科技部
綠能科技聯合研發計畫
108 年度整合型研究計畫徵求說明

壹、背景目的

2018 年世界能源展望統計顯示全球再生能源年度裝置容量持續創新高，而 2017 年相對於 2016 年成長將近 9%，預估全球新建電廠中有將有 70%為再生能源，顯見全球性能源轉型正在進行。各國多以高再生能源滲透率為目標，並考量自身資源與產業特色，設定綠能科技發展策略方向。

檢視全球先進能源轉型國家，芬蘭面對(1)因應氣候變遷能源供應多元化；(2)交通、工業及供暖系統化石能源使用；(3)即時管理複雜分散能源；(4)強化系統韌性及抵抗網路威脅；(5)冬季長期缺乏陽光及風力等挑戰；設定以電力多元轉換(Power-To-X)、數位化解決方案(Digitalization)、強化用戶參與(Involving the Customer)等科技主軸，建構達成 100%再生能源、減少化石能源使用的藍色電力(Blue Electricity)發展願景。

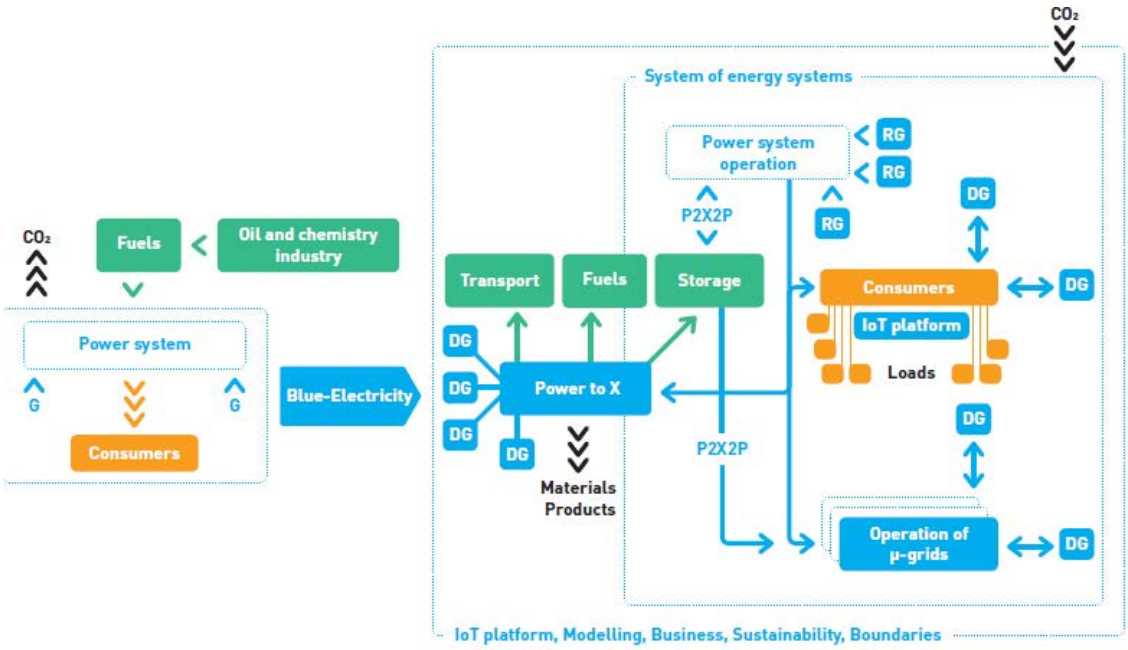

圖 1、芬蘭推動藍色電力發展願景的能源科技架構

資料來源：”Finnish research vision for 100% renewable energy system ”Blue Electricity””，芬蘭科學研究院(VTT Technical Research Centre of Finland Ltd)，2018 年 10 月 8 日。

對應高再生能源滲透率日本以再生能源網絡及氫能載體(電解)技術強化系統整合，另外投入次世代太陽光電模組及風力發電控制與風場觀測技術(光達、地形、海水、衛星)開發提高系統發電效能，降低發電成本。另外利用熱泵及超臨界地熱資源，擴大再生能源來源。

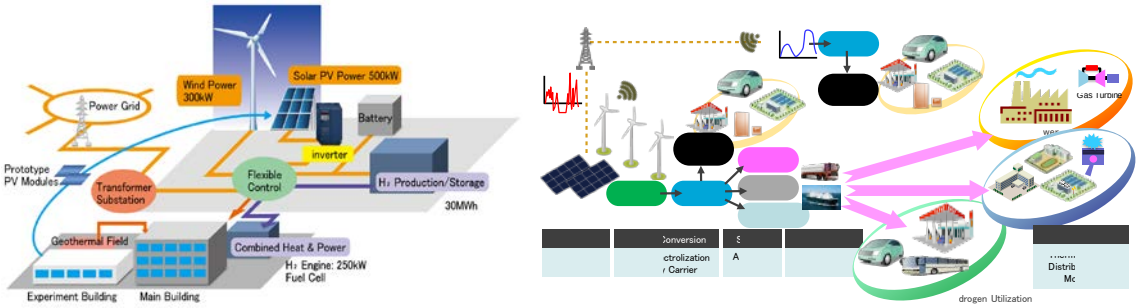

圖 2、日本以再生能源與氫能建構永續社會的技術策略

資料來源：”Research and Development of Renewable Energy and Hydrogen Energy in Fukushima Renewable Energy Institute, AIST”，福島再生能源研究所(Fukushima Renewable Energy Institute, AIST, FREA)，2018 年 10 月 8 日。

德國配合國家未來電動載具中長程發展規劃，整合國家上中下游資源，在維持或改善電池安全性與使用壽命下，發展儲能材料、電池芯技術與創新電池概念，持續降低成本與提高能量體積密度，並進行技術商品化，維持國家車輛產業優勢。

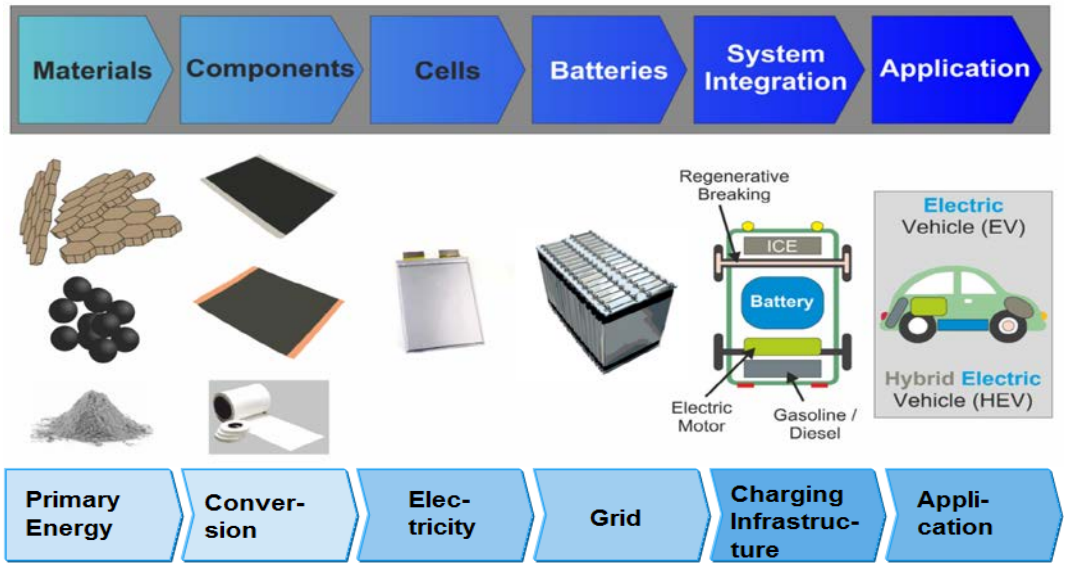

圖 3、德國車載儲電技術價值鏈

資料來源：”Battery Research Systemic, Holistic and Green-A German Perspective”，德國明斯特大學(University of Münster)，2018 年 10 月 8 日。

新加坡考量國家再生能源潛能及國家發展特色，設定成為全球城市太陽光電領導者。投入國家高解析度太陽光電潛力分析、太陽光電技術發展、太陽光電創新應用、浮動式太陽能等方向發展。

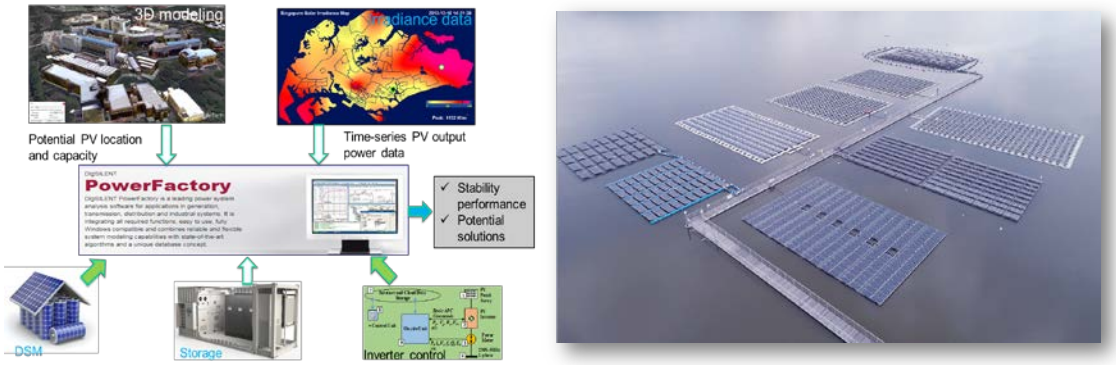

圖 4、新加坡擴大太陽發電之技術策略

資料來源：” Solar Energy – Trends to Watch Out For”，新加坡國立大學太陽能研究所(Solar Energy Research Institute of Singapore, SERIS)，2018 年 10 月 8 日。

「國家科學技術發展計畫(民國 106 年至 109 年)」敘明在綠能科技的總目標及遠景中，期望再生能源發電量於 2025 年達到總發電量 20%的比例，擴大智慧電表系統建置，建立整合示範場域，並發展產業節能減碳關鍵技術與服務，從產品設計與生產導入綠色創新科技，活絡綠色經濟。其中，「堅實智慧生活科技與產業」與「強化科研創新生態體系」政策目標，並分別以「發展綠色科技實現低碳永續社會」與「加強產學研合作鏈結」為發展策略，推動發展綠色能源，加強再生能源供應；落實智慧電網，提升供電可靠度及綠色能源供應；發展住商、工業、運輸等節能減碳關鍵技術與整合型系統及服務；促進綠色創新，加強資源循環與綠色技術的發展與應用。此外，亦推動需求導向的產學研合作機制措施，以強化學術研究與社會需求間之連結。

貳、現況分析

我國 98%能源依賴進口，自有能源相對匱乏，能源供給結構以化石能源為主，2017 年化石能源(煤炭、石油、及天然氣)占我國能源總供給的 93.77%，其中工業部門電力使用占消費的 32%，穩定的電力供應及具競爭力的電價為我國經濟發展重要支柱。

2016 年政府設定新能源政策目標，包括 2025 年綠能發電比例提升至 20%、抑低電力年均需求成長率至 1%、強化電網穩定性並提升供電可靠度等，期望在兼顧能源安全、環境永續及綠色經濟發展均衡下，建構安全穩定及潔淨能源供需體系，期望創造永續價值，邁向 2025 年非核家園。

一、 台灣太陽光電產業發展現況

台灣西南部日射條件相對優於北部地區，2017 年國內總裝置容量達 1767.7MW，主要設置於雲林縣(20%)、台南市(16%)、彰化縣（13%）、高雄市(12%)、屏東縣（11%）。

國內太陽光電產業鏈完整，包含多晶矽、矽晶片、矽晶太陽電池、薄膜太陽電池、模組、系統工程與週邊零組件等。我國具世界領先太陽電池產品，產業已有國際大型電廠之建置能力與經驗，2017 年產量約達 12GW，為全球第 2 大，太陽光電產業產值達新台幣 1,333 億元。

因應國內未來太陽光電設置目標需求，除制度面、設置面積、併網課題，每年至少需 2GW 產量因應，太陽能模組及系統產業具有良好的發展機會。整體產業推動未來將以國內市場為優先，透過內需市場培養大型電廠的興建與營運能力進入成熟市場，佈局新興市場。

二、 台灣風力發電產業發展現況

國內風力發電之發展係以先開發陸域風場，再擴展至離岸海域風場，目前陸域已開發完成 692MW，未來將朝向次級風場開發。

離岸風電推動策略採示範獎勵、潛力場址及區塊開發等三階段。首先進行離岸先從淺海區域設置示範風場，目前離岸示範風場開發商已於 2015 年建立海氣象觀測塔，並於 2016 年底建置完成全國首兩座 4.8MW 離岸風力機。

政府已於107年4月及6月分別3.8GW遴選容量及1.7GW競價容量，相關獲選業者刻正持續辦理電業設置作業，帶動大規模開發，並逐步擴展至深海區域。國內風力產業發展規劃以內需市場規模經濟帶動國內技術建立及整體產業鏈發展，搶攻亞太離岸風場。

三、 台灣節能技術產業發展現況

我國節能技術產業研發方面，主要領域包括工業節能技術(例如中低溫熱能有機朗肯循環(Organic Rankine Cycle，ORC)發電技術、創新分離式蓄熱燃燒系統等技術)、住商節能技術(如照明節能、空調節能、馬達節能等技術，以及住商建築能源管理)、能源資通訊技術等。

其中工業節能著重於壓縮空氣乾燥設備、高效率馬達動力機械關鍵技術開發、固態熱電發電技術以及中低溫廢熱回收發電技術，其中有機朗肯循環(ORC)被認為是從中高溫熱源例如地熱生產電力最有效的可行技術。

2017 年台灣住商部門消費電量占全國總用電量的 36.7%，住商節能發展技術項目包含建築能耗模擬與遠端設備故障診斷、本土節能建材、以及空調設備群控技術。能源資通訊則聚焦於電網管理、能源管理、住商能源管理等三個面向。

四、 台灣儲能發展現況

儲能技術於國內已有相關示範計畫進行離島地區與防災應用驗證，如澎湖東吉嶼與烏來福山社區之微電網系統皆有導入儲能設備。國內離島地區太陽光電整合儲能微電網系統，相較於傳統離島小型電廠的輕柴油發電

已具有投資效益,離島地區已建設有結合太陽光電整合儲能設備的微電網系統,例如南沙太平島、東沙島、七美島、東吉島,未來國內桶盤、望安、金門等離島也會陸續開始微電網的建設工作。

在偏遠地區例如烏來福山社區也以已設置微電網系統,驗證作為當地發生供電中斷時的緊急備援系統。未來如需量反應與用戶群代表、輔助服務等機制逐漸成熟且儲能系統價格下降的情況下,於用戶端與低壓配電端的儲能技術應用也可能逐漸展開。

隨著儲能系統價格持續下降,於高壓端利用儲能系統進行再生能源整合之應用也漸成為因應大量再生能源併網時,維持電網穩定度的選項之一。

五、 台灣智慧能源整合發展現況

2015 年我國智慧電表推動已完成高壓 2.4 萬戶及低壓 1 萬戶智慧型電表的設置,且於 2013 年推動澎湖智慧電網示範場域及 2016 年台北市公宅導入智慧電網示範。目前智慧電表布建將以具有節電潛力用戶為目標,以六都及供電瓶頸地區為優先,並於 2017 年開始 20 萬戶低壓智慧電表(AMI)布建,2020 年完成 100 萬戶布建,2024 年完成 300 萬戶布建。

配合智慧電網推動,後續規劃推動多元需量反應、時間電價等措施,例如住商型簡易時間電價、自動需量反應、用戶群代表等,並將整合家庭能源管理系統、電業及用戶應用情境,擴大智慧型電表推動的衍生效益。此外也推動產業獎勵措施,鼓勵國內廠商及早投入新型模組化電表與專用頻段通訊技術開發,以內需市場取得技術應用實績前進國際市場。

檢視當前我國能源政策及科技現況,未來綠色能源發展趨勢將為:

1. 分散式電源與儲能系統發展:再生能源已經成為主流能源之一,儲能成為整合再生能源發電,發展更穩定、經濟能源供應體系之重要課題。

2.智慧能源整合發展：數位聯網量測、控制、調節科技、大數據、雲端計算、學習系統與人工智慧等數位化科技解決方案，開創數位化新能源體系協同運作服務平台，鏈結傳統與新能源價值鏈。

分析國內外未來創能、節能、儲能、系統整合等綠能科技發展如下：

一、 創能領域科技發展重點方向

太陽光電電池以替代性材料、加成性材料開發高效、低成本太陽能電池，不同材料智慧堆疊技術可進一步推升高效能太陽光電電池效率(>26%)，如圖 5。在模組方面重視運用智慧模組散熱設計與材料開發，發展高功率、長期高可靠度太陽能模組。相關全球企業開始採取委外共同研究模式，開發各種矽基太陽能電池多元化應用商品例如建築一體(BIPV)、雙面受光(Bi-Facial)、浮動式等。

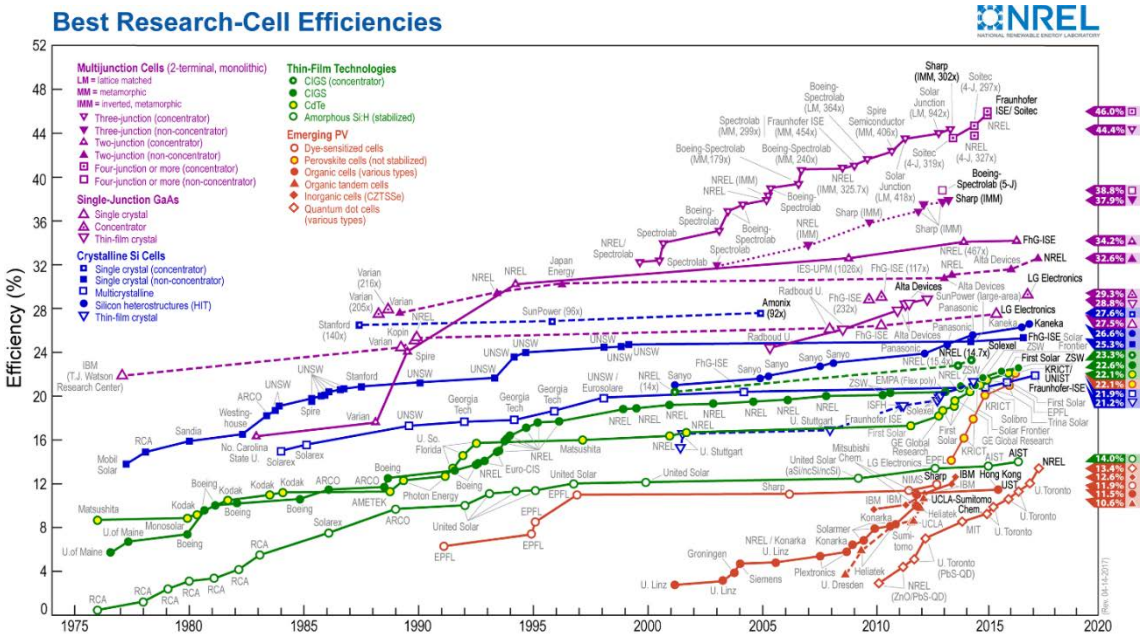

圖 5、太陽光電最佳實驗電池效率

資料來源：美國國家再生能源實驗室

離岸風力技術發展，在風力機方面目前多開發 10MW 以上風機所對應的系統與零組件技術，降低發電成本。在風場開發方面隨著開發風場的水深增加，機組規模擴大，固定式基座之建設成本與工程難度愈高，浮動式基座有機會成為解決方案。在風能資源評估方面使用浮動式或風機上增

設光達(LiDAR)的海氣象觀測技術、利用先進數值模擬及光達觀測評估風能資源技術、颱風與高紊流強度環境的風場(含風機)可靠度與安全分析為未來發展方向。**生質料源發電**方面，強調生質料源氣化轉質多元能源利用系統發展，將低熱質廢棄物轉換為較高熱質熱能與合成氣，提高運用價值。

二、 節能、儲能領域科技發展重點方向

工業節能方面，針對低溫餘熱系統專注在開發專用冷媒，並降低建置成本，應用磁浮軸承及開發腐蝕性煙氣發展取熱技術，擴展餘熱發電應用範圍及提升機組效能。針對中高溫熱源發電機組，則是尋求新型態工作流體或改善設計準則及熱力循環使效能最佳化，提升系統運作效率。**住商節能方面，**發展可隨插即用的節能設備、置換式節能空調、先進照明等技術，整合現地(On-site)創能、儲能、智慧電網設備應用。

高效能二次電池方面，研發新型負極、正極、隔離膜與電解質材料，提升電池單位重量、體積的能量與容量密度及循環壽命，例如鋰三元電池摻配石墨烯(graphene)。為考量電池安全性與高容量及輕薄化，固態電池技術(solid state battery)是未來發展重要趨勢。

在氫能發展方面，日本為實現氫能社會第一階段推動擴大日本國內氫能使用。第二階段(至 2030 年前)導入氫能發電，建立大規模供氫系統。第三階段(至 2040 年前)建立零排放氫能供應系統(含製造程序)。

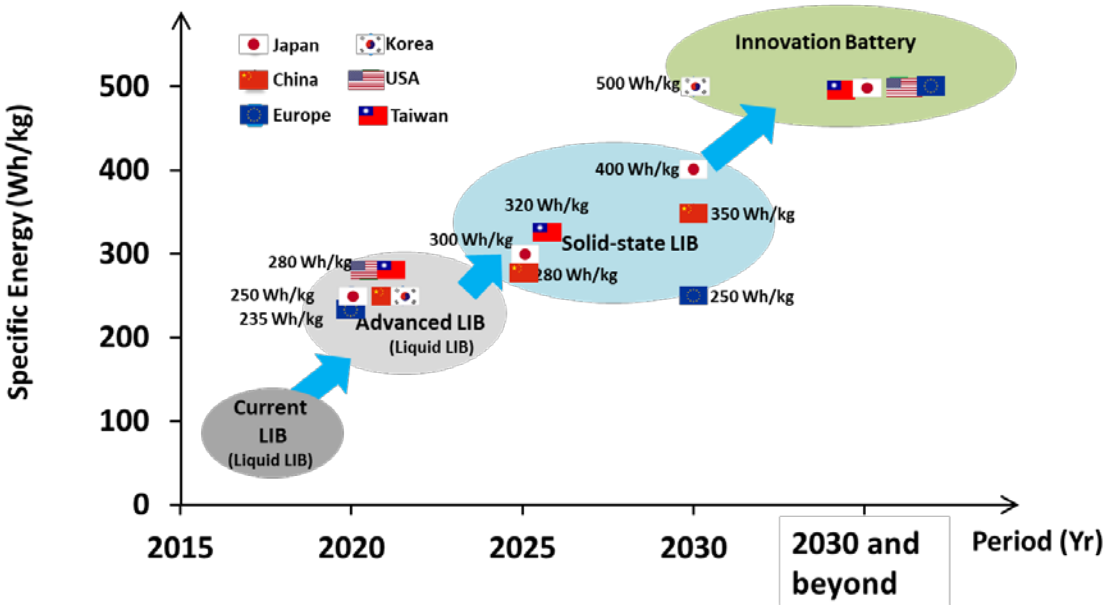

圖 6、先進鋰離子電池發展技術藍圖

資料來源：” Challenges and Opportunity of Battery Research in Taiwan”，國立臺灣科技大學，2018 年 10 月 8 日。

三、 系統整合領域科技發展重點方向

在**輸電方面**，高再生能源滲透率的系統平衡、電網慣性(grid inertia)的減少，再生能源控制與管理及併網出力調控(curtailment)，後躉購時代的再生能源電力市場運作，為未來重要課題。擴大同步相量量測(phasor measurement unit, PMU)電網監控應用為新技術發展重點方向。

在**配電方面**，配電系統監控、模擬技術、電壓控制設備(智慧逆變器)、配電系統營運商的併網與管理及分散式電源的管理與通訊系統、區塊鏈交易運用、資通安全，為未來技術發展重點方向。

在**用戶側**方面，強化需量反應與虛擬電廠、適切的資訊量測與集成；電池、熱泵、電動車與太陽光電搭配家庭能源管理系統與家庭閘道器整合應用；直流電力的應用與標準，為未來技術發展重點方向。在**電動車**方面，充電技術(包含充電需量管理)、對電網衝擊研究；電動載具連結電網、家庭(V2X)的可能性、應用車聯網技術，為未來技術發展重點方向。

參、目標效益

本專案計畫以綠能科技聯合研究中心為基地，進行綠能科技關鍵技術突破之目標導向整合型研究，以促進學界研發成果與產業銜接，推動國家未來綠能技術持續發展為總體目標，計畫目標如下：

一、配合國家綠能科技政策，以沙崙智慧綠能科學城為基地，以創能、儲能、節能及系統整合為四大主軸，利用學界研究優勢，培育重點國內產學研及國際合作團隊，推動新能源及再生能源之科技創新。

二、以綠能相關產業之前瞻技術開發與應用技術合作齊頭並進，發展再生能源滲透率高占比、提高能源自主比例、帶動綠能產業發展以及提升綠能產業競爭力，引領產業轉型配合「綠能科技產業創新推動方案」，積極投入適合我國發展的突破點，為我國綠能產業的建立布建機會。

三、瞭解國內廠商發展願景及亟待解決之問題，引進廠商進駐智慧科學城設置研發單位，以發揮群聚效應，推動能源科技國際示範與產業落實。此外，亦持續動態綜整前述成果，適時滾動式修正中長期研發方向，期望計畫預期效益切合實際產學研之需求。

此外，亦進行綠能產業系統整合，垂直及水平整合產學研單位與技術能力，共同開發關鍵技術，提供全面性推廣之實用產品或技術能力。鑑此，綠能科技聯合研發計畫將著重於下列四大推動策略：

(一) 發展綠能材料科技，提升既有系統效能與促進系統性創新。

(二) 利用智慧數位化科技，創新能源體系運作模式與效能。

(三) 推動綠能需求導向整合型應用研究，加速技術或產品商用與國際化。

(四) 引進廠商進駐智慧科學城設置研發單位，以發揮群聚效應。

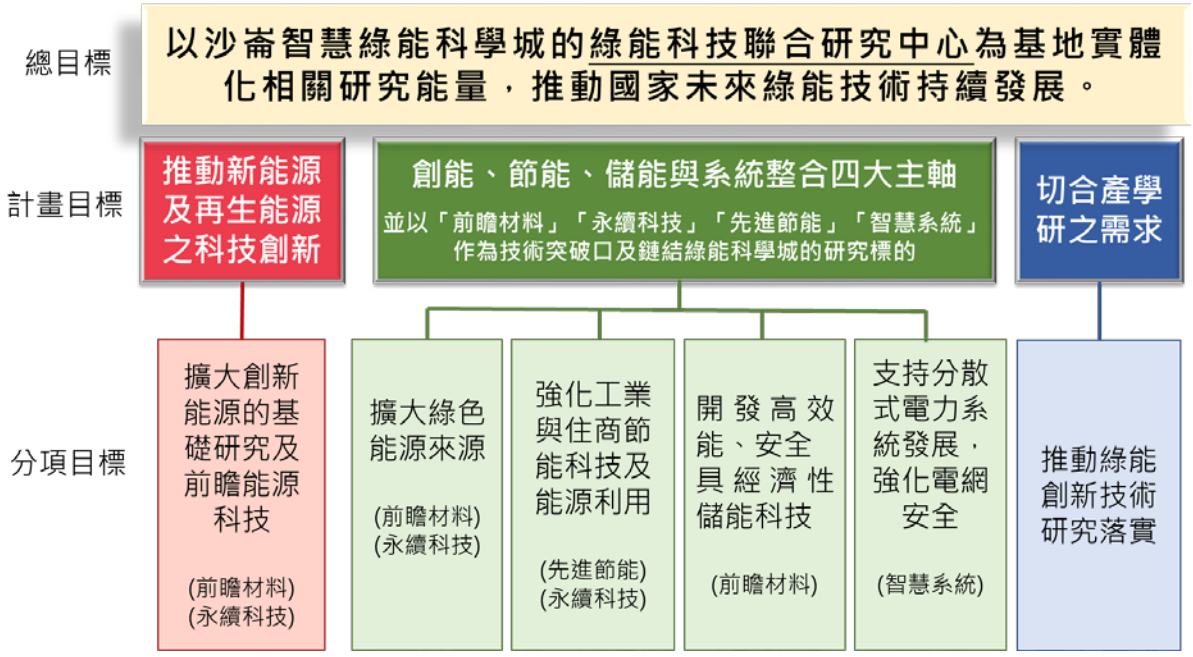

圖 7、計畫目標

透過上述計畫目標與推動策略，本專案計畫預期達成效益如下：

(一) 推動綠能材料及智慧能源技術創新應用，建立確保研究成果對於社會發展具貢獻度的產學生態系統，促成產業掌握綠能關鍵技術，提升國際競爭力與能見度。

(二) 創能方面，配合國內未來再生能源大量布建，建立高效率、低成本的太陽光電、離岸風力發電及運維創新技術。

(三) 節能方面，建立由關鍵零組件開發深化至多元能源運用系統，推進國內工業及住商節能科技產業自主能力。

(四) 儲能方面，建立高安全性及高效能的先進鋰電池及超級電容技術，協助產業持續開拓利基市場。

(五) 系統整合方面，開發促進用戶側資源配合系統運作有效整合與先進強韌型區域電網相關技術，推動國際應用示範，提供未來再生能源大量布建與綠能發電高占比時所需之穩定供電所需技術。

(六) 以標竿綠能科技研發成果，鏈結及統整創能、節能、儲能與系統整合的應用場域，促進國內綠能產業的轉型和升級，創新綠色產業價值鏈。

伍、計畫徵求預定目標

一、 綠能創新技術

(一)綠能材料與結構

預定目標：以儲能技術發展配合載具電氣化，並對於現有太陽光電與風力發展技術，以創新材料及結構提升整體創能效率；積極改善材料與結構效能與提升元件耐用度與穩定度為目標，克服產業使用上的挑戰。

(二)智慧能源

預定目標：以創新數位化解決方案，提升能源系統之使用效率，藉由數位化科技驅動能源系統的轉變，在具備經濟性的前提下，增加系統的操作靈活性與運作效率支持能源轉型。

(三)前瞻能源科技

預定目標：確立其他可改變能源供應結構或促進大規模再生能源應用，使能源體系產生典範轉移(paradigm shift)之創新科技對能源轉型之效果。

二、 創能領域

(一)太陽光電

研究內容：主要目標為發展創新太陽能電池技術提升整體能量轉換效率，降低太陽能電池技術成本，以及增加太陽能電池技術的耐用度，使其壽命及耐用度與當前主流矽晶太陽能電池一致。

預定目標：以開發轉換效率達到 30%以上之次世代太陽能電池技術為目標，階段性目標於 109 年完成開發轉換效率達到 25%之次世代太陽能電池技術。

(二)離岸風力

研究內容：有鑑於未來離岸風機大型化以及開發風場水深增加，本

項主要目標為發展適合台灣海域抗颱耐震防蝕高耐海性浮動式載台及繫纜設計、標準及浮動式風機縮尺實海域測試，並發展具適用於台灣離岸風場的在地化離岸風場運維虛實整合系統及大數據網路平台，包含高準度風況、海況、風場發電量、風機、水下結構等監測及預測分析，支援電網調度，提升離岸風場營運效率。

預定目標：完成適用於台灣離岸風場環境的抗颱型浮動式離岸風機載台及繫纜系統關鍵技術之開發，及抗颱、耐震之離岸風機浮動式基座技術及錨碇技術縮尺實驗測試，及完成建立我國離岸風電智慧運維大數據網路平台及在地支援與離岸風機虛實整合系統資料庫。

三、 節能領域

(一)先進能源轉換技術

研究內容：台灣工業部門占總能源消費約 1/3，許多高溫製程仰賴化石能源燃燒，提高熱能轉換與使用效率為落實節能之關鍵。本次主要目標為發展資源多元能源運用系統，彈性轉換成為高運用價值之熱能與合成氣，並搭配先進能源轉換單元將能量轉為動力以支持區域循環經濟及再生能源運用。

預定目標：完成百 kW 級氣化系統研製，並結合 10 kW 級超臨界動力循環發電系統進行關鍵技術驗證以及整合示範；以及建立能源化運用之各種能源轉換路徑工程經濟評估。

(二)智慧零耗能裝置

研究內容：台灣住商部門能源消耗占總能源消耗近二成，以科技為導向發展經濟上可以負擔的零能耗裝置為住商節能主要發展方向。本項主要目標為研發創新節能材料、工法與技術，並導入人工智慧結合物聯網(AIoT)技術發展能源整合監控設備與技術，以提高能源使用效率。

預定目標：完成可降低 10%能源使用強度(EUI)之新建或既有設施被

動示範場域，以及開發可提升 10%節能效益之創新建節能材料、工法與技術，並開發可節省 5%用電量之智慧需量控制空調系統、人工智慧結合物聯網(AIoT)、能源管理系統等智慧節能技術。

四、 儲能領域

(一)先進二次電池

研究內容：主要目標為建立高安全性及高效能的先進鋰電池及超級電容技術，協助產業持續開拓利基市場。

預定目標：於 109 年完成 250Wh/kg 以上的先進鋰電池技術、膠態或固態電解質室溫導電度 2mS/cm 與庫倫效率高於 99.9%的電解液。

(二)氫能系統

研究內容：主要目標為發展具有高反應活性及低成本之電解器及燃料電池關鍵材料，以降低整體成本。

預定目標：完成非鉑鹼性觸媒技術開發。

五、 系統整合

(一)用戶側電源與用電管理

研究內容：主要目標為結合智慧電網關鍵技術，開發虛擬電廠、自動需量反應及自動調頻/壓等創新服務與商業模式。

預定目標：完成高低壓用戶虛擬電廠聚合商示範場域與商業模式驗證，並整合自動需量反應、電動車智慧充放電與電能管理技術建立與示範。

(二)先進強韌型區域電網

研究內容：主要目標為整合太陽光電與風力發電，開發智慧電網先進管理技術，以強化區域電網強健性，並提供電力系統更具靈活性之即時電力服務與可調度資源。

預定目標：發展綠能輔助服務之通訊協訂與先進管理機制，建置綠能高占比及儲能示範場域，並完成智慧設備管理與強韌電網技術移轉。

(三)智慧能源整合技術國際應用示範

研究內容：主要目標為創新服務與商業模式開發與驗證，加速國內系統技術整合與促進產業發展，期走向國際市場。

預定目標：完成需量反應服務應用及分散式儲能系統(含電動車)或先進配電自動化等技術商品化及國際應用示範。