

政府科技發展中程個案計畫書

審議編號：110-1901-04-20-03

科技部

(科技部前瞻及應用科技司)

「綠能科技聯合研發計畫」

計畫全程期限：110年01月至111年12

目 錄

壹、基本資料及概述表(A003)	3
貳、計畫緣起	10
一、政策依據	10
二、擬解決問題之釐清	11
三、目前環境需求分析與未來環境預測說明	12
四、本計畫對社會經濟、產業技術、生活品質、環境永續、學術研究、 人才培育等之影響說明	36
參、計畫目標與執行方法	40
一、目標說明	40
二、執行策略及方法	43
三、達成目標之限制、執行時可能遭遇之困難、瓶頸與解決的方式或 對策	50
四、與以前年度差異說明	53
五、跨部會署合作說明	54
肆、近三年重要效益成果說明	55
伍、預期效益及效益評估方式規劃	64
陸、自我挑戰目標	67

壹、基本資料及概述表(A003)

審議編號	110-1901-04-20-03			
計畫名稱	綠能科技聯合研發計畫			
申請機關	科技部			
預定執行機關 (單位或機構)	科技部前瞻及應用科技司			
預定 計畫主持人	姓名	楊琇雅	職稱	司長
	服務機關	科技部前瞻及應用科技司		
	電話	02-2737-7531	電子郵件	syyang@most.gov.tw
計畫摘要	<p>本計畫為國家能源轉型政策重點計畫之一，任務是延續第一期(108-109年)綠能科技聯合研發計畫，以沙崙智慧綠能科學城為實體化科研能量之基地，推動國家未來綠能技術持續發展為總體目標，以「綠能創新技術開發」、「綠能應用技術合作」及「策略推動與協調」三分項作為主要推動工作，尋求綠能創新科技技術突破，加速綠能應用技術或產品商業化，並且利用智慧數位化科技，創新能源體系運作模式與效能，匯集與延續學研界科研能量與成果，以期型塑產學研科研聚落，將科研成果銜接進入產業，積極提升產業科研競爭力。</p>			
計畫目標、預期 關鍵成果及其 與部會科技施政 目標之關聯	計畫目標	預期關鍵成果		與部會科技施政 目標之關聯
	O1 推動新能源及再生 能源之科技創新	發表 30 篇論文		強化科研應用 與創新創業， 完善科技創新 生態圈；
		培育及延攬 100 位人才		
		完成 10 件次技術報告及檢 驗方法		
O2 聚焦創能、節能、儲 能與系統整合四大領域 整合之型應用研究	促成 10 件與學界或產業團體 合作研究		強化科研應用 與創新創業， 完善科技創新 生態圈；	
	申請/獲得 10 件智慧財產			
	1. 完成 2 件技轉與智財授權 2. 創能領域：完成開發轉換 效率達到 30% 以上之次世 代/矽晶疊層太陽能電池 技術。 3. 節能領域：工業節能方 面，完成多溫域廢熱回收 發電技術，節能效率大於 20%；開發生質料源氣化			

		<p>能源系統節約 20% 用電量。住商或建築節能方面，開發低耗能建築之智慧能源技術提升節能效益 30%；搭配智慧用電管理專家系統再提升節能效益 10%。</p> <p>4. 儲能領域：完成 280Wh/kg 的先進鋰電池技術，開發提升壽命 1 倍、充電速率 1 倍以上的儲能電池新材料與應用關鍵技術。</p> <p>5. 系統整合領域：建立創能、節能、儲能智慧數位化軟硬體監測、控制與決策解決方案。建置能源體系再生能源滲透率 50% 綠能系統關鍵技術及應用平台。利用人工智慧(AI)技術提升電力系統資源的使用率，以數位化解決方案提升能源系統和用戶側之效率，提升能源效率 3~5%、節電量 5~10%、電能發電總量減少 3~5%、系統電能損失量減少 3~5%、需量反應聚合總量提升 3~5%、尖載抑低量減少 5~8%、削峰填谷量調整 3~5%。</p>	
	O3 型塑產學研科研聚	<p>發表 5 篇論文</p> <p>2 件策略建議</p>	強化科研應用與創新創業，完善科技創新生態圈；
預期效益	<ol style="list-style-type: none"> 1. 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。 2. 創能方面，配合國內未來再生能源大量布建，建立高效率、低成本的次世代太陽能、離岸風力發電及運維創新技術。 3. 節能方面，建立由關鍵零組件開發深化至系統整合型的廢熱回收、生質料源氣化等系統解決方案，推進國內工業及住商節能科技產業自主能 		

	<p>力。</p> <p>4. 儲能方面，建立高安全性及高效能的先進鋰電池技術，協助產業持續開拓利基市場。</p> <p>5. 系統整合方面，開發具電網輔助能力再生能源電廠、進強韌型區域電網、新世代再生能源與電力系統整合平台等創新技術之發展，推動國際應用示範，提供未來再生能源大量佈建與綠能發電高占比時所需之穩定供電所需技術，並支持產業海外發展。</p> <p>6. 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，帶動產業投資風潮，促進國內綠能產業的轉型和升級，創新綠色產業價值鏈。</p>
計畫群組及比重	<input type="checkbox"/> 生命科技 ____ % <input type="checkbox"/> 環境科技 ____ % <input checked="" type="checkbox"/> 數位科技 10 % <input checked="" type="checkbox"/> 工程科技 80 % <input type="checkbox"/> 人文社會 ____ % <input checked="" type="checkbox"/> 科技創新 10 %
計畫類別	<input checked="" type="checkbox"/> 前瞻基礎建設計畫
前瞻項目	<input checked="" type="checkbox"/> 綠能建設 <input type="checkbox"/> 數位建設 <input type="checkbox"/> 人才培育促進就業之建設
推動 5G 發展	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否
資通訊建設計畫	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否
政策依據	<p>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。</p> <p>2. EYGUID-01090513000000：行政院 109 年度施政方針：十三、推動亞洲·矽谷、綠能科技、生醫產業、國防產業、智慧機械、新農業、循環經濟、數位經濟、晶片設計及半導體前瞻科技，以及文化科技創新等產業創新技術；建置學產合作生態圈，以科學園區為區域創新樞紐。</p> <p>3. 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。</p> <p>4. FIDP-20170103010000：前瞻基礎建設計畫：3.1 沙崙綠能科學城-綠能科技產業化技術驗證平台本計畫為國家能源轉型政策重點計畫之一，呼應政府推動「5+2 產業創新計畫」之綠能科技產業策略，奠定我國綠能產業之永續發展利基，促進相關產業轉型或多元發展，以「創能」、「節能」、「儲能」及「系統整合」四大領域創新科研發展，推動研發技術落實與加速產業聚落化，鏈結產學研界及國際團隊，將科研成果銜接進入產業，積極提升產業科研競爭力。</p> <p>5. 此外，蔡英文總統於 2019 年底宣布「大南方、大發展」的區域均衡發展戰略，用聚落帶動發展，規劃完整的產業和生活聚落，並且於 2020 年之總統就職演說提及，在「5+2 產業創新計畫」的既有基礎上，將打造「六大核心戰略產業」，其中要加速發展綠電及再生能源產業，使台灣將成為亞太綠能中心。因此，本計畫以沙崙智慧綠能科學城為實體化</p>

	<p>科研能量之基地，建構綠能科技發展新創生態系，以發揮綠能科技群聚效應，推動產學研之研發技術落實，以期加速產業聚落化。</p>				
計畫額度	<p>■ 前瞻基礎建設額度 110 年度 <u>220,000</u> 千元 111 年度 <u>220,000</u> 千元</p>				
執行期間	110 年 01 月 01 日 至 111 年 12 月 31 日				
全程期間	110 年 01 月 01 日 至 111 年 12 月 31 日				
前一年度預算	年度	經費(千元)			
	109	635,739			
資源投入	年度	經費(千元)			
	110	220,000			
	111	220,000			
	112	-			
	113	-			
	合計	440,000			
	110 年度	人事費	65,000	土地建築	0
		材料費	85,000	儀器設備	40,000
		其他經常支出	30,000	其他資本支出	0
		經常門小計	180,000	資本門小計	40,000
		經費小計(千元)		220,000	
	111 年度	人事費	65,000	土地建築	0
		材料費	85,000	儀器設備	40,000
		其他經常支出	30,000	其他資本支出	0
經常門小計		180,000	資本門小計	40,000	
經費小計(千元)		220,000			
中程施政計畫 關鍵策略目標	以學術創新支援新興產業關鍵技術，帶動創新產業				
本計畫在機關 施政項目之定 位及功能	<p>依據科技部中程施政計畫(106 至 109 年度)之施政綱要「以學術創新支援新興產業關鍵技術，帶動創新產業」，且配合政府「沙崙智慧綠能科學城」之發展，推動「創能」、「節能」、「儲能」及「系統整合」四大領域創新科學發展，以沙崙智慧綠能科學城為實體化科研能量之基地，鏈結產學研界及國際團隊，加速研發技術落實與產業聚落化，以發揮綠能科技群聚效應，將科研成果銜接進入產業，積極提升產業科研競爭力，以期建構科技發展新創生態系。</p>				

		依細部計畫說明				
計畫架構說明	細部計畫名稱	綠能科技聯合研發計畫				
	110 年度概估經費(千元)	220,000	計畫性質	產業應用技術開發	預定執行機構	科技部
	111 年度概估經費(千元)	220,000				
	細部計畫重點描述	以沙崙智慧綠能科學城為實體化科研能量之基地，推動國家未來綠能技術持續發展為總體目標，以「綠能創新技術開發」、「綠能應用技術合作」及「策略推動與協調」三分項作為主要推動工作，尋求綠能創新科技技術突破，加速綠能應用技術或產品商業化，並且利用智慧數位化科技，創新能源體系運作模式與效能，匯集與延續學研界科研能量與成果，以期型塑產學研科研聚落，將科研成果銜接進入產業，積極提升產業科研競爭力。				
	主要績效指標 KPI	<ol style="list-style-type: none"> 1. 創能領域：完成開發轉換效率達到 30% 以上之次世代/矽晶疊層太陽能電池技術。 2. 節能領域：工業節能方面，完成多溫域廢熱回收發電技術，節能效率大於 20%；開發生質料源氣化能源系統節約 20% 用電量。住商或建築節能方面，開發低耗能建築之智慧能源技術提升節能效益 30%；搭配智慧用電管理專家系統再提升節能效益 10%。 3. 儲能領域：完成 280Wh/kg 的先進鋰電池技術，開發提升壽命 1 倍、充電速率 1 倍以上的儲能電池新材料與應用關鍵技術。 4. 系統整合領域：建立創能、節能、儲能智慧數位化軟體監測、控制與決策解決方案。建置能源體系再生能源滲透率 50% 綠能系統關鍵技術及應用平台。利用人工智慧(AI)技術提升電力系統資源的使用率，以數位化解決方案提升能源系統和用戶側之效率，提升能源效率 3~5%、節電量 5~10%、電能發電總量減少 3~5%、系統電能損失量減少 3~5%、需量反應聚合總量提升 3~5%、尖載抑低量減少 5~8%、削峰填谷量調整 3~5%。 5. 發表 35 篇論文、培育及延攬 100 位人才、完成 10 件次技術報告及檢驗方法、促成 10 件與學界或產業團體合作研究、申請/獲得 10 件智慧財產、完成 2 件技轉與智財授權 				
	細部計畫名稱					

	110 年度 概估經費(千元)		計畫 性質	預定執行 機構		
	111 年度 概估經費(千元)					
	細部計畫 重點描述					
	主要績效指標 KPI					
前一年計畫或 相關之前期程 計畫名稱	108-1901-04-18-01：綠能科技聯合研發計畫(1/4) 109-1901-04-20-01：綠能科技聯合研發計畫(2/2)					
前期計畫或計 畫整併說明	108-109 年度綠能科技聯合研發計畫，以行政院「綠能科技產業創新推動方案」之「創能」、「節能」、「儲能」及「系統整合」為策略推動依據，積極鏈結前瞻綠能技術與產業發展，推動研發技術落實與加速產業聚落化，將科研成果銜接進入產業，並以推動國家未來綠能技術持續發展為總體目標。					
近三年主要績 效	<p>本計畫之相關計畫為 108-109 年度綠能科技聯合研發計畫，以行政院「綠能科技產業創新推動方案」之「創能」、「節能」、「儲能」及「系統整合」為策略推動依據，積極鏈結前瞻綠能技術與產業發展，推動研發技術落實與加速產業聚落化，將科研成果銜接進入產業，並以推動國家未來綠能技術持續發展為總體目標，以配合我國綠色能源產業推動。108 年至 109 年 4 月主要績效包含：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 凝聚產學研合作力量，發揮綠能科技群聚效應，共計 136 家企業參與計畫研發，合作企業投資總金額達 169,799 千元。 2. 掌握綠能關鍵技術與成果擴散，提升國際競爭力與能見度，已有 398 篇學術論文發表 3. 培育國家發展綠能之研發後盾，培育綠能科技相關碩博士研究人才達 1,067 人。 4. 建立自主專利技術 42 件與技術轉移 13 件，加速產學合作研究技術開發進程。 5. 協助國內產業取得海外電業規模等級之海外示範計畫實績，共計完成國際示範 2 件。 					
跨部會署計畫	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否					
	合作部會署			110 年度經費(千元)		

			111 年度經費(千元)	
	負責內容			
	合作部會署		110 年度經費(千元)	
			111 年度經費(千元)	
負責內容				
中英文關鍵詞	綠色能源、智慧與數位科技、創新技術、人工智慧、沙崙智慧綠能科學城 Green energy, Smart and Digital technology, Innovative technology, Artificial intelligence, Shalun Smart Green Energy Science City			
計畫連絡人	姓名	翁國鈞	職稱	科技研發管理師
	服務機關	科技部前瞻及應用科技司		
	電話	02-2737-8005	電子郵件	gjueng@most.gov.tw

貳、計畫緣起

一、政策依據

本計畫為國家能源轉型政策重點計畫之一，呼應政府推動「5+2 產業創新計畫」之綠能科技產業策略，奠定我國綠能產業之永續發展利基，促進相關產業轉型或多元發展，以「創能」、「節能」、「儲能」及「系統整合」四大領域創新科研發展，推動研發技術落實與加速產業聚落化，鏈結產學研界及國際團隊，將科研成果銜接進入產業，積極提升產業科研競爭力。

此外，蔡英文總統於 2019 年底宣布「大南方、大發展」的區域均衡發展戰略，用聚落帶動發展，規劃完整的產業和生活聚落，並且於 2020 年之總統就職演說提及，在「5+2 產業創新計畫」的既有基礎上，將打造「六大核心戰略產業」，其中要加速發展綠電及再生能源產業，使台灣將成為亞太綠能中心。因此，本計畫以沙崙智慧綠能科學城為實體化科研能量之基地，建構綠能科技發展新創生態系，以發揮綠能科技群聚效應，推動產學研之研發技術落實，以期加速產業聚落化。本計畫之重大政策依據如下：

(一)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。

(二)EYGUID-01090513000000：行政院 109 年度施政方針：十三、推動亞洲·矽谷、綠能科技、生醫產業、國防產業、智慧機械、新農業、循環經濟、數位經濟、晶片設計及半導體前瞻科技，以及文化科技創新等產業創新技術；建置學產合作生態圈，以科學園區為區域創新樞紐。

(三)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

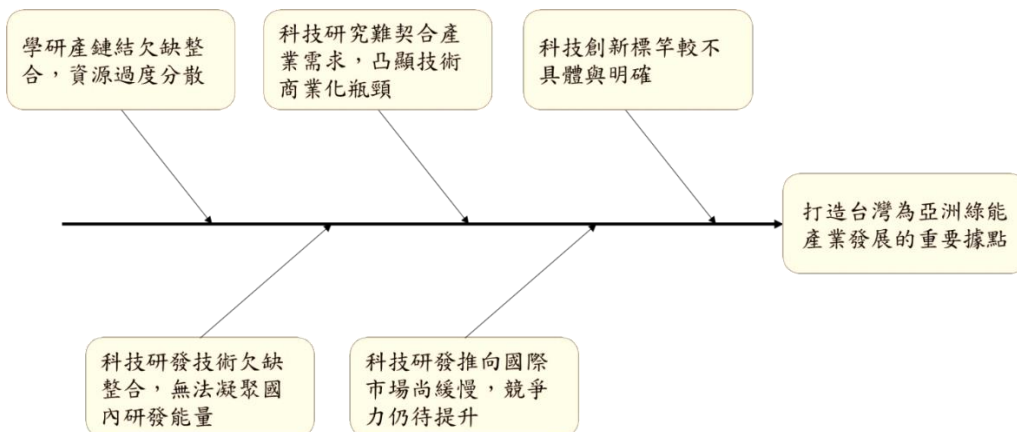
產業需求帶動研發能量，以研發能量驅動產業發展」的發展目標。

(四)FIDP-20170103010000：前瞻基礎建設計畫：3.1 沙崙綠能科學城-綠能科技產業化技術驗證平台。

二、擬解決問題之釐清

為因應全球氣候的變遷，再生能源大量布建與能源系統數位化，國際先進國家皆尋求有效率的使用能源，紛紛提出新能源之方案，創新綠能科技將驅動能源轉型持續發展。據此我國政府提出於「2025年再生能源發電量占比達20%之」目標，各項能源基礎建設陸續展開，開創產業創新發展之契機，考量台灣長期用電需求之成長，再生能源發電量仍須隨之成長，甚或提高發電比率，凡此需求，亟需產學研界提供可能性的解決方案，以為未來公共決策儲備更多選項。

台灣科研要如何突破重圍、異軍突起，成為亞洲綠能產業發展重要據點，本計畫期透過整合國內學研與國內產業的資源，解決目前所面臨的重點課題，包含(1)學研產鏈結欠缺整合，資源過度分散；(2)科技研發技術欠缺整合，無法凝聚國內研發能量；(3)科技研究難契合產業需求，凸顯技術商業化瓶頸；(4)科技研發推向國際市場尚緩慢，競爭力仍待提升；(5)科技創新標竿較不具體與明確。本計畫未來將以解決上述問題為首要目標，並積極支持國家能源轉型相關計畫，建構臺灣未來綠能科技願景，持續推動支援基礎創新研究、產學研鏈結等任務，讓國內的產業創新蓬勃發展，實現「亞洲綠能產業發展重要據點」的目標。



三、目前環境需求分析與未來環境預測說明

全球能源轉型正在加快步伐，但仍以再生能源(Renewable Energy)、電氣化(Electrification)和能源效率(Energy Efficiency)為中心，加速推動的腳步。國際再生能源機構(International Renewable Energy Agency, IRENA)所提之 2019 年全球能源轉型：邁向 2050 年藍圖(Global energy transformation: A roadmap to 2050)指出，到 2050 年，電力可能成為中央能源載體，最終能源消耗占比將從 20% 成長至近 50%，因此，總電力消耗將增加一倍以上，而再生能源將能夠提供全球大部分電力需求(86%)，其中電力需求增加的主要驅動因素是電動汽車數量超過 10 億、加熱用電量增加以及再生氫氣的出現導致，總體而言，再生能源將提供三分之二的最終能源來源。

具有再生能源的電氣化設施可以立即減少與能源相關的二氧化碳排放，同時也使得基於化石燃料的替代品更便宜，降低當地空氣污染與增加健康福利，帶來積極的社會經濟效益，成為建立連結與數位化經濟和社會的關鍵推動因素。當與再生能源配合使用時，電氣化設施與能源效率具有密切相關，進而降低整體能源需求。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。下列為檢視全球先進能源轉型國家之綠能科技發展相關策略。

(一)芬蘭以數位化解決方案及多元轉換支持能源轉型

芬蘭面對(1)因應氣候變遷能源供應多元化；(2)交通、工業及熱能化石能源使用；(3)即時管理複雜分散能源；(4)強化系統韌性及網路威脅；(5)半年冬季少陽光少風等挑戰；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)等能源轉型主軸，達成 100% 再生能源、減少化石能源使用等藍色電力(Blue Electricity)願景。

相對於綠色電力，藍色電力(Blue Electricity)是指低空氣汙染的方式所產生的電力，藍色是象徵藍色的天空。區域發電(Regional Generation, RG)是指不同區域中的大型發電廠，這些電廠可能是燃煤

電廠、核能電廠、天然氣發電廠、大型陸上或離岸風場、大型太陽能電廠，其規模通常是數百 MW 到 GW。電力系統操作(Power System Operation)是指傳統上大型電力系統都受到電力調度中心按用戶的電力需求的統一調度大型發產廠的發電。

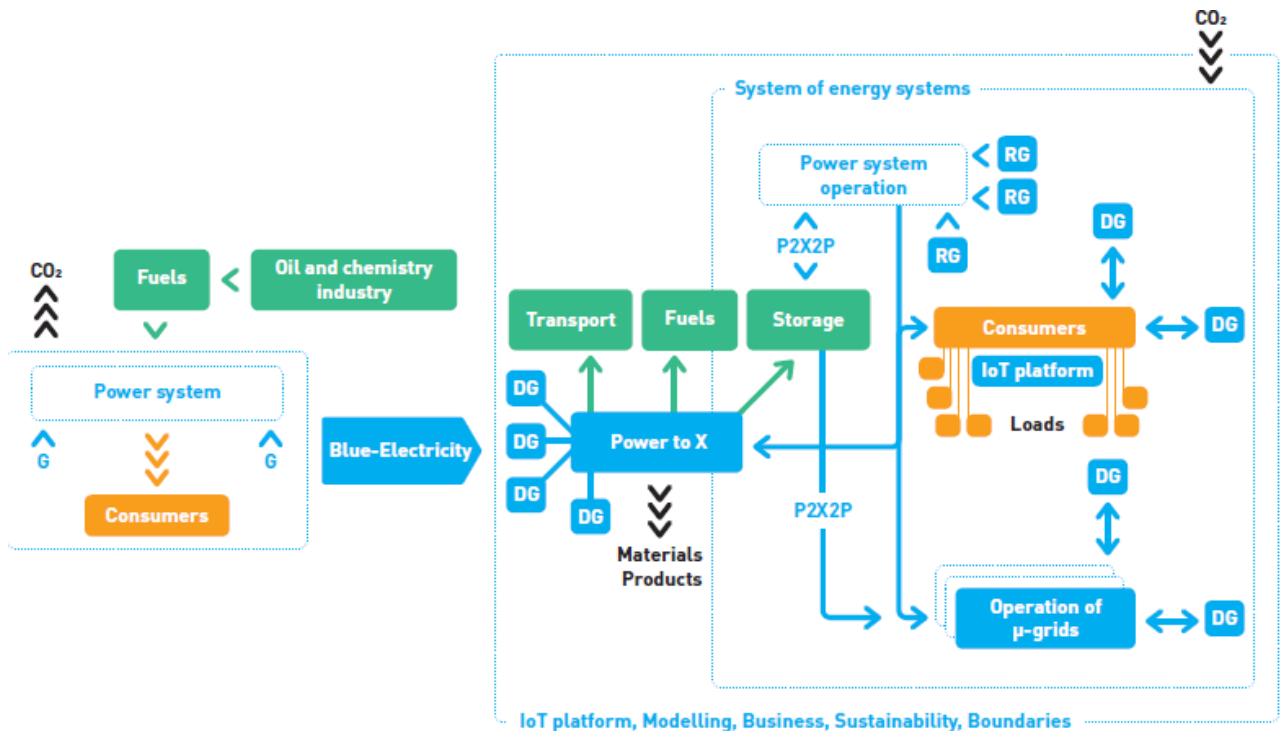
由於電力的來源有可能是太陽光能、風能或是生質能等等，其規模通常是數十 kW 到數十 MW，分散式發電(Distributed Generation，以下簡稱 DG)所發出的電力透過電力多元轉換技術(Power to X)轉換成為交通載具所需燃料、所一般燃料、或轉換為其它物質作為能源儲存之用。X 是任何一儲存能量的物質，例如水電解為氫(H₂)加氧(O₂)的過程，在此過程氫(H₂)就為 X。氧(O₂)則是附加產生的物質(Materials Products)。氫可以成為氫能車輛燃料，或是變成產生熱能的燃料，或使儲存起來變成儲存能量的能源載體。

P2X2P 為英文 Power to X, X to Power 的縮寫，Power to X 表示電力轉換為能源載體例如氫(H₂)，X to Power 則是利用能源載體例如氫(H₂)發電，例如直接將氫在燃氫渦輪機中燃燒產生電力，或是將氫透過燃料電池發電。這表示可以自由地從電力系統中在電力過剩時轉換為能源載體，將多餘能量儲存起來或是在電力系統中能量不足時，將能源載體中的能源轉換成為電力供應到用戶。

電力系統中電力用戶(Customers)的電力需求是能源系統主要負載(Load)來源。未來電力用戶(Customers)的資訊都會透過物聯網平台(IoT Platform)整合起來，讓所有用戶的電力使用行為變的更具有可預測性和控制性，並接受主要電力系統整體調度。由於未來電力用戶分散式發電(DG)發電成本也可和主要能源系統的電力供應成本競爭，因此用戶也都會設置分散式的發電設備。

電力系統中所存在的微型電網的電力調度(Operation of μ -grids)，微電網的電力來源主要是微電網的中分散式電源(DG)，由於平時併接與主要電力系統，因此也需要受到主要電力系統的一起協同運作，此時電力供應同時來自於主要電力系統及微電網中的分散式電源(DG)供

應電力。但是微電網也要準備足夠的發電設備在主要電網故障時滿足自己的電力需求。



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

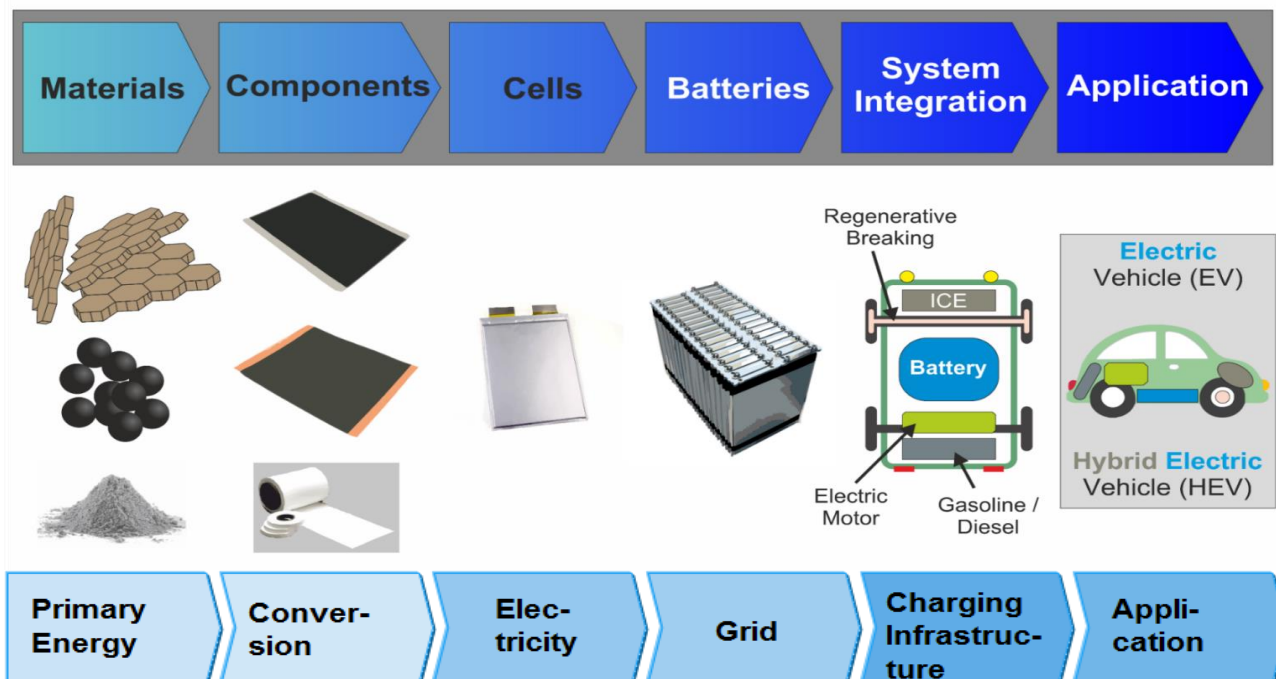
圖 1、芬蘭推動藍色電力發展願景的能源科技架構

未來的能源系統再也不是分開的獨立系統，例如現在各自獨立的瓦斯、電力、生質能源、工廠的自用發電設備、用戶用電調整資源。未來這些能源系統都會進一步整合成一個整體協同運作的系統。此由多個能源系統所組成的系統稱為能源系統的系統(System of Energy Systems)，此運作需要靠更多物聯網平台、模擬、商業模式、環境擁護和整合界面 (IoT platform, Modelling, Business, Sustainability, Boundaries)的創新共同運作。

(二)德國發展鋰電池技術維持車輛產業優勢

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。



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

圖 2、德國車載儲電技術價值鏈

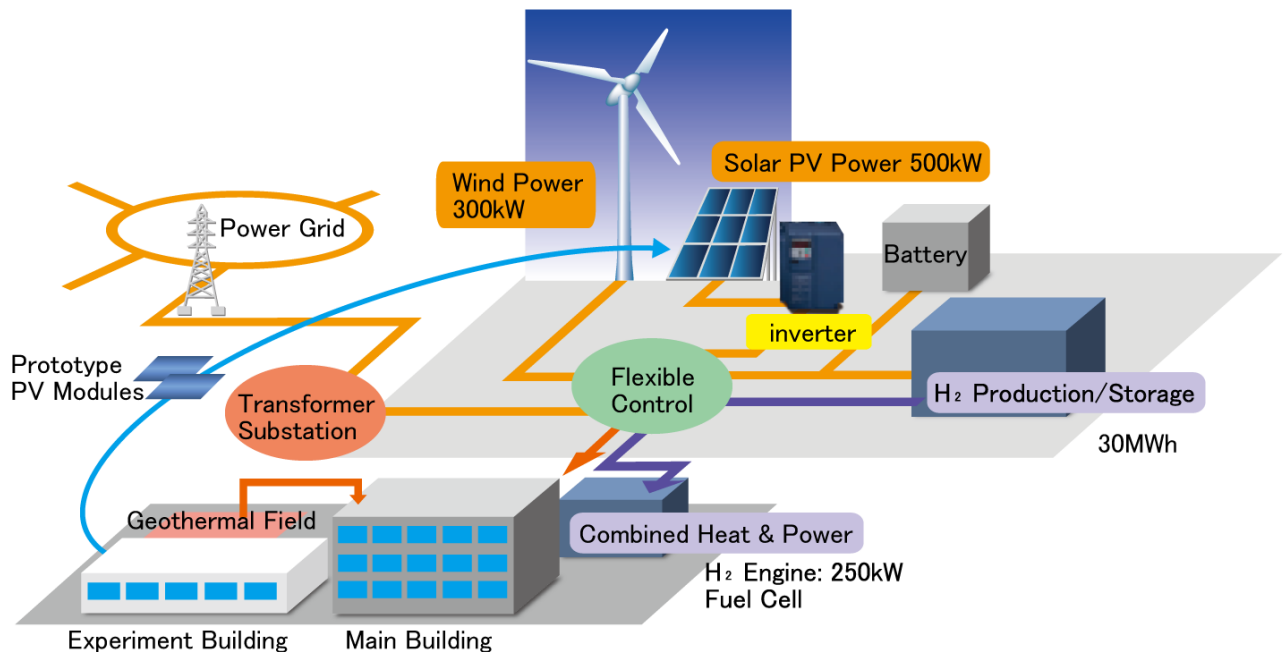
對於車用電池而言能源密度的提高可增加續航的距離，而高效電池功率密度可在加速的過程快速的輸出功率或快速回充煞車能源，這些也都將成為車載用電池未來的研發走向。電池產業的價值鏈從礦物、原材料、電池芯、電池、系統整合到應用。車用電池未來技術突破重點大概可分為以下五點：(1)材料發展，電池芯技術(電池芯封裝概念，材料最佳化)；(2)第四代電池創新電池概念(後鋰電池技術材料、電池芯)；(3)安全性及測試方法(電池系統安全性功能、碰撞反應、運輸安全)；(4)耐久性，模組化及分析(耐久度測試、電池模組電化學反應)；(5)量產製程技術(製程概念、創新技術工法、品質管理)。

(三)日本以再生能源與氫能建構永續社會的技術策略

日本對應高再生能源滲透率以再生能源網絡及氫能載體(電解)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)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。

再生能源網絡以多樣化的分散式電源作為區域的能源供應及調度設施。其中發電設備包含 300kW 的風力發電(Wind Power)、500kW 的高效能太陽光發電(Solar PV Power)、鋰電池搭配變流器作為數小時至一日短周期的電力調度系統、電解產氫設備(H₂ Production/Storage)將電力轉換為氫能做為較長周期的儲能設備、250kW 的燃料電池(Fuel Cell)與氫能發電機(H₂ Engine)轉換氫能做為供應熱能與電力(Combined Heat & Power)，能源彈性控制設施(Flexible Control)，靈活調度控制透過變電所(Transformer Substation)所供應的外部電力和現地所設置的各種分散式電力設施的能量供應內主要大樓和實驗大樓。當地的地熱資源(Geothermal Field)則直接提能量給主要大樓節約空調所需能量。



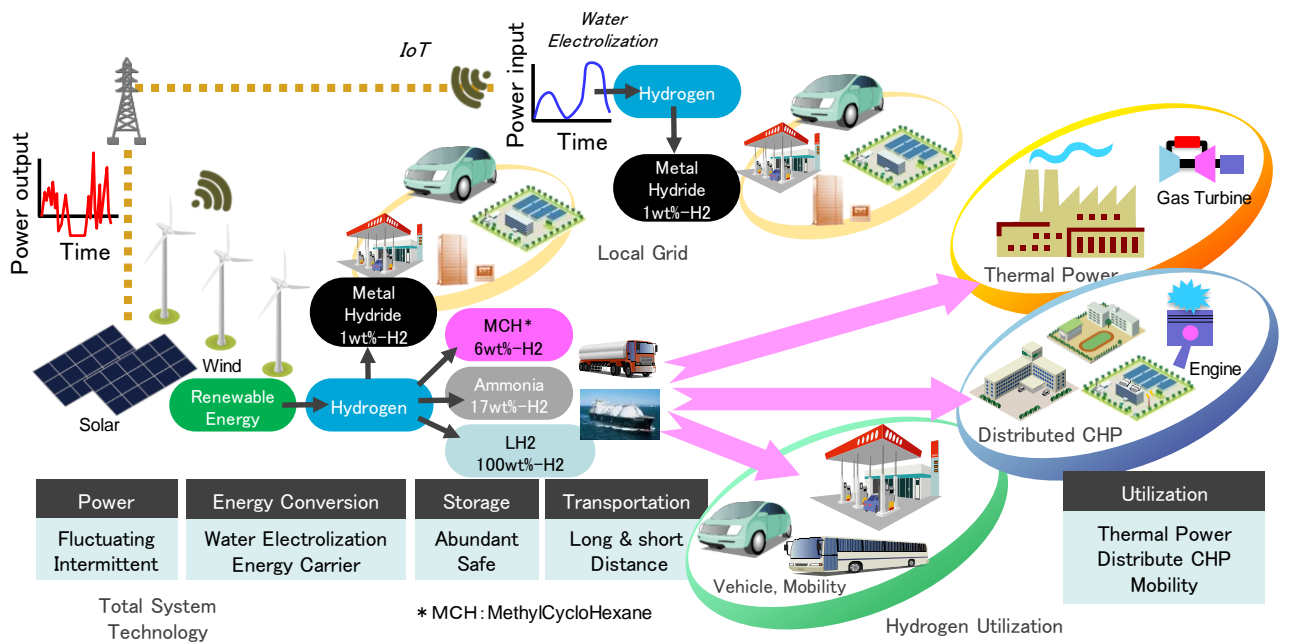
資料來源：福島再生能源研究所(Fukushima Renewable Energy Institute, AIST, FREA)(2018年)。“Research and Development of Renewable Energy and Hydrogen Energy in Fukushima Renewable Energy Institute, AIST”。

圖 3、日本再生能源技術策略

氫能載體(電解)強化系統整合方面，著重在以氫能源為能源載體，

實現 100% 再生能源社會。在電力系統應用部分(Power)重點在處理再生能源電力供應的變動性與間歇性(Fluctuating Intermittent)、在能源轉換(Energy Conversion)方面則是發展水電解(Water Electrolization)和能源載體(Energy Carrier)技術、在能量儲存方面則是大量能源儲存的安全性(Abundant Safe)、在能源傳輸方面(Transportation)則是在短距離與長距離輸送(Long & short Distance)、在使用方面(Utilization)則是包含熱能(Thermal Power)、分散式汽電共生(Distribute CHP)、移動載具(Mobility)，前述各種技術組成所謂全系統技術(Total System Technology)。

在實際的應用情境上，當電力系統中布建大量的太陽光電(Solar)與風力發電(Wind)，當這些再生能源設備所發出之電力(Renewable Energy)超過電力系統上的電力需求時，更多的再生能源電力就可以透過水電解製氫技術將能量轉換成為氫(H₂)，這樣的能量轉換透過物聯網(IoT)串聯應用為主要電網或區域電網(Local Grid)。大量的氫能依據不同的使用規模採取不同的能源載體輸送能量。固態合金儲氫(Metal Hydride) 儲氫的能量密度為 1wt%(即每公斤儲氫材料可以儲存 10 克氫氣)。利用有機化學氫化物方法(OCH)利用甲基環己烷(MCH, Methylcyclohexane, C₇H₁₄)和甲苯(C₇H₈)間轉化儲存氫，儲氫能量密度為 6wt%(即每公斤儲氫材料可以儲存 60 克氫氣)。利用氨儲氫能量密度為 17wt%(即每公斤儲氫材料可以儲存 170 克氫氣)。若以液態氫(LH₂)方式儲氫能量密度為 100wt%。合金儲氫比較適合於短距離氫能運輸或儲存，其它方案則可應用於陸上或甚至海上大規模氫能運輸。

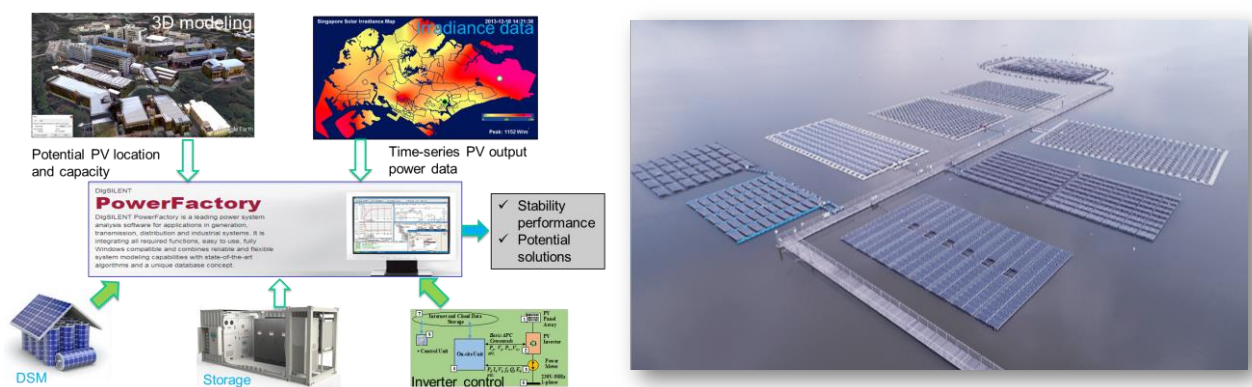


資料來源：福島再生能源研究所 (Fukushima Renewable Energy Institute, AIST, FREA)(2018 年)。”Research and Development of Renewable Energy and Hydrogen Energy in Fukushima Renewable Energy Institute, AIST”。

圖 4、日本氫能建構永續社會的技術策略

(四)新加坡全力發展太陽光電技術擴大應用

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。



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

圖 5、新加坡擴大太陽發電之技術策略

由於新加坡面積有限，因此很重視在現有環境條件下，極大化再生能源發電的可能性。因此重視不同建築物能與太陽光電裝置結合方式，並考量日照的情形對建築進行 3D 模式分析；同時發展薄膜結構型太陽能板，以與建築物做更好的搭配與結合。另外也重視太陽能電網整合(PV Grid Integration)，透過電網模式、時間序列方法推算欲達到目標電量下，所需之太陽能裝置數量，並需系統穩定性和獲利性上取得平衡。在發電效率提升方面，發展薄膜結構型太陽能板，透過堆疊太陽能電池方式，將其發電效率提高 30%。隨著都市化發展而土地減少，太陽能光電板整合建材(Building Intergrated Photovoltaic, BIPV)技術與浮動太陽能裝置都是可以發展的技術。

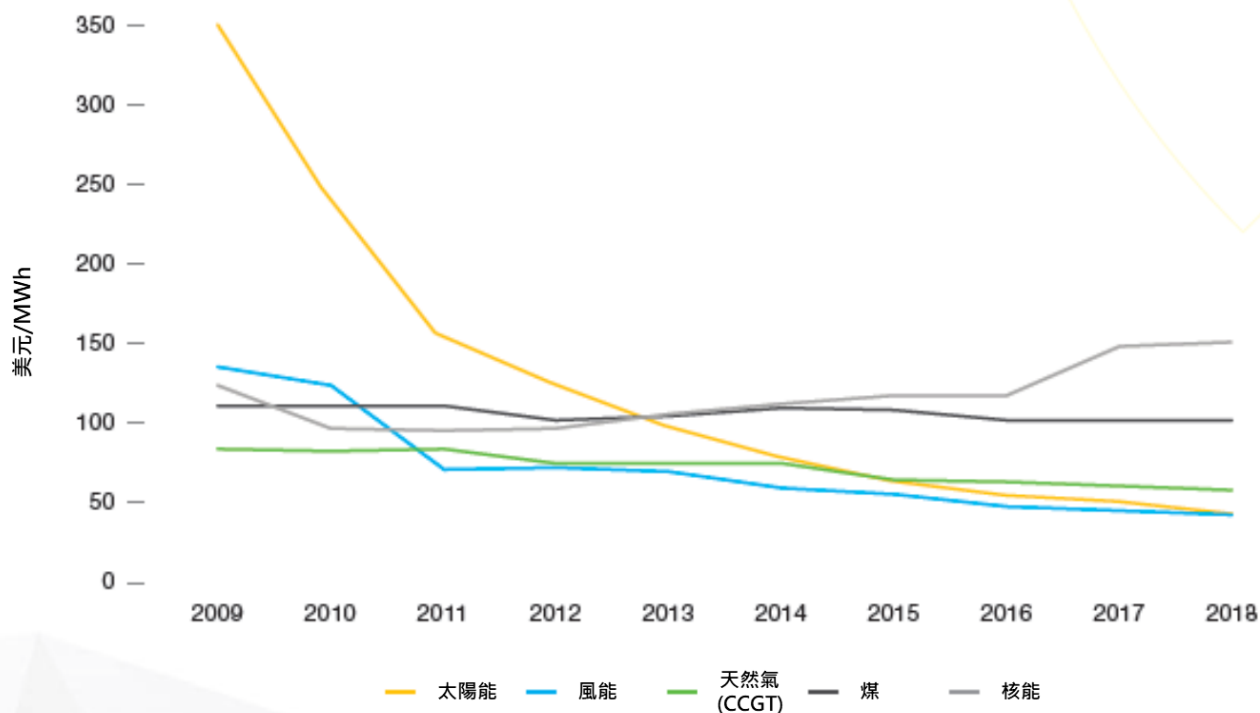
綜觀上述國際綠能科技發展方向，配合「綠能科技產業創新推動方案」推動「創能」、「節能」、「儲能」與「系統整合」四大領域為類別，分別描述各領域技術發展方向。

(一)創能領域

創能係指擷取太陽能、風力能、生質能與地熱能等再生能源並用之於發電，其中太陽光電相對於其他再生能源市場近年來持續增長，全球迅速發展，由於其對於個人用戶而言更加容易取得，且多數民眾有能力負擔，占有成本優勢。太陽光電資訊傳遞平台 PV Europe 指出，從 2019 年到 2026 年，太陽光電市場預計將以 20.5% 的複合年增長率提升，並於 2026 年底達到 2,233 億美元。

根據 SolarPower Europe 於 2019 年發布之全球太陽能市場展望報告中，從 2009 年開始，太陽能發電成本相對於其他能源之發電成本大幅下降，而約至 2013 年太陽能發電成本甚至低於新建之核能發電廠及燃煤發電廠之發電成本，如下圖所示。一般而言，在發展中國家的太陽能價格會遠高於在經濟政策穩定且信用等級較高的國家，然而隨著來自國際貸方的支持，包含發展融資機構等方式，促使太陽能發展之相關風險於發展中國家大幅降低，進而帶動太陽光電產業於全球蓬勃

發展，亦促進研究人員持續投入太陽能相關技術項目創新研發。



資料來源：SolarPower Europe(2019)。Global Market Outlook For Solar Power。

圖 6、2009 至 2018 年太陽能發電成本與其他能源發電成本之比較

由於太陽光電在運行期間並無噪音、空氣或有害物質之汙染，有助於減少整體溫室氣體排放。其主要透過半導體材料、矽、化合物半導體(Compound Semiconductor)或薄膜系統(無機或有機)為材料之太陽能電池，將太陽能轉換為電能。當前研究顯示，太陽光電適合實現安全、經濟、永續及可靠之目標，並減少因太陽輻射變化而引起的電網變化性。因此，太陽光電技術被視為能源轉型的核心要素。

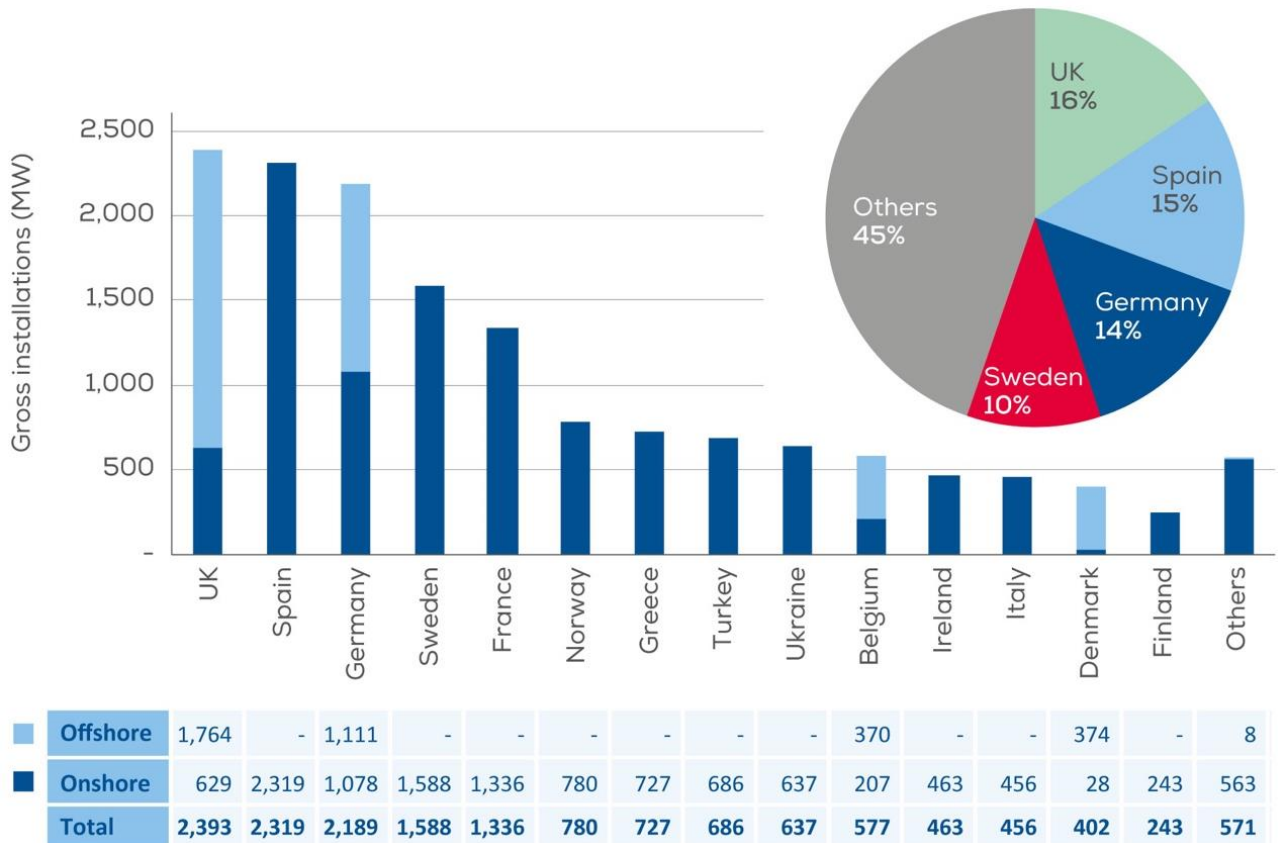
有別於現有技術，新的太陽光電材料在製造及加工方面大多可以彈性生產，並在材料的使用、製造及加工方面具有成本效益。然而，有些技術在其使用壽命或效率方面仍存在缺點，因此相較於現有技術，具有不同的應用領域。例如，開發以晶體矽(例如與鈣鈦礦半導體組合)或薄膜太陽能電池為基礎之高效串聯太陽能電池可進一步提高效率。在選擇太陽光電材料時，必須盡可能避免在製造過程中使用對生物健康及生態環境有害的材料。此外，使用後的太陽光電系統若能完善回收，可使系統更具永續性，並達到環保效益。

自 2000 年代以來，太陽光電市場以每年平均 30% 以上的速度增長。持續發展的生產技術是促使太陽能發電成本下降的主要因素。在嚴峻的國際競爭背景之下，研究工作對於在高產品品質的基礎上不斷發展，同時開發先進的創新技術和生產技術至關重要。研究目標必須適應動態且競爭的環境，並以下列幾個方面為目標：(1) 具有競爭力的太陽光電產業以及成功的全球能源轉型，需在整個價值鏈中利用節約成本的潛力，同時提高產品品質。即代表不斷提高效率 and 生產率、減少使用的資源和空間、延長使用壽命，並讓系統使用後的修復更加簡單；(2) 開發新材料及技術，並驗證其成本效率。與此同時，需開發工業產能生產(從原材料到太陽能電池、模組再到系統)，以利用規模經濟，並考量資源效率和環境永續性。

離岸風電亦為未來各國發展重點之一，為減少溫室氣體排放量以及因應未來新的電力應用(電動車、熱泵等)將產生額外的電力需求，需進一步擴大風力發電發展，並使風電價格具競爭力。歐洲尤其針對離岸風電產業進行全面性規劃，依據 WindEurope 統計指出，歐洲在 2019 年安裝 15.4GW 的新風電容量，相較 2018 年高出 27%。歐洲現擁有約 205GW 的風能容量，而 2019 年風能消耗電力占歐盟總電力的 15%。

如下圖可看出，歐洲 2019 年有關海陸風機建置，英國位居第一，

占比達 16%，總電量高達 2.4GW，遠超過其他歐洲國家，其中 74% 為離岸風機、26% 為陸上風機裝置。其次為西班牙達 15%，是從 2009 年以來最高總電量紀錄。德國則排名第三達 14%，相對過去兩年總電量大幅下降。



資料來源：WindEurope(2019)。Wind energy in Europe in 2019。

圖 7、歐洲 2019 年建置風能概況

風力發電為橫跨製造、施工、運營及電網管理領域的跨學科合作產業，其具有相當低的溫室氣體排放量。德國聯邦經濟事務和能源部 (Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, BMWi) 於 2018 年出版的能源研究計畫中預計風力發電 2030 年相比 1990 年能減少溫室氣體排放量達 55%。由於(1)為減少溫室氣體排放量；(2)因應未來新的電力應用，例如電動車、熱泵(Heat Pump)等將產生額外的電力需求；(3)風力發電之發電量占比不斷增加促使整體電力需求增加，需擴大發展風力發電。

此外，為實現可靠、可負擔及且環保的能源供應，應持續朝向降低發電成本及提升風電可靠性之方向，設立更強大、可靠、具有更高容量因數(Capacity Factor)的風場，並促使風電價格具有競爭力。再者，改善風機的安裝概念亦有助於成本降低，例如藉由模組化、建立標準等。

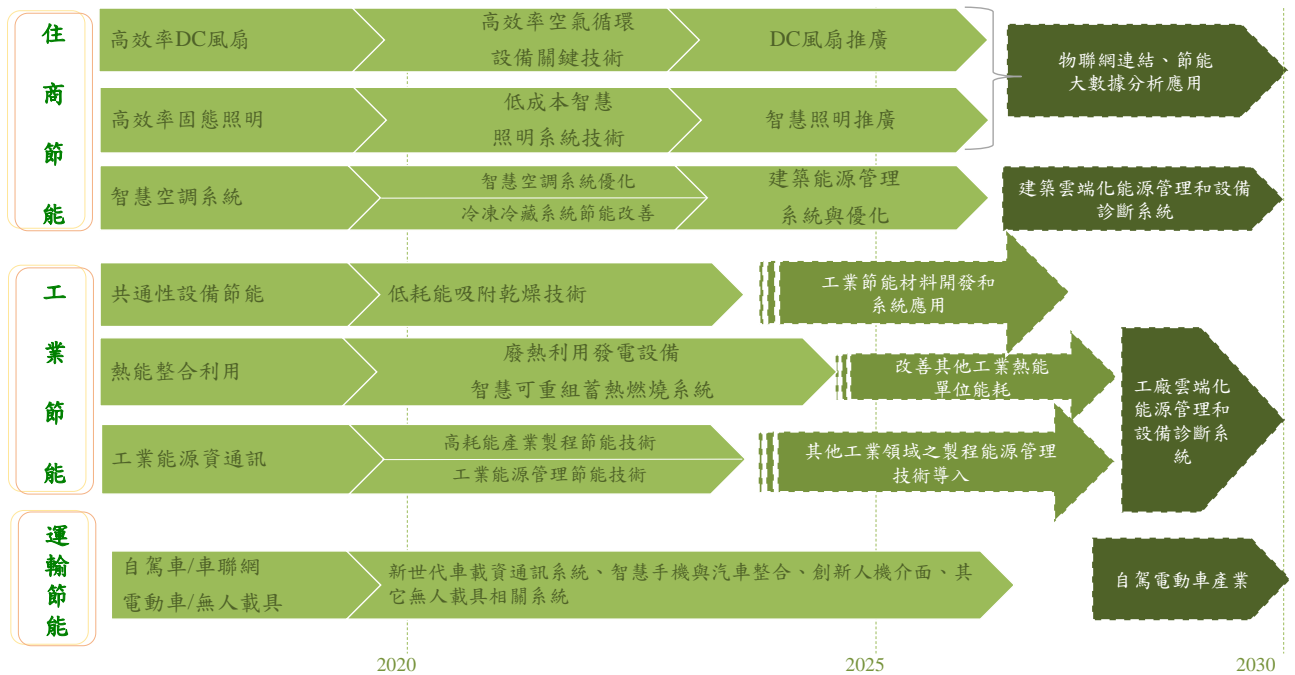
未來風力發電廠的投標結果趨向於降低電力成本，且新一代的風機正積極朝向增加容量因數之方向發展。由於風機規模(特別是離岸風機)預期持續增長，需有相應的設施建設，這樣的發展將影響現有的設施，或是需加強設施建設。此外，離岸風電與海運業的部分運作雷同，因此在船廠中關於海事結構建設的專業知識可應用於離岸風力發電廠的建設，特別是在運營階段。再者，發展風力發電能提供可靠的就業機會，促使海事結構建設相關專業人員獲得新的就業機會。

(二) 節能領域

受到全球暖化問題日愈嚴重，能源使用成本不斷攀升之影響，降低能源使用成本與管理溫室氣體排放，已成為當前企業落實永續發展之必要策略。「巴黎協定」為全球開啟低碳時代，朝向溫控攝氏 1.5 度內的新里程碑，節能減碳成為全球必須面對的問題，節能可提升能源效率是達成能源安全、經濟發展和環境永續政策目標的首要措施，提升能源效率可重新塑造能源系統，減少能源進口、降低尖峰需求與用戶能源支出。

因此為彌補產業節能技術缺口，使其得以因應各項節能規範與法規逐步擴大與加嚴，我國未來節能領域發展重點方向將著重於強化工業、住商與運輸節能科技，提高能源利用率，達成節約能源與產業發展雙贏目的，同時協助並發展產業化技術，並進行示範應用，銜接基礎研發，進行場域示範與商品化量產，以符合我國未來節能規範與產業發展需求之創新應用，我國各部門 2020 年至 2030 年節能領域技術

發展方向與重點如圖 8 所示，其中本計畫 2019 年在住商節能方面已持續投入於開發如智慧空調系統優化與建築能源管理系統與優化，工業節能方面著重於廢熱利用發電設備、工業能源管理節能技術等，以及運輸部門投入於電動載體核心整合技術(三電系統)等，各部門技術發展現況與未來趨勢將說明如後。

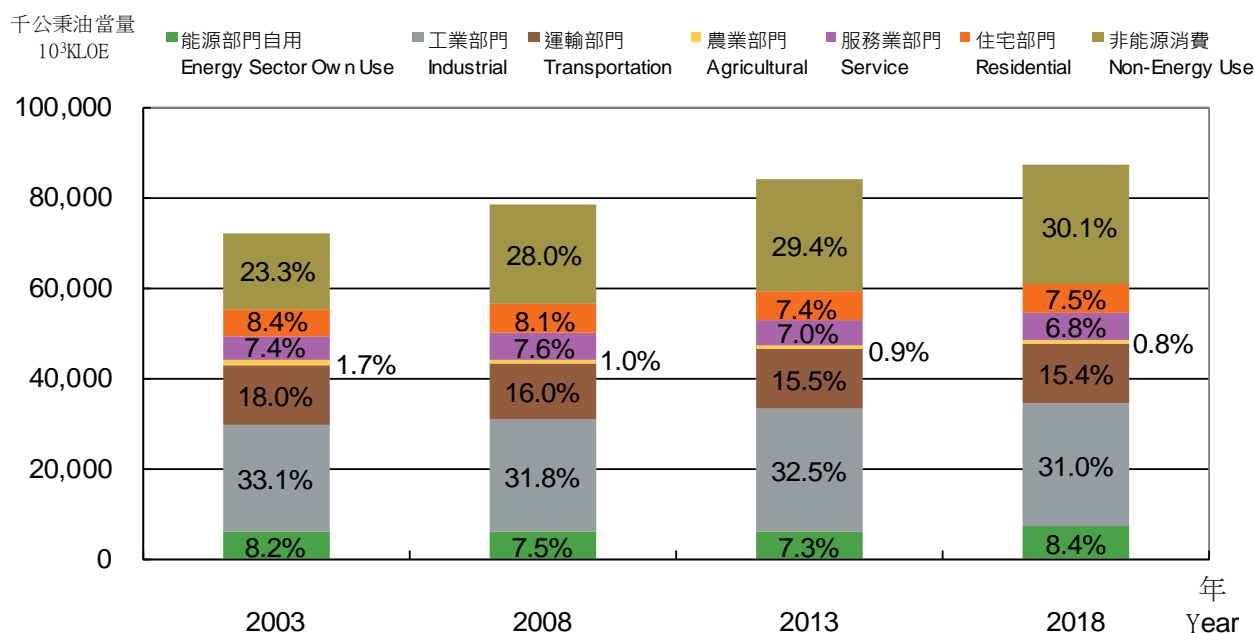


資料來源：第二期能源國家型科技計畫(2018)。總期程結案報告。

圖 8、我國綠能科技於節能領域之發展方向

1. 工業節能

在工業節能方面，近年來台灣工業部門占總能源消費約 1/3(如圖 9)，是各能源消費部門占比最大的部門，在我國 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的情況下，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。因此在工業節能技術深化方面，應進行重點耗能產品之節能技術研發，發展具前瞻性及創新應用之節能技術，並結合人工智慧(AI)，以使能源管理最佳化。



資料來源：經濟部(2018)。能源統計手冊。

圖 9、各部門能源消費比例

在工業領域中，許多高溫製程仰賴化石能源燃燒，進而導致廢能的產生為共通性現象，而提高熱能轉換與使用效率為落實節能之關鍵，不同的設備及不同溫度的廢熱回收，需要不同的技術來達成高效廢能回收的成效，因此在彈性氣化與應用技術、超臨界動力循環關鍵技術方面，透過開發整合技術，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，將對耗能較高的工業體系，達到較高的節能成果。

而在工業新燃燒技術上，工業領域中鍋爐及渦輪等燃料系統的燃燒效率，雖然已屬高效率，但在現今的新燃燒技術的引入，例如富氧或貧氧及二氧化碳的整合應用，有可能提高效率的新燃燒技術，此外，透過改善燃燒設備，如製程加熱設備及工業鍋爐等相關節能技術及應用發展，將有利於現有工業的能耗降低，以達到工業節能的目標。

關於智慧化節能監控技術，工業能耗的問題，常不屬於單一設備的耗能上，多屬於整個環境調控影響下的整體能耗結果。因此，強化智慧化監控工業製程產線能耗的技術，並利用空調、照明、及相關環境控制系統，以達到工業節能的目標，即成為未來重點發展方向，以解決現有場域問題為主，提高能源使用率，達到整廠輸出的節能技術轉移。

在新冷媒材料與空調系統方面，目前國際間已經有使用 R1234yf, R1234ze 等低溫室效應係數(Global Warming Potential, GWP) (<2)冷媒或其混合冷媒(如 R513A)的冰水機系統測試，含低 GWP 冷媒的混合冷媒雖然 GWP 較純 R1234yf 高，但可以兼顧安全性。未來將主要針對新冷媒的關鍵環保材料開發，開發 GWP 之新冷媒流體，用以取代現有冷媒，並評估及使用於冷凍空調系統，達成節能及環保的目標。

2. 住商部門

住商部門的主體為建築節能，因為建築物是經濟體中最大能源消費區塊，消耗全球 1/3 能源及一半電力，建築領域所消耗的能源有持續成長趨勢，如此將對能源系統造成壓力，因此全球發展綠建築之首要目標為降低建築能耗，以智慧化方法節能，盡量降低節能投資的投資報酬率(Return on Investment, ROI)，然而觀察國際趨勢，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，主要研發創新節能材料、工法與技術，升級和應用創新的儲熱技術、獲取可再生能源和周圍熱能、更高效和綜合的建築服務技術以及持續性或甚至適應性的隔熱技術，並導入人工智慧結合物聯網(Artificial Intelligence of Things, AIoT)技術發展能源整合監控設備與技術，以提高建築能源使用效率。

在台灣工商業建築整體用電量與用電特性方面，根據能源局

2019 年資料顯示，台灣工業用電與商業用電占整體用電量的 53% 及 20%，其中空調占用電量約 30%-50%，因此在住商部門的供熱和製冷方面，將著重於智慧空調系統優化，若利用再生能源搭配各種不同空調系統，並依據當地氣候及地理條件，開發一智慧型零碳空調系統，將可達到低電量或零耗能空調之目標。

在智慧零耗能裝置開發方面，將來低耗能建築主要追求永續發展、節能、綠能的建築，但建築從設計、建造到營運所需營運經費龐大，生命週期時程長，亟需高精確且容易操作之工具，需透過先進智慧化技術引進於建築營運管理系統中，降低營運成本與時程，以提升能源智慧用電管理、電力品質、感測器及照明耗能優化等技術，並進行再生能源配置優化及技術整合效益之評估，導入深度學習與人工智慧，發展智慧節能監控技術達成系統節能，完成具有最佳自主式控制技術之智慧型電能管理專家系統，以達到建築節能之目標。

3. 運輸部門

全球主要溫室氣體中，二氧化碳排放量占 76%，而台灣在公路運輸上，從 20 年內二氧化碳排放量增加高達 30.2%，其中國內移動污染源之 PM2.5(含衍生性)排放來源占 27.5%。因應全球暖化與空氣污染，各國逐步宣告終結傳統內燃機引擎車輛的使用，並以促進電動載具作為發展目標。

台灣在電動載具關鍵零組件的產業發展是有極大的發展潛力，特別是電池及驅動模組部分，再加上國內半導體產業在全球的優勢，如果可以將關鍵技術藉由產學研合作，將有助於電動載具相關技術在台灣深耕，創造另一個世界級產業。但目前我國在前瞻儲能/鋰電池材料與高效率驅動元件及模組之技術開發上，較缺乏可達到車輛/載具應用所需之系統層級研發技術與驗證測試，未來可著重於以電

動載具的三電系統(電機、電控及電池系統)作為研發成果驗證之標的，鏈結跨領域合作的平台，落實永續科技技術研發產業化之目標，以期協助國內相關產業提升國際競爭力與能見度。

在電動載具核心系統部分，目標以(鋰)電池開發結合電力控制系統以及驅動系統(馬達)的核心整合系統技術研發為主，並實際作為產業運用驗證，發展重點將包含高密度電池應用技術，以超越現有商用規格，從正負極材料及電解液成分為主，提高電池能量密度，亦發展前瞻快充電池材料技術，建立應用於快充電池材料與製程的開發，進行電動載具快充效能的極速化技術開發。最後再以高效率驅動元件及模組開發，以 SiC 或 GaN 為主，開發超越現有 Si 為主的高效率驅動元件，並進行前瞻封裝技術研究，完成驅動模組開發，以利未來量產機會。

(三)儲能領域

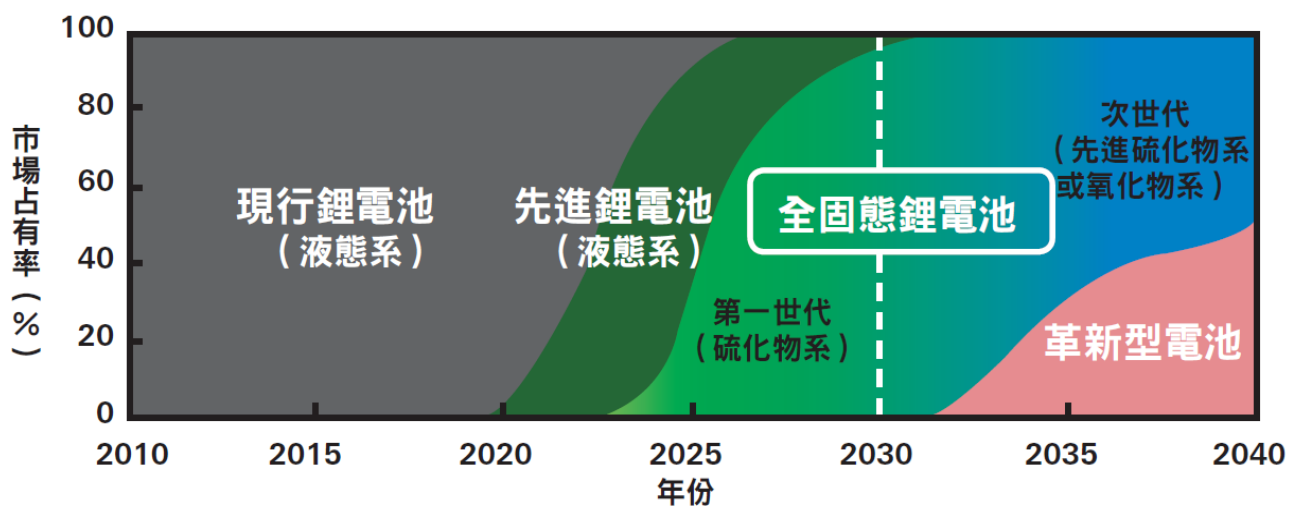
電能儲存設備是使未來能源系統更加靈活的重要組成，有助於增加額外的再生能源占比，以及確保電力供應安全，因為儲能設備可以快速回應波動並穩定電網。儲能設備可用於廣泛領域，如在公用電網方面，電能儲存設備提供輔助服務；在電動車輛方面，儲能設備自身或與燃料電池組合成為動力傳動系統以提供電能；在建築物、社區或工廠方面，儲能設備有助於增加自我消耗且有助於能源管理；在風能和太陽能發電案場方面，儲能設備可以通過延遲供電以提高效率，並且可以通過避免縮減輸出以增加再生能源的產生。

上述案例皆是跨領域耦合展現，即是整合再生能源以及整個能源系統的效率。這需要具有特定且優化屬性(尤其是性能、容量、重量或體積能量密度、循環穩定性、回應時間和成本)的電力儲存設備，適用於相關需求且可以接管短期、中期和長期儲存任務。

電力儲存技術範圍包括電化學儲存(電池，包括氧化還原電池)、電

儲存(如壓縮空氣和氣體儲存、泵送水電儲存和飛輪)和高溫蓄熱用於電儲存。鋰電池為儲能目前較著重的技術研發之重點，而為進一步提升儲能電池安全與效率，全固態鋰電池已經成為主流，針對電池正極、負極、電解質以及隔離膜創新材料與設計，如何滿足更高能量密度需求與提高電池系統的總體能量。

日本為目前最積極發展全固態電池的國家，其科學技術開發代表- 新能源產業技術綜合開發機構(New Energy and Industrial Technology Development Organization, NEDO)，預計全固態鋰電池使用在電動車裝置上，將於 2030 年全面性取代液態鋰電池。由此可見全固態電池勢必為未來發展重點趨勢。



資料來源：NEDO(2018)。先進・革新蓄電池材料評價技術開發(第 2 期)。

圖 10、NEDO 預測電動車用鋰電池技術轉移藍圖

最適化結果必須透過電池材料和組件的相互作用進行，包括電池與系統的發展以及整合應用。以下歸納相關技術發展方向：

1. **開發設計創新材料**：材料為電池關鍵核心技術，新材料應改善電池的技術屬性，使其便宜且易於生產，且必須符合高安全標準與環保。

2. **開發基礎新電池化學：**開發替代材料和原材料來源，如鋰、鉛、鈮和鈷。在後鋰電池中，特別是金屬空氣電池和固態電池也扮演著很重要的角色。
3. **優化元件系統以及電池整體性能：**關鍵參數包括成本、整體效率、功率密度、儲存容量、回應時間、壽命以及充電和放電速度，此關鍵參數在高、低溫下皆需能穩定運行。
4. **提升安全性能和能量密度更高：**固態電解質一般為有機、無機化合物合成，熔點、沸點均較高，大部分材料不可燃，不含有任何低燃點、易燃易爆的有機溶劑，解決了電解液的易燃性。同時，固態電解質薄膜緻密無孔，機械強度較高，有效抑制負極鋰枝晶刺穿造成短路的問題。可採用金屬鋰做負極，有望提升 40%-50% 能量密度，雖然真正決定電池容量的材料是正極，但負極容量越高，越可以有效減少單位 Wh 負極材料的使用量，提升體積和質量能量密度。
5. **固態製備工藝簡化：**可設計為柔性電池，固態電解質減少了注液的步驟，製備工藝簡化，電池設計多樣化，可以卷對卷生產，同時可設計為柔性電池，在未來可穿戴設備時代，將有較大的空間。

隨著電動機車以及汽車的快速發展，順勢帶動其中關鍵零組件——電池製造技術的改良，各國大廠紛紛投入高能量密度、高安全性的固態電池研究，並規劃未來商業化模式與應用。日本電子元件代表大廠——太陽誘電(Taiyo Yuden)於 2019 年底發表有關該公司已研發出全固態鋰離子電池產品，初步將用於智慧型穿戴裝置產品上，逐步提升產量，更加專注增加高性能固態電池之研究。



資料來源：IEK 產業情報網(2019)。

圖 11、國際車廠規劃車輛電動化進程

氫能在跨領域耦合(Sector Coupling)具有特定的重要性，氫可用於中央和地方發電，如車輛與替代燃料、氣體和可燃物的製造，作為長週期儲存以及工業程序(特別是化學品工業)的原料。研究和創新所提供的資金主要在於能顯著降低生產氫的成本。以下歸納氫能之未來重點發展方向：

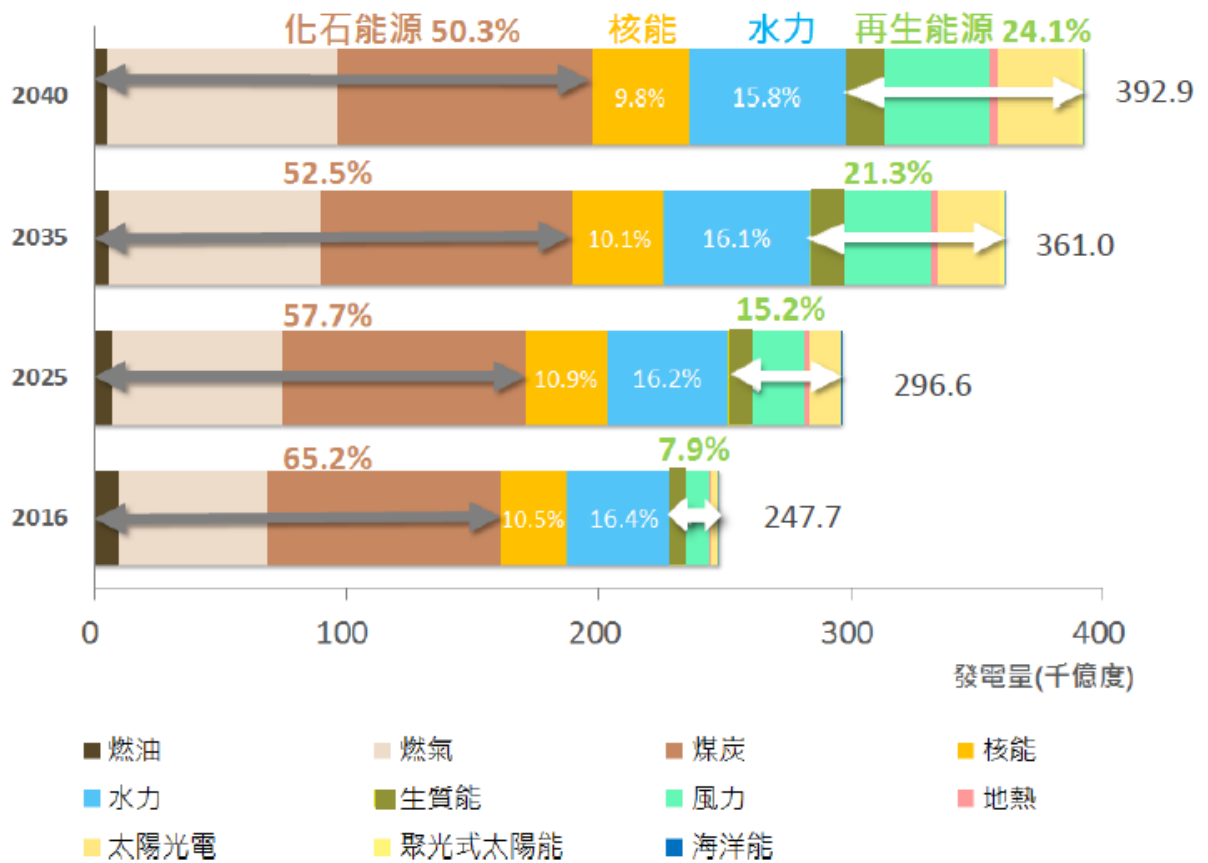
1. **用於再生能源的長週期儲存**：在某程度上，氫可以與管道和配送網路中的天然氣混合，這方式開闢了電網的靈活性。在電力轉化為燃氣電廠中，如果氫能進一步轉化為甲烷和二氧化碳，則天然氣網路亦可以充分用於再生能源的長週期儲存。
2. **從再生電力中產生氫氣和其他化學能源**：透過電解裝置產生氫，這種設備的經濟運行需要在技術上有效，且以需求為導向的綜合基礎設施，包含最適化生產、儲存、調節、運輸和轉化氫氣的所有過程。除了成本之外，關鍵挑戰還涉及提高程序的能源效率和有意義地使用廢熱。

3. **行動與運輸部門應用**：行動應用中，燃料電池的整合將集中於整個系統的運作管理，包括霜凍點火、使用壽命、效率和維護。燃料電池車輛商業化的主要先決條件則是，建立擁有加氫站的全國性基礎設施。
4. **提升火力發電廠運作模式之靈活性**：燃氣發電廠具有很大的靈活性潛力，可以幫助消除再生能源裝置產生的波動。為使燃氣電廠更加靈活，這涉及改變氣體組成，有利於更高的氫含量，以及使用來自電力多元轉換設備的合成氣體燃料進行再轉化。

再生氫氣(或由其產生的可燃物)再轉化為長週期電力儲存提供選擇，與其他儲能設備的混合是一個相當大的挑戰，氫可以用於燃料電池或定置型燃燒機，在這種情況下，可逆式燃料電池/電解系統是一個重要的研究課題，所有使用的材料都應該分析其關鍵資源，應盡可能減少使用或用替代品代替，對現有基礎設施所需要的材料研究主要在於獲得更高的氫含量。目前大多研究將專注於與跨領域耦合相關的產氫、氫儲存和運輸的議題。

(四)系統整合

為因應全球氣候的變遷，節能減碳成為全球矚目之焦點，世界各主要國家莫不積極尋求更有效率的使用能源，紛紛提出新能源之方案，為兼顧能源安全、綠色經濟及環境永續、社會公平發展均衡下，建構安全穩定、效率及潔淨能源供需體系，創造永續價值。



資料來源：經濟部(2019)。2019 能源轉型白皮書。

圖 12、IEA 推估 2016 年 2040 年全球發電量

依據 IEA 之推估，未來全球發電量預估 2040 年增加至 392.9 千億度，增加 58.6%。其中化石能源發電占比降至 50.3%；核能發電占比微降至 9.8%；水力發電占比微降至 15.8%；再生能源發電占比快速提高至 24.1%。整體而言，再生能源占比逐步提升，化石能源占比逐漸下降。

高占比再生能源發展將會對系統帶來許多挑戰，由國際的學術文獻與技術報告中可知，大量再生能源併網的條件下，已經造成許多線路的壅塞，並因此限制再生能源的發展，許多局部地區因為風力潛能條件極佳，因此規劃大量的再生能源，然而並未考慮到整理電網的更新，造成調度上的困難、線路過載以及再生能源的浪費(降低再生能源發電)，例如：許多風力潛能條件極佳的地區皆遠離負載的中心，必須

提早規劃興建或更新電力輸電系統。

因此，在發展高占比再生能源政策時，勢必將面臨經濟與安全的機組調度，再生能源併網之穩定度與可靠度，再生能源發電量預測之準確性，再生能源併網之輸電線路壅塞調控策略，以及再生能源併聯輸電系統之需量管理等相關問題之挑戰，電力系統部門必須針對再生能源發電容量、實施電力部門再生能源裝置容量增加計畫、分散式能源管理採取一系列的行動方案發展，以下為相關行動方案與技術之發展趨勢與現況：

1. **先進強韌型區域電網**：隨著能源成本的提高，各國紛紛祭出新能源政策，尋求替代能源，促使具有分散式電源的微電網系統逐漸受到重視。然而隨著微電網的大量佈建，分散式電源會導致系統一些影響，如保護協調、電壓調節、諧波和間諧波、電壓變動等供電穩定度問題。為了強化區域電網強健性，提供電力系統更具靈活性即時電力服務與可調度資源之技術，因此透過(1)智慧型交流微電網在分散式發電、儲能、能源調節與電力品質維護等技術方面進行整合與研發，以確保能源有效應用、改善負載管理、強化系統、與提升電力品質等目標；(2)提出分析方法與運轉操作策略，藉由所開發之含故障隔離與轉供、饋線重組及設備管理系統的饋線調度平台，及綠能與電網即時調度與強韌運轉策略，使系統能容納更多綠能容量，並令事故時停電範圍最小化，達到強化區域(配)電網強韌性與離島電網可靠度
2. **用戶側電源與用電管理**：配合智慧化用戶端電能管理技術持續擴大整合規模，未來電力用戶將可望自傳統消費者(consumer)轉變為產消者(prosumer)，即除了躉購所需的電能外，同時可搭配分散式電源、儲能及主動式可控的需量提供電力系統電力相關輔助服務。
3. **再生能源系統智慧預測與分析技術**：大量再生能源併入電網對於電力系統將產生重大的影響。其中精確的預測將是降低系統操作

風險非常重要的方法之一。透過建立新型再生能源預測模型，並充分結合數值天氣預報模型與深度學習演算法，充分考量大氣物理預測以及大氣變數與能源出力的關聯性，協助高占比再生能源預測的應用、以及降低高占比再生能源可能帶來的電力系統操作安全以及增加電網操作的經濟效益。

4. **先進太陽能系統整合技術：**提高電網以經濟與安全，有彈性和可靠的方式將越來越多的太陽光電整合到電網中的能力。增加電網分散式發電的價值，增加太陽能資產的協調和控制。
5. **自主彈性的再生能源電能系統：**由於作為分散式再生發電源併網介面之傳統電力轉換器缺乏實際物理慣量，高再生能源穿透率將導致在負載變動時形成較不理想之頻率及電壓響應。為解決此問題，目前之國際趨勢是強化微電網自主彈性之特性，當個別單一之微電網利用自有低電壓電驛與低頻率電驛之輸出信號，判定此一微電網是否有失穩之徵兆，若有失穩之可能性，此微電網之非關鍵負載將主動卸載，此單一微電網將尋找與其他微電網之併網可能，形成多重微電網(Multi Micro-Grid)，以強化整體微電網系統之自主彈性與穩定度，該微電網網路系統將依照各單一微電網之自我特性，進行分佈式之電壓與頻率控制，而待整體微電網系統趨於穩定後，個別之單一微電網亦可自主離網，進行孤島運轉。

四、本計畫對社會經濟、產業技術、生活品質、環境永續、學術研究、人才培育等之影響說明

由於本計畫為綠能科技研究計畫，社會經濟、生活品質與環境永續等面向之主要績效指標須藉由技術商品化應用與大量推廣後才有機會產生實際效用與影響。以下僅針對產業技術、學術研究與人才培育面向進行說明。

(一)產業技術

本計畫著重於推動綠能創新技術開發與綠能應用技術合作等，藉由綠能產業示範推廣、綠能科技產學研跨領域合作等，強化產學研單位鏈結，並提升我國學研單位之綠能科技及產業端的重直整合，以吸引我國產業與學界共同開發綠能關鍵技術，以及尋求綠能科技技術突破，將科研成果銜接進入產業，促進研發技術落實與加速產業聚落化，同時以加速綠能應用研究之技術或產品商業化，並提供具全面推廣之應用產品或科研技術。

在創能方面，就太陽光電來看，因考量太陽能系統發電成本結構，太陽能模組片價格只占了太陽能電力均化成本(Levelized Cost of Electricity，以下簡稱 LCOE)的 12%，其他成本例如土地、支架、逆變器與人工等成本占了 88%以上，然而模組進行低成本化(Cost Down)只能讓太陽能發電 LCOE 降低 3%，可是效率增加 20%可以讓太陽能電力 LOCE 降低 17%，因此太陽能效率的提升被視為最重要的發展方向。此外，在全世界一窩蜂湧進鈣鈦礦太陽能電池研究領域下，結合產學研等頂尖機構組成國家隊，發展台灣自有鈣鈦礦太陽能電池核心技術刻不容緩，矽晶/鈣鈦礦組合而成的高效率疊層太陽能電池，更被視為未來對於太陽能產業將會造成衝擊的新興技術，期望藉由本計畫為台灣建立鈣鈦礦/矽晶疊層太陽能電池走向產業化之核心技術根基。就離岸風電而言，離岸風機單機容量發展持續大型化，國內離岸風場開發

預計採用的風機單機容量已達 9-12MW。本計畫將透過研究成果，以大幅提升台灣離岸風電裝機技術和關鍵技術自主性，推動與潛在風場開發商合作，進行技術開發與驗證，因應未來大型風力發電機組發展，提供具成本競爭效益的海下支撐結構。此外，透過建立離岸風電大數據運維智慧平台，可蒐集與分析離岸風機數據，以預測監控台灣離岸風機的健康度，降低台灣離岸風場運維的成本，增加綠能發電的效能，提升離岸風場的營運效率與收益。

在節能方面，就工業節能而言，在多元料源氣化試驗與調控技術開發方面，除國內生質能裝置容量設定於 2025 年達成 813MW 外，於國內已有利基以及推動市場潛力，本計畫將持續進行相關核心系統及關鍵技術研發，並配合臺灣相關產業的應用，逐步建立自主綠能技術能量，提前佈局以掌握先機，同時導入 AIoT 技術應用，發展智慧節能監控技術達成系統節能，為未來節能科技重要發展趨勢。而住商節能方面，本計畫將朝向具突破性的產品技術發展，並整合上、中、下游產業，進而達到節能減碳與量產技術為關鍵重點。

在儲能方面，當今鋰離子電池在攜帶或移動式電子產品扮演重要角色，未來在電動車或電動機車產業，更是產業的心臟，全世界的主要工業國家都組成國家隊，如日本、美國、德國、英國與中國等，進行下一代具高能量密度、高安全性的固態鋰離子電池之研發，主要希望能提升電池的電容量及安全性，以提升電動車或電動機車的續航力及安全性等。本計畫將整合發展前瞻的儲能材料技術，因應其將來的再生能源/電動(機)車/物聯網/AI 產業，可順勢投入其材料市場，並向海外拓展，以提升我國電池產業的國際能見度與機會。

在系統整合方面，當大量綠能併入配電饋線後，將導致電力潮流方向異於傳統，故本計畫將引進綠能及電力監控系統整合商，建置適用於區域與全系統之調度應用平台與配電饋線調度管理系統，協助台

電區處管理線能與提高配電饋線調度運轉效能。此外，本計畫將推動國內產學研單位資源整合，促進我國智慧能源整合技術開發，建立先進配電系統管理平台、智慧用電管理平台、分散式儲能系統多元整合應用平台等相關技術商品化之實力，以協助機電產業、資通訊產業及泛能源相關產業建立適應海外不同標準市場環境能力，有助於提升國內相關設備與系統於海外市場的競爭力與排他性。

(二)學術研究

本計畫將延續第一期(108-109 年)綠能科技聯合研發計畫之成果，推動綠能科技前瞻研究與成果發表，透過國內外研討會大量發表論文，掌握綠能關鍵技術與促進成果擴散，期以提升國際競爭力與能見度。此外，將透過辦理或參加國際研討會、論壇或工作坊的方式，彙集國內綠能技術研發成果，並與國內外產學研界交流，以強化國際推廣與合作，推動綠能創新技術研發、促成產學研跨領域合作產業化、引進國外關鍵性科技與帶動國際合作開發，並積極鏈結我國學研及產業。

(三)人才培育

在全球暖化與能源短缺的挑戰下，能源轉型與相關領域人才培育更為迫切。在響應全球性綠行動的同時，本計畫更強調將研究發展從學校發想、實驗室驗證階段，到整合產學研界進行驗證及產業化前的準備工作，及後續相關綠色技術應用於大眾生活中，串聯個人、團體、企業與政府部門共同實踐綠色生活，未來持續將集結更多國內外綠能與智慧技術、人才、投資與設備等各項資源，加速前瞻科技開發，強化科技創新氛圍，進而提升技術研發進度與實際應用，以期推動產業與環境永續發展。

此外，本計畫為強化產學合作與落實產業應用，並培養我國綠能科技發展之研發人才，將透過學研單位及產業界共同合作執行研究計畫，要求研究團隊須邀請國內業界參與共同執行計畫，並於申請計畫

時提供業界合作意向書(Memorandum of Understanding, MOU)及合作內容說明，期以強化推動產業鏈結，同時具體展開人員互訪及實質合作研究，藉由計畫執行培育碩士及博士研究人才，開發綠能創新技術與推廣實用產品或技術能力，孵化研發能量並拓增國家綠能科技人才庫。

參、計畫目標與執行方法

一、目標說明

本計畫為國家能源轉型政策重點計畫之一，任務是延續第一期(108-109年)綠能科技聯合研發計畫，以沙崙智慧綠能科學城為實體化科研能量之基地，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，進而協助政府達成能源轉型。
- (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」，聚焦於創能、節能、儲能與系統整合四大主軸，以「前瞻材料」「永續科技」「先進節能」「智慧系統」作為技術突破口及鏈結綠能科學城的研究標的，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) 以沙崙智慧綠能科學城為基地，串聯與延續學研界智慧綠能研發能量與成果，型塑產學研科研聚落，以期發揮群聚效應，縮短產業科技發展進程，加速綠能科學與人才培育創新基地之發展，進而推動能源科技國際示範與產業落實。



圖 13、計畫目標

計畫全程總目標				
<p>本計畫為國家能源轉型政策重點計畫之一，任務是延續第一期(108-109年)綠能科技聯合研發計畫，以沙崙智慧綠能科學城為實體化科研能量之基地，推動國家未來綠能技術持續發展為總體目標，以「綠能創新技術開發」、「綠能應用技術合作」及「策略推動與協調」三分項作為主要推動工作，尋求綠能創新科技技術突破，加速綠能應用技術或產品商業化，並且利用智慧數位化科技，創新能源體系運作模式與效能，匯集與延續學研界科研能量與成果，以期型塑產學研科研聚落，將科研成果銜接進入產業，積極提升產業科研競爭力。</p>				
年度	第一年 民 110 年	第二年 民 111 年	第三年 民 112 年	第四年 民 113 年
年度目標	1.推動新能源及再生能源之科技創新 2.聚焦創能、節能、儲能與系統整合四大領域整合之型應用研究 3.型塑產學研科研聚落	1.推動新能源及再生能源之科技創新 2.聚焦創能、節能、儲能與系統整合四大領域整合之型應用研究 3.型塑產學研科研聚落	-	-
預期關鍵成果	1-1 發表 15 篇論文 1-2 培育及延攬 50 位人才 1-3 完成 5 件次技術報告及檢驗方法	1-1 發表 15 篇論文 1-2 培育及延攬 50 位人才 1-3 完成 5 件次技術報告及檢驗方法	-	-

	<p>2-1 促成 5 件與學界或產業團體合作研究</p> <p>2-2 申請/獲得 5 件智慧財產</p> <p>2-3 完成 1 件技轉與智財授權</p> <p>3-1 發表 3 篇論文</p> <p>3-2 1 件策略建議</p> <p>(一)創能領域：完成開發轉換效率達到 28% 以上之次世代/矽晶疊層太陽能電池技術。</p> <p>(二)節能領域：工業節能方面，完成多溫域廢熱回收發電技術，節能效率大於 10%；開發生質料源氣化能源系統節約 10% 用電量。住商或建築節能方面，開發低耗能建築之智慧能源技術提升節能效益 15%；搭配智慧用電管理專家系統再提升節能效益 5%。</p> <p>(三)儲能領域：完成 280Wh/kg 的先進鋰電池技術，開發提升壽命 0.5 倍、充電速率 0.5 倍以上的儲能電池新材料與應用關鍵技術。</p> <p>(四)系統整合領域：建立創能、節能、儲能智慧數位</p>	<p>2-1 促成 5 件與學界或產業團體合作研究</p> <p>2-2 申請/獲得 5 件智慧財產</p> <p>2-3 完成 1 件技轉與智財授權</p> <p>3-1 發表 3 篇論文</p> <p>3-2 1 件策略建議</p> <p>(一)創能領域：完成開發轉換效率達到 30% 以上之次世代/矽晶疊層太陽能電池技術。</p> <p>(二)節能領域：工業節能方面，完成多溫域廢熱回收發電技術，節能效率大於 20%；開發生質料源氣化能源系統節約 20% 用電量。住商或建築節能方面，開發低耗能建築之智慧能源技術提升節能效益 30%；搭配智慧用電管理專家系統再提升節能效益 10%。</p> <p>(三)儲能領域：完成 280Wh/kg 的先進鋰電池技術，開發提升壽命 1 倍、充電速率 1 倍以上的儲能電池新材料與應用關鍵技術。</p> <p>(四)系統整合領域：建立創能、節能、儲能智慧數位</p>		
--	---	--	--	--

	化軟硬體監測、控制與決策解決方案。建置能源體系再生能源滲透率30%綠能系統關鍵技術及應用平台。利用人工智慧(AI)技術提升電力系統資源的使用率，以數位化解決方案提升能源系統和用戶側之效率，提升能源效率 2~3%、節電量 3~5%、電能發電總量減少 1~3%、系統電能損失量減少 1~3%、需量反應聚合總量提升 1~3%、尖載抑低量減少 3~5%、削峰填谷量調整 1~3%。	化軟硬體監測、控制與決策解決方案。建置能源體系再生能源滲透率50%綠能系統關鍵技術及應用平台。利用人工智慧(AI)技術提升電力系統資源的使用率，以數位化解決方案提升能源系統和用戶側之效率，提升能源效率 3~5%、節電量 5~10%、電能發電總量減少 3~5%、系統電能損失量減少 3~5%、需量反應聚合總量提升 3~5%、尖載抑低量減少 5~8%、削峰填谷量調整 3~5%。		
--	--	---	--	--

二、執行策略及方法

為延續 108-109 年綠能科技聯合研發計畫既有成果，本計畫著重於綠能創新與應用技術開發，在綠能創新技術方面，主要目標為綠能科技技術之創新及突破，尋求具亮點之前瞻技術，主要透過由下至上 (Bottom-up) 之方式，由學研單位與產業企業共同構思，針對未來欲解決之綠能前瞻材料科技相關問題，逐步開發創新技術，並針對可能所需之基本元件或方案，掌握綠能創新技術，尋求綠能科技技術突破，最終組合而得整體綠能科技成果。在綠能應用技術方面，透過由上至下 (Top-down) 的策略模式，著重於「創能」、「節能」、「儲能」與「系統整合」等領域之應用與實證研究，強調產學合作緊密度，實際具備綠能科技發展最終目標，著重於透過系統方法解決問題，以期實際驗證與測試

成果，並強化產學研界之研發能量。

此外，數位化驅動能源體系產生本質性與持續性的轉變。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對科技解決方案及技術單位、創造價值過程、市場利害關係者、用戶的基本最佳化協同運作提供新的、深遠的可能性，特別是能源體系協同運作別具意義。數位化為實現提升至今無法具有經濟性的彈性與能源效率潛能對於社會、部分用戶帶來機會，而這些潛能的實現對於能源產業服務市場則可產生動態影響。

未來的綠能研究發展將以沙崙智慧綠能科學城為基地，進行綠能科技關鍵技術突破之目標導向整合型研究，促進學界研發成果與產業銜接。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三大推動策略：

1. 挑戰綠能創新科技技術突破，加速綠能應用技術或產品商業化。
2. 利用智慧數位化科技，創新能源體系運作模式與效能。
3. 串聯與延續學研界科研能量與成果，型塑產學研科研聚落。



圖 14、計畫推動策略

本計畫以「綠能創新技術開發」、「綠能應用技術合作」及「策略推動與協調」三分項作為主要推動工作，其中「綠能創新技術開發」由學研單位申請計畫方式進行綠能材料與結構、智慧能源與前瞻能源科技等創新能源科技研究。

(一)綠能創新技術開發

綠能創新技術開發以基礎研究為主，著重在「綠能材料與結構」、「智慧能源」與「前瞻能源科技」等發展項目。規劃各綠能關鍵技術配置如下：

1. 綠能材料與結構：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，如太陽光電、仿生創能技術、先進二次電池、氫能系統與先進儲氫等。
2. 智慧能源：以數位化解決方案，提升能源系統和用戶側之效率，並提升多元轉換支持能源轉型。再生能源系統智慧預測與分析技術，運用人工智慧(AI)機器學習演算法整合再生能源系統數據，提供準確的短期和長期負載和發電預測，並預測其控制反應。
3. 前瞻能源科技：具備改變能源供應結構或促進大規模再生能源應用潛力，使能源體系產生典範轉移(paradigm shift)之創新科技。

(二)綠能應用技術合作

綠能應用技術合作以實證應用研究為主，著重於「整合型應用研究」，推動創能、節能、儲能與系統整合之綠能整合型應用研究，由業者提出需求，學研界提供諮詢建議，進行合作研發計畫，以加速相關技術或產品商用化。規劃各領域之綠能關鍵技術配置如下：

1. 創能領域

創能領域發展重點方向著重於創新綠色能源科技，協助發揮台灣

太陽光能與離岸風能等再生能源特色，擴大綠色能源來源。

- (1) **太陽光電**：可提升太陽光電能量轉換效率之技術，如：次世代太陽能電池的材料及製程、無鉛太陽能材料、高穩定性之太陽能材料等。
- (2) **離岸風力**：發展適合台灣海域抗颱風耐震之離岸風力發電與運維技術，如：抗颱風浮動式離岸風機載台、抗颱風浮動式離岸風機繫纜系統、離岸風電智慧運維大數據網路平台、離岸風機/風場運維虛實整合系統等。

2. 節能領域

節能領域發展重點方向著重於強化工業與住商節能科技，提高能源利用率。

- (1) **先進能源轉換技術**：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，如：彈性氣化與應用技術、超臨界動力循環關鍵技術等。
- (2) **智慧零耗能裝置**：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，研發創新節能材料、工法與技術、建築節能、空調及冰水主機和儲冰系統等應用研究，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，以提高能源效率。如：具經濟性之零能耗裝置前瞻科技研究、住商節能關鍵零組件與材料開發、人工智慧(AI)能源管控設備與系統研發等。

3. 儲能領域

儲能領域發展重點方向著重於開發高效能、安全、具經濟性儲能科技，支持各種儲能應用。

- (1) **先進二次電池**：建立高安全性及高效能的先進鋰電池及超級電容技術，如：高能量 SiC 負極與三元/富鎳無鈷正極、膠態電解質、固態電解質、高品質電解液、高品質黏著劑、高功能固

態電解質界面、鋰離子超電容等。

- (2) **先進儲氫**：開發產氫、氫儲存與運輸之關鍵材料與氫能源應用技術，以降低成本與形成市場，建立或維持產業競爭力。

4. 系統整合領域

系統整合領域發展重點方向著重於發展智慧整合科技，支援分散式電力系統，提供未來再生能源大量佈建與綠能發電高占比時所需穩定供電所需技術。

將透過評估前期細部計畫執行成果、專家諮詢會議等，於執行期間擬定 110-111 年各項研發項目之功能效益與預期目標，聚焦技術項目深入發展與提升，如「優化負載預測研究」、「高效能需求面管理」等。期透過計畫補助方式積極協助基礎研究轉為產學整合型應用研究，將技術成果進一步落實於實際應用場域，以提升技術產業化效益。

- (1) **用戶側電源與用電管理**：促進用戶側資源配合系統運作有效整合技術，如：虛擬電廠實時模擬系統，最佳化運作模式、人工智慧與大數據分析需量管理技術、電動車智慧充放電系統管理技術、分散式電源/負載需量反應調度整合輔助服務控制系統等。

- (2) **先進強韌型區域電網**：強化區域電網強健性，提供電力系統更具靈活性即時電力服務與可調度資源之技術，如：智慧變流器輔助服務技術、綠能發電與電網調度整合控制系統、低(零)碳微電網運轉技術、以混合式通訊技術，架構智慧電網通訊基礎、綠能併網管理技術、智慧設備預知維護管理、高密度功率轉換系統(PCS)開發技術、建立完整的大功率轉換器(PCS)生態系，期能透過電池儲能系統功率調節系統(PCS)快速輸出實功而提升系統暫態穩定度，研擬符合離島電力系統需求的 PCS 容量等。

5. 主要應用領域為強化離島微電網強韌運轉，當電網發生大型擾動導致系統頻率驟降時，期能透過電池儲能系統功率調節系統(PCS)

快速輸出實功而提升系統暫態穩定度。未來將由細部計畫執行暫態穩定度分析，研擬符合離島電力系統需求的 PCS 容量。

- (1) **再生能源系統智慧預測與分析技術**：運用人工智慧(AI)機器學習演算法整合再生能源系統數據，提供準確的短期和長期負載和發電預測，並預測其控制反應。
- (2) **智慧能源整合技術國際應用示範**：創新例如先進需量管理、儲能系統備援、電動車智慧充放電與先進配電自動化等智慧能源整合，加速國內系統技術走向國際。
- (3) **人工智慧技術提升電力系統資源**：透過整合微感測器、智慧照明與電能管理專家系統於綠能建築實際展示，於不同應用情境節省能源效率；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；先進太陽能系統整合技術透過數位化及智慧化的電源控制，整合轉換器控制與智慧能源系統，以建立智慧綠能系統等。

(三)策略推動與協調

策略推動與協調以任務管理為主，滾動式修正創能、節能、儲能與系統整合等四大領域之中長期研發方向，推動綠能創新特色技術之研究落實。為凝聚串聯與延續過去學研界之綠能科技技術科研能量與成果，透過型塑產業研之科研聚落方式，結合產學研整合技術產品，促進國際技術交流合作與推廣。預計完成工作項目如下：

1. **辦理計畫徵求與審查作業**：協助進行計畫徵求與審查作業，訂定計畫規格書，公開徵求符合本計畫目標之執行計畫，著重於投入提升產業競爭力、效益展現(如獲得廠商資金挹注達成技轉、成立新創公司進駐沙崙智慧綠能科學城等)與綠能發展的項目，並透過政策審查過程，推薦有助目標達成之計畫，加速研發成果鏈結產業，擴散科研效益。另，計畫徵求將要求採購資訊相關設備，應同時編列資安經費，購置防火牆、網站防火牆、防毒軟體等。
2. **計畫執行之管制與考核**：透過評估前期細部計畫執行成果、前瞻

- 技術專家會議等，訂定110-111年各項研發項目之具體預期目標，並於計畫執行期間研訂計畫各期程(追蹤、管考、檢討、核定、退場)之審查會議作業程序與方法，召開期中/期末審查會議，並滾動式修正績效指標與計畫控管項目，以確保各細部計畫符合預期目標與效益。
3. 追蹤計畫成果與辦理成果展示：依計畫執行進度與目標追蹤成果，並適時辦理成果發表會/展示會，與全民共享國家能源發展之成果。
 4. 輔助科研團隊匯集聚落：本計畫未來將持續累積創新技術與研發能量，透過審查機制篩選，篩選與推薦具研發能量之計畫團隊或企業廠商匯集於綠能科研聚落，並積極與經濟部以及相關營運單位協調合作，透過積極輔導與提供諮詢服務，強化進駐團隊之能量，如協助第一期預計進駐沙崙智慧綠能科學城之細部計畫後續進駐事宜，以期發揮群聚效應，切合政府推動「大南方、大發展」之區域政策。
 5. 促進國際合作與交流：推動綠能科技項目之國際合作及出國互訪，建立雙方聯繫與合作平台，並且針對綠能科技相關議題，媒合合適的主題和研究團隊。
 6. 透過前瞻技術專家會議邀請產學研專家設定具體完成目標，使相關規劃契合關鍵技術產業需求，規劃投入綠能科技領域發展重點方向與技術項目，亦進行產業相關發展機會分析，適時檢視國內外綠能科技與政策發展趨勢，滾動式研擬及調整短中長期綠能科技領域發展方向。
 7. 為確保落實性別平等事項之機制與目標，將根據政府頒布性別平等政策綱領規定，政府所主導或資助的科學研究、能源政策等規劃，有納入性別觀點的分析，保障弱勢者皆能獲得便利且可負擔的基礎設施服務，促進公共資源與設施的分配正義、普及與永續。鑑此本計畫重點目標為加速綠能科學與人才培育創新基地之發展，將視研究人才與參與活動人員性別統計分析結果與性別顯著落差項目，研擬必要措施，主要性別目標包含：

- (1)強化培育及延攬智慧與綠能科技領域之少數性別研究人才。
- (2)促進性別弱勢標的團體參與綠能科技相關技術與推廣活動。

為了達成上述性平目標，擬定相關執行策略與改善方法如下所示：

- (1)統計參與綠能科技相關技術與學術活動之出席人員性別，並根據統計結果強化蒐集弱勢性別之建議，精進未來活動規劃與辦理，以符合性別主流化意識。
- (2)積極培育及延攬少數性別科技研究人才，並鼓勵其投入綠能科技相關領域研究計畫，以培育不同性別之專業人才。

三、達成目標之限制、執行時可能遭遇之困難、瓶頸與解決的方式或對策

SWOT 分析	
優勢(Strength)	劣勢(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> ■ 國內已推動兩期能源國家型科技計畫、108-109 年綠能科技聯合研發計畫，長期累積綠能領域人才，並透過產學研整合計畫合作模式，推動台灣綠能科技研發持續發展。 ■ 關鍵技術團隊導入沙崙科學城落實研發成果，帶動產學研群聚效益，確立綠能科技產業創新生態系。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 國內尚缺乏軟體與平台整合的技術能量，而受限於國內再生能源市場規模太小，開拓海外市場是產業永續經營之必要手段。 ■ 國際能源產業市場多具獨占性，國內企業在新開發系統設備、技術缺乏實績，且投資報酬率低，開拓海外市場不易。
機會(Opportunity)	威脅(Threat)
<ul style="list-style-type: none"> ■ 為因應全球氣候的變遷，節能減碳成為全球矚目之焦點，世界各主要國家莫積極尋求更有效率的使用能源，新能源解決方案，創造產業新契機。 ■ 國內近期積極推動再生能源發展，太陽光電、陸上風電與離岸風電已進入產業化階段，須更多研發資源投入解決產業需求。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 擴大再生能源使用將面對再生能源與傳統電力系統整合、系統運作靈活性、系統穩定性、能源事業效率及市場架構等方面的新課題。 ■ 國際太陽光電、儲能產業已朝向經濟規模發展，台灣資源與市場有限，若不朝利基型市場發展，產業將面臨國際競爭壓力。 ■ 智慧能源系統推動成功需要跨

■ 國際上為支持能源轉型，皆朝向以數位化解決方案發展智慧能源整合科技，強化需求面管理、再生能源、儲能、智慧電網應用，提升能源系統和用戶側之效率，並提升多元轉換技術。

領域專家共同參與與整合，目前國內學研界對於系統開發經驗較欠缺。

本計畫以「綠能創新技術開發」、「綠能應用技術合作」及「策略推動與協調」三分項作為主要推動工作，其中「綠能創新技術開發」由學研單位申請計畫方式進行綠能材料與結構、智慧能源與前瞻能源科技等創新能源科技研究。

另外為提升沙崙智慧綠能科學城群聚效應，「綠能應用技術合作」將採政策及任務導向模式推動，藉由產學合作開發創能、節能、儲能與系統整合等四大主軸之前瞻材料、關鍵元件及創新技術，相關計畫規劃及執行階段，都要求相關產業先期參與，以便促進計畫研發成果與產業鏈結，加速技術商品化。

「策略推動與協調」以任務管理為主，督促與管考研團隊執行計畫進度，以期串聯與延續學研界科研能量與成果，型塑產學研科研聚落，並結合產學研整合技術產品，促進國際技術交流合作與推廣。此外，為因應全球環境變化與配合國家政策推動，適時檢視國內外綠能科技與政策發展趨勢，滾動式研擬及調整短中長期綠能科技領域發展方向。



圖 15、綠能科技聯合研發計畫之架構與內容

四、與以前年度差異說明

年度 差異項目	107 年度	108 年度	109 年度	110-111 年度
績效指標		<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成開發轉換效率達到 25% 之次世代太陽能電池技術。 2. 完成適用於台灣離岸風場環境的抗颱風型浮動式離岸風機載台及繫纜系統關鍵技術開發，以及建立我國離岸風場智慧大數據運維平台。 3. 完成應用超臨界動力循環發電系統之百 kW 級氣化系統研製示範。 4. 開發可節省 5% 用電量之人工智慧結合物聯網(AIoT)之能源管理。 5. 完成 250Wh/kg 以上的先進鋰電池技術。 6. 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。 7. 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。 8. 完成整合自動需量反應、電動車智慧充放電與電能管理技術建立與示範。 9. 發展綠能輔助服務之 		<p>本計畫績效指標之差異乃以前期年度目標為基礎，盤點國內外技術標竿與研究現況，酌量調整指標內涵，各項重點技術指標差異如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 完成開發轉換效率達到 30% 以上之次世代/矽晶疊層太陽能電池技術。 2. 完成開發抗颱風、耐震之離岸風機浮動式基座技術。 3. 工業節能方面，完成多溫域廢熱回收發電技術，節能效率大於 20%。 4. 開發生質料源氣化能源系統節省 5% 燃料量與節約 25% 用電量。 5. 完成 280Wh/kg 的先進鋰電池技術，開發提升壽命 1 倍、充電速率 1 倍以上的

		<p>通訊協訂與先進管理機制。完成智慧設備管理與強韌電網技術移轉。</p>	<p>儲能電池新材料與應用關鍵技術。</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. 建立創能、節能、儲能智慧數位化軟硬體監測、控制與決策解決方案。 7. 建置能源體系再生能源滲透率 50% 綠能系統關鍵技術及應用平台。 8. 利用人工智慧 (AI) 技術提升電力系統資源的使用率 5-10%。
--	--	---------------------------------------	--

五、跨部會署合作說明
本計畫非跨部會署計畫

肆、近三年重要效益成果說明

本計畫之相關計畫為 108-109 年度綠能科技聯合研發計畫，該計畫係以計畫徵求的方式由學研界及法人結合產業單位共同提出計畫書申請，並經相關產學研等專家進行檢視及審查後予以核定計畫，核定過程嚴謹且須切合我國能源科研未來發展。截至 109 年 4 月，共計補助 53 個前瞻科技學研團隊，94 家企業參與，共計 136 件產學合作研究，培育 1,067 位碩博士人才，完成 398 篇學術論文發表，已建立 42 件自主專利技術與 13 件技術轉移(含先期技術移轉)。

108 年度綠能科技聯合研發計畫採全計畫實地成果現勘及次年度計畫核定調控機制，藉由邀請相關能源及具產業育成經驗之專家實地現勘，調整細部計畫執行方向及 109 年度補助金額，以提升計畫科研成果及切合產業發展。綠能科技聯合研發計畫配合沙崙智慧綠能科學城之建設，包括綠能創新技術開發、綠能應用技術合作等，藉由綠能產業示範推廣、綠能科技產學研跨領域合作等，以提升我國前瞻綠能科技研發成效與產業發展之互動關係，帶動新興綠能產業發展以及提升產業科研競爭力。



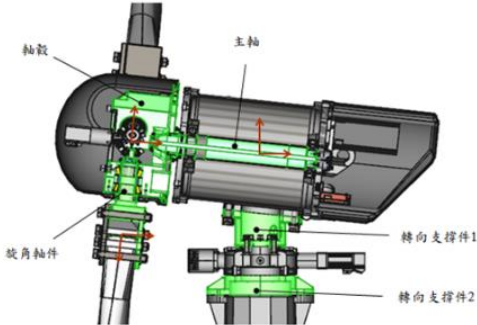
一、第 1 期(108 年至 109 年 4 月)細部計畫重點計畫成果

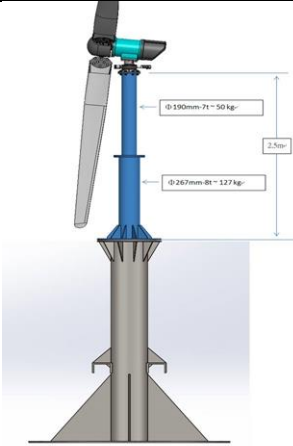
(一)創能領域

創能領域研發主軸著重於創新綠色能源科技，以期協助台灣太陽光能與離岸風能等再生能源特色，擴大綠色能源來源。研發領域包含太陽光電，專注於可提升太陽光電能量轉換效率之技術；離岸風力，專注於發展適合台灣海域抗颱風耐震之離岸風力發電與運維技術。主要兩次領域成果說明如下：

1. 太陽光電：針對關鍵材料進行優化，調整製程促進量產商業化，提升機械設備與大面積製造技術，進一步研發鈣鈦礦/矽晶疊層量產技術。開發前瞻太陽能光電元件，進行新穎鈣鈦礦/矽晶串接太陽電池元件整合評估。製作軟性太陽能電池，目前已完成軟性模組封裝。

2. 離岸風力：建立初步風機主動控制操作模式及抗颱風操作概念。蒐集海氣象觀測資料，維護資料接收系統，進行海氣象觀測塔儀器設備維護作業，強化波浪海流儀保護系統，執行海流儀維護。研發離岸測風塔雙重觀測系統及離岸觀測塔風向計定向系統。

重要研發成果	實地查訪照片
<ul style="list-style-type: none"> ■ 開發鈣鈦礦材料，Aa-MAPbI3 元件效率達 20.6%。搭配自主開發 ICO 透明電極，紅外光穿透度達 76.74%，半透明鈣鈦礦電池與商用化太陽能 HJT 電池片疊層，轉換效率達 25.15%。 ■ 100cmx160cm 模組開發，使用「模塊式設計」概念，以基本模組鈣鈦礦板(12cm x 12cm)為單元，先進行批量生產與品管，再逐漸串接成較大模組，簡化大面積電池的製程，降低成本與提升良率。 ■ 開發羧酸官能基的導電聚合物 P3HT-COOH，用以修飾電洞傳導膜的表面，搭配自主開發之 ICO 透明電極，半透明鈣鈦礦太陽能電池之效率達 17.32%。 	 <p style="text-align: center;">塗佈系統</p>  <p style="text-align: center;">100cmx160cm 鈣鈦礦電池模組設計概念外觀</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ 根據本土環境與颱風風況，完成實海域風機主動式機構設計與塔架設計載重計算，作為浮動載台設計依據。 ■ 完成改造小型商用 5kW 風機，能進行主動控制並作為實海域縮尺試驗 	 <p style="text-align: center;">主動式機構改裝設計</p>

重要研發成果	實地查訪照片
<p>之風機模型。</p> <p>■ 完成淺水繫纜系統設計流程，及初步淺水繫纜設計與疲勞分析檢驗。動態海纜亦完成疲勞分析與最佳化設計分析流程。</p>	 <p>配合實海域風機系統組裝與監測控制系統開發測試風機架設</p>


(二) 節能領域

節能領域發展重點方向著重於強化工業與住商節能科技，達到較高能源利用率之目的，工業部門以提升工業部門相關設備與系統、技術、製程等節能效益，減少工業部門之能源消耗。而住商部門方面，主要研發創新節能材料、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。研發領域包含新冷媒材料與空調系統、智慧零耗能裝置、先進能源轉換技術、工業廢熱回收技術、工業新燃燒技術及智慧化節能監控技術，次領域成果說明如下：

1. 新冷媒材料與空調系統：著重開發低溫室效應係數(Global Warming Potential，以下簡稱 GWP)之新冷媒流體取代現有冷媒。已完成開發新冷媒 R1234yf，GWP 減少 65%，有效幫助減緩溫室效應，並搭配低壓損橢圓管冷凝器，可使冷凝側效率提升達 18%。
2. 智慧零耗能裝置：著重於發展可產業應用之零能耗裝置，提升能源屋智慧用電管理系統、電力品質、感測器及照明耗能優化等技術，並進行再生能源配置優化及技術整合效益之評估，及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。已完成開發智慧型電能管理專家系統之最佳自主式控制，預期總節能效益可提升 5% 以上，而開發智慧型零碳空調系統，節能效與已達 63.7%。

3. 先進能源轉換技術：著重開發多元能源運用系統，彈性轉換成為高運用價值之熱能與合成氣，已完成 100 kW 農用生質物下吸式氣化發電系統之示範場域建置，並結合 3 組 5 kW 生質能微電網設計與建置。
4. 工業廢熱回收技術：著重於工業廢熱回收及應用，改善工業熱能單位能耗。已完成兩組工業熱管熱交換器設計及製作，尺寸為 50cm*50cm*20cm，並完成熱交換器熱回收系統連接組件設計、製作及工作流體評估。
5. 工業新燃燒技術：工業新燃燒技術的發展，以新燃燒技術的引入及整合應用，提高效率的新燃燒技術，降低工業能耗，目前已完成實驗型煙管式熱水鍋爐量測平台實際運作測試。
6. 智慧化節能監控技術：以智慧化監控工業製程應用，並利用空調、照明及相關環境控制系統，以達到工業節能的目標。已完成新型風機濾網機組風洞測試(FFU PTFE)，單一廠務系統節省率為 24%，及濾網容塵量測試，單一廠務系統節省率為 24.6%。

重要研發成果	實地查訪照片
<ul style="list-style-type: none"> ■ 完成 100 kW 農用生質物下吸式氣化發電系統之建置，並完成 3 組 5 kW (共 15 kW)生質能微電網增設至 25 kW之規劃與設計。 ■ 完成微渦輪發電機設計，包含微渦輪機、軸心與軸承、高轉速發電機模組；高轉速發電機設計轉速 ≥ 45,000rpm。 ■ 建立 IoT 系統介面，虛擬整合氣化 	 <p style="text-align: center;">生質物氣化微電網示範場域</p>

重要研發成果	實地查訪照片
<p>系統、高溫高壓氣體淨化系統、合成氣發電系統與 S-CO₂ 發電系統等，逐步完成系統開機、系統關機與緊急啟動與關閉程序。</p>	
<p>■ 結合太陽熱能及淺層溫能吸附式冰水機組，製冷模式較傳統冰水主機 COP 提高 20%；製熱模式較一般市售氣源式熱泵主機提升 16.5%，與市售水對水式熱泵主機相比 COP 提升 15.5%。</p> <p>■ 開發除濕轉輪複合系統能源因素值 (Energy Factor)可較傳統除溼轉輪提升近 73%，即除溼 1kg 所需耗電可節省近 73%。</p> <p>■ 開發各系統已整合為智慧型零碳空調系統，節能效與已達 63.7%。</p>	 <p>結合太陽熱能及淺層溫能 吸附式冰水機組</p>



(三)儲能領域



儲能領域研發主軸著重於開發高效能、安全、具經濟性儲能科技，支持各種儲能應用。研發領域包含先進二次電池，專注於建立高安全性及高效能的先進鋰電池及超級電容技。在先進儲氫方面，專注於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，利於降低整體成本。主要兩大次領域成果說明如下：

1. 先進二次電池：針對全固態鋰電池中正極、負極以及電解質關鍵電池材料進行研發，並搭建完畢相關組裝測試平台。提升電池性能、循環圈數以及電容量等，開發耐高壓電解液系統開發，增加電池之能量密度以及安全性，並發展現址成膠技術，讓膠態電解質可用於現有的液態電池組裝線。開拓鋰電池應用領域，

已完成車用鋰電池模組之模擬方法的建立與驗證。

2. 先進儲氫：精進儲氫材料，提升儲氫量及循環壽命。研發非鉑可適用於多元料源先進觸媒，建置高純度氫氣試驗系統，建立氫能燃料電池關鍵技術整合及應用於產業。已完成大面積低溫型 MS-SOFC 之 IVP 電性測試，使用噴塗系統建置並進行電池片生產製備。開發新的產氫儲氫途徑，高效率可逆質子傳導型陶瓷電化學儲能電池系統(Re-PSOC)之關鍵技術。開拓燃料電池應用領域，結合無人機載具已完成第三代燃料電池控制系統。

重要研發成果	實地查訪照片
<ul style="list-style-type: none">■ 完成設置硫化物固態電解質之批次製備程序，搭配油壓機冷壓法壓製成錠，已可批次合成 10 克以上的硫化物固態電解質，室溫導電率達 2 mS/cm。■ 已建立全新鋁箔包全固態電池測試平台。■ 進行高分子黏著劑與相容溶劑測試，製備 10 cm x 10cm 硫化物固態電解質膜。	 <p data-bbox="815 1176 1377 1216">固態電解質合成及電池測試實驗室</p>  <p data-bbox="796 1621 1396 1720">惰性氣體環境硫化物固態電解質合成 高溫爐</p>

重要研發成果	實地查訪照片
<ul style="list-style-type: none"> ■ 目前已將控制盒之重量減輕至 0.68 kg 與 1.18 Liter，且完成金屬流道板之沖壓模具。 ■ 目前小面積陽極金屬板已加工完成，且氣密測試 5 級金屬板燃料電池堆，其性能穩定性佳。 ■ 目前燃料電池堆之體積功率密度約為 189W/L。 ■ 完成 25 級石墨板燃料電池堆與無人機進行地面測試。連續 100 小時性能測試，其性能衰退率小於 5%。 	 <p data-bbox="927 680 1265 719">無人機搭載燃料電池</p>  <p data-bbox="911 1144 1281 1182">5 級金屬板燃料電池堆</p>

(四)系統整合領域

系統整合領域研發主軸主要針對未來再生能源大量佈建與綠能高占比情境下，透過數位化科技與再生能源系統整合，提供強化電網供應端(如韌性與可靠度)以及需求端所需技術與科技解決方案，並達到能源系統跨域整合之目標，研發領域包含先進強韌型區域電網、用戶側電源與用電管理、智慧能源整合技術國際應用示以及再生能源系統智慧預測與分析技術，次領域成果說明如下：

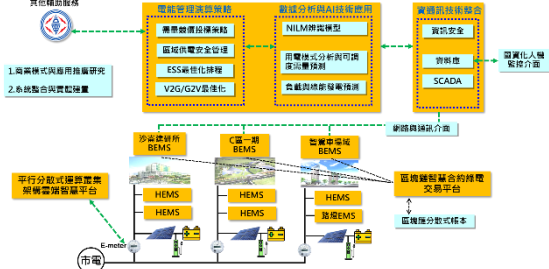
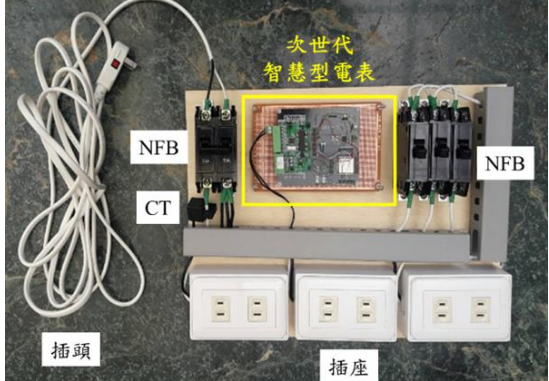
- 1.先進強韌型區域電網：對於高效能交流微電網運轉與電力調節研究已利用硬體驗證微電網主、從控制之預同步法則，進行微電網系統由孤島轉併網模式切換之相關驗證。另一方面，已完成開發開發本土化配電網絡管理系統，整合配電監控(SCADA)與地理圖資系統(GIS)，有效管理雲林縣配電系統 300 多條饋線



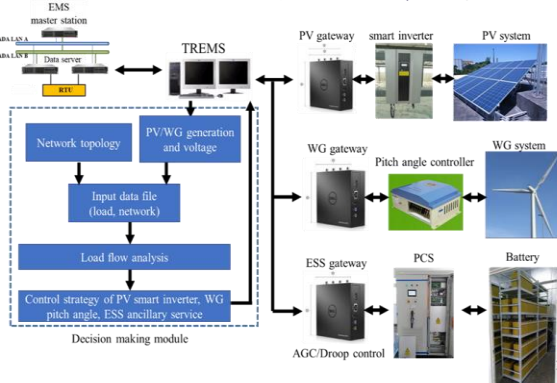
與再生能源併網發電，統計 108 年 4 月至 12 月已有 35 次成功判斷，並於 5 分鐘內完成饋線故障偵測、隔離與復電。

2.用戶側電源與用電管理：開發區域能源電能管理系統示範與驗證，以整合各場域間能源管理系統(BEMS)及家庭能源管理系統(HEMS)，並結合再生能源系統拼接點功率平滑化技術、儲能系統以及區塊鏈智慧合約綠電交易平台、需量反應 AIOT 技術，強化區域智慧電網需求面管理。

3.智慧能源整合技術國際應用示：目前已整合國內學研界與重量級機電及資通訊大廠在綠能科技與資通訊相關研發能量，篩選具國際競爭力之創新技術相關系統與設備原型，透過整合國內外產業鏈，選定並進行技術系統、設備商品化，落實技術產業化，強化產業競爭力。

4.再生能源系統智慧預測與分析技術：現階段完成蒐集與清理天氣預測數值、風力與太陽能電廠場域相關資料，並進行預測模型參數模擬。

重要研發成果	實地查訪照片
<ul style="list-style-type: none"> ■ 建置區域能源電能管理系統示範與驗證，整合沙崙 C 區、D 區、智駕車及歸仁校區建研所 BEMS 及 HEMS，未來將界接沙崙智慧綠能科學城 C 區。 ■ 整合再生能源系統拼接點功率平滑化技術及儲能系統，達成太陽能發電平滑化及智慧電網需求面管理。 ■ 建置區塊鏈智慧合約綠電交易平台：透過智慧合約科技，提供區域內部 BEMS 間之綠電交易、媒 	<div style="text-align: center;"> <h3>實地查訪照片</h3>  <p>區域能源電能管理系統</p>  </div>

重要研發成果	實地查訪照片
<p>合、懲罰機制及區域用電資訊揭露。</p> <ul style="list-style-type: none"> 次世代智慧型電表已完成硬體開發，可透過網頁讀取電表量測值，並新增電表校正模式，方便使用者進行電表校正且降低人工計算所導致的錯誤情況發生。 	<p>次世代智慧型電表</p>
<ul style="list-style-type: none"> 開發國產化先進配電管理系統(ADMS)，已實際於台電雲林區處上線運行測試，透過實際運轉經驗的累積，可協助廠商創造實際營收，並將先進配電管理系統監控軟體商品化。 現已向台電高雄、台南、北市等區處進行展示與推廣。 建立台電彰光 100MW 太陽能系統輔助服務調控系統，可由台電區域調度中心(ADCC)及中央調度中心(CDCC)下達控制指令給PV 開道及智慧變流器，執行PV 系統之虛/實功調控之綠能輔助服務。 	  <p>整合配電潮流計算之饋線調度平台</p>  <p>綠能輔助服務調控策略示意圖</p>

伍、預期效益及效益評估方式規劃

一、預期效益

- (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、低成本的次世代太陽能、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系統整合型的廢熱回收、生質料源氣化等系統解決方案，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技術，協助產業持續開拓利基市場。
- (五)系統整合方面，開發具電網輔助能力再生能源電廠、進強韌型區域電網、新世代再生能源與電力系統整合平台等創新技術之發展，推動國際應用示範，提供未來再生能源大量佈建與綠能發電高占比時所需之穩定供電所需技術，並支持產業海外發展。
- (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，帶動產業投資風潮，促進國內綠能產業的轉型和升級，創新綠色產業價值鏈。

二、全程(110-111 年)最終效益

- (一)創能領域：完成開發轉換效率達到 30% 以上之次世代/矽晶疊層太陽能電池技術。完成開發抗颶、耐震之離岸風機浮動式基座技術。
- (二)節能領域：工業節能方面，完成多溫域廢熱回收發電技術，節能效率大於 20%；開發生質料源氣化能源系統節約 20% 用電量。住商

或建築節能方面，開發低耗能建築之智慧能源技術，利用節能建材、照明或空調可提升節能效益至少 30%；若搭配智慧用電管理專家系統，可再提升節能效益 10%。

(三)儲能領域：完成 280Wh/kg 的先進鋰電池技術，開發提升壽命 1 倍、充電速率 1 倍以上的儲能電池新材料與應用關鍵技術。

(四)系統整合領域：建立創能、節能、儲能智慧數位化軟硬體監測、控制與決策解決方案。建置能源體系再生能源滲透率 50%綠能系統關鍵技術及應用平台。利用人工智慧(AI)技術提升電力系統資源的使用率，以數位化解決方案提升能源系統和用戶側之效率，如結合資通訊技術進行電能管理及調控，以提升能源效率，期提升能源效率 3~5%、節電量 5~10%、電能發電總量減少 3~5%、系統電能損失量減少 3~5%、需量反應聚合總量提升 3~5%、尖載抑低量減少 5~8%、削峰填谷量調整 3~5%等。

三、效益評估方式

目標	績效指標	評估方法	目標值訂定之依據
推動新能源及再生能源之科技創新	<ul style="list-style-type: none"> ■ 30 篇論文 ■ 培育及延攬 100 位人才 ■ 10 件次技術報告及檢驗方法 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 110-111 年投稿篇數 ■ 110-111 年人數 ■ 110-111 年件數 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 投稿國內外重要期刊發表論文。 ■ 培育碩士及博士研究生開發綠能創新技術與推廣實用產品或技術能力。 ■ 綠能創新技術開發
聚焦創能、節能、儲能與系統整合四大領域整合之型應用研究	<ul style="list-style-type: none"> ■ 10 件與學界或產業團體合作研究 ■ 10 件智慧財產 ■ 2 件技轉與智財授權 ■ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 110-111 年件數 ■ 110-111 年件數 ■ 110-111 年件數 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 申請/獲得國內外專利。 ■ 計畫成果於現地實驗後，技術移轉於業者 ■ 計畫成果於綠能科技試驗場域進行現地實驗及展示
型塑產學研科研聚	<ul style="list-style-type: none"> ■ 5 篇論文 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 110-111 年件數 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 投稿國內外重要期刊發

目標	績效指標	評估方法	目標值訂定之依據
落	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2 件政策建議數 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 110-111 年件數 	表論文。 <ul style="list-style-type: none"> ■ 研擬未來綠能科技研發方向建議

陸、自我挑戰目標

110 年度

- 一、提升綠能科技創新與應用研究之研發能量，挑戰計畫總計完成 15 件次技術報告及檢驗方法，以及 70 篇論文發表於國內外研討會與期刊。
- 二、強化技術創新移轉及自主專利能力，挑戰促成 15 件與學界或產業團體合作研究、申請/獲得 15 件智財專利以及 5 件技術移轉，強化學界與產業鏈結，以期填補產業技術缺口。
- 三、擴增綠能科技創新生態系人才庫，挑戰計畫總計培育及延攬 300 位人才。

111 年度

- 一、提升綠能科技創新與應用研究之研發能量，挑戰計畫總計完成 15 件次技術報告及檢驗方法，以及 70 篇論文發表於國內外研討會與期刊。
- 二、強化技術創新移轉及自主專利能力，挑戰促成 15 件與學界或產業團體合作研究、申請/獲得 15 件智財專利以及 5 件技術移轉，強化學界與產業鏈結，以期填補產業技術缺口。
- 三、擴增綠能科技創新生態系人才庫，挑戰計畫總計培育及延攬 300 位人才。

柒、經費需求/經費分攤/槓桿外部資源

經費需求表(B005)

經費需求說明

本計畫預估每年總投入經費為 220,000 千元，其中人事費為 65,000 千元、材料費為 85,000 千元、其他費用為 30,000 千元與儀器設備費為 40,000 千元。

單位：千元

細部計畫名稱	計畫性質	110 年度			111 年度			112 年度			113 年度		
		小計	經常支出	資本支出	小計	經常支出	資本支出	小計	經常支出	資本支出	小計	經常支出	資本支出
綠能科技聯合研發計畫	4.產業應用技術開發	220,000	180,000	40,000	220,000	180,000	40,000						

110 年度經費需求表

經費需求說明

本計畫預估每年總投入經費為 220,000 千元，其中人事費為 65,000 千元、材料費為 85,000 千元、其他費用為 30,000 千元與儀器設備費為 40,000 千元。

單位：千元

計畫名稱	計畫性質	預定執行機構	細部計畫重點描述	主要績效指標 KPI	110 年度						
					小計	經常支出			資本支出		
						人事費	材料費	其他費用	土地建築	儀器設備	其他費用
綠能科技聯合研發計畫	產業應用技術開發	科技部	以沙崙智慧綠能科學城為實體化科研能量之基地，推動國家未來綠能技術持續發展為總體目標，以「綠能創新技術開發」、「綠能應用技術合作」及「策略推動與協調」三分項作為主要推動工作，尋求綠能創新科技技術突破，加速綠能應用技術或產品商業化，並且利用智慧數位化科技，創新能源體系運作模式與效能，匯集與延續學研界科研能量與成果，以期型塑產學研科研聚落，將科研成果銜接進入產業，積極提升產業科研競爭力。	發表 35 篇論文、培育及延攬 100 位人才、完成 10 件次技術報告及檢驗方法、促成 10 件與學界或產業團體合作研究、申請/獲得 10 件智慧財產、完成 2 件技轉與智財授權	220,000	65,000	85,000	30,000	0	40,000	0

111 年度經費需求表

經費需求說明

本計畫預估每年總投入經費為 220,000 千元，其中人事費為 65,000 千元、材料費為 85,000 千元、其他費用為 30,000 千元與儀器設備費為 40,000 千元。

單位：千元

計畫名稱	計畫性質	預定執行機構	細部計畫重點描述	主要績效指標 KPI	111 年度						
					小計	經常支出			資本支出		
						人事費	材料費	其他費用	土地建築	儀器設備	其他費用
綠能科技聯合研發計畫	產業應用技術開發	科技部	以沙崙智慧綠能科學城為實體化科研能量之基地，推動國家未來綠能技術持續發展為總體目標，以「綠能創新技術開發」、「綠能應用技術合作」及「策略推動與協調」三分項作為主要推動工作，尋求綠能創新科技技術突破，加速綠能應用技術或產品商業化，並且利用智慧數位化科技，創新能源體系運作模式與效能，匯集與延續學研界科研能量與成果，以期型塑產學研科研聚落，將科研成果銜接進入產業，積極提升產業科研競爭力。	發表 35 篇論文、培育及延攬 100 位人才、完成 10 件次技術報告及檢驗方法、促成 10 件與學界或產業團體合作研究、申請/獲得 10 件智慧財產、完成 2 件授權與智財授權	220,000	65,000	85,000	30,000	0	40,000	0