111 年度政府科技發展計畫
績效報告書(期末)
(D006)

計畫名稱：綠能產業應用技術發展計畫(2/4)

執行期間：

全程：自 110 年 1 月 1 日 至 113 年 12 月 31 日止

本期：自 111 年 1 月 1 日 至 111 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

111年度政府科技發展計畫審查意見辦理情形表(檔案上傳)

序號	審查意見	辦理情形
1	本計畫為4年計畫的第二年,五個主要推動項目,相較於第一年,均有成果進步性,亦都達成原訂目標,未來將持續推動相關研發項目之技術優化,規劃項目極有機會實現。	謝謝委員肯定，未來將持續優化技術並實現規劃之項目。
2	計畫書擬定主要績效指標,包含論文8篇;技術移轉4項、預估金額3,050千元;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，並達成論文發表11篇，雖有達標，但其中4篇為國內研討會,1篇國際研討會;國外期刊僅4篇(部分僅為投稿)，在學術創新上有提升空間，另建議在績效佐證資料能著名發表期刊或研討會等資料,並更具體說明質化之KPI，尤其相對之效益為何。	謝謝委員的建議，各子項已補充各學術論文發表之期刊或研討會資料於期末報告p.50。
3	績效報告第10頁子項四預期關鍵成果規劃「提出1件PHAs產品化應用成果」，然而報告書僅是呈現相關產品建議，再請補充說明。	感謝委員意見,計畫產製的PHAs主要組成為 PHB(polyhydroxybutyrate)，現階段已搭配其它材料共混及造粒，利用射出成型機並搭配不同的射出模具進行產品試製評估可行性,目前已試製出托盤、一次性刀叉匙及組合式積木的實體，成品相片如期末報告圖15所示。
4	績效報告第10頁子項四預期關鍵成果規劃「能源產出投入比及碳足跡」,然而報告書僅是呈現相關應用電力產出及減碳推估,再請補充說明能源產出投入比及產品碳足跡。	感謝委員意見,PHAs因具取代石化塑膠及其應用的潛力,在PHAs使用多次而無法再重複利用時，又可視為「類生質原料」透過製成廢棄物衍生燃料(Refuse Derived Fuel, RDF)燃料,經生質發電轉換為生質能，為極具循環經濟特性之綠色材料。本計畫在「生質料源產製生質精煉產品並轉換生質能」情境下,回收廢棄再

		生 PHAs 產品經由 RDF 發電，產出每度生質電力約需消耗 0.691MJ 能源。由於每度電力之熱值約為 3.6MJ，故推估回收廢棄再生 PHAs 產品經由 RDF 發電，全流程之能源產出投入比約為 5.21。而以倉儲米產製 PHAs 顆粒碳排放量，彙整運輸端與製程端排放，產製每公斤 PHAs 顆粒淨碳排放量約為 2.15 公斤 CO2e。
5	績效報告第 11 頁子項五預期關鍵成果規劃「地面葉片檢測產業應用，完成業界技服案 1 件」，然而報告書所呈現三件技術授權或服務僅為風力發電設計或評估，再請補充說明地面葉片檢測產業應用工作項目。	感謝委員意見，本案之技服廠商為葉片檢測技術開發合作團隊，同時也負責台中港區風場運維，因此相關工作有助於協助計畫團隊實場域驗證。藉由計畫團隊自 110 年起，於實場域驗證期間推廣團隊技術應用，促成廠商更進一步投入風機系統開發，實現生產、製造、以及運維(包含葉片檢測)等技術整合。
6	計畫經費 32,477 千元，使用 32,423 千元，執行率達 99.83%，經費運用妥適，且與工作匹配，與原計畫之規劃相符。	感謝委員肯定。
7	原定量化指標論文 11 篇(原訂 8 篇)；技術服務 11 件，15,108 千元(原訂 4 件，1,300 千元) ；技術移轉 4 件、金額 4,450 千元（原訂 4 件，3,050 千元），及促成廠商或產業團體研發投資 6 件、廠商投資 23,100 千元(原訂 5 件，11,000 千元)，各項指標均已達成，惟相對質量可再提升。	謝謝委員肯定，未來將持續精進各項指標之質量。
8	量化績效指標大致符合原先計畫規劃，惟論文發表部分，建議未來可著重國外重要期刊論文發表，以增加國際能見度；另研究報告部分，建議可檢視是否可跨部會參考(非僅單位內採納)，以利爭取跨部會協調或與相	謝謝委員意見，將依照委員意見加強國外重要期刊發表，或參加國際上重要研討會，以增加國際能見度及增進國際交流。於績效報告機密性方面調整為公開，將有助於跨部會與相關計畫的配合。

	關計畫之配合	
9	績效報告雖列舉六項技術創新,但無法彰顯每項技術之創新價值,也無法佐證其創新性或後續效益，建議加強，相關技術創新概述如下： 「創能」:SOFC 部分,採用漸層方式取代單一孔隙陽極支撐層，並變更其孔隙率，經測試取得較佳之參數,可提高電池單元之整體結構強度及加速陽極氣體之擴散速率。 「節能」:導入智慧製造，開發積層製造 3D 列印，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,增加水氣吸附能力提升能源效率。 本計畫開創高通量的 PHAs 菌株篩選及 PHAs 產量分析技術，藉由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。運用盤式螢光偵測儀所開發創新的 PHA 蓄積量分析技術,可一次分析深孔盤內各孔洞所培養之菌株的 PHAs 相對產量。潛力菌株進行培養時,則以微型發酵槽同時進行 32~48 組不同操作參數之實驗條件,依照微型發酵槽培養體積僅需 0.8-2.4 mL，但仍能類比公升級發酵槽之功能的特性，藉以控制酸鹼值及溶氧，並依需求進行饋料，如此方可快速測試大量的發酵操作條件，藉以建立最適發酵參數及操作方法。本計畫建立之高通量菌株開發技術,可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，提升菌株開發速率。PHAs 相關創新技術之智財權，計畫已針對菌株、發酵、萃取及應用面進行專利布局，其中,「聚羥基脂肪酸酯生產及廢水處理方法」、「聚羥基烷酸酯生產及萃取方法」和「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」已獲領證通知，此項相對較能說明具體成	謝謝委員意見，補充說明計畫中各技術之創新及後續效益，對應委員建議補述如下： 1. 「創能」:SOFC 部分，改變陽極支撐型電池單元之陽極結構，採用漸層方式取代單一孔隙陽極支撐層，並變更其孔隙率。經測試取得較佳之參數，可提高電池單元之整體結構強度及加速陽極氣體之擴散速率。經實驗驗證，漸層方式者之效率約可提升 15%,若技轉業者可提升產品之競爭力。 2. 「節能」: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，更符合永續製造的環保趨勢，兼具除濕、潔淨及低耗能轉輪元件。將開發兼具除濕、潔淨、移除環境中揮發性有機物或致病微生物概念，整合為三合一綠色環保除濕輪系統。應用於住商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。 3. 「節能」:感謝委員肯定本所 PHAs 相關智財權，專利技術佈局，後續將強化爭取產業應用機會。 4. 「儲能」:建立一套釩電池模組測試平台及周邊設備，可使用雲端控制電腦介面資訊，設定其保護電壓、電流、溫度等參數，以防止機櫃運作發生故障導致損壞，有助對於未來實際應用情境，包含採

	果，期待未來能落實應用。 「儲能」：建立一套釩電池模組測試平台及周邊設備，可使用雲端控制電腦介面資訊，設定其保護電壓、電流、溫度等參數，以防止機櫃運作發生故障導致損壞，未來軟體規劃功能，可於雲端進行參數修改，進一步提高儲能機櫃效能控制。 「創能」；整合 6 自由度機械手臂葉片掃描系統，與地面無人搬運載具，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。	用雲端管理多組儲能系統進行監控充放電管理、參數修正與歷史資料趨勢分析等，提升儲能機櫃效能及應用性。 5.「創能」:陸域風力機組數量統計至 112 年 2 月約 384 部機組，並且一半以上已運轉超過 10 年，再加上國內離岸風電政策與風場建置，將面臨大量風機葉片檢測需求，提升檢出率與檢測速度有助於運維廠商導入葉片檢測例行性工作項目，提升提升風機之可用率與風場營運效能。
10	績效報告列舉 5 件促成產業投資，但未說明投資項目與內容，還有金額，並請說明本計畫與該項投資之關聯性，相關經濟效益概述如下： 積極進行產業整合，亦協助國內外廠商進行釩電池關鍵材料之性能測試，後續將持續參考最新國際標準建立釩電池關鍵材料標準驗證程序，完成電池材料選用評估及測試規範準則，促進異業與跨域合作，幫助國內釩電池產業鏈完整建構，提升台灣於儲能產業之競爭力。 製作金屬支撐型電池單元之大氣電漿噴塗技術，以技術服務案協助廠商進行新型固態電池芯與全固態鋰電池含電解質層極片之製作，有效擴展技術應用面向。電池單元為 SOFC 之核心技術，該技術之開發讓國內產業鏈更加完整，有助於 SOFC 產業發展。 落實研究開發技術推廣節能乾燥技術，農委會桃○區農業改良場委託一件香草英調製技術改進試驗技術服務案，金額 30 萬元，培養該單位節能低溫乾燥專業人員。成功協助復○公司以回收純化碳化矽原料製作透氣吸盤耗材國產化，降低成本、增加利潤、技術自主，樣品送至科技廠搭配晶圓加工上機測試，符合需求，收回剩餘應收款項 20 萬元。促進產業投資及技術精進。除濕乾燥元件吸附動力量化驗證及智慧物聯網控制裝置技	謝謝委員意見，補充說明子項一、二、四之各技術之創新及後續效益如下，其餘計畫與該項投資之關聯性，相關經濟效益，於績效報告中皆有敘述： 子項一：期末報告 p.55【L 促成投資表】中「極板模具與極板石墨高溫爐處理系統」投資金額 350 萬元，係生產製造釩電池關鍵材料之重要設備，有助國內釩電池產業鏈完整建構。 子項二：製作金屬支撐型電池單元之大氣電漿噴塗技術，以技術服務案方式協助國內廠商進行新型固態電池芯與全固態鋰電池含電解質層極片之製作，金額 50 萬元，該項技服案之固態電解質製備技術係應用本計畫子項二之電漿噴塗技術之核心經驗，有效擴展本計畫衍生技術之應用領域。此外，電池單元為 SOFC 之核心技術，本計畫子項二持續輔導技轉廠商進行 SOFC 電池片研發，促進廠商進行設備投資，讓國內產業鏈更加完整，有助於 SOFC 產業發展；另應用於全固態鋰電池之製程，提升功率密度及安全性，持續與國內廠商合作，若國內業者

	術移轉澤○歌應用材料公司，建置測試機台軟硬體設備及隧道窯爐體溫度、位置、時間序列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。提供不同除濕乾燥元件水份吸附能力進行等溫吸附動力量化測試結果。協助乾燥除濕相關業者驗證購置或開發之除濕輪單元或吸附材料的功能性，建立除濕輪產品 QA/QC 的判別或除濕系統基本設計參數。增加該公司產品的多樣性、驗證自製生產吸附材料特性和量化國際上吸附材料優劣，擴展其他產業跨領域，永續公司發展。 計畫以開發海洋生物可分解塑膠試量產技術及其高值化應用為目標，藉由技術差異化、特色化及降低生產成本等策略，配合國內產業開發綠色生質材料產品的產製能量，有機會協助健全國內生質材料產業鏈，促進國內生質塑膠中下游產業的升級轉型，開拓國內新興生質產業。 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；以及承接台○再生能源處「彰工風場小型風力發電機評估及試驗案」委託研究，利用現有陸域風場空地進行小型風力機測試評估，最大化現有陸域風場風能利用率。因應國內最大電力供應商之需求，以及在地化新型 30 kW 風機系統技術之建置，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。	能量產，將有莫大的商機。 子項四：本所 PHAs 相關研發技術獲國內石化公司肯定，目前已共同規劃研發方向並建立長期合作關係。該公司以委託研究的模式進行研發投資，本年度委託案投入 688 萬，進行石化工廠場域的特色產製生質化學品菌株的篩選及開發，以提早佈局因應國際減碳、減塑及淨零趨勢。
11	計畫將持續推動相關研發項目之技術優化，現階段均有達成原訂目標（部分超前），全期規劃項目均極有機會實現；惟國發會淨零碳排路徑圖已經公布，建議執行單位能具體提出符合國家發展的重點項目，提出創新構想或落實應用方案，以精進未來執行方向。	謝謝委員意見，計畫除原目標開發綠能、節能與儲能外，於淨零碳排亦有所貢獻，後續亦將持續評估後續執行方向，目前與淨零排放政策關聯部分，補充說明如下，： 1. 目前因應淨零排放之長期規劃，能源轉型或其他運具電氣化等議題，對於國內未來整體電網或交通之變化、儲能及

		電力系統整合，或者結合再生能源、儲能系統及燃料電池等電網或車輛整合應用，都是未來國內需要面臨問題，釩電池因具有循環壽命長、安全性高、能量/功率比設計靈活等優點，相當有潛力應用，未來將結合學界與業界研提創新構想或落實應用方案。 2. 配合 2050 年淨零排放之目標，計畫進行 SOEC 電解水產氫及水與二氧化碳共電解產合成氣等相關研究，最終目標為結合 SOFC 及 SOEC 之 rSOC 電堆自主開發，提升關鍵組件之效能，應有助於達成國家之政策目標。 3. 對應五大淨零科技領域中的低(減)碳、循環與淨零十二項關鍵戰略之節能、資源循環零廢棄。住商及工業部門，降低電力使用需求、提升設備和系統之能源效率，導入創新科技來開發可循環之再生材料及提升廢棄物循環再生的能力。 4. 本計畫主要利用生質原料及開發合成生物技術導入以綠色製程為導向的創新材料。計畫所建立之碳資源精煉技術應用平台，將朝碳捕捉及轉換所產生的碳資源，結合微生物及其發酵工程進行多元再利用，以作為未來銜接生質能碳捕捉封存之基礎，展現負碳效益。 5. 葉片損壞平均造成 2.6 天停機時間，定期執行葉片檢測可避免不必要之停機等待時間，預估 114 年裝置容量約 6.9 GW，約可減少 86,250 噸 CO_2 排放。
12	績效報告中提出的檢討與展望，無法看出計畫執行重要之效益 impact，建議能與國際 benchmark 比較精進。	謝謝委員意見，計畫將執行效益與國際基準作一比對如下： (1)計畫完成之多元儲能系統自主充電放電調控測試技術優化，以 5 kW 釩電池模

		組進行自主充電放電調控技術驗證，測試不同功率與電流密度下之運轉，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，符合國內需求，未來將比照國際標準做更進一步驗證測試。 (2)相關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，甚至國外廠商，皆顯示相關計畫技術能量與推廣具有成效。於 SOFC 方面，計畫目標 MS-SOFC 電池片發電效率達 617 mW/cm^2 以上(50 W@700ºC、0.7V)。10 片裝 MS-SOFC 電池堆於 700ºC，最大發電功率達 500W，發電效率達 45%，燃料使用率約 75 %，與國際標竿 Elcogen 電池產品 ASC-300 (12×12 cm^2) 效能 42 W @ 700°C，及德國 Sunfire 之 kW 級電池堆燃料使用率 75%比較，計畫之目標並不遜色。 (3)國際吸附乾燥技術專利保護對創新技術形成威脅。設備產品尚未量產，初期成本較高。國內生產原料和關鍵元件具相當潛能但若要擴大使用則仍屬有限。加速完成設備場域驗證，確認效能，降低威脅，縮短設備發展時程，技術轉移業界，搶占市場先機，降低成本，且技術本土化，免除進口稅與運輸時間，進行熱能整合，節省電能不耗電。 (4)本計畫開發的無毒性有機溶劑之綠色萃取純化製程，包含以二氧化氯破菌、月

		桂酸銨萃取的方式，應用於貪銅菌及嗜鹽菌等革蘭氏陰性菌及古生菌之噸級放大萃取純化測試，其純化皆可大於 90%以上。相較於國際文獻使用的物理法及生物法(純度介於 40~90%)，不僅純化效率高且無須高成本設備及酵素，使用之月桂酸銨經回收後可做有機碳源，可續投入發酵程序作為副碳源，具有降低成本之效益。 (5)計畫團隊以國際知名廠商，丹麥 Force Technology 公司現階段葉片檢測商用產品性能為技術指標，計畫產出能與國際接軌。
13	績效報告第 12 頁描述計畫執行困難「經費拮据使得系統整合及場域驗證較原先困難」，建議整併相關研究子項，以利計畫亮點得以充分展現。	謝謝委員意見，通膨導致經費短缺遭遇原物料、各類工件、工資及運輸成本漲價 20%，致使計畫原規劃設計之設備經費皆增加，使得系統整合及場域驗證較原先困難，計畫已撙節開銷，並取得替代方案完成計畫工作，為目前計畫核列方式係以逐年縮編方式與計畫規模成長相反，不利於計畫做長期或完整規劃。
14	子項二 SOFC 目前僅完成 5 片裝電池堆測試，應補充說明如何最終完成國產化 5 kW SOFC 發電機原型之子計畫目標的期程規劃，攸關後續精進作法 SOFC 部分仍著重於單電池性能或 SOEC 規劃，宜確認該子項執行必要性	謝謝委員意見，國發會臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明，提供至 2050 年淨零之軌跡與行動路徑，研發淨零科技之負碳領域，強調碳捕捉再利用及封存之重要性，於循環領域將聚焦二氧化碳再利用技術研發，落實淨零轉型目標。為配合 2050 年淨零排放之目標，計畫亦基於現有技術能量著手 SOEC 電解水產氫，及水與二氧化碳共電解產合成氣等相關研究，最終目標為結合 SOFC 及 SOEC 之 rSOC 電堆自主開發，提升關鍵組件之效能，符合國家政策方向及未來需求。另 111 年度於系統方面，進行 5 kW 熱工整

		合裝置之製作與測試；該熱工整合裝置於點火裝置通入混合氣體進行點火，逐步控制燃燒器及電池堆陰陽極之入口溫度，陽極之進料為 CH_4=9 LPM、H_2O=17 c.c.m 及陰極空氣為 220 LPM 時，控制燃燒器最高溫度在 950~970℃之間，此時電池堆陰陽極之入口溫度分別為 706 ºC 及 758 ºC，大於電池堆可進行電力拉載對之溫度要求(700 ºC)；甲烷轉化率達 95%，大於 85%之要求。以陽極分流技術模擬電池堆發電時的燃料消耗，驗證其可供應 5 kW 以上之重組氣燃料能量給電池堆進行發電。礙於計畫經費，且核研所已有 kW 級系統，計畫發展 rSOC 技術及關鍵組件，應符合國家需求。
15	整體計畫績效指標達標,並與國內產業界有所結合,對於研發成果應用具有貢獻,另計畫參與相關科普或科學節等活動，有助於永續觀念的普及。	感謝委員肯定。
16	本計畫積極投入新能源開發與應用領域，包含節能除濕潔淨轉輪、自主技術釩電池模組、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。	感謝委員肯定。
17	本計畫分別以儲能(釩液流電池模組系統開發)、創能（5kW SOFC 原型機開發、及葉片檢測平台與診斷系統開發)、節能（節能除濕轉輪關鍵組件開發)，以及可分解 PHAs 之材料開發，5 項技術均有助於能源產業。第二年之成果均達標,未來如果可順	感謝委員肯定。

	利於全前計畫開發成功,並技術於產業，必會帶來不錯的成果及效應。	
18	本計畫之量化績效指標大致符合原規劃,惟論文發表建議未來可著重國外重要期刊論文發表,以增加國際能見度;另研究報告部分,建議可檢視是否可跨部會參考(非僅單位內採納)，以利爭取跨部會協調或與相關計畫之配合。	謝謝委員意見，將依照委員意見加強國外重要期刊發表，也將參加國際上重要研討會，以增加國際能見度。於績效報告機密性方面調整為公開，將有助於跨部會與相關計畫的配合。
19	本計畫於學術成就、技術創新均須積極努力提升,且績效報告呈現方式以各子項投稿論文或展演方式作學術成就陳述,建議補充各項技術學術優越之處,另建議計畫各技術項目發展能與國際現況比較，作為努力之目標。	謝謝委員意見，計畫將執行效益與國際基準作一比對如意見 12，將依照委員意見加強國外重要期刊發表、參加國際上重要研討會，增加國際能見度。
20	本計畫之研發技術成果,宜建立或整合相關技術，進行專利佈局，未來包裹式的技轉給可承接的廠商,以利產業發展與產品優化及提升。另部分研發技術，在國內其它單位亦有進行，建議可與之互動，相互分享訊息，縮短技術開發時間，提高成功率。	本計畫致力於技術開發後包裹式技術移轉予廠商,已完成技轉例子如下:1. 有關多元儲能系統中釩電池相關專利技術已技服應用或規劃技轉給國內可承接的廠商如:中〇公司、盛〇公司、艾〇旭公司等。2. SOFC 之 ASC 電池單元、MSC 電池單元、電池堆相關技術技轉國內廠商，即以包裹式的技轉給可承接的廠商，一次技轉之專利包含數件。另贊同委員看法，多與國內其它單位互動,相互分享訊息，可縮短技術開發時間，提高成功率。3. 將原料,核心元件生產工廠,設備機械結構、電控系統、智慧控制、機電整合供應商等，建立供應鏈與上下游協力廠商連結，與業界共同承擔應用場域之測試改良,驗證機台穩定性及可靠度,並以現有技術轉移和技術服務的合作廠商為基礎,尋求設備及其它應用設備廠商合作,

		進行市場推廣與促進國內節能產業鏈升級。4. 有關本所 PHAs 相關智財權，專利技術佈局涵蓋菌株、發酵、萃取及應用面，期藉由擴展技術範圍，發揮專利綜效價值的方針下，持續發展專利組合，以提升競爭能力，拓展產業合作契機。此外，計畫團隊於計畫執行期間即與學研單位及產業建立合作夥伴關係，藉由共同合作開發策略，縮短技術產業化所需期程，以提高技術落實產業化應用之機會，增進計畫執行之產業效益。5. 計畫團隊已結合國內運維商進行技術開發，並且成功促成合作廠商投入風機系統開發，後續則能整合生產、製造、運維等技術應用，有助於葉片檢測平台於風機運維之推廣應用。
21	計畫投入項目應做好應用與市場、減碳貢獻等評估，另績效報告有關經濟效益、廠商投資等部分，建議說明清楚，並指出為何該項產出為本計畫之貢獻。	謝謝委員意見，補充說明子項一、二、四之各技術之經濟效益及廠商投資如下： 子項一：期末報告 p.55【L 促成投資表】中「極板模具與極板石墨高溫爐處理系統」投資金額 350 萬元，係生產製造釩電池關鍵材料之重要設備，有助國內釩電池產業鏈完整建構。 子項二：製作金屬支撐型電池單元之大氣電漿噴塗技術，以技術服務案方式協助國內廠商進行新型固態電池芯與全固態鋰電池含電解質層極片之製作，金額 50 萬元，該項技服案之固態電解質製備技術係應用本計畫子項二之電漿噴塗技術之核心經驗，有效擴展本計畫衍生技術之應用領域。此外，電池單元為 SOFC 之核心技術，本計畫子項二持續輔導技轉廠商進行 SOFC 電池片研發，促進廠商進行設備投資，讓國內產業鏈更加完

		整，有助於 SOFC 產業發展；另應用於全固態鋰電池之製程，提升功率密度及安全性，持續與國內廠商合作，若國內業者能量產，將有莫大的商機。 子項四：本所 PHAs 相關研發技術獲國內石化公司肯定，目前已共同規劃研發方向並建立長期合作關係。該公司以委託研究的模式進行研發投資，本年度委託案投入 688 萬，進行石化工廠場域的特色產製生質化學品菌株的篩選及開發，以提早佈局因應國際減碳、減塑及淨零趨勢。
22	子項計畫一「可擴充綠能智慧多元儲能關鍵技術」： 「儲能系統併接電網後電網頻率變動率為 60±0.5 Hz」之描述，搭配圖 3 無法確認釩電池啟動時機，以利確認電網頻率是否因而穩定於特定區間。 「釩單電池可由線性回歸推估 1000 迴圈能量效率只下降 0.7%」之描述，建議補充線性回歸 R2 調整值，以利確認推估可信度。	謝謝委員意見，說明如下 (1).圖 3 中釩電池啟動放電時段為紅色線 Power (kW)數值大於 0 的時段，反之，紅色線 Power (kW)數值小於 0 的時段則為釩電池啟動充電時段。釩電池啟動放電時機點為 Power (kW)數值由負轉正時，釩電池啟動充電時機點為 Power (kW)數值由正轉負時，由圖 3 中藍色線可觀察出頻率確實穩定於特定區間。 (2).因 300 迴圈測試主要係以可穩定充放電並提供材料等差異性之評估，因此加上標準偏差，以呈現測試過程變異程度，並修正期末報告 p.31「平均能量效率達 73.4±0.2%、庫侖效率達 99.4±0.1%，單電池測試 300 迴圈之標準偏差相當小，顯示足夠穩定，相關方法可以提供產業開發組件或材料之性能對比評估。」
23	子項計畫二「SOFC 關鍵元件研製及技術開發」：目前僅完成 5 片裝電池堆測試，應補充說明如何最終完成國產化 5 kW SOFC 發電機原型之子計畫目標的期程規劃，攸關後續精進作	謝謝委員意見，國發會臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明，提供至 2050 年淨零之軌跡與行動路徑，研發淨零科技之負碳領域，強調碳捕捉再利用及封存之重要性，於循環領域將聚焦二氧化碳再

	法 SOFC 部分仍著重於單電池性能或 SOEC 規劃，宜確認該子項執行必要性。	利用技術研發，落實淨零轉型目標。為配合 2050 年淨零排放之目標，計畫轉向進行 SOEC 電解水產氫及水與二氧化碳共電解產合成氣等相關研究，最終目標為結合 SOFC 及 SOEC 之 rSOC 電堆自主開發，提升關鍵組件之效能，應符合國家當前之政策方向。另 111 年度於系統方面，進行 5 kW 熱工整合裝置之製作與測試；該熱工整合裝置於點火裝置通入混合氣體進行點火，逐步控制燃燒器及電池堆陰陽極之入口溫度，陽極之進料為 CH_4=9 LPM、H_2O=17 c.c.m 及陰極空氣為 220 LPM 時，控制燃燒器最高溫度在 950~970℃之間，此時電池堆陰陽極之入口溫度分別為 706 ºC 及 758 ºC，大於電池堆可進行電力拉載對之溫度要求(700 ºC)；甲烷轉化率達 95%，大於 85%之要求。以陽極分流技術模擬電池堆發電時的燃料消耗，驗證其可供應 5 kW 以上之重組氣燃料能量給電池堆進行發電。礙於計畫經費，且核研所已有 kW 級系統，計畫發展 rSOC 技術及關鍵組件，應符合國家需求。
24	子項計畫四「海洋可分解塑膠 PFAs 綠色生產技術開發與應用研究」： 預期關鍵成果規劃「提出 1 件 PHAs 產品化應用成果」，然而報告書僅是呈現相關產品建議，再請補充說明。 預期關鍵成果規劃「能源產出投入比及碳足跡」，然而報告書僅是呈現相關應用電力產出及減碳推估，再請補充說明能源產出投入比及產品碳足跡。	謝謝委員意見，計畫產製的 PHAs 主要組成為 PHB(polyhydroxybutyrate)，現階段已可搭配其它材料共混及造粒，利用射出成型機並搭配不同的射出模具進行產品試製，目前已可應用於托盤、一次性刀叉匙及組合式積木的產品，成品如期末報告圖 15 所示。PHAs 因具取代石化塑膠及其應用的潛力，在 PHAs 使用多次而無法再重複利用時，又可視為「類生質原料」透過製成廢棄物衍生燃料(Refuse Derived Fuel, RDF)燃料，經生質發電轉換

		為生質能，為極具循環經濟特性之綠色材料。本計畫在「生質料源產製生質精煉產品並轉換生質能」情境下，回收廢棄再生 PHAs 產品經由 RDF 發電，產出每度生質電力約需消耗 0.691MJ 能源。由於每度電力之熱值約為 3.6MJ，故推估回收廢棄再生 PHAs 產品經由 RDF 發電，能源產出投入比約為 5.21。而以倉儲米產製 PHAs 顆粒碳排放量，彙整運輸端與製程端排放，產製每公斤 PHA 顆粒淨碳排放量約為 2.15 公斤 CO2e。
25	子項計畫五「大型風力機葉片檢測技術開發」： 「2 MW 風機葉片約 35 公尺，檢測時間 2 小時 10 分鐘，推估 50 公尺葉片檢測時間約需 3 小時」之描述，再請補充說明合理推估方式，以利確認可達到預期關鍵成果「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」 預期關鍵成果規劃「地面葉片檢測產業應用，完成業界技服案 1 件」，然而報告書所呈現三件技術授權或服務僅為風力發電設計或評估，再請補充說明地面葉片檢測產業應用工作項目	謝謝委員意見，(1)實測場域位於台中港風力發電站，Z72 2 MW 風機葉片約 35 m 長，扣除準備工作，實際掃描時間約 2 小時 10 分鐘，推估 50 公尺葉片檢測時間約需 3 小時。(2)技服廠商為葉片檢測技術開發合作團隊，同時也負責台中港區風場運維，協助計畫團隊實場域驗證。藉由計畫團隊自 110 年起，於實場域驗證期間推廣團隊技術應用，促成廠商更進一步投入風機系統開發，實現生產、製造、以及運維(包含葉片檢測)等技術整合。

目 錄

【111 年度政府科技發展計畫期中績效報告基本資料表(D003)】.16
第一部分 25
壹、 目標與架構 26
一、 總目標及其達成情形 26
二、 架構 32
三、 細部計畫與執行摘要 39
貳、 經費執行情形 49
一、經資門經費表（E005） 49
二、經費支用說明 50
三、經費實際支用與原規劃差異說明 50
第二部分 51
壹、 成果之價值與貢獻度 52
貳、 檢討與展望 58
參、 其他補充資料 59
一、 跨部會協調或與相關計畫之配合 59
二、 大型科學儀器使用效益說明 59
三、 其他補充說明(分段上傳) 59
附表、佐證資料表 60

【111 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】

<table>
<tr><td>審議編號</td><td colspan="5">111-2001-02-27-01</td></tr>
<tr><td>計畫名稱</td><td colspan="5">綠能產業應用技術發展計畫(2/4)</td></tr>
<tr><td>主管機關</td><td colspan="5">行政院原子能委員會</td></tr>
<tr><td>執行單位</td><td colspan="5">行政院原子能委員會核能研究所</td></tr>
<tr><td rowspan="3">計畫主持人</td><td>姓名</td><td>魏華洲</td><td>職稱</td><td colspan="2">研究員兼組長</td></tr>
<tr><td>服務機關</td><td colspan="4">行政院原子能委員會核能研究所</td></tr>
<tr><td>電話</td><td>03-4711400#5300</td><td>電子郵件</td><td colspan="2">hwajou@iner.gov.tw</td></tr>
<tr><td>計畫類別</td><td colspan="5">☑政策計畫　☐一般計畫　☐基礎研究　☐前瞻計畫</td></tr>
<tr><td>重點政策項目</td><td colspan="5">☐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_____</td></tr>
<tr><td>前瞻項目</td><td colspan="5">☐綠能建設　☐數位建設　☐人才培育促進就業之建設</td></tr>
<tr><td>計畫群組及比重</td><td colspan="5">生命科技___%　環境科技 100%　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%。</td></tr>
<tr><td>執行期間</td><td colspan="5">111 年 1 月 1 日 至 111 年 12 月 31 日</td></tr>
<tr><td>全程期間</td><td colspan="5">110 年 1 月 1 日 至 113 年 12 月 31 日</td></tr>
<tr><td rowspan="8">資源投入
(以前年度請填決算數)</td><td>年度</td><td colspan="2">經費(千元)</td><td colspan="2">人力(人/年)</td></tr>
<tr><td>110</td><td colspan="2">36,226</td><td colspan="2">31.5</td></tr>
<tr><td>111</td><td colspan="2">32,423</td><td colspan="2">30</td></tr>
<tr><td>112</td><td colspan="2">47,852</td><td colspan="2">35</td></tr>
<tr><td>113</td><td colspan="2">47,852</td><td colspan="2">35</td></tr>
<tr><td>合計</td><td colspan="2">164,407</td><td colspan="2">131.5</td></tr>
<tr><td rowspan="4">111 年度</td><td colspan="2">經費項目</td><td>預算數(千元)(流用前)</td><td>決算數(千元)(實支數+保留數)</td><td>執行率(%)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">經常門</td><td>人事費</td><td>0</td><td>0</td><td>100</td></tr>
<tr><td>材料費</td><td>6,311</td><td>6,311</td><td>100</td></tr>
<tr><td>其他經常支出</td><td>11,757</td><td>11,703</td><td>99.54</td></tr>
</table>

			小計	18,068	18,014	99.70
		資本門	土地建築	0	0	100
			儀器設備	8,192	8,192	100
			其他資本支出	6,217	6,217	100
			小計	14,409	14,409	100
		經費合計		32,477	32,423	99.83
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-01090500000000:六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	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。引以為傲的是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。 核研所積極投入新能源開發與應用領域，包含節能除濕潔淨轉輪、自主技術釩電池模組、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。 本計畫篩選核研所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					

<table>
<tr><td></td><td colspan="4">展之信心。</td></tr>
<tr><td>計畫摘要</td><td colspan="4">本計畫配合國家綠能政策及產業發展需求缺口，篩選核研所之研發成果中最具短期內可產業化的重點發展技術，包含自主技術釩電池模組、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. 開發自主技術釩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。</td></tr>
<tr><td rowspan="4">計畫目標與預期關鍵成果之達成情形</td><td colspan="2"></td><td>原設定
(系統帶入計畫書填寫資料，不可修改)</td><td>達成情形
(系統帶入管考填寫資料，可修改)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">計畫目標 1</td><td>預期關鍵成果 1</td><td>完成 5 kW 釩電池自主技術模組系統整合。</td><td>釩電池模組系統使用隔離膜、電極、極板與板框等組件，組裝成 5 kW 釩電池完成定功率放電特性曲線測試，並整合至系統進行自主充電放電調控，可應用於多元儲能系統進行自主充電放電調控技術優化。</td></tr>
<tr><td>預期關鍵成果 2</td><td>自主充電放電調控性能及組件耐久測試，能量/功率運轉效能驗證 300 迴圈，模組系統 200 小時效能。</td><td>自主充電放電調控技術驗證，以 5 kW 釩電池模組測試不同功率與電流密度下之運轉，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。並測試相關鋰鐵電池、超級電容、鉛酸電池運轉特性。</td></tr>
<tr><td>計畫</td><td>預期關</td><td>完成熱工次系統組裝</td><td>完成燃燒器、重組器、蒸汽產</td></tr>
</table>

	目標2	鍵成果1	及測試，甲烷重組率高於 85%。	生器及熱交換器組成之熱工元件整合裝置效能測試，陽極之進料為 CH_4=9 LPM、H_2O=17 ml/min 及陰極空氣為 220 LPM 時，燃燒器最高溫度介於 950~970 ℃之間，重組氣體成分：CH_4=0.38%、H_2=73.9%、CO=20.2%、CO_2=5.04%，甲烷轉化率達 98.5%。
		預期關鍵成果2	熱工元件整合測試，陰極氣體進入電池堆溫度高於 650°C。	於前述條件，量測電池堆陰陽兩極入口溫度分別為 706 ºC 及 758 ºC，皆高於 650°C，達到系統對熱工整合元件之溫度要求。
	計畫目標3	預期關鍵成果1	放大(公斤級)再利用永續材料高質化技術，提高材料純化率大於 95%，開發轉輪元件直徑≧10 公分、厚度≧5 公分、孔隙度≧50%，揮發性有機物移除效率大於 99%。	1. 完成公斤級晶圓切削料提純碳化矽反應器建置和 5 批次投料試俥，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%，可作為節能元件原料。 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. 以化學計量方式配置濃度 300 ppm 異丙醇有機氣體

				進行吸附試驗，揮發性有機物移除效率 99.5%。
		預期關鍵成果 2	設備最大乾燥風量≧ 50 m^3/h，進行≧100 m^2 住商環境場域測試，降低空間相對濕度，可維持≦50%，潔淨除濕能源因數值≧ 2.4 L/kWh (乾燥能源因數值≧ 0.4 kg/kWh)。	1. 設計自製除濕潔淨轉輪系統機械結構、電控系統、機電整合，規劃節能乾燥除濕潔淨轉輪元件工作區包括除濕區、熱風再生區、冷卻待命區，透過參數設定如溫度、濕度和露點溫度來自動運作。 2. 完成建置除濕潔淨轉輪系統，最大乾燥風量 90 m^3/h，於虎尾科技大學生物毒性測試實驗室(112 m^2、高 3 m)進行場域測試，維持空間 45%相對濕度符合需求，連續運轉 1 個月，計算潔淨除濕能源因數值 2.46 L/kWh。
	計畫目標 4	預期關鍵成果 1	完成噸級規模放大測試，推估生產成本降低至 160 元/公斤以下。	1. 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。 2. 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，發酵規模放大至 9 噸發酵槽，PHAs 蓄積量佔菌體乾重可達 70%以上。 3. 據此計畫在工廠進料規模為 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，完成 PHAs 生產成本之經濟性分析，推估 PHAs 生產成本約 158

				元/kg。
		預期關鍵成果2	建立 PHAs 生產之操作參數，完成PHAs可分解塑膠之試量產運轉驗證準備。並提出1件 PHAs 產品化應用成果。	1. 本計畫提供經放大發酵規模所取得之 PHAs 給塑膠中心，進行自產 PHAs 之材料物性評估。 2. 產品化試作測試，計畫產製的 PHAs 主要組成為 PHB(polyhydroxybutyrate)，經熱性質分析，其熔點為 147.31℃及 159.25℃，熔融指數為 11.77。透過 PHAs 熱熔進行造粒及試片製作，拉伸強度 20.03 MPa、伸長率 19.06%、彎曲強度 36.85 MPa 而衝擊強度為 62.49 J/m。 3. 據此物理特性及委託單位建議，可搭配其它材料進行改質，以提升拉伸強度及伸長率，搭配不同的射出模具進行產品試製，其可射出產製之托盤、一次性刀叉匙及組合式積木試製產品。
		預期關鍵成果3	提出生質物轉換綠能之生命週期中導入高值化應用的能源及環境效益評估(能源產出投入比及碳足跡)。	1. 本計畫以倉儲米作為原料，分別針對生質料源產製飼料、生質料源產製 PHA 產品並轉換生質能等三種情境，建立生命週期評估基礎數據調查。 2. 研究結果顯示以年處理 10 萬公噸倉儲米為例，若能建立回收體系，進一步延伸 PHA 原料之生命週期，在廢棄階段亦將其作為 RDF 燃燒料源以產出生質電力，則其可衍生之總體

				經濟效益，將較「生質料源產製生質精煉產品」情境增加 26%。同時，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。 3. 經消費者使用後回收製成再生 PHA 產品供消費者使用，以取代石化塑膠產品，其總生命週期碳排放量，將比僅使用初級 PHA 原料產製塑膠產品，大幅減少 62%碳排放量。
	計畫目標 5	預期關鍵成果 1	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。	1. 完成 6 自由度機械手臂葉片掃描系統與地面無人搬運載具整合，建置卸裝葉片地面型自動化檢測平台。 2. 於台中港風力發電站進行實地驗證，2 MW 風機葉片約 35 公尺，檢測時間 2 小時 10 分鐘，推估 50 公尺葉片檢測時間約需 3 小時。
		預期關鍵成果 2	地面葉片檢測產業應用，完成業界技服案 1 件。	推動風能產業應用，累計完成與風機運維商佳○重機械公司簽訂「25kW 風力發電原型機設計」技術授權，簽約金 2,000 千元，「新型 30 kW 風力機設計評估」技術服務，簽約金 500 千元，以及台○再生能源處「彰工風場小型風力發電機評估及試驗案」，得標金額 8,568 千元(含稅)。
計畫效益與重大突破	1. 完成單電池組件耐久測試，效能驗證 300 迴圈；以 5 kW 釩電池模組進行自主充電放電調控技術驗證，測試不同功率與電流密度下之運轉，累計完成 250 小時之併接電網運轉測試。 2. 研發低成本過渡金屬甲烷重組 Ni-La-Ce 蜂巢觸媒，在操作溫度 800			

	°C 連續 2000 小時，甲烷轉化率達 98 %，以本所自製 MSC 電池單元，完成 5 片裝電池堆測試，發電效率達 37.6%，高於 175 W 及 35%之目標，驗證該電池單元及電池堆應用於 SOFC 發電之效能。 3. 導入智慧製造，開發積層製造 3D 列印專用印漿料，逐層堆疊直接成為成品，製作出直徑 15 公分、厚度 5 公分轉輪元件。完成建置除濕潔淨轉輪系統，最大乾燥風量 90 m^3/h，於虎尾科技大學生物毒性測試實驗室(112 m^2、高 3 m)進行場域測試，維持空間 45%相對濕度符合需求，連續運轉 1 個月，計算潔淨除濕能源因數值 2.46 L/kWh。 4. 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，發酵規模放大至 9 噸發酵槽，PHAs 蓄積量佔菌體乾重可達 70%以上。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，配合操作成本及固定成本等相關參數，據此完成 PHAs 生產成本之經濟性分析，推估 PHAs 生產成本約 158 元/kg，低於進口均價(200 NTD/kg)，具產業投資潛力。 5. 完成葉片檢測自動循跡系統建置，計算葉片表面掃描路徑，控制機械手臂完成葉片超音波掃描。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，趨近目前國際上 2 小時完成 50 公尺葉片檢測之技術指標。
遭遇困難與因應對策	1. 遭遇困難：計畫年度經費逐年調降，且近年因疫情因素導致原物料、各類工件、工資及運輸成本大幅度漲價 20~30%，致使計畫原規劃設計之設備、單元和系統所需經費皆增加，經費拮据使得系統整合及場域驗證較原先困難。因應對策：重新盤整執行經費支出進行節流，或調整優先執行次序等，以落實重要研究成果開發及測試驗證，符合計畫需求。 2. 遭遇困難：國內在淨零排放路徑中，強化電網韌性或穩定再生能源等，儲能技術皆扮演重要功能及角色，且儲能技術多元(例如電池或可逆燃料電池等)，在整體目標數量未有明確前提下，不易提供產業評估布局或穩定獲利機會，不利於國內儲能產業推動。因應對策：例如國內電池儲能技術目前多處於研發示範階段，未來將借鏡國際儲能技術發展經驗，透過本所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。
後續精進措施	1. 完成釩電池模組系統用之隔離膜、電極、極板與板框等組件，完成單電池組件耐久測試達 300 迴圈，後續將持續驗證儲能關鍵組件耐久性，並參考國際標準建立關鍵材料標準驗證程序，訂定釩電池之零組件、電池堆、電池系統之測試方式及評估標準，逐步完善國內釩電池系統產業鏈。

<table>
<tr><td></td><td colspan="4">2. 以 NiO-YXZ 為陽極、YXZ 為電解質、LSC 為陰極，製作陽極支撐型電池單元，該電池單元在 750 °C 條件下，開路電壓約 1.0 V，於 0.85 V 時功率為 30.5W (376.5mW/cm^2)，顯示其於 SOFC 發電之性能已可接受，然於 SOEC 方面之性能仍需進行部分電極之材料配方及製程改良，以利後續進行產氫測試。
3. 擴大再利用循環材料高值化技術及系統整合至百公斤等級，材料回收純度≧99%，開發轉輪元件直徑≧15 公分、厚度≧10 公分。設備乾燥風量提升≧100 m^3/h，進行≧200 m^2 場域測試，空間相對濕度≦50%，增進驗證設備規模和系統可靠度。
4. 整合研究成果針對特定菌株已建立 PHAs 發酵試量產能力，其發酵規模提升至 9 噸發酵槽，藉由發酵策略的逐步優化，PHAs 蓄積量較實驗室規模之結果更為提升，後續將持續優化發酵程序並進行連續運轉，維持 PHAs 產量能穩定佔菌體乾重 70%以上為目標，開發萃取及純化製程並建立標準操作程序，以提升 PHAs 生產技術可應用性，並據此推動 PHAs 生產技術之產業合作，並促成技服案成立之機會。
5. 地面型自動化葉片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 公尺葉片檢測可於 3 小時完成，後續將透過自動化掃描程序優化與自動循跡系統參數調教更進一步加速檢測速率，結合高空型載具設計與開發，達到 2 小時完成 50 公尺葉片檢測之最終計畫目標。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">計畫連絡人</td><td>姓名</td><td>鄭涵文</td><td>職稱</td><td>副研究員</td></tr>
<tr><td>服務機關</td><td colspan="3">行政院原子能委員會核能研究所</td></tr>
<tr><td>電話</td><td>03-471-1400#5375</td><td>電子郵件</td><td>hwcheng@iner.gov.tw</td></tr>
</table>

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) 開發自主技術釩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。

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. 驗證釩電池自主技術模組系統效能。	1. 釩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. 設計首套國產化 5 kW SOFC 發電機原型。	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 ºC 下，OCV 為 1.026 V，電壓 0.819 V 時功率輸出為 45.2 W；於 600 ºC 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. 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。	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 m^3/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≦50%，提升生產良率，驗證系統整合機台及量化能源因數值。
	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。	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。	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. 建構原型組件自主國產化 SOFC 熱工次系統。	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 ℃、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 CH_4=9 LPM、H_2O=17 ml/min 及陰極空氣為 220 LPM 時，燃燒器最高溫度介於 950~970 ℃之間，此時電池堆陰陽極之入口溫度分別為 706 ℃及 758 ℃，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 ºC 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

		進出口流量值，結果顯示單電池封銲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. 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。	3. (1) 完成公斤級晶圓切削料提純碳化矽反應器建置和 5 批次投料試俥，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：琨○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. 建立 PHAs 試量產之技術能力，建立產業應用推廣之示範案例。	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 O 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 釩電池自主技術模組系統運轉測試，建立 100%自主技術釩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. 完成 5 kW SOFC 發電系統組裝及效能測試。 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。 5. 開發停機中風機葉片線上檢測載具。	–
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. 進行 5 kW SOFC 系統效能精進及耐久性測試。 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(2/4)	32,477/32,423	魏華洲	行政院原子能委員會核能研究所	子項一： 完成5 kW釩電池自主技術模組系統整合，自主充電放電調控性能及組件耐久測試，能量/功率運轉效能驗證 300 迴圈，模組系統 200 小時效能。	子項一： (1)單電池組件效能驗證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±0.2%、庫侖效率達99.4±0.1%(圖1)；以相同材料放大後組成 5 kW 釩電池模組，並完成 5 kW 釩電池定功率放電特性曲線測試，特性曲線使用均一化(normalize)之 X 軸呈現電容量(Capacity，單位 Wh/L)，後續可用來作為電解液放大評估(圖 2)。 (2)完成多元儲能系統自主充電放電調控測試技術優化，以 5 kW 釩電池模組進行自主充電放電調控技術驗證，測試不同功率與電流密度下之運轉，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。(圖 3) (3)已完成中○公司委託技術服務案 1 件，收入 50 萬元；與國外廠商艾〇旭公司簽定釩電池隔離膜測試技服案簽約

					金額 75 萬，111 年第一期款收入 15 萬元。(圖 4)
				子項二： 完成熱工次系統組裝及測試，甲烷重組率高於 85%。 熱工元件整合測試，陰極氣體進入電池堆溫度高於 650°C。	子項二： (1) 研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 %，且於該測試時間未發現性能衰退；對比商用甲烷重組產氫觸媒，於 2000 小時自製觸媒效能優於商用貴金屬觸媒，且生產成本較白金觸媒減少 80%。(圖 5) (2) 完成熱工元件整合裝置效能測試，陽極之進料為 CH4=9 LPM、H2O=17 ml/min 及陰極空氣為 220 LPM 時，燃燒器最高溫度介於 950~970℃之間，此時電池堆陰陽極之入口溫度分別為 706 ℃及 758 ℃，甲烷轉化率高於 95%，達到系統對熱工整合元件之要求。(圖 6) (3) 以本所自製 MSC 電池單元，完成 5 片裝電池堆測試，於 750 ℃轉氫後 OCV 為 5.237 V，拉載至 46 A 時功率為 186 W，發電效率達 37.6%，高於 175 W 及 35%之目標，驗證該電池單元及電池堆應用於 SOFC 發電之效能。(圖 7) (4) 完成「新型膠固態電池芯與大氣電漿噴附全固態鋰電池含電解質層極片」技術服務案簽約(中○院)，該案總額

					2,250 千元，合作全固態鋰電池含電解質層極片技術研發，期能協助國內業者佔得市場先機。與國內業者簽訂「鍍膜金屬連接板應用於 SOFC 之研究」委託研究案，金額 950 千元。經由委託研究共同進行連接板保護層效能分析相關工作，驗證業者提供材料之效能，並協助其建立相關測試程序與設施，以期將其生產之材料應用於國內連接板製程，加速國內相關技術發展。(圖 8) (5) 「玻璃陶瓷密封薄帶製作與應用方法」及「硬焊材料組成物及其製造方法」參加 2022 台灣創新技術博覽會－發明競賽，分別榮獲金牌獎及銀牌獎。(圖 9)
				子項三： 放大(公斤級)再利用永續材料高質化技術，提高材料純化率大於 95%，開發轉輪元件直徑≧10 公分、厚度≧5 公分、孔隙度≧50%，揮發性有機物移除效率大於 99%。設備最大乾燥風量≧50 m^3/h，進行≧100 m^2 住商環境場域測試，降低空間相對濕度，可維持≦50%，潔淨除濕能源因數值≧2.4 L/kWh (乾燥能源因數值≧0.4 kg/kWh)。	子項三： (1).完成公斤級晶圓切削料提純碳化矽反應器建置和 5 批次投料試俥，每批次 3 公斤，純化樣品具有 Moissanite 碳化矽晶體結構(圖 10 和圖 11)，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(圖 12)。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).以化學計量方式配置濃度 300 ppm 異丙醇有機氣體進行吸附試驗，揮發性有機物移除效率 99.5%。設計自製除濕潔淨轉輪系統機械結構、電控系統、機電整合，規劃節能乾燥除濕潔淨轉輪元件工作區包括除濕區、熱風再生區、冷卻待命區，透過參數設定如溫度、濕度和露點溫度來自動運作(圖 13)。完成建置除濕潔淨轉輪系統，最大乾燥風量 90 m^3/h，於虎尾科技大學生物毒性測試實驗室(112 m^2、高 3 m)進行場域測試，維持空間 45%相對濕度符合需求，連續運轉 1 個月，計算潔淨除濕能源因數值 2.46 L/kWh。 (4).瑁○環保有限公司委託本所進行「電漿熱裂解太陽光電模組材料全循環應用模廠建置可行性評估」技術授權案。金額 100 萬元。桃○區農業改良場，委託香草莢調製技術改進試驗，金額 30 萬元。復○科技公司，半導體和光電產業晶圓加工用碳化矽陶瓷透氣吸盤製作技術開發技術服務，金額 30 萬元。總計年度一件技術轉移，兩件技術服務，總金額 160 萬元。

				子項四： 完成噸級規模放大測試，推估生產成本降低至 160 元/公斤以下。建立 PHAs 生產之操作參數，完成 PHAs 可分解塑膠之試量產運轉驗證準備。並提出 1 件 PHAs 產品化應用成果。提出生質物轉換綠能之生命週期中導入高值化應用的能源及環境效益評估(能源產出投入比及碳足跡)。	子項四： (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，發酵規模放大至 9 噸發酵槽，PHAs 蓄積量佔菌體乾重可達 70%以上。 (2).經測試計畫產製的 PHAs 主要組成為 PHB(polyhydroxybutyrate)，據此物理特性搭配其它材料進行改質，以提升拉伸強度及伸長率，搭配不同的射出模具進行產品試製，其可射出產製之托盤、一次性刀叉匙及組合式積木試製產品。 (3).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，配合操作成本及固定成本等相關參數，據此完成 PHAs 生產成本之經濟性分析，推估 PHAs 生產成本約 158 元/kg，低於進口均價(200 NTD/kg)，具產業投資潛力。 (4).本計畫利用倉儲米作為原料，調查生命週期評估基礎數據，來源包含環保署碳足跡平台、商用軟體資料庫為及文獻，研究結果顯示回收廢棄再生 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 戶家庭一年用電量；若利用回收 PHA 發電取代燃煤發電，每度電減碳效益則高達 62%。相較於直接利用倉儲米產製飼

					料，若利用倉儲米產製生質精煉產品並轉換生質能，年總體產值高達 131.7 億元，為倉儲米飼料產值的六倍。本計畫整合生質塑膠循環利用過程，使生質物進行多層次的運用，同時較生質物直接轉換為生質物的策略，更有機會能展現減少化石資源依賴、減少溫室氣體排放及增加產業產值等效益，使生質物運用兼具高值化及低碳化。(圖 15) (5).計畫建立之 PHAs 相關研發技術獲業界肯定，與國內石化公司共同合作五年期 PHAs 菌株開發規劃，於 111 年度執行第一年計畫共兩件成效良好，目前進行接續 2 件二年期的委託研究案作業中，本年並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。
				子項五： 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。地面葉片檢測產業應用，完成業界技服案 1 件。	子項五： (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(圖 16)，藉由台中港風力發電站實地驗證(圖 17)，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，趨近目前國際上 2 小時完成 50 公尺葉片檢測之技術指標。(2).累計完成與風機運維商佳○重機械股份有限公司簽訂「25kW 風力發電原型機設計」技術授權，簽約金 2,000 千元，「新型 30 kW 風力機設計評估」技術服務，簽約金 500 千元，以及台○再生能源處「彰工風場小型風力發電機評估及試驗案」，得標金額 8,568 千元(含稅)，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(2/4)	**計畫性質**	能源國家型科技計畫
主持人	魏華洲	**執行機關**	行政院原子能委員會核能研究所
計畫目標 (請填綱要計畫年度目標)	子項一： 完成 5 kW 釩電池自主技術模組系統整合，自主充電放電調控性能及組件耐久測試，能量/功率運轉效能驗證 300 迴圈，模組系統 200 小時效能。 子項二： 完成熱工次系統組裝及測試，甲烷重組率高於 85%。熱工元件整合測試，陰極氣體進入電池堆溫度高於 650°C。 子項三： 放大(公斤級)再利用永續材料高質化技術，提高材料純化率大於 95%，開發轉輪元件直徑≧10 公分、厚度≧5 公分、孔隙度≧50%，揮發性有機物移除效率大於 99%。設備最大乾燥風量≧50 m^3/h，進行≧100 m^2 住商環境場域測試，降低空間相對濕度，可維持≦50%，潔淨除濕能源因數值≧2.4 L/kWh (乾燥能源因數值≧0.4 kg/kWh)。 子項四： 完成噸級規模放大測試，推估生產成本降低至 160 元/公斤以下。建立 PHAs 生產之操作參數，完成 PHAs 可分解塑膠之試量產運轉驗證準備。並提出 1 件 PHAs 產品化應用成果。提出生質物轉換綠能之生命週期中導入高值化應用的能源及環境效益評估(能源產出投入比及碳足跡)。 子項五： 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。地面葉片檢測產業應用，完成業界技服案 1 件。		
重點描述	1. 釩電池模組系統用之隔離膜、電極、極板與板框等組件，完成以單電池測試平台進行組件耐久測試達 300 迴圈，可以技術服務方式提供國內廠商儲能組件材料耐久測試或系統診斷，促進國內儲能產業創新研發能量。 2. 以 NiO-YXZ 為陽極、YXZ 為電解質、LSC 為陰極，製作陽極支撐型電池單元，該電池單元在 750 ºC 進行		

	電性測試，於氫氣及空氣分別為 0.8 LPM 及 2.0 LPM 條件下，開路電壓約 1.0 V，於 0.85 V 時功率為 30.5W (376.5mW/cm^2)。 3. 除濕乾燥元件吸附動力量化驗證及智慧物聯網控制裝置，可提供不同除濕乾燥元件水份吸附能力進行等溫吸附動力量化測試結果。協助乾燥除濕相關業者驗證購置或開發之除濕輪單元或吸附材料的功能性，建立除濕輪產品 QA/QC 的判別或除濕系統基本設計參數，促進產業投資。 4. 建立 PHAs 相關研發技術獲業界肯定，與國內石化公司共同合作五年期 PHAs 菌株開發規劃，計畫第一年(111 年度)執行成效良好，該公司表達將持續委託本所進行二年期研究案。 5. 完成 6 自由度機械手臂葉片掃描系統與地面無人搬運載具整合，建置卸裝葉片地面型自動化檢測平台，35 公尺葉片檢測時間約 2 小時 10 分鐘，推估 50 公尺葉片檢測可於 3 小時完成。
預期成果	1. 完成 5 kW 釩電池自主技術模組系統整合，自主充電放電調控性能及組件耐久測試，能量/功率運轉效能驗證 300 迴圈，模組系統 200 小時效能。 2. 完成熱工次系統組裝及測試，甲烷重組率高於 85%，熱工元件整合測試，陰極氣體進入電池堆溫度高於 650°C。 3. 放大(公斤級)再利用永續材料高質化技術，提高材料純化率大於 95%，開發轉輪元件直徑≧10 公分、厚度≧5 公分、孔隙度≧50%，揮發性有機物移除效率大於 99%。設備最大乾燥風量≧50 m^3/h，進行≧100 m^2 住商環境場域測試，降低空間相對濕度，可維持≦50%，潔淨除濕能源因數值≧2.4 L/kWh (乾燥能源因數值≧0.4 kg/kWh)。 4. 建立 PHAs 生產之操作參數，完成 PHAs 可分解塑膠之試量產運轉驗證準備，完成噸級規模放大測試，推估生產成本降低至 160 元/公斤以下，並提出 1 件 PHAs 產品化應用成果與生質物轉換綠能之生命週期中導入高值化應用的能源及環境效益評估(能源產出投入比及碳足跡)。 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，於地面葉片檢測產業應用上，完成業界技服案 1 件。

計畫投入（Inputs）			
預算數（千元）／決算數（千元）／執行率	32,477/32,423/99.83%	**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. 驗證組件測試期間穩定性，釩電池模組系統用之隔離膜、電極、極板與板框等組件，組成單電池及 5kW 電池模組各進行 300 迴圈充放電，組件能量效率及庫侖效率並無明顯下降趨勢，平均能量效率達 73.4±0.2%、庫侖效率達 99.4±0.1%，單電池測試 300 迴圈之標準偏差相當小，顯示足夠穩定，相關方法可以提供產業開發組件或材料之性能對比評估。 2. 完成多元儲能系統自主充電放電調控測試技術優化，以 5 kW 釩電池模組進行自主充電放電調控技術驗證，測試不同功率與電流密度下之運轉，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。 3. 協助國內釩電池產業鏈完整建構，提升台灣於儲能產業之競爭力，111 年完成中〇公司委託技術服務案 1 件收入金額 50 萬元；8 月與國外廠商艾〇旭公司簽定釩電池隔離膜測試技服案 75 萬，作為產品效能評估，9 月收入第一期款 15 萬元。	中〇公司、盛〇公司、艾〇旭公司

子項二：SOFC 關鍵元件研製及技術開發	1. 研發低成本過渡金屬甲烷重組 Ni-La-Ce 蜂巢觸媒，操作溫度 800 ℃、水碳莫耳比 2.5，連續操作 2000 小時，甲烷轉化率達 98 %，且於測試時間未發現性能衰退；相較優於商用甲烷重組產氫貴金屬觸媒效能，且生產成本較白金觸媒減少 80%。 2. 完成熱工元件整合裝置效能測試，陽極之進料為 CH_4=9 LPM、H_2O=17 ml/min 及陰極空氣為 220 LPM 時，燃燒器最高溫度介於 950~970℃之間，此時電池堆陰陽極之入口溫度分別為 706 ℃及 758 ℃，甲烷轉化率高於 95%，達到系統對熱工整合元件之要求。 3. 以本所自製 MSC 電池單元，完成 5 片裝電池堆測試，於 750℃轉氫後 OCV 為 5.237 V，拉載至 46 A 時功率為 186 W，發電效率達 37.6%，高於 175 W 及 35%之目標，驗證該電池單元及電池堆應用於 SOFC 發電之效能。 4. 完成「新型膠固態電池芯與大氣電漿噴附全固態鋰電池含電解質層極片」技術服務案簽約(中○院)，該案總額 2,250 千元，合作全固態鋰電池含電解質層極片技術研發，期能協助國內業者佔得市場先機。與國內業者簽訂「鍍膜金屬連接板應用於 SOFC 之研究」委託研究案，金額 950 千元。經由委託研究共同進行連接板保護層效能分析相關工作，驗證業者提供材料之效能，並協助其建立相關測試程序與設施，以期將其生產之材料應用於國內連接板製程，加速國內相關技術發展。 5. 「玻璃陶瓷密封薄帶製作與應用方法」及「硬焊材料組成物及其製造方	凱○公司、中○公司、高○公司

	法」參加 2022 台灣創新技術博覽會－發明競賽，分別榮獲金牌獎及銀牌獎。	
子項三：住商節能關鍵組件技術開發及示範系統	1. 完成公斤級晶圓切削料提純碳化矽反應器建置和 5 批次投料試俥，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%，可作為節能元件原料。導入智慧製造，開發積層製造 3D 列印專用漿料，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%。 2. 設計自製除濕潔淨轉輪系統機械結構、電控系統、機電整合，規劃節能乾燥除濕潔淨轉輪元件工作區包括除濕區、熱風再生區、冷卻待命區，透過參數設定如溫度、濕度和露點溫度來自動運作。完成建置除濕潔淨轉輪系統，最大乾燥風量 90 m^3/h，於虎尾科技大學生物毒性測試實驗室(112 m^2、高 3 m)進行場域測試，維持空間 45%相對濕度符合需求，連續運轉 1 個月，經由計算潔淨除濕能源因數值 2.46 L/kWh。 3. 除濕乾燥元件吸附動力量化驗證及智慧物聯網控制裝置，可提供不同除濕乾燥元件水份吸附能力進行等溫吸附動力量化測試結果。協助乾燥除濕相關業者驗證購置或開發之除濕輪單元或吸附材料的功能性，建立除濕輪產品 QA/QC 的判別或除濕系統基本設計參數。促進產業投資，除濕乾燥元件吸附動力量化驗證及智慧物聯網控制裝置技術移轉澤○歌	琨○環保公司、復○公司、農委會桃○區農業改良場

	應用材料公司，建置測試機台軟硬體設備及隧道窯爐體溫度、位置、時間序列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. 落實研究開發技術推廣節能乾燥技術，琨○環保有限公司委託本所進行「電漿熱裂解太陽光電模組材料全循環應用模廠建置可行性評估」技術授權案。金額 100 萬元。桃○區農業改良場，委託香草莢調製技術改進試驗，金額 30 萬元。復○科技公司，半導體和光電產業晶圓加工用碳化矽陶瓷透氣吸盤製作技術開發技術服務，金額 30 萬元。一件技術轉移，兩件技術服務，總金額 160 萬元。以節能環保低溫乾燥技術為題目參加第十九屆國家新創獎競賽，經評審團三階段審查，評鑑該項目確具新創價值、予以評定獲獎。	
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.放大生產測試及產品化應用：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，發酵規模放大至 9 噸發酵槽，PHAs 蓄積量佔菌體乾重可達 70%以上。結合計畫建立 PHAs 無毒萃取純化技術，其萃取回收率及純度可大於 90%以上。前述純化之 PHAs 由塑膠中心進行自產 PHAs 之材料物性評估。經測試計畫產製的 PHAs 主要組成為 PHB(polyhydroxybutyrate)，據此物理特性搭配其它材料進行改質，以提升拉伸強度及伸長率，搭配不同的射出模具進行產品試製，其可射出產製之托盤、一次性刀叉匙及組合式積木試製產品。 2.能源、經濟及環境效益評估：本計畫利用倉儲米作為原料，調查生命週期評估基礎數據，來源包含環保署碳足跡平台、商用軟體資料庫為及文獻，	中○公司、翰○應用生技公司

	評估不同應用情境之效益。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 戶家庭一年用電量，若利用回收 PHA 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%。相較於直接利用倉儲米產製飼料年產值約為 21.7 億元，但若利用倉儲米產製生質精煉產品並轉換生質能，年總體產值高達 131.7 億元，為倉儲米飼料產值的六倍。 3.發展產業投產誘因與技術合作：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，配合操作成本及固定成本等相關參數，據此完成 PHAs 生產成本之經濟性分析，推估 PHAs 生產成本約 158 元/kg。據此衍生技術與國內石化公司共同合作 PHAs 菌株開發規劃，本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。	
子項五：大型風力機葉片檢測技術開發	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	佳○重機、喬○偉斯特公司、益○實業有限公司

	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 16,500 千元。累計完成技術授權 1 件，簽約金 2,000 千元，技術服務 2 件，簽約金分別為 500 千元與 8,568 千元，落實風能產業應用。	

本年度效益、影響、重大突破

子項一：

(1) 單電池組件耐久測試，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±0.2%、庫侖效率達 99.4±0.1%(圖 1)；以相同材料放大後組成 5 kW 釩電池模組，並完成 5 kW 釩電池定功率放電特性曲線測試，特性曲線使用均一化(normalize)之 X 軸呈現電容量(Capacity，單位 Wh/L)，後續可用來作為電解液放大評估(圖 2)。

(2) 完成多元儲能系統自主充電放電調控測試技術優化，以 5 kW 釩電池模組進行自主充電放電調控技術驗證，測試不同功率與電流密度下之運轉，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。(圖 3)

(3) 已完成中○公司委託技術服務案 1 件，收入 50 萬元；與國外廠商艾〇旭公司簽定釩電池隔離膜測試技服案，本年度第一期款收入 15 萬元。(圖 4)

子項二：

(1) 研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 %，且於該測試時間未發現性能衰退；相較優於商用甲烷重組產氫貴金屬觸媒效能，且生產成本較白金觸媒減少 80%。(圖 5)

(2) 完成熱工元件整合裝置效能測試，陽極之進料為 CH_4=9 LPM、H_2O=17 ml/min 及陰極空氣為 220 LPM 時，燃燒器最高溫度介於 950~970℃之間，此時電池堆陰陽極之入口溫度分別為 706 ℃及 758 ℃，甲烷轉化率高於 95%，達到系統對熱工整合元件之要求。(圖 6)

(3) 以本所自製 MSC 電池單元，完成 5 片裝電池堆測試，於 750 ℃轉氫後 OCV 為 5.237 V ，拉載至 46 A 時功率為 186 W，發電效率達 37.6%，高於 175 W 及 35%之目標，驗證該電池單元及電池堆應用於 SOFC 發電之效能。(圖 7)

(4) 完成「新型膠固態電池芯與大氣電漿噴附全固態鋰電池含電解質層極片」技術服務案簽約(中〇院)，該案總額 2,250 千元，合作全固態鋰電池含電解質層極片技術研發，期能協助國內業者佔得市場先機。與國內業者簽訂「鍍膜金屬連接板應用於 SOFC 之研究」委託研究案，金額 950 千元。經由委託研究共同進行連接板保護層效能分析相關工作，驗證業者提供材料之效能，並協助其建立相關測試程序與設施，以期將其生產之材料應用於國內連接板製程，加速國內相關技術發展。(圖 8)

(5) 「玻璃陶瓷密封薄帶製作與應用方法」及「硬焊材料組成物及其製造方法」參加 2022 台灣創新技術博覽會－發明競賽，分別榮

獲金牌獎及銀牌獎。(圖 9)

子項三：

(1) 合成公斤級晶圓切削料提純碳化矽反應器建置和 5 批次投料試俥，每批次 3 公斤， 純化樣品具有 Moissanite 碳化矽晶體結構(圖 10 和圖 11)，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。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(圖 12)。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。以化學計量方式配置濃度 300 ppm 異丙醇有機氣體進行吸附試驗，揮發性有機物移除效率 99.5%。

(2) 設計除濕潔淨轉輪系統機械結構、電控系統、機電整合，規劃節能乾燥除濕潔淨轉輪元件工作區包括除濕區、熱風再生區、冷卻待命區，透過參數設定如溫度、濕度和露點溫度來自動運作(圖 13)。完成建置除濕潔淨轉輪系統，最大乾燥風量 90 m^3/h，於虎尾科技大學生物毒性測試實驗室(112 m^2、高 3 m)進行場域測試，維持空間 45%相對濕度符合需求，連續運轉 1 個月計算潔淨除濕能源因數值 2.46 L/kWh。琨○環保有限公司委託本所進行「電漿熱裂解太陽光電模組材料全循環應用模廠建置可行性評估」技術授權案。金額 100 萬元。桃○區農業改良場，委託香草莢調製技術改進試驗，金額 30 萬元。復○科技公司，半導體和光電產業晶圓加工用碳化矽陶瓷透氣吸盤製作技術開發技術服務，金額 30 萬元。一件技術轉移，兩件技術服務，總金額 160 萬元。

子項四：

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，發酵規模放大至 9 噸發酵槽，PHAs 蓄積量佔菌體乾重可達 70%以上。經測試計畫產製的 PHAs 主要組成為 PHB(polyhydroxybutyrate)，據此物理特性搭配其它材料進行改質，以提升拉伸強度及伸長率，搭配不同的射出模具進行產品試製，其可射出產製之托盤、一次性刀叉匙及組合式積木試製產品。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，配合操作成本及固定成本等相關參數，據此完成 PHAs 生產成本之經濟性分析，推估 PHAs 生產成本約 158 元/kg，低於進口均價(200 NTD/kg)，具產業投資潛力。本計畫利用倉儲米作為原料，調查生命週期評估基礎數據，來源包含環保署碳足跡平台、商用軟體資料庫為及文獻，研究結果顯示回收廢棄再生 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 戶家庭一年用電量；若利用回收 PHA 發電取代燃煤發電，每度電減碳效益則高達 62%。相較於直接利用倉儲米產製飼料，若利用倉儲米產製生質精煉產品並轉換生質能，年總體產值高達 131.7 億元，為倉儲米飼料產值的六倍。本計畫整合生質塑膠循環利用過程，使生質物進行多層次的運用，同時較生質物直接轉換為生質物的策略，更有機會能展現減少化石資源依賴、減少溫室氣體排放及增加產業產值等效益，使生質物運用兼具高值化及低碳化。(圖 15)而計畫建立之 PHAs 相關研發技術獲業界肯定，與國內石化公司共同合作五年期 PHAs 菌株開發規劃，計畫第一年(111 年度)執行成效良好，該公司表達將持續委託本所 2 件二年期的委託研究案，預算暫定 1300~1400 萬，預期 112 年初完成簽約，並完成技服案及技轉

案各 1 件簽約，金額分別為 200 千元及 500 千元。

子項五：
整合 6 自由度機械手臂葉片掃描系統與地面無人搬運載具，建置卸裝葉片地面型自動化檢測平台(圖 16)，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，趨近目前國際上 2 小時完成 50 公尺葉片檢測之技術指標。累計完成與風機運維商佳○重機械股份有限公司簽訂「25kW 風力發電原型機設計」技術授權，簽約金 2,000 千元，「新型 30 kW 風力機設計評估」技術服務，簽約金 500 千元，以及台○再生能源處「彰工風場小型風力發電機評估及試驗案」，得標金額 8,568 千元(含稅)，落實風能產業應用。

遭遇困難與因應對策

1. 遭遇困難：計畫年度經費逐年調降，且近年因疫情因素導致原物料、各類工件、工資及運輸成本大幅度漲價 20~30%，致使計畫原規劃設計之設備、單元和系統所需經費皆增加，經費拮据使得系統整合及場域驗證較原先困難。因應對策：重新盤整執行經費支出進行節流，或調整優先執行次序等，以落實重要研究成果開發及測試驗證，符合計畫需求。
2. 遭遇困難：國內在淨零排放路徑中，強化電網韌性或穩定再生能源等，儲能技術皆扮演重要功能及角色，且儲能技術多元(例如電池或可逆燃料電池等)，在整體目標數量未有明確前提下，不易提供產業評估布局或穩定獲利機會，不利於國內儲能產業推動。因應對策：例如國內電池儲能技術目前多處於研發示範階段，未來將借鏡國際儲能技術發展經驗，透過本所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。

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；%

	111 年度					112 年度 預算數	113 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	32,477	32,423	0	32,423	99.83	28,388	32,700	
一、經常門小計	18,068	18,014	0	18,014	99.70			
(1)人事費	0	0	0	0	100			
(2)材料費	6,311	6,311	0	6,311	100			
(3)其他經常支出	11,757	11,703	0	11,703	99.54			
二、資本門小計	14,409	14,409	0	14,409	100			
(1)土地建築	0	0	0	0	100			
(2)儀器設備	8,192	8,192	0	8,192	100			

(3)其他資本支出	6,217	6,217	0	6,217	100			

		109 年度 決算數	**110 年度 決算數**	**111 年度 決算數（執行率）**	**112 年度 預算數**	**113 年度 申請數**	**備註**
綱要計畫總計			36,226	32,477	28,388	32,700	
一、細部計畫 1	小計		36,226	32,423（99.83%）			
	經常支出		15,843	18,014（99.70%）			
	資本支出		17,383	14,409（100.0%）			

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. 仟瓦級電池模組測試平台及周邊設備 :金額 1,600 千元，本次採購該模組測試平台與應用於平台上之監控系統及雲端電池管理整合系統，建立系統整合技術、監控技術、運轉安全等驗證技術，後續將規劃液流電池整合至多元儲能系統，依照系統應用情境模式做相關測試。

2. 為建構原型組件自主國產化之熱工次系統，採購熱工組件整合裝置，以進行該次系統之效能測試，達成熱工次系統甲烷重組率高於 85%之目標；該案金額為 450 千元。

3. 為拓展執行本計畫執行後產品應用機會，需評估針對 PHAs 材料衍生之產品及應用市場進行評估，故成立勞務案，以 PHAs 材料為基礎，完成其物化性質分析，並據此製備加工產品，利於協助本計畫推廣生質產品之產業化；本案決標金額為 610 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。) 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

(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. 胡譯心等人參加台灣化學工程學會 68 週年年會並發表論文：「千瓦級全釩液流電池儲能系統效能測試」，介紹計畫最新研發進展，與專家學者進行技術交流並收集最新材料等技術發展趨勢，作為計畫發展規劃參考。

2. 國際會議論文“SOFC Stack Development at INER”發表第十五屆歐洲燃料電池論(15th European Fuel Cell Forum)，以本所金屬支撐型電池單元及商用電池單元分別組裝五組電池堆，效能皆達 1.2 kW，且每 cluster 之電壓非常均勻，顯示組裝技術之成熟。

3. 論文”感應耦合電漿裂解除役太陽光電模組材料循環研究”投稿至台電工程月刊，12 月刊登 892 期。論文”Adsorption of Volatile Organic Compounds Via Cellular material produced from Aluminum Dross” 投稿至 ” Key Engineering Materials”，已獲接受。

4. 本計畫規劃自污水處理廠活性污泥中篩選潛力產製 PHAs 多樣性菌種，同時分析並鑑定具有工業化生產能力之潛力菌株結果撰寫成國際期刊論文”Isolation and Screening of biodegradabale polymer (polyhydroxyalkanoates) producing bacteria from sewage sludge”，並投稿至”Journal of Applied Microbiology”。本研究自工業污水污泥中分離 PHA 生產菌株並評估在不同碳氮比及其他重要生長條件因子對 PHA 生產的影響。經由本計畫團隊所建立的篩選技術及培養方法，證實可以從工業污水污泥中分離出短鏈聚羥基鏈烷酸酯和長鏈聚羥基鏈烷酸酯生產菌株，相關結果提供菌株採樣和篩選操作方法的可行性，有助於提升本土 PHAs 菌株生物多樣性開發效率。

5. 受邀參加南台灣紡織研發聯盟科技媒合線上會議，並在此媒合會介紹「海洋可分解塑膠生產技術」議題。簡報內容聚焦於本所海洋可分解塑膠生產技術的研究發展現況及生質塑膠市場趨勢，藉此媒合會平台的演說機會，向產業聯盟宣傳相關 PHAs 材料特性及應用領域，並說明未來應用在紡織材料之跨域合作的效益。

6. 撰寫國際期刊”Screening potential polyhydroxyalkanoates producing bacteria from sludge of Wastewater Treatment Plants”已投稿至”Archives of Microbiology”，本研究針對大型污水處理廠之污泥樣品，應用本計畫所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。

7. 完成一篇國際會議論文發表，會議名稱：2022 IEEE 4th Eurasia Conference on Biomedical Engineering, Healthcare and Sustainability (ECBIOS)，論文題目：A case study of wind farm repowering，論文效益：建置風能評估模型，並運用於現有將屆齡之陸域風場重建規劃，榮獲最佳論文獎。

8. 參加 2022 台灣風能研討會，並且發表「大型風力機葉片檢測與案例分析」等論文三篇。

二、技術創新(科技技術創新)

1. 為進行自主充電放電調控技術精進，建立一套更優化之釩電池模組測試平台及周邊設備，可使用雲端控制電腦介面資訊，設定其保護電壓、電流、溫度等參數，以防止機櫃運作發生故障導致損壞，未來軟體規劃功能可於雲端進行參數修改，進一步提高儲能機櫃效能控制。

2. 改變陽極支撐型電池單元之陽極結構，採用漸層方式取代單一孔隙陽極支撐層，並變更其孔隙率。經測試取得較佳之參數，可提高電池單元之整體結構強度及加速陽極氣體之擴散速率。經實驗驗證，漸層方式者之效率約可提升 15%，若技轉業者可提升產品之競爭力。

3. 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，增加水氣吸附能力提升能源效率。

4. 現今文獻進行 PHAs 菌株初步篩選工作，主要以尼羅紅、蘇丹黑等染劑法為主，由於過往以人工進行此步驟挑選時，因具產製 PHAs 之潛力菌株

數目眾多，從菌株染色判斷到培養階段，易造成耗時、費力及效率不彰的情形。本計畫開創高通量的 PHAs 菌株篩選及 PHAs 產量分析技術，藉由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。運用盤式螢光偵測儀所開發創新的 PHA 蓄積量分析技術，可一次分析深孔盤內各孔洞所培養之菌株的 PHAs 相對產量。潛力菌株進行培養時，則以微型發酵槽同時進行 32~48 組不同操作參數之實驗條件，依照微型發酵槽培養體積僅需 0.8-2.4 mL，但仍能類比公升級發酵槽之功能的特性，藉以控制酸鹼值及溶氧，並依需求進行饋料，如此方可快速測試大量的發酵操作條件，藉以建立最適發酵參數及操作方法。本計畫建立之高通量菌株開發技術，可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，提升菌株開發速率。

5. PHAs 相關創新技術之智財權，計畫已針對菌株、發酵、萃取及應用面進行專利布局，其中，「聚羥基脂肪酸酯生產及廢水處理方法」、「聚羥基烷酸酯生產及萃取方法」和「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」已獲領證通知，後續尚有以水果廚餘及揮發性脂肪酸為碳源產製 PHAs 的方法進行專利申請，藉此多方布局，發揮應用綜效。

6. 整合 6 自由度機械手臂葉片掃描系統與地面無人搬運載具，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 Z72 2 MW 風機進行實地驗證。Z72 2 MW 風機葉片約 35 m 長，由於地形與葉片支撐座限制，地面移動系統僅能在單面 A 段與 B 段作業，扣除準備工作，實際掃描 A 段與 B 段時間將近 1 小時，掃描葉片兩面與支撐座區域時間約 2 小時 10 分鐘，因此，推估 50 公尺葉片檢測時間約 3 小時。

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，本所內具有示範應用經驗，正積極進行產業整合，同時也協內國內外廠商進行釩電池關鍵材料之性能測試，後續將持續參考最新國際標準建立釩電池關鍵材料標準驗證程序，完成電池材料選用評估及測試規範準則，促進異業與跨域合作，幫助國內釩電池產業鏈完整建構，提升台灣於儲能產業之競爭力。

2. 製作金屬支撐型電池單元之大氣電漿噴塗技術，以技術服務案方式協助國內廠商進行新型固態電池芯與全固態鋰電池含電解質層極片之製作，金額 50 萬元，該項技服案之固態電解質製備技術係應用本計畫子項二之電漿噴塗技術之核心經驗，有效擴展本計畫衍生技術之應用領域。此外，電池單元為 SOFC 之核心技術，本計畫子項二持續輔導技轉廠商進行 SOFC 電池片研發，促進廠商進行設備投資，讓國內產業鏈更加完整，有助於 SOFC 產業發展；另應用於全固態鋰電池之製程，提升功率密度及安全性，持續與國內廠商合作，若國內業者能量產，將有莫大的商機。

3. 落實研究開發技術推廣節能乾燥技術，農委會桃◯區農業改良場委託一件香草莢調製技術改進試驗技術服務案，金額 30 萬元，培養該單位節能低溫乾燥專業人員。成功協助復◯公司以回收純化碳化矽原料製作透氣吸盤耗材國產化，降低成本、增加利潤、技術自主，樣品送至科技廠搭配晶圓加工上機測試，符合需求，收回剩餘應收款項 20 萬元。促進產業投資及技術精進。除濕乾燥元件吸附動力量化驗證及智慧物聯網控制裝置技術移轉澤◯歌應用材料公司，建置測試機台軟硬體設備及隧道窯爐體溫度、位置、時間序列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。提供不同除濕乾燥元件水份吸附能力進行等溫吸附動力量化測試結果。協助乾燥除濕相關業者驗證購置或開發之除濕輪單元或吸附材料的功能性，建立除濕輪產品 QA/QC 的判別或除濕系統基本設計參數。增加該公司產品的多樣性、驗證自製生產吸附材料特性和量化國際上吸附材料優劣，擴展其他產業跨領域，永續公司發展。

4. 計畫以工廠進料規模為 300 噸/日及蔗糖原料價格為 8 元/公斤的設定下，以現有每 g 蔗糖可產 0.21g PHAs 的數據，配合操作之化學品使用量及概要設備成本等相關參數估算，推估 PHAs 生產成本低於 160 NTD/kg，低於進口均價(200 NTD/kg)，具產業投資潛力。計畫以開發海洋生物可分解塑膠試量產技術及其高值化應用為目標，藉由技術差異化、特色化及降低生產成本等策略，配合國內產業開發綠色生質材料產品的產製能量，有機會協助健全國內生質材料產業鏈，促進國內生質塑膠中下游產業的升級轉型，開拓國內新興生質產業。

5. 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；以及承接台◯再生能源處「彰工風場小型風力發電機評估及試驗案」委託研究，利用現有陸域風場空地進行小型風力機測試評估，最大化現有陸域風場風能利用率。因應國內最大電力供應商之需求，以及在地化新型 30 kW 風機系統技術之建置，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舉辦之科普展，分別於 2/25~2/28、7/15~7/18 於台北華山舉辦 2 場次以及 12/10~12/11 於高雄舉辦 1 場次，以簡要與互動方式說明釩液流電池之原理及結合再生能源之儲能應用，有助於參觀學生與民眾了解儲能系統開發之重要性，對於釩液流電池等相關儲能技術之後續推廣將有所助益。並同時推廣綠能風電科技等相關知識，於展覽期間由計畫成員擔任主講人拍攝宣傳、課程、直播等影片，提供無法到場民眾線上收看，落實推廣科普教育，促進國家人才儲備。

2. 「玻璃陶瓷密封薄帶製作與應用方法」及「硬焊材料組成物及其製造方法」參加 2022 台灣創新技術博覽會－發明競賽，分別榮獲金牌獎及銀牌獎，相關技術之參賽及展示，將利於國人對 SOFC 及 SOEC 技術之認知。

3. 琨◯環保有限公司委託本所進行「電漿熱裂解太陽光電模組材料全循環應用模廠建置可行性評估」技術授權案。金額 100 萬元。該公司為增加技術廣度、產品多樣性與其他產業跨領域結合，永續公司發展，解決國內光電產業循環經濟之技術缺口，使光電產業永續經營無後顧之憂，建構光電半導體產業永續成長規範。

4. 計畫團隊分別於 11 月 5-6 日參加「2022 年第三屆臺灣科學節」科學嘉年華原子能科技科普展和 12 月 10 至 11 日參與原能會於高雄文化中心圓形廣場舉辦之科普展，以互動方式向參觀民眾宣導綠色能源發電及可分解材料發展的理念，不僅向參與者推廣技術知識及其應用，且使社會大眾瞭解當前政策方向與計畫執行成果。

5. 10 月 13 至 15 日於台北世貿舉辦之 2022 台灣創新博覽會，計畫團隊以地面型自動化葉片檢測平台為展品，由計畫團隊成員擔任解說員，推廣風場在地化運維技術應用，展示風力機工程技術研發成果。

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)

1. 臺灣海洋大學研發處企劃組組長周昭昌教授向本所許寧逸博士提出擔任計畫共同主持人，題目為：小型水平軸風力發電機結合不同電池儲能與供電之無線數據擷取與監控系統的開發與建置，計畫期程 1 年，申請經費 100 萬元，可透過釩電池研發成果跨域合作，評估場域規模擴大時的各種情境，進行更大規模與更複雜系統的前期規劃，應用儲能結合無線傳輸再生能源的展示與設施運轉經驗，本所參與案場之設置經驗 ，可以作為未來大型案場規劃的基礎，及提升業界應用能見度。

2. 計畫與中大合作進行合作案“SOFC 硬銲接合件熱機疲勞－潛變交互作用研究”之研究，共同建立研究團隊，培育 1 名具接合件熱機疲勞及潛變相關研究能力之碩士生。

3. 開發循環創新材料及資源循環創新利用技術，系統整合節能低溫乾燥設備，落實應用於我國農業，減少農產品加工碳排放更節能，並增進工業能資源及廢棄物多元化利用及提供循環解決方案。

4. 本計畫團隊接受翰○公司委託，運用計畫建立之生質精煉技術，於 110 年成功將紐西蘭廢木片經由實料測試轉化為乳酸及生物可分解塑膠，本合作案深受紐西蘭商工辦事處重視，因此商工辦事處代表 Mark Pearson、商務代表 Tina Wilson 及蔡佩君商務經理，於 10 月 27 日偕同技服紐西蘭廠商 B○-F○及翰○公司林董事長到所參訪。參訪貴賓對於本所生質精煉技術印象深刻及表達發展綠色產品等肯定，期能在疫情逐步降溫後，促進台紐合作，加速發展森林衍生之綠色循環經濟產業。

5. 促成台電對於大型陸域風場安裝小型風力發電機進行評估之想法，並且多次與計畫團隊討論大型風機塔架對於小型風力機發電效能之影響。台電再生能源處已於 6 月 17 日公布彰工風場小型風力發電機評估及試驗案公開徵求公告，計畫團隊於 9 月成功爭取本試驗案，落實風電技術推廣應用。

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. 本計畫配合國家政策，以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，以核研所研發經驗及實驗設施規劃相關材料、組件、產品及系統之研發及設計，並以個別技術針對提升效能、增進耐用性、降低產品價格及實際場域應用等需求，於計畫規劃中制定相關技術目標，並於成果說明相關技術發展現況，目前均能在計畫團隊之努力下，逐步克服技術難關而達到階段性目標。
2. 目前因應淨零排放之長期規劃，能源轉型或其他運具電氣化等議題，對於國內未來整體電網或交通之變化、儲能及電力系統整合，或者結合再生能源、儲能系統及燃料電池等電網或車輛整合應用，都是未來國內需要面臨問題，釩電池因具有循環壽命長、安全性高、能量/功率比設計靈活等優點，相當有潛力應用至電網級儲能系統，惟以目前計畫經費對於擴大測試量能或規模均有所不足，雖然計畫團隊評估未來產業發展機會與需求，原於 112 年研擬新增長時間儲能示範計畫並爭取擴大應用，惟相關科技預算審查未果，後續計畫將持續於應用端等強化產業連結，以輔助國內產業驗證產品效能，擴大應用機會。
3. 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，完整場域測試，作為節能實證和示範。除解決事業廢棄物處理難題，產業及人民皆有感，同時回收碳化矽及其衍生性產品、設備和系統販售，再創新商機。
4. 基於未來產製生物可分解塑膠須兼顧程序節能及環保，因此規劃發展無毒性有機溶劑之綠色萃取純化製程，包含以二氧化氯破菌、月桂酸銨萃取的方式，應用於貪銅菌及嗜鹽菌等革蘭氏陰性菌及古生菌之噸級放大萃取純化測試，其純化皆可大於 90%以上。但對於細胞壁組成較複雜的革蘭氏陽性菌，純化效率仍有待提升目前使用稀硫酸等處理流程，PHAs 樣品純度可達 90%以上。後續計畫團隊將依據所建立之程序，針對不同細胞壁組成的 PHAs 產製菌，所建立的萃取純化技術，進行整體製程之檢討與優化，藉以促進後續產業應用性。
5. 相關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，甚至國外廠商，皆顯示相關計畫技術能量與推廣具有成效。

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)	發表期刊/會議	文獻類別	成果歸屬
千瓦級全釩液流電池儲能系統效能測試	胡◯心	2022	台灣化學工程學會 68 週年年會暨科技部化學工程學門成果發表會/前瞻分子工程研討會 2022/01/06-2022/01/07	E	綠能產業應用技術發展計畫
Vacuum Brazing of Metallized YSZ and Crofer Alloy Using 72Ag-28Cu Filler Foil	黃◯維	2022	Materials	D	綠能產業應用技術發展計畫
Oxidation and Electrical Properties of MnCo2O4 Coated SUS441 and Fe-Cr Alloy for Solid-Oxide Fuel-Cell	曾◯萍	2022	鑛冶：中國鑛冶工程學會會刊	B	綠能產業應用技術發展計畫
感應耦合電漿裂解除役太陽光電模組材料循環研究	楊◯府	2022	台電工程月刊	B	綠能產業應用技術發展計畫
Adsorptin of Volatile Organic Compounds Via Cellularmaterial produced from Aluminum Dross	簡◯勵	2022	Journal of Physics	C	綠能產業應用技術發展計畫
Screening potential polyhydroxyalkanoate-producing bacteria from wastewater sludge	周◯哲	2022	已獲國際學術期刊「Archives of Microbiology」接受刊登	C	綠能產業應用技術發展計畫
Isolation of bacteria producing polyhydroxyalkanoates from sewage sludge	梁◯顯	2022	已投稿至 Journal of Applied Microbiology	C	綠能產業應用技術發展計畫
風場重建之案例分析	陳◯宏	2022	2022 IEEE 4th Eurasia Conference on Biomedical	F	綠能產業應用技術發展計畫

			Engineering, Healthcare and Sustainability (ECBIOS)		
大型風力機葉片檢測與案例分析	吳◯昇	2022		E	綠能產業應用技術發展計畫
風力機葉片前緣附加裝置之性能影響評估	林◯廷	2022		E	綠能產業應用技術發展計畫
DTU 10MW 離岸風機單樁式支撐結構之疲勞損傷評估	林◯宇	2022		E	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
風機結合儲能系統開發建置與應用	臺灣◯◯大學	B	A, D	2022	綠能產業應用技術發展計畫
硬焊接合熱機疲勞研究團隊	中◯大學	B	A	2022	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
簡◯彥	明志科技大學	B	A	綠能產業應用技術發展計畫
洪◯真	國立台灣科技大學	B	A	綠能產業應用技術發展計畫

沈○方	中央大學	B	A	綠能產業應用技術發展計畫
王○軒	國立清華大學	A	A	綠能產業應用技術發展計畫
王○君	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
李○婕	國立陽明交通大學	B	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
國際淨零排放路徑與長時間儲能需求研究	魏○洲	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
多元料源重組產製高純度氫氣技術之可行性評估	陳○宏	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
甲烷蒸氣重組反應搭配常壓吸附分離產製燃料電池等級氫氣之可行性評估	陳○宏	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
千瓦級全釩液流電池模組性能測試與系統應用	胡○心	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
全固態氟離子電池開發研究	林○洲	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
全釩液流電池堆開發及效能測試	林○宏	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
5-kW SOFC 發電系統設計規劃報告	莊○慈	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
真空濺鍍及大氣電漿噴塗製程於 SUS441 表面鍍覆 MnCo2O4 保護層之微結構及電性比較	曾○萍	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
雷射切割機機台操作手冊	郭○毅	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
半導體業矽晶圓物理氣相沉積製程承載環基座之材料分析	梁○超	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
積層製造多孔除濕輪	卓○和	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫

太陽熱能應用於除濕輪之再生氣流預熱之規劃	蔡○瑞	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
香草英調製技術改進試驗技術服務案報告	陳○良	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
利用蘇丹黑染色法從污水污泥中分離聚羥基烷酸酯生產菌株+	梁○顯	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
第一代生質乳酸酯化製程參數探討	林○村	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
貪銅菌噸級放大製程生產聚羥基烷酸酯	朱○凱	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
噸級倉儲米乳酸發酵測試研究	涂○霖	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
蠟狀芽孢桿菌生產聚羥基烷酸酯之放大發酵條件優化研究	王○君	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
從減碳觀點談塑膠循環利用的發展趨勢	郭○倫	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
利用蔗糖與高溫為條件篩選分離產製聚羥基烷酸酯菌株之研究	熊○全	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
貪銅菌聚羥基烷酸酯之噸級放大萃取測試	陳○宏	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
紐西蘭木片轉化乳酸之噸級發酵測試研究	涂○霖	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
嗜甲醇產 PHA 菌株之篩選研究	王○燕	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
分子蒸餾設備修改精進報告	羅○瑞	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
嗜甲醇產乳酸菌株篩選之研究	涂○霖	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
利用微型發酵系統進行倉儲米乳酸發酵培養基比例優化之研究	涂○霖	2022	C	綠能產業應用技術發展計畫
風場建置之財務分析	陳○宏	2022	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
台灣化學工程學會68週年年會	A	2022/01/06	台灣化學工程學會	綠能產業應用技術發展計畫
2022 再生能源與國家安全學術研討會	A	2022/12/09	台灣太陽能及新能源學會	綠能產業應用技術發展計畫
HYPOTHESIS XVII Taipei 2022	A	2022/09/25 – 202209/29	台灣氫能與燃料電池學會、國立臺北科技大學	綠能產業應用技術發展計畫
中國材料科學學會 111 年年會	A	2022/11/18 – 2022/11/19	中國材料科學學會/國立聯合大學	綠能產業應用技術發展計畫
永續材料減碳技術趨勢論壇	A	2022/04/21	生質材料產業化聯誼會	綠能產業應用技術發展計畫
4th IEEE Eurasia Conference on Biomedical Engineering, Healthcare and Sustainability 2022	B	2022/05/27 – 2022/05/29	嘉南藥理大學, 國際發明學會	綠能產業應用技術發展計畫
STTRA 紡織科技媒合會	A	2022/07/28	南台灣紡織研發聯盟	綠能產業應用技術發展計畫
2022 工程生物科學研討會	A	2022/11/18	國立陽明交通大學	綠能產業應用技術發展計畫
2022 台灣風能研討會	A	2022/12/09	沙崙智慧綠能科技示範場域	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
釩液流電池系統電解液電解復原方法	A	美國	2040.01	綠能產業應用技術發展計畫
液流電池電量量測方法與量測系統裝置	A	美國	2040.09	綠能產業應用技術發展計畫
超薄液流電池用電極製程	A	中華民國	2040.07	綠能產業應用技術發展計畫
液流電池碳表面電極優化方法	A	中華民國	2041.09	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	中華民國	申請案號 111122383	綠能產業應用技術發展計畫
甲醇廢液耐受菌及使用其處理甲醇廢液的方法	A	中華民國	申請案號 111144383	綠能產業應用技術發展計畫
一種利用水果與倉儲米廢棄物生產聚羥基烷酸酯之方法	A	中華民國	申請中	綠能產業應用技術發展計畫
一種利用微生物處理廢水 VFA 及生產生物可分解塑膠的方法	A	中華民國	申請中	綠能產業應用技術發展計畫
Assisting Device for Blade Detection	A	美國	申請案號 17/585,653	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

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
金屬支撐型固態氧化物燃料電池單元製作技術	C	核能研究所	漢○科技股份有限公司	950	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應用模廠建置可行性評估技術授權	C	核能研究所	琨○環保有限公司	1,000	綠能產業應用技術發展計畫
纖維素水解酵素生產菌株及培養	D	核能研究所	味○企業股份有限公司	500	綠能產業應用技術發展計畫
25kW 風力發電原型機設計	C	核能研究所	佳○重機	2,000	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

九◯公司	A	470	原物料、治工具、設備	綠能產業應用技術發展計畫
中◯公司	A	600	LSM、MCO、LSM+MCO 熱壓燒試樣及購置半電池	綠能產業應用技術發展計畫
盛◯公司	A	3,500	極板模具與極板石墨高溫爐處理系統	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
澤◯歌應用材料公司	A	3,500	除濕乾燥元件吸附動力量化驗證及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	6,780	委託研究案	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
液流電池料件一批	A	中◯公司	0	476	綠能產業應用技術發展計畫
釩電池隔離膜測試	A	艾◯旭公司	750	143	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	950	760	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製作	A	復◯公司		200	綠能產業應用技術發展計畫
香草莢調製技術改進試驗	A	農委會桃◯區農業改良場	300	300	綠能產業應用技術發展計畫
委託研究-乳酸乙酯化製程放大可行性先期評估與 PHA 菌株篩選	A	翰◯應用生技公司	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	A	中◯公司	0	919	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	A	中◯公司	0	1,880	綠能產業應用技術發展計畫

新型 30 kW 風力機設計評估	A	佳◯重機	500	0	綠能產業應用技術發展計畫
彰工風場小型風力發電機評估及試驗案	A	台◯電力公司	8,568	0	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。

【T 促成產學合作表】

合作廠商名稱	合作計畫或合約名稱	廠商配合款(千元)	合作參與人數	成果歸屬
中央大學	SOFC 硬焊接合件熱機疲勞-潛變交互作用研究	665	1	綠能產業應用技術發展計畫
清華大學	碳源轉換生質化學品工具之製備及分析方法		3	綠能產業應用技術發展計畫

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

附件

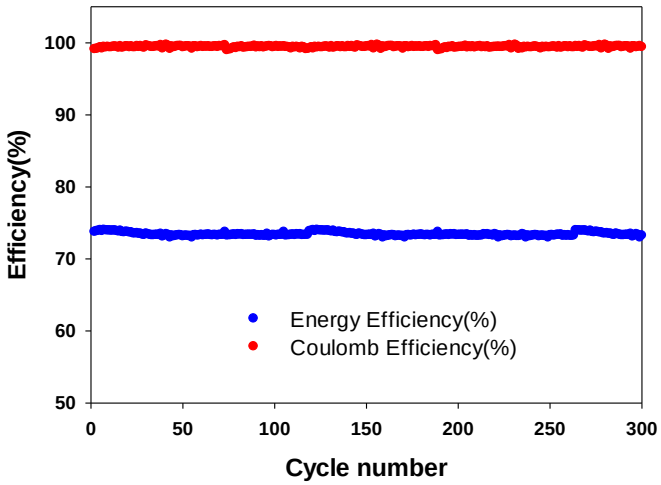


圖 1、單電池組件耐久測試，效能驗證 300 迴圈，300 迴圈平均能量效率達 73.4%、庫侖效率達 99.4%

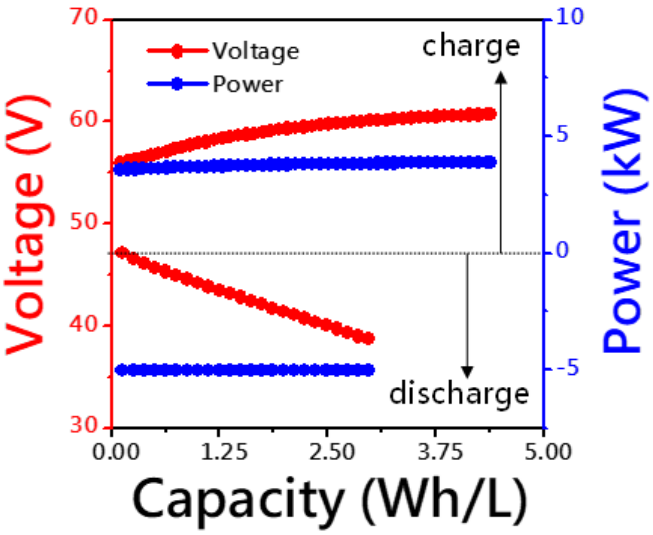


圖 2、5 kW 釩電池定功率放電特性曲線測試

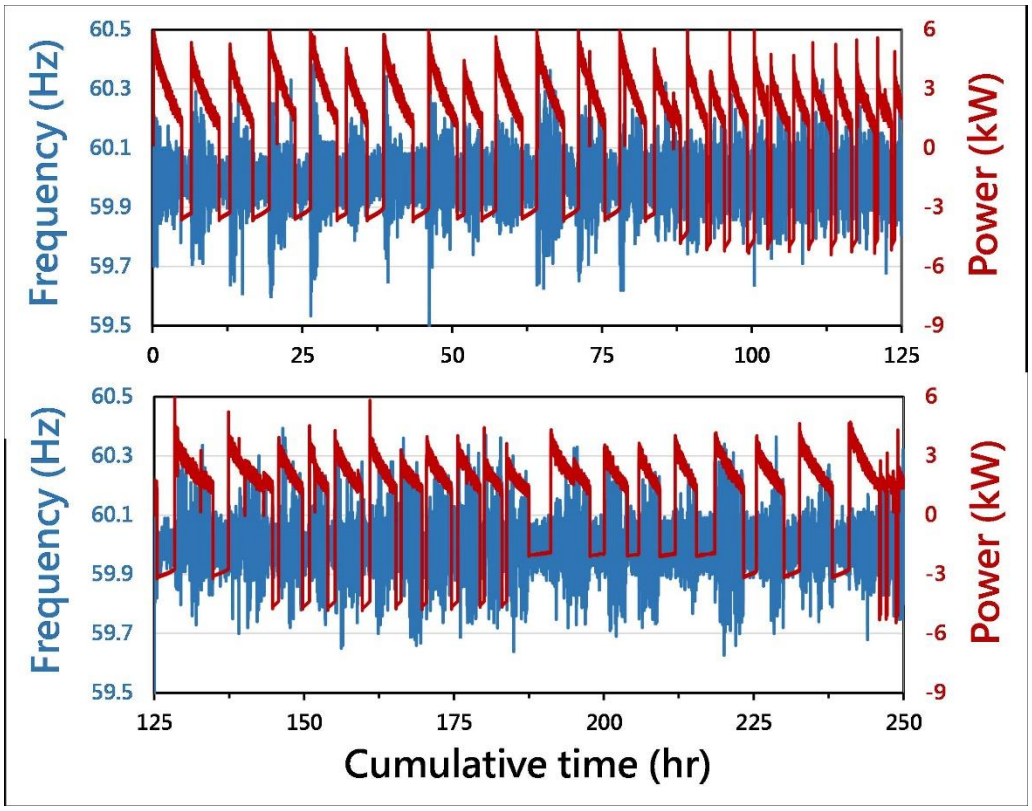


圖 3、完成 5 kW 液流電池模組自主充電放電調控技術驗證，儲能系統併接電網 250 小時，併接電網後電網頻率變動率為 60 ± 0.5 Hz

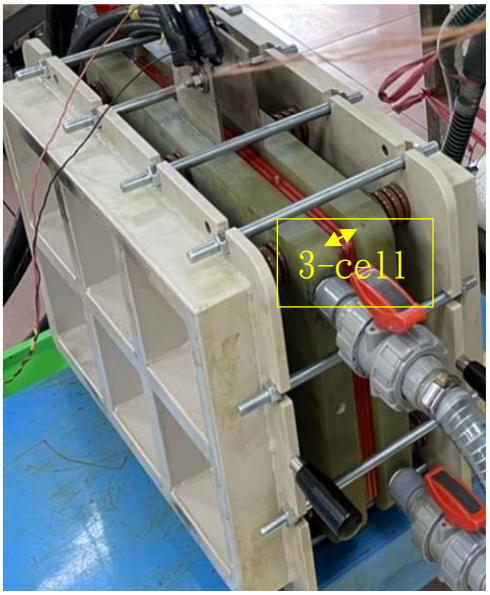


圖 4、釩電池隔離膜測試技服案所採用 3-cell 短電堆

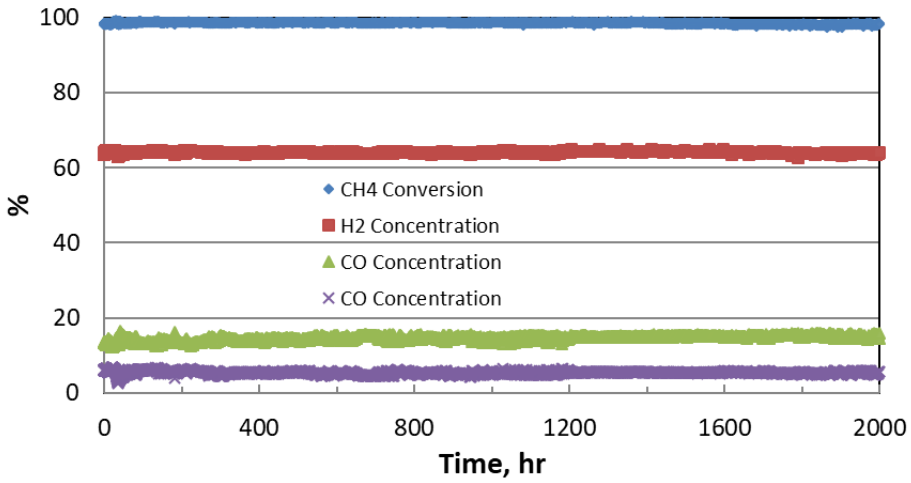


圖 5 、Ni-La-Ce 觸媒耐久性測試

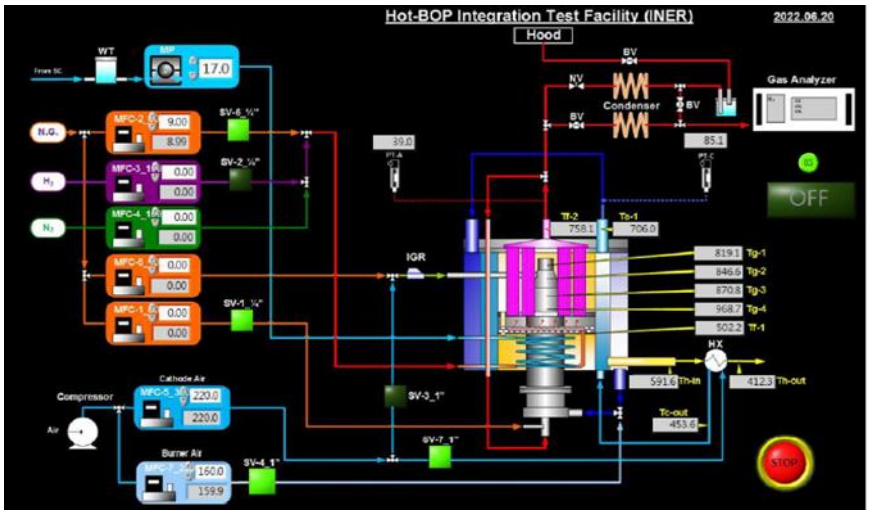


圖 6、熱工元件整合裝置效能測試

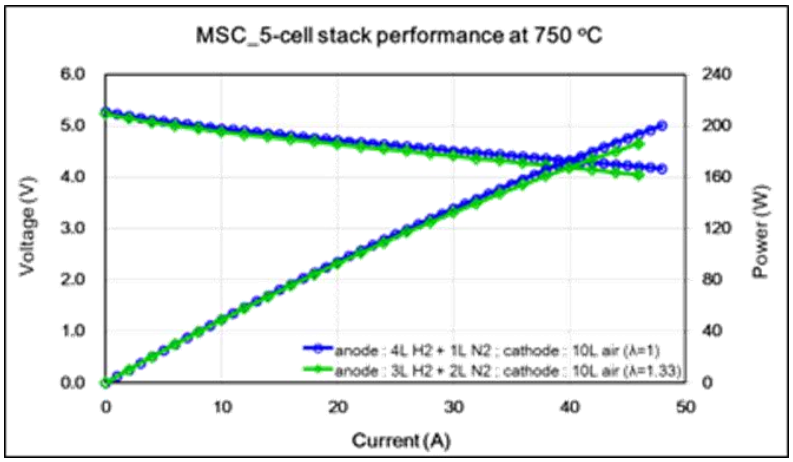
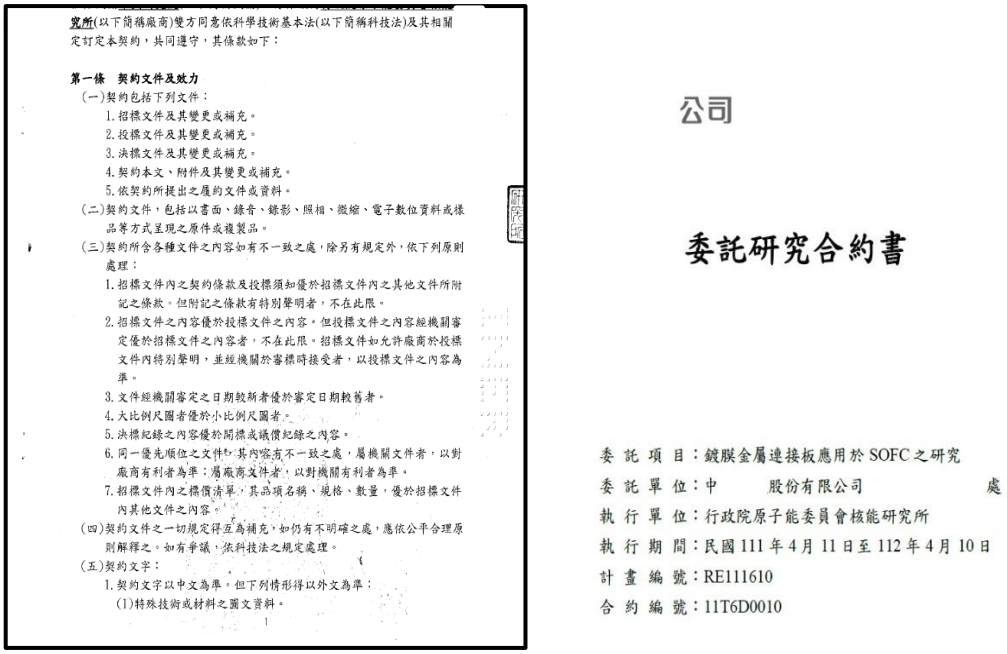


圖 7、5 片裝 MS-SOFC 電池堆之效能曲線



究所(以下簡稱廠商)雙方同意依科學技術基本法(以下簡稱科技法)及其相關定訂定本契約，共同遵守，其條款如下：

第一條　契約文件及效力

(一)契約包括下列文件：
1. 招標文件及其變更或補充。
2. 投標文件及其變更或補充。
3. 決標文件及其變更或補充。
4. 契約本文、附件及其變更或補充。
5. 依契約所提出之履約文件或資料。

(二)契約文件，包括以書面、錄音、錄影、照相、微縮、電子數位資料或樣品等方式呈現之原件或複製品。

(三)契約所含各種文件之內容如有不一致之處，除另有規定外，依下列原則處理：
1. 招標文件內之契約條款及投標須知優於招標文件內之其他文件所附記之條款。但附記之條款有特別聲明者，不在此限。
2. 招標文件之內容優於投標文件之內容。但投標文件之內容經機關審定優於招標文件之內容者，不在此限。招標文件如允許廠商於投標文件內特別聲明，並經機關於審標時接受者，以投標文件之內容為準。
3. 文件經機關審定之日期較新者優於審定日期較舊者。
4. 大比例尺圖者優於小比例尺圖者。
5. 決標紀錄之內容優於開標或議價紀錄之內容。
6. 同一優先順位之文件，其內容有不一致之處，屬機關文件者，以對廠商有利者為準；屬廠商文件者，以對機關有利者為準。
7. 招標文件內之標價清單，其品項名稱、規格、數量，優於招標文件內其他文件之內容。

(四)契約文件之一切規定得互為補充，如仍有不明確之處，應依公平合理原則解釋之。如有爭議，依科技法之規定處理。

(五)契約之文字：
1. 契約文字以中文為準。但下列情形得以外文為準：
(1)特殊技術或材料之圖文資料。

1

公司

委託研究合約書

委 託 項 目：鍍膜金屬連接板應用於 SOFC 之研究
委 託 單 位：中　　股份有限公司　　處
執 行 單 位：行政院原子能委員會核能研究所
執 行 期 間：民國 111 年 4 月 11 日至 112 年 4 月 10 日
計 畫 編 號：RE111610
合 約 編 號：11T6D0010

圖 8、中○院技服案及中○委託研究案合約書

圖 9、2022 台灣創新技術博覽會發明競賽榮獲金牌獎及銀牌獎

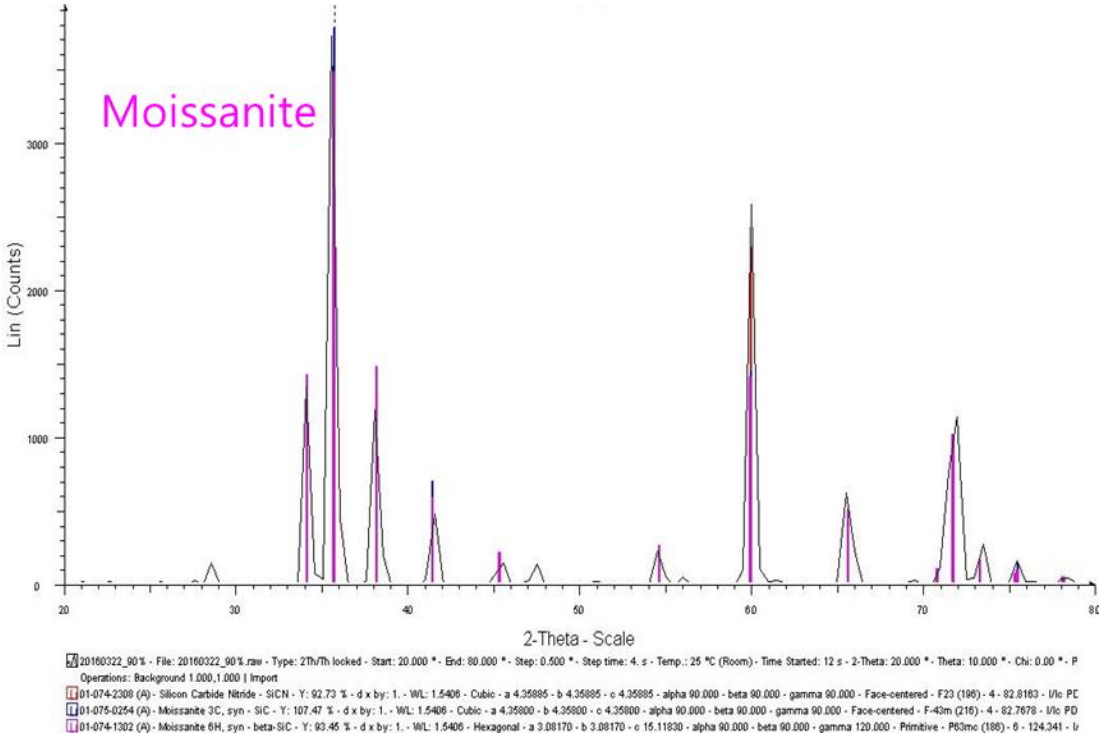


圖 10、純化後碳化矽 XRD 分析結果

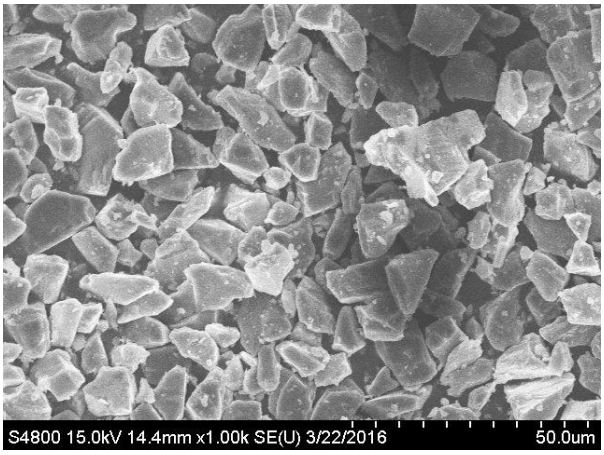


圖 11、純化提取獲得碳化矽微結構

表 1、提純後碳化矽成份分析結果

測試項目	單位	分析結果
矽	wt%	1.08
碳化矽	wt%	97.6
鐵	wt%	1.32

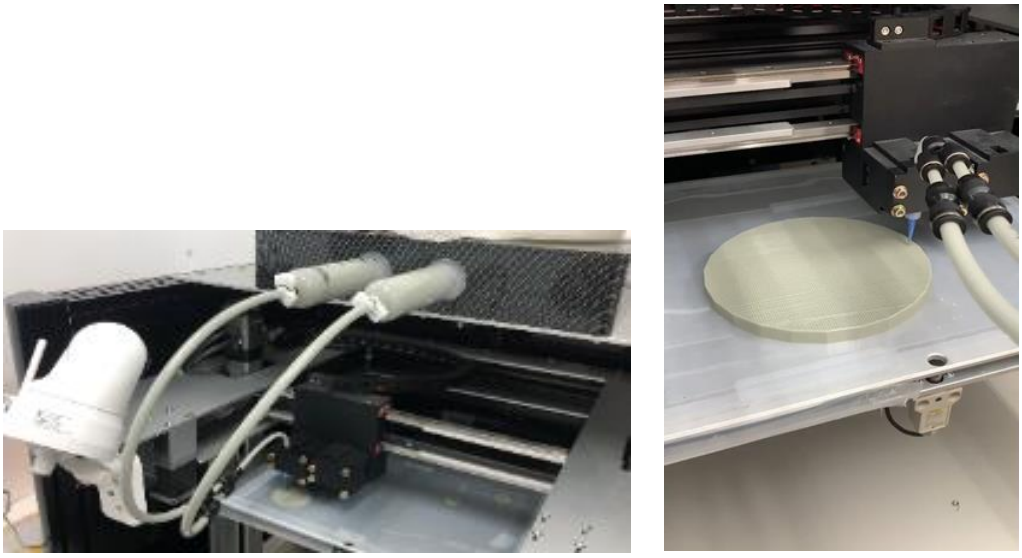


圖 12、積層製造轉輪元件

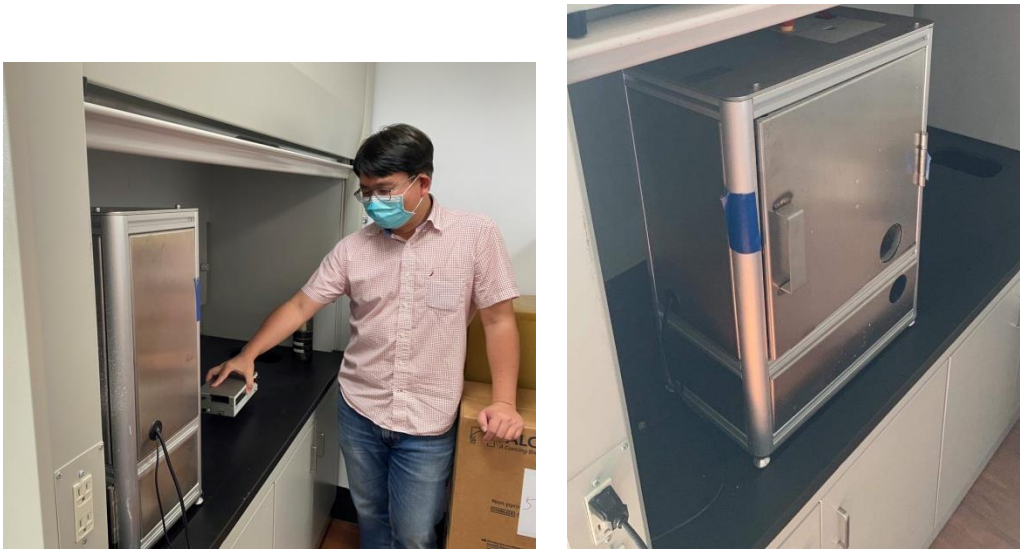
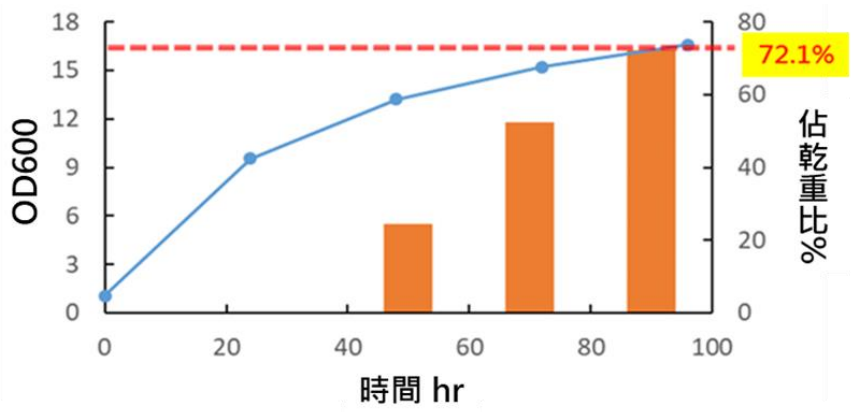
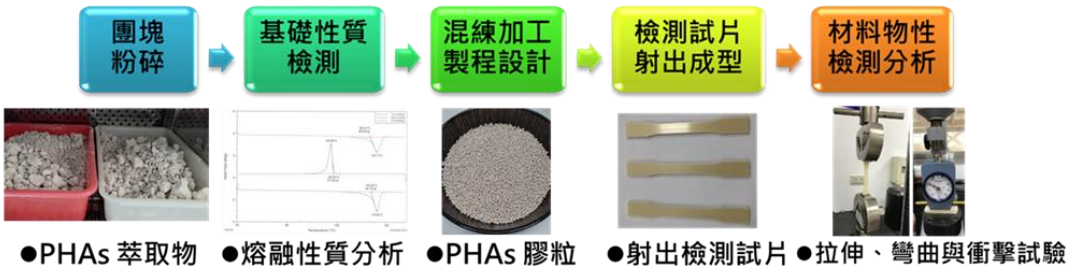


圖 13、節能乾燥除濕潔淨轉輪系統整合外觀圖

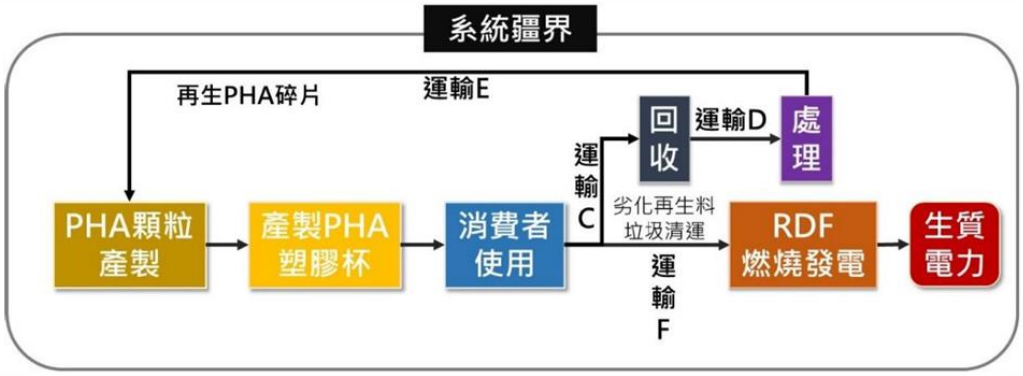
圖 14、新建瓦時計(左)及排水外接收集(右)累計用電量和水量



貪銅菌9噸放大測試結果



PHAs材料改質及產品試製



PHAs產品轉換生質能應用情境

圖 15、PHAs 噸級放大測試、產品試製及生命週期評估情境

圖 16、葉片檢測自動循跡系統

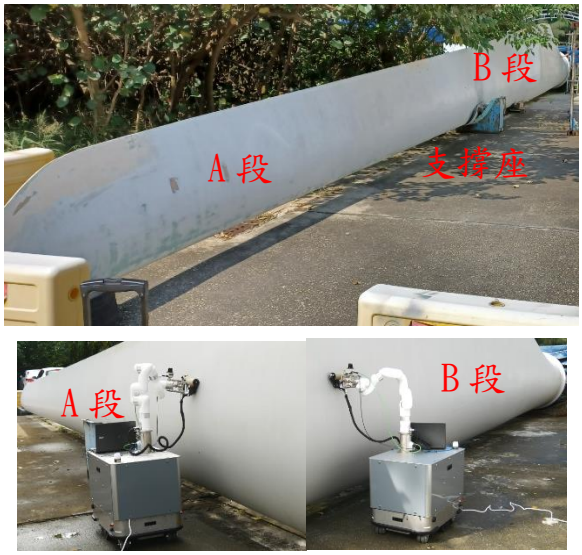


圖 17. 台中港風力發電站 Z72 2 MW 風機葉片檢測實況