附材料製作業者可以協助其產品 QA/QC 的判別，具有競爭優勢。

4. 計畫以創新 PHAs 組成為目標，開發海洋生物可分解塑膠試量產技術及其高值化應用，預期可藉由技術差異化、特色化及降低生產成本等策略，提升產業應用誘因及中下游產品化應用之技術能力，據此計畫若能降低 PHAs 生產成本均價 50%，使其接近目前廣泛使用之 PLA 的市場價格，有機會協助國產業轉型發展與世界接軌的新興低碳產業，開創生質塑膠之藍海市場，不僅能帶動國內生質原料高值化利用，後續廢棄無法再利用之生

物可分解塑膠，亦可作為生質綠能所需原料的穩定供應來源，有助於生質綠能的推動應用。

5. 與國內廠商包括天○，喬○，益○等公司組成檢測團隊，並與台電公司達成協議，將運用計畫開發之葉片檢測技術進行中部風場之葉片檢測。

6. 應用風機葉片設計與流體力學分析技術，協助○○院進行多相流體力學分析，技術服務委託案之金額為 200 萬元。

7. 應用中小型風機設計評估技術，協助華○科技公司進行 PGW-3000-DGC 垂直軸風力發電機簡易負載設計評估報告審查，技術服務委託案之金額為 5 萬元。

四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

1. 實際使用運維與整合技術，驗證製程及系統可靠度，另一面透過整合綠能儲能技術之示範及展示，持續進行跨域合作，場域應用及結合關鍵材料與元件開發技術，帶動產業國內外市場機會。

2. 生質能具有的碳中和特性，SOFC 則有高能源轉換效率與燃料多元化之優點，結合兩者以生質物作為 SOFC 之料源，可產出高效潔淨之低碳電力，為碳之減排或淨零排放應用的最適方案之一。

3. 晶圓切削料處理的技術需求獲得滿足，對產業效益而言，可有效處理工業廢棄物，每噸減少 15,000 元以上掩埋處置費用，節省產業支出，減少掩埋場負擔，增加掩埋場壽命，達成經濟與環境永續雙贏的局面，具體解決數量龐大之事業廢棄物處理難題，產業及人民皆有感。落實循環經濟，增加材料生命週期，減少礦物開採及提煉，抑制二氧化碳排放，響應淨零碳排放國家政策，提升產業永續競爭力。

4. PHAs 生質塑膠已被證實於陸域或海洋中具生物可分解性，於自然環境之分解過程中，亦不會如石化塑膠般產生塑膠微粒的危害，不僅適合於化妝品微珠、紡織、生醫等會與人體接觸的應用外，亦可用於包材及膜袋類等民生應用，未來更有機會能發展為具功能性的材料，應用範疇十分寬廣，因此替代石化塑膠之應用，將可降低石化塑膠衍生的環境危害，亦同時降低碳排放量，提升大眾生活品質及降低人類使用塑膠造成對環境的衝擊。

5. 上半年計有國立高雄科技大學、台灣世曦、益泰實業有限公司、天力離岸風電科技股份有限公司等單位參觀本所風力園區；下年度將開發自動化檢測設備，並規劃參加 2022 年台灣創新技術博覽會，推廣所建立之葉片檢測相關之技術，並展示風力機工程技術研發成果與科普教育及衍生之社會效益。

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)

1. 後續將以技轉技服等方式，進行業界產品及零組件功能驗證之測試，結合國內生產廠商，使用本土國產材料零組件，有效整合國內研發及產業技術開發，促成廠商或產業團體投資，同時帶動產業國內外市場機會。

2. 參加原能會規劃於各地舉辦之科普展，以簡要或遊戲方式說明 SOFC 之原理及電池堆相關組件，有助於參觀學生對綠能技術之了解，並利於 SOFC 技術之推廣。

3. 協助台○設計公司定義乾燥除濕材料或元件的除濕乾燥能力，驗證進口除濕輪產品功能性，管控品質及特性確認，協助其產品 QA/QC 的判別，定義開發新材料新產品不同溫度濕度等溫吸脫附動力曲線及最大吸脫附量，有利市場行銷到世界各地，具有競爭優勢。技術移轉「乾燥、除濕、潔淨及工業與住商環境品質控制技術，除濕輪製作方法與吸脫附動力量化裝置」予澤○歌應用材料股份有限公司。今年建置測試用機台軟硬體設備及隧道窯爐體溫度、位置、時間序列等資訊元件整合智慧物聯網控制裝置，投資總金額合計 350 萬元。

4. 目前計畫團隊正與 1 家台商及紐西蘭廠商合作進行合板廢棄物生產聚乳酸(PLA)之實料測試，並規劃於實料測試後，將會依據測試結果開始進行洽談後續技術移轉之執行模式與內容，期能據此協助國內生質塑膠中下游廠商與紐西蘭上游 PLA 生產廠商建立跨國性的完整生質塑膠產業鏈。目前紐西蘭廠商亦表示對計畫開發之 PHAs 有高度的興趣，有意願繼 PLA 生產技術後，再次據此洽談相關合作，據以已於本年度與核研所簽訂技術服務案，先行觀摩實驗室 PHAs 生產技術，並規劃於明年初申請技術授權，擬提出之全程技術移轉金預估 300 萬元，即將提交開發計畫書申請文件。

5. 因應 2025 年綠能發電佔總電力供應 20%、用電大戶 10%綠電及電力市場自由化等發展趨勢，未來國內對於穩定再生能源之需求將會逐年提高，因此不受季節、晝夜限制之生質能即有發展利基，因此本計畫將生質原料先應用於生物可分解塑膠生產，再將廢棄回收之生物可分解塑膠用於轉換生質能，不僅可符合 5+2 產創政策中綠能及新農業政策之推動需求，亦符合第十一次全國科技會議之經濟與創新議題中所建議之促進生物質能資源循環利用的建議，同時也可扣合國內淨零碳排政策及減塑政策之推展需求，故可視為具有多贏效益之發展方向。
6. 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，協助計畫建立風機葉片檢測技術之能量，完成 6 次視訊會議針對檢測數據進行比對分析，藉由 3 支 Vestas V80 2.0 MW 葉片檢測數據損傷判斷比對，準確率已達到 80%以上。
7. 促成合作風場運維商投入中小型風機系統開發，共同申請新型 30 kW 風力發電系統建置能源局業界能專計畫，申請經費 3,000 萬，廠商配合款至少 1,800 萬，已通過初審，配合國家綠能政策，落實技術產業應用

貳、檢討與展望

1. 完成鈳電池隔離膜耐久性測試，單電池充放電多次循環測試達 1,450 次，測試效能與商業化產品 Nafion® 212 隔離膜相近，與同性質陽離子交換隔離膜售價比較，價格具優勢；後續將持續驗證儲能產品組件耐久性，強化自主充電放電調控技術，以技轉技服等方式，輔導國內生產廠商，整合國內研發及產業技術開發，促成廠商或產業團體投資。
2. 目前研製之金屬支撐型電池單元擁有良好之效能，若能順利推展，將對降低系統操作溫度及提升穩定度有所助益，並可增加材料選擇彈性，降低整體材料成本。該型式電池單元較適合使用金屬封接，相關技術仍有待突破，已將此項工作列為研發重點項目之一。
3. 完成建立永續材料提純製作程序，累積碳化矽(純度 92%)產出量 25 公斤作為除濕潔淨轉輪元件基礎材料，開始製作除濕潔淨轉輪元件。後續將完善直徑 8 公分，孔隙率 20~60 PPI (Pores per inch) 除濕潔淨轉輪元件開發，產出樣品 50 組，作為量測除濕潔淨轉輪元件物理化學特性、水氣吸附動力實驗、機械強度實驗及系統整合機台測試使用。完成系統整合自製乾燥除濕潔淨轉輪系統一組，最大乾燥風量 $60 \text{ m}^3/\text{h}$ ，技轉廠商提供陶瓷成型製程場地(面積 73.5 m^2 ，高度為 2.6 m)，進行環境溫濕度控制，空間濕度 50%，減少作業環境水氣干擾，提升生產良率，驗證系統整合機台及量化潔淨乾燥能源因數值 2.28 L/kWh 。完成一件專利申請及進行企業委託技術服務和技術轉移各一件，總金額 160 萬。下一年度將導入智慧製造，開發積層製造 3D 列專用印漿料，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，增加孔洞型態多樣性，不須過多製作程序，更符合節能及永續製造的環保趨勢。
4. 於全球暖化問題嚴重，世界各國相繼宣示以淨零(Net Zero)與碳中和(Carbon Neutral)為目標，據此碳定價(carbon pricing)制度已被視為邁向淨零排放不可或缺的經濟工具，不僅能提供經濟上的誘因，更能達成實質減碳效果，未來製造過程碳排越高的產品，所須支付的碳關稅也就越高，故在此趨勢發展下，原本生產成本偏高但具減碳效益之 PHAs 的應用將更具潛力與發展空間，尤其 PHAs 同時具有海洋可分解性，在塑膠污染議題日益重視下，其若能大規模商轉應用應能更展現其環境價值。因此，本計畫將生質原料進行整合式的利用，協助國內開拓創新生質原料運用模式，規劃於生質原料轉換綠能的生命週期過程中，先導入海洋可分解塑膠 PHAs 之生產，再將回收廢棄之 PHAs 應用於生質能，期藉由生質物多層次運用及

高值化應用，此一發展構想不僅可解決生質能與生質材料生產之原料衝突問題，並可藉由替代石化塑膠及石化能源，達到降低碳排放量的目的，若能再有系統地整合生質原料的栽植，更有機會達到展現負碳的機會，同時因為將成本較高之生質原料生產高價生質塑膠，生質塑膠回收轉換為較低成本之廢棄物後，再應用於生質能源，也使生質原料之運用更符合產業獲利原則，進而使生質原料的利用能衍生較高經濟產值的產業價值鏈。

5. 葉片檢測子項計畫 110 年度之目標為完成檢測指標之建立，並完成 20 組葉片之檢測數據資料庫；目前已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。後續將規劃 6 自由度機械手臂結合地面移動載具，自動化檢測設計目標為 3 小時完成 50 m 葉片檢測，逐步朝向國際標竿 2 小時完成 50 m 葉片檢測邁進。

參、其他補充資料

一、 跨部會協調或與相關計畫之配合

無

二、 大型科學儀器使用效益說明

無

三、 其他補充說明(分段上傳)

無

附件

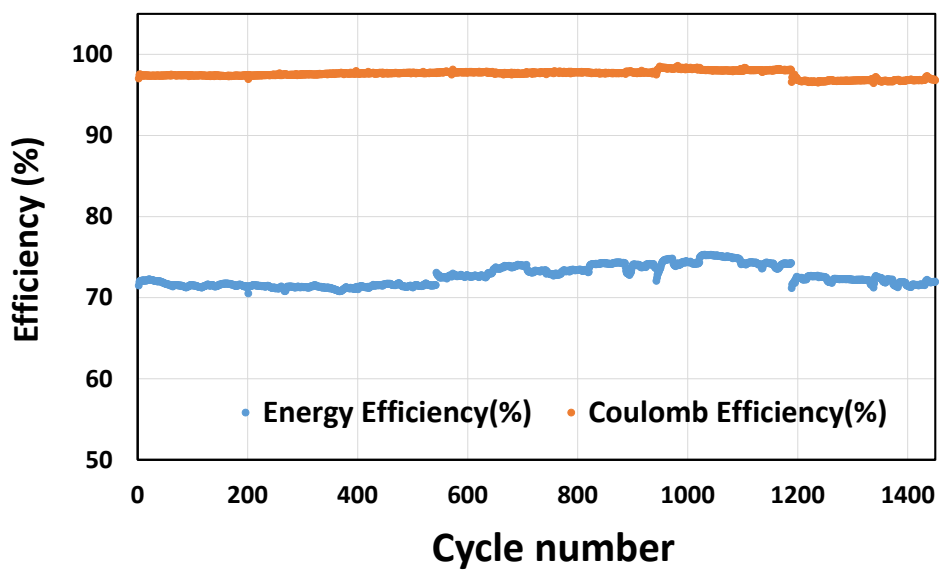


圖 1、關鍵零組件鈎電池隔離膜耐久性測試

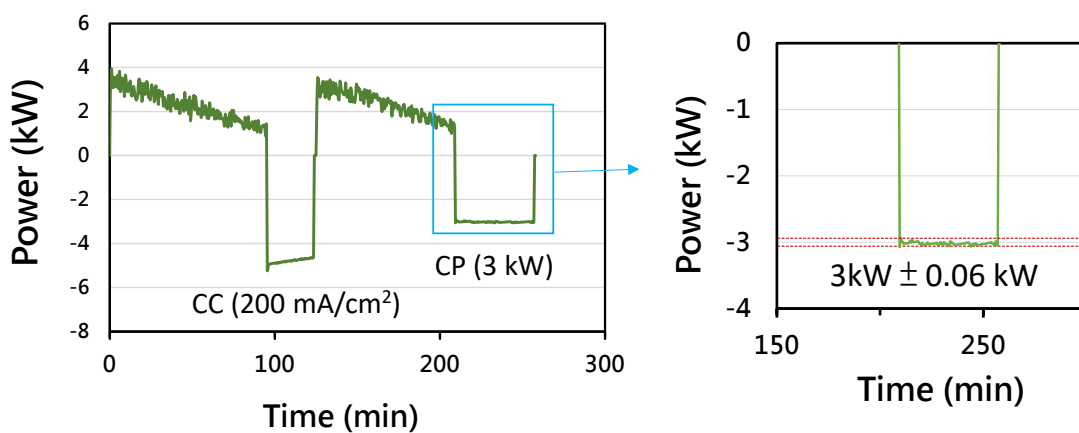


圖 2、鈎電池儲能模組於併網測試：(左圖)定電流與定功率放電、(右圖)3 kW 定功率放電模式下，功率穩態誤差小於 2%

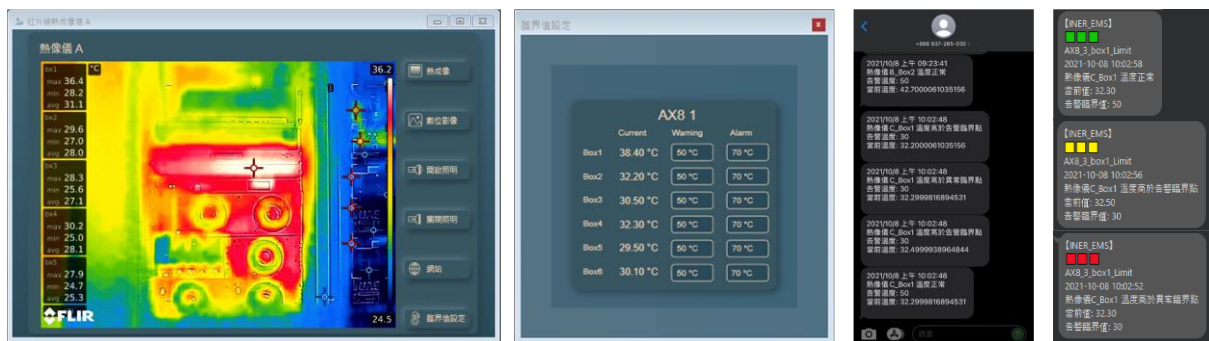


圖 3、可擴充多元儲能系統熱管理技術，具備足夠強度和靈活性的主動熱管理系統，並以簡訊方式主動通知

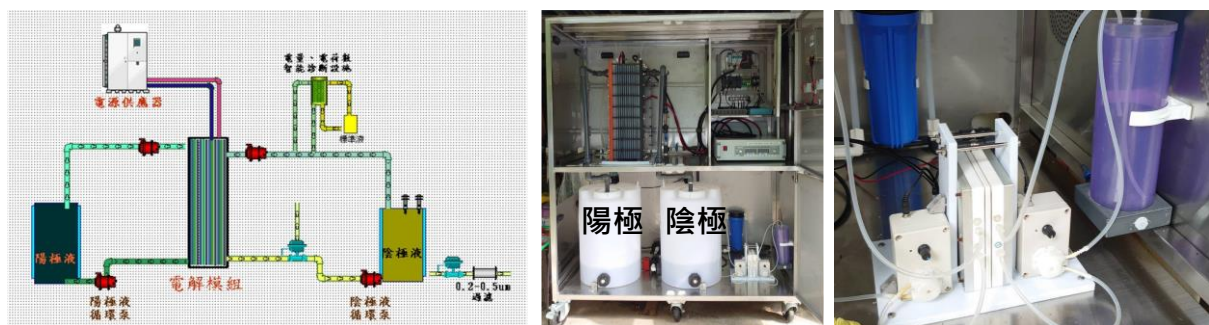


圖 4、電解液淨化模組，每批次可操作量為 50 公升，以標準 3.5 價電解液作為對照組，可藉由監控系統判定陰極電解還原終點及停機

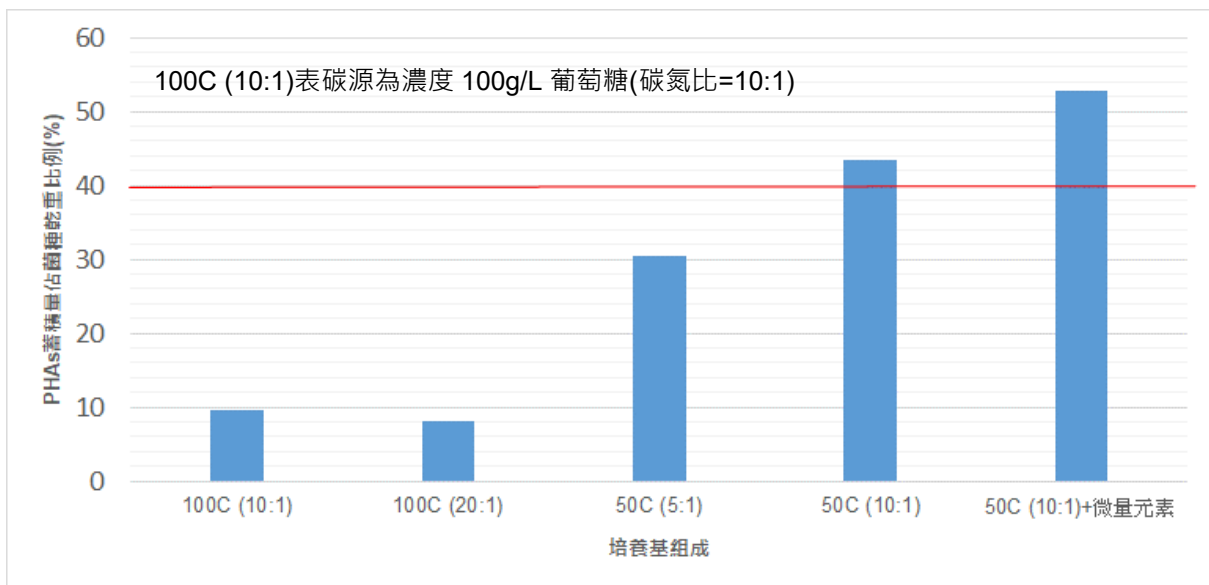


圖 5、培養基優化對菌株 PHAs 蓄積量之影響(以編號 Yilan-7 為例)



圖 6、計畫團隊與廠商建立五年期合作規劃之示意圖

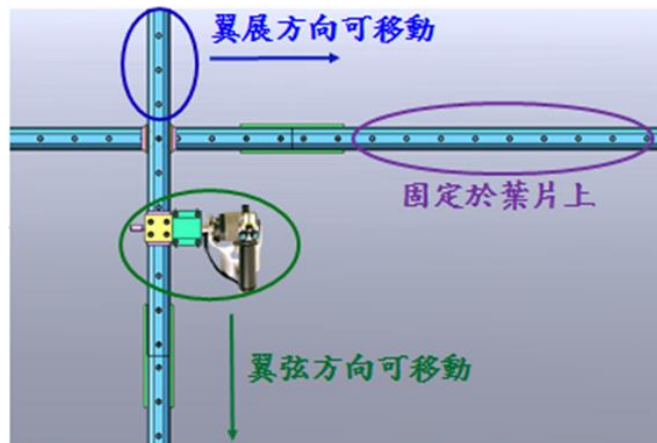


圖 7、現場手動檢測輔助治具示意圖

表 1、計畫篩選之 PHAs 潛力菌株列表及生理特性彙整

來源	編號	菌種鑑定	可利用碳源								耐受力		
			Glucose	Xylose	Glycerol	Methanol	Molasses	Waste oil	Toluene	Laurate	耐酸鹼	耐糖醇	無機氮
平溪	Ping-1	Acidovorax sp.	●				●						
	Ping-7	Acinetobacter sp.	●	●	●	●	●	●	●	●			
	Ping-8	Comamonas sp.	●	●	●	●	●	●	●				
	Ping-9	Comamonas sp.	●	●	●	●	●	●	●	●			
觀音	Guan-5	Gemmobacter sp.	●	●	●		●						
	Guan-6	Comamonas sp.	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●
	Guan-7	Comamonas sp.	●	●	●	●	●	●	●	●			●
	Guan-10	Gordonia sp.	●	●		●		●			pH9		●
坪林	Pinli-6	Rhodococcus sp.	●	●	●	●		●					
宜蘭	Yilan-5	Bacillus sp.	●		●						pH9	●	
	Yilan-6	Streptomyces sp.	●		●			●			pH9	●	
	Yilan-7	Bacillus sp.	●	●	●	●		●			pH9	●	
大溪	Daxi-7	Comamonas sp.	●	●	●	●		●					
石門	Shimen-2	Acidovorax sp.	●										
	Shimen-7	Pseudomonas sp.	●	●	●	●		●					
北大特區	Ntpusz-1	Diaphorobacter sp.	●				●		●	●			
	Ntpusz-8	Gordonia sp.	●		●		●			●	pH4	●	
迪化	Dihua-6a	Lelliottia sp.	●		●		●		●				●
	Dihua-6b	Raoultella sp.	●		●		●		●				●
內湖	Neihu-8	Enterobacter sp.			●		●			●			
林口A7	A7-3	Microbacterium sp.	●		●		●						
	A7-7	Sphingobium sp. 或 Sphingomonas sp.	●	●									
竹東	Zudo-4	Paracoccus sp.	●		●		●			●		●	
桃北	Ntao-2	Bacillus sp.	●					●		●		●	
嘉義	Chia-8	Shinella sp.	●		●		●	●		●	pH9	●	
彰化	Dword-2	Ottowia sp.	●		●		●			●		●	
	Dwords-8	Comamonas sp.	●	●	●	●	●	●	●	●		●	
銅鑼	Gong-4	Paracoccus sp.	●	●	●		●			●		●	
大樹	Big-6	Bacillus sp.				●	●	●		●			