

溫室氣體國家報告

2018 National Communication



▲冬山河

第七章

技術研發、需求及移轉

7.1 技術研究與發展

7.2 技術需求及移轉

第七章 技術研發、需求及移轉

為發展得以因應氣候變遷的科技與技術，國際間紛紛鼓勵技術的研發、創新與合作，藉由全球市場機制的運行，配合氣候資金的融資，各國進一步列出氣候科技或技術需求，規劃與推動國內行動方案，進行技術的輸入或輸出，達成技術擴散與移轉的目的，臺灣亦投入氣候技術、氣候服務與產業的開發，以下分別就「減緩與能源科技」與「氣候服務與調適科技」兩大類別說明臺灣氣候技術的發展，另針對技術需求及技術移轉進行案例分享。

7.1 技術研究與發展

7.1.1 減緩與能源科技

能源使用與發電為當前全球二氧化碳排放量最高的部門，其根本原因在於化石燃料燃燒過程所產生的大量二氧化碳，因此，研發低碳的能源科技與技術在減緩領域是相當重要的策略。

科技部於 2007 年、2014 年推動一、二期「能源國家型科技計畫」，整合科技部、經濟部能源局、工業局、標檢局、技術處、地調所、原能會核研所及交通部運研所等既有之能源相關研究計畫資源，將現階段各部會的重要執行計畫、成果及價值納入執行，因此，能源國家型科技計畫，是為我國能源及低碳技術研發的核心。

能源國家型科技計畫針對能源科技基本面向進行研究，亦強調能源產業的落實，著重能源科技的產業化可能性驗證，將科研成果銜接進入產業，在第二期「能源國家型科技計畫」促進廠商相關能源技術研發投資超過新臺幣 69 億元，生產投資超過新臺幣 37 億元，有助於國內能源產業升級與轉型，此外，著眼全國節能減碳目標並因應產業發展需求，經濟部能源局持續投入節能科技與技術之發展，聚焦能源管理，並於實場驗證技術效益，建立應用實績，以下透過第二期「能源國家型科技計畫」6 項主軸計畫，呈現減緩與能源重點科技與技術。

一、節能技術

節能主軸強調由關鍵零組件開發深化至系統整合型的節能系統研發與服務，首重產業界之需求，其下共分成四個主題分項，分別從住商節能、工業節能、運輸節能、與校園節能來建構整個主軸中心之推動架構與節約能源技術。

住商節能方面，推動「智慧家庭物聯網通訊標準」(TaiSEIA 101) 使其成為國家標準，建立低壓商業用戶群參與虛擬電廠 (Virtual Power Plant, VPP) 調度示範，平均每戶抑低量 0.69kW，成效與美國加州 PG&E Smart AC Program 相當，投入能源資通訊相關之應用包括智慧電表系統 (Advanced Metering Infrastructure, AMI) 及能源管理等項目。此外，研發與推廣 LED 及 OLED 照明技術，並發展高性價比固態照明技術等。

建築節能技術開發方面，佈局中央空調水側系統能效管理措施，擴充雲端化建築能源模擬平台功能，開發小型空調、中央空調節能控制器等，並發展線上建築能耗模擬技術；工業節能部分，著重於製程系統及環境模擬監控技術，並推動區域能源整合示範系統等；運輸節能則著力於車輛與動力系統的技術研發及改良，研發輕量化、智慧化車輛；校園節能則建置高效節能綠色資料中心，優化資訊設備管理。

二、替代能源技術

替代能源主軸參考國內外節能減碳發展趨勢及科技藍圖，計有生質能、太陽能、儲能等三個主題計畫，藉由發展及推廣潔淨替代能源來降低對化石能源之使用，另一方面厚植及扶植國內替代能源相關產業，提高再生能源發展規模。

生質能主題下包括纖維素生質醇類、長碳鍊生質油品及生質材料高質應用產品等技術發展；太陽能主題則聚焦太陽光電及太陽熱能相關技術，包括高性價比電池、模組技術，工業製程應用技術等；儲能主題則包括鋰離子電池系統、液流電池系統及氫能與燃料電池系統等，其中包



括高安全性鋰電池 (STOBA) 材料試量產及建置汰役電池再利用之儲能系統整合技術展示場域、技轉固態氧化物燃料電池 (Solid Oxide Fuel Cell, SOFC) 發電系統、鋁電池技術用於定置型儲能電池、汽機車電瓶及輕型交通載具市場等。

三、智慧電網技術

智慧電網主軸配合國內智慧電表、再生能源、電動車、電能需求管理推廣、台電輸配電建置及行政院建置澎湖低碳島計畫，延續第一期成果進行關鍵技術之技轉與商品化，於澎湖建置臺灣第一個智慧電網展示區 (Smart Grid Demo Site)，並以需量反應及分散式電源與儲能之整合應用計畫為平台，建立虛擬電廠示範場域 (VPP Demo Site)，將智慧電網主軸計畫成果推廣於台電系統、家庭用戶端，全面推動智慧電網產業。

針對太陽光電 (Photovoltaics, PV) 再生能源發電以嵌入式系統為基礎發展出智慧變流器閘道器，結合 4G 行動網路對 PV 再生能源發電進行最佳化功率因數與實功率調控，可降低再生能源發電對電網之衝擊而提升再生能源併網容量達 30% 以上。此外，於興隆公共住宅完成國內第一個與公共住宅政策整合之智慧電能管理系統。配合臺北市政府及台電公司，整合家庭節能管理、用電分析與可視化介面、綠能系統、儲能系統、電動車充電系統及自動需量反應技術。

四、離岸風力及海洋能源

離岸風力及海洋能源主軸以第一期離岸風力與黑潮電力為基礎，完成海流發電相關技術研發數值分析，於小琉球海域進行實海域拖船測試，測試結果在 1.43 m/sec 穩定流速下得平均發電量為 32.57 kW (千瓦) ； 50 kW 洋流能單元發電機掛載於此深海繫泊系統上，並進行為期 4 天於黑潮進行發電測試。

另完成中鋼 5 MW (百萬瓦) 離岸風機葉片旋角控制實驗系統規劃及實驗測試，結合發電機及電力轉換模式進行全機運轉操控模式模

擬。結合波浪力、空氣動力、風機系統動態、控制系統動態分析，創新整合空氣動力、風機系統動態、控制系統動態分析、波浪力等分析工具，進行中鋼 5MW 離岸型風力發電機之全系統動態模擬，可分析離岸型風力發電機不同風況下之運動狀態。

此外，我國亦完成海域施工環境及短期預報技術研發，整合運維決策技術，包含海氣象資料、出海預測資料、風場資料、運轉資料監控等，提供廠商單一介面於跨風場的營運管理，提升整體可用率以及發電輸出，提升在地化離岸風場運維能量。

五、地熱與天然氣水合物

經濟部地質調查所於 2004 年起由推動調查，發現臺灣西南海域有相當高的甲烷資源量，可作為天然氣資源。我國當前於地熱的技術發展，包括非火山型地熱系統與火山型地熱系統的研究，針對前者，近年來積極研發有機朗肯雙循環發電系統、地熱儲集層管理與監測技術、結垢抑制技術等，並於 2012 年在宜蘭清水地熱區建造清水地熱 50kW 雙循環地熱發電示範系統，為近年研發之具體成果；後者自 2013 年起針對強酸腐蝕問題進行相關研究，主要研究方向分成地表設施的耐酸蝕塗層技術與井下的耐酸蝕管材製造技術兩部分，在耐酸蝕塗層技術部分已成功應用於發電機組的熱交換器，低價耐酸蝕管材製造部分則仍在努力研發中。

此外，為使地熱探測更加精準具效率，近年亦開發水下探測設備與海域測試，如深海即時影像導引儀器載台、雷射光學探測系統及視訊導引抓斗系統等設備，我國工業技術研究院自行設計地熱能發電系統技術，且在國內自製，包含雙循環 ORC 發電機組、增益取熱系統、尾水回注系統、自動控制系統等。

六、減碳淨煤

臺灣同樣致力於研發減碳淨煤技術，如碳捕獲、封存與再利用 (Carbon Capture, Storage, and Utilization, CCSU) 與新燃燒系統等技術以降

低污染。減碳淨煤主軸下，鈣迴路捕獲二氧化碳技術為目前最主要發展的技術，其為現行各種減碳方法中，直接針對燃煤電廠和工業爐等主要碳排放源進行改善的有效處理方式之一，所成立的試驗廠，可大幅縮小系統占地空間和能源損耗，更具競爭優勢。

此外，我國亦推動台電、中油及民營電廠等 7 家能源產業執行 13 件次的能源產業減量技術應用及實質減量效益評估，包括採用低碳燃料、機組效率提升及廢氣回收等作為。最後，為促使民眾瞭解能源技術現況與未來發展趨勢、國家能源供需政策及不同能源選項所需之代價，我國發展「臺灣 2050 能源供需模擬系統」，藉由操作情境模擬器，更進一步理解我國減碳淨煤之能源轉型路徑。

7.1.2 氣候服務與調適科技

面對氣候變遷的影響及衝擊，人類社會的因應途徑應為減緩及調適並重。氣候調適行動的規劃與執行，在前階段仰賴氣象與氣候資料的蒐集，以及地區的脆弱度與暴露度等評估，累積數據與資料後，產出資訊，轉化為氣候調適行動，此過程運用的科技與技術即為「氣候服務」與「調適科技」。

臺灣目前氣候服務相關研究多由中央氣象局執行，如氣候變遷應用服務能力發展計畫，即以「提供以科學為基礎的氣候測報資訊，為政府與社會的氣候風險認知與管理做服務」為任務。氣候服務發展重點包括氣候科學能力的建構與模式研發、氣候資料的整集與處理、氣候監測與預報、氣候應用服務與推廣，及支援氣候變遷調適等。

此外，財團法人國家災害防救科技中心，透過提供臺灣氣候變遷分析與推估資訊，作為政府各機關規劃氣候變遷調適所參考的應用資訊。氣象局與財團法人國家災害防救科技中心的氣候服務除降低氣候變遷之衝擊程度，更有助於國內民間產業及政府單位建立氣候風險評估的機制，藉以發揮氣候變遷調適的功能。

我國更有公私協力夥伴關係發展氣候調適科技之案例，台達電子文教基金會與交通部中央氣象局與財團法人台灣建築中心合作開發「建築微氣候資料庫」，將臺灣主要都會區的 13 個測站之歷史氣象資料應用於建築資訊模型中，讓建築師在設計之初就可考量建築基地的日照、風速、溫度、濕度、雨量等 24 項重要氣象資訊，進而運用增加通風、自然採光、周圍綠帶等綠建築設計手法，從源頭減少建築日後所需的能源消耗。

目前位於臺北萬隆的智慧化居住空間展示中心大樓、興建中的彰化田中氣象站等地，皆已運用此建築微氣候資料庫作節能檢視；台灣建築中心也會將其運用於未來桃園航空城的規劃上，令臺灣設計的建築可以更加節能，並計畫進一步打造能提供更高解析度、且考慮區域微氣候效應的線上資訊平台，除能為建築師提供更精確的微氣候資訊以打造節能建築，也期許未來能作為樓宇管理者管控大樓空調、照明系統的決策依據，以及太陽能、風能等創能產業、智慧電網電力調度等應用的輔助資訊。

另財團法人國際合作發展基金會（以下簡稱國合會）做為我國專職援外機構，也積極運用我國氣候服務與調適科技，協助我國友邦與友好國家加強其建立與運用氣候資料之能力，以推動其國家自定貢獻與國家調適計畫。

7.2 技術需求及移轉

隨著溫室效應加劇，氣候變遷對全球環境衝擊愈發嚴重，聯合國氣候變化綱要公約藉由四大途徑對抗氣候變遷，一為減少大氣中溫室氣體排放的「減緩」(Mitigation)，二為採取調整與適應行動以因應環境變遷的「調適」(Adaptation)，三為驅動減緩與調適行動的「科技」(Technology)，最後則為支持上述行動發展的重要資源「資金」(Finance)。本節介紹臺灣因應氣候變遷的技術需求以及參與國際間技術合作的技術移轉案例。

7.2.1 技術需求

臺灣四面環海，位處於熱帶與亞熱帶氣候區，海底地形以及海洋環境相當特殊，擁有世界一級的離岸風場與豐富的海洋資源，在第二期能源國家型計畫中，透過海洋能源自然條件進行離岸風力發電開發之評估（如表 7.2.1），依此前提衡量臺灣海洋能源自然條件，輸入適合臺灣的外國離岸風力發電開發技術。

我國離岸風力發電技術產業推動策略係以工業區開發方式建立國內離岸風場投資開發申

請模式規模開發離岸風場進行準備，並推動國際合作，透過最適科技的輸入，建立臺灣離岸風能產業供應鏈與自主研發設計能量，目標為以國內海事工程船舶，建立離岸風電海事工程自主施工能力，並協調國內離岸場開發商、國內風電設備商與海事工程企業需求，協助建立長期夥伴關係。針對測風光達技術之研發，建立全系統維修技術能力，透過業界合作技轉國內廠商，以積極開發離岸風場及提升運維關鍵技術。

表 7.2.1 我國海洋能源自然條件進行離岸風力發電開發之評估

| 海洋能源 | 最大能量 / 蘊藏量 | 衍生性經濟效益 | 潔淨永續 | 能源安全 / 穩定 | 成本競爭性 / 技術成熟度 |
|------|------------|---------|------|-----------|---------------|
| 洋流 | ◎ | △ | ◎ | ◎ | △ |
| 潮汐 | △ | △ | ◎ | △ | ○ |
| 波浪 | △ | ○ | ◎ | △ | ○ |
| 溫差 | △ | ○ | ◎ | ○ | ○ |

◎ 高 ○ 中 △ 低

資料來源：科技部，「第二期能源國家型科技計畫離岸風力及海洋能源主軸中心之推動及管理計畫 (IV) 成果報告」，2017 年。

7.2.2 技術移轉

UNFCCC 建立的技術機制 (Technology Mechanism) 由締約國大會 (Conference of the Parties, COP)、技術執行委員會 (Technology Executive Committee, TEC) 及氣候技術中心與網絡 (Climate Technology Centre and Network, CTCN) 組成 (如圖 7.2.2 所示)，技術路徑中，技術的發展、擴散和移轉為當前普遍使用的執行工具，如表 7.2.2 所列。所謂技術發展 (Technology Development) 階段，係針對多項技術的生命週期進行分析，將技術分類並分析技術功效後將其排序，接著進入技術擴散 (Technology Diffusion) 階段，擴散是為了使技術被社會所接受與應用，其核心即為技術的產業

發展，須考量市場、產業與維生設施等經濟與商業方面的驅力，待技術經過發展與擴散，臻於成熟，相關經驗可輸出至國際，透過技術移轉 (Technology Transfer)，除可因應區域性的挑戰，亦達到全球氣候行動的目的。

我國外交部為推動臺灣參與全球國際氣候合作，並呼應 UNFCCC 及巴黎協定的精神，偕我國專職援外機構國合會及各相關部會，積極推展氣候減緩及調適科技於國際間氣候行動之應用，協助我國友邦與友好國家加強其因應氣候變遷之能力，本節介紹臺灣於國際氣候合作的重要技術移轉案例。

表 7.2.2 技術發展、技術擴散與技術移轉之目的與執行方法

| 領域科技政策工具 | 目的 | 執行方法 |
|-------------------------------|---|--|
| 技術發展 (Technology Development) | 1. 科技的研究與發展 (R&D) 2. 科技的評估 3. 增進能力建構 | 技術生命週期階段分析 導入期、成長期、成熟期、飽和期 技術分類 新技術、萌芽技術、關鍵技術、基礎技術 技術功效與 R&D 持續投入之分析 |
| 技術擴散 (Technology Diffusion) | 1. 科技為社會所接受與應用 2. 科技的產業發展 | 技術與商品化關聯 技術成熟度、商品化時程、研發知識、可預測性、 商品化優劣持久性 綜合產業分析 呈現各項目調適科技之技術成熟度、市場價值 (格) 以及施用潛力 |
| 技術移轉 (Technology Transfer) | 1. 國際合作之應用 2. 科技需求評估 3. 技術培訓 4. 能力建構 | 智慧財產權移轉 knowhow 的授與使用 建立國內外科技移轉機制、路徑 |

資料來源：本報告彙整。

一、臺灣與索羅門群島氣象與地震早期預警系統 (Solomon Islands Synergistic Analysis For the Environment, SoSAFE) 合作計畫

我國交通部中央氣象局長期發展氣象與地震早期預警系統科技與技術，推廣運用於氣候變遷之因應，並與索羅門群島環境部於 2017 年簽署氣象合作瞭解備忘錄。

2016 年交通部中央氣象局與衛生福利部、中央研究院、中原大學及中華民國氣象學會共同提出為期 3 年的「索羅門群島氣象與地震早期預警研究」計畫，在科技部經費支持下，即接續派員赴索國進行氣象與地震觀測系統設置與作業強化規劃等工作。第一階段以發展索國「氣象與地震早期預警系統 (Solomon Islands Synergistic Analysis For the Environment, SoSAFE)」的基礎設施為主要工作。兩國在氣象上同樣面臨劇烈天氣及地震等天然災害的威脅，透過兩國合作案，索羅門群島已建置多個氣象及地震觀測設施，對豪雨及地震的發生已具初步預警能力，對於登革熱爆發的預警機制也開始逐步建立。

二、中美洲地理資訊系統應用能力提升計畫

本案為外交部委託國合會於尼加拉瓜及宏都拉斯辦理之援助計畫，合作夥伴包括各

執行國家之政府單位如尼加拉瓜國土監測局 (INETER)、尼加拉瓜環境資源部 (MARENA)、尼加拉瓜馬納瓜自治大學水資源研究中心 (UNAN-CIRA)、宏都拉斯自然資源與環境部 (SERNA)、宏都拉斯森林署 (ICF)、宏都拉斯全國救災委員會 (COPECO)、宏都拉斯國家自來水公司 (SANAA)。

該計畫擬解決之核心問題係中美洲國家頻繁面臨的天然災害威脅，由於合作國家的廣袤國土缺乏有效管理與規劃，影響區域永續發展，亟需運用有效科技工具輔助政府進行天災防治決策、國土變遷管理、以及自然資源永續利用。鑒於我國具備先端衛星科技能力，爰我中美洲友邦尼加拉瓜、宏都拉斯、薩爾瓦多先後向我提出合作需求，盼透過本計畫引入地理資訊系統科技 (GIS) 提升治理能力，考量各合作國家間有其共通需求且可透過分享資源以節省成本，

爰以區域統整方式執行本計畫，在共通基礎上再依各國家發展重點擬定計畫主軸。

經評估後，尼加拉瓜、宏都拉斯兩國導入地理資訊系統應用之主要挑戰在於缺乏衛星影像與技術能力，無法有效掌握土地利用情形與國土變化，並於遭逢天然災害時可以迅速有效反應，降低天災衝擊與損失。為協助合作國家



有效應用地理資訊系統以提升政府治理效率，本計畫主要內容包含：

- (一) 強化自然保護區或重點區域之環境監測，由我國提供衛星影像協助合作國家掌握國土變化情形；
- (二) 培育地理資訊系統技術人才，移轉衛星影像應用技術予合作國家；
- (三) 依據合作國家個別需求，運用衛星影像輔助水質監測（尼加拉瓜）、環境管理（宏都拉斯）。

三、宏都拉斯森林蟲害管理計畫

本案為外交部委託國合會於宏都拉斯辦理之援助計畫，合作夥伴為宏都拉斯國家森林保護署 (ICF)。本計畫之主要目標，在協助宏都拉

斯發展氣候變遷之森林健康調適策略，並運用森林健康、災害管理與地理資訊系統 (GIS) 技術，建構宏國森林健康管理決策支援平台，提升宏國森林健康與森林管理效率，預期將蟲害應變時間縮短至 1 週，以達到增加森林碳吸存量及減少森林蟲害損失之效。此外，並輔以協助宏國國家溫室氣體報告於林業部門計算技術及森林管理決策支援平台移轉等方式，達成強化宏國環境與林業部門能力建構之目標。本計畫所採用我國森林管理科技與應用為：

- (一) 森林管理資訊數位化；
- (二) 移轉小蠹蟲調查與爆發預測機制，建構森林蟲害早期預警機制；
- (三) 運用 GIS 科技整合森林蟲害防治資源；
- (四) 導入森林蟲害損失估算機制等。



圖 7.2.1 薩爾瓦多環境部人員與財團法人國際合作發展基金會人員進行土地利用變異點查核

資料來源：財團法人國際合作發展基金會



圖 7.2.2 宏都拉斯森林署蟲害工作小組說明小蠹蟲誘捕器使用方式

資料來源：財團法人國際合作發展基金會

四、聖克里斯多福及尼維斯農業因應氣候變異調適能力提升計畫

本案為外交部委託國合會於聖克里斯多福及尼維斯辦理之援助計畫，合作夥伴為聖克里斯多福及尼維斯農業部。聖克里斯多福及尼維斯於 2015 年發生嚴重旱情，農作物總產量相較於 2014 年減少達 31.2%，影響國家糧食安全與農民生計，爰向我國請援。透過文獻研究與實地考察，確認氣候變異 (climate variability)

衝擊及氣候變遷 (climate change) 趨勢係克國農業發展重要議題，初步評估克國農業脆弱度 (vulnerability) 後，將核心問題定義為「克國農業應對氣候變異之資訊預警與調適能力不足」。

本計畫自「建立早期預警資訊蒐集機制」、「研發或引介作物防減災技術」、「提升農業資訊普及率」三面向提升克國農業系統韌性 (resilience)，計畫結束時克國農政部門將建立作物防減災資訊傳播機制，農民可應用資訊降低

災損。本計畫將提升我國對全球氣候變遷因應之努力與貢獻，落實「巴黎協定」第十一條有關「能力建構」之「締約國應協助氣候脆弱國家氣候因應的能力建設，包括減緩與調適行動、技術移轉與發展、氣候財務、提供氣候認知之教育與訓練」實際行動，有助提升我國的國際參與。

五、緬甸鄉村微集中式供電站先鋒計畫

緬甸電力嚴重短缺，據世界銀行報告，2014 年全國僅 30% 人口可使用市電，鄉村地區更為窘迫，即至 2016 年，仍有 2/3 家戶無法連結電網，影響民眾日常生活、教育、健康及安全甚鉅，也阻礙當地經濟活動發展。因此，鄉村供電及照明被緬甸政府列為重要的扶貧策略及國家發展目標。

財團法人國際合作發展基金會以先鋒計畫 (pilot) 方式在緬甸政府指定地點試行，由為緬甸農業、畜牧暨灌溉部鄉村發展司委請財團法人工業技術研究院擔任技術諮詢顧問，該會經公開招標方式尋求台邦科技股份有限公司擔任系統建置廠商。本計畫利用緬甸日照穩定充足的特性，搭配我國在太陽光電技術完整且具產業鏈的優勢，針對短期間電網無法到達的偏遠鄉間設置獨立型 (off-grid) 集中式 (centralized) 供電系統，提供家戶及公共設施夜間照明所需基礎電力。

藉由村民參與建置工作，提高彼等對計畫的認同與責任感，有助於系統順利維運。計畫內容包括：

- (一) 規劃及建置微集中式太陽能供電系統及省電燈具；
- (二) 輔導受益村民成立供電站管理委員會負責系統維運，並提供教育訓練，包括管理委員會的組織運作，供電站操作及維護，以及收費機制宣導與執行等；
- (三) 驗證系統效能與供電站營運狀況，依實際狀況修正、建立合適的供電營運模式。

2017 年臺灣團隊在緬甸中西部馬圭省 (Magway Region) 及實皆省 (Sagaing Region) 共建置 3 套微集中式太陽光電系統及省電燈具，經半年試運轉，已穩定提供 5 村莊共計 560 家戶與寺廟、學校、街道等公共設施基本照明電力。另外，本計畫亦已輔導成立 2 個電力管理委員會，並完成供電站操作與維護、付費機制及營運管理，以及居民用電知識等訓練。

本計畫已為學童提供良好的閱讀學習環境，讓村民得以從事夜間農務與家庭副業等經濟活動，並節省購買蠟燭或煤油的支出，達成包容性成長及環境保護雙重永續發展目標。



圖 7.2.3 訪視聖國現有氣象站設備

資料來源：財團法人國際合作發展基金會



圖 7.2.4 緬甸鄉村微集中式供電站先鋒計畫之參與村民與太陽能板合照

資料來源：財團法人國際合作發展基金會



參考文獻

1. 科技部，「第二期能源國家型科技計畫之辦公室運作計畫 (IV) 成果報告」，2017 年。
2. 科技部，「第二期能源國家型科技計畫地熱與天然氣水合物主軸中心之推動及管理計畫 (IV) 成果報告」，2017 年。
3. 科技部，「能源國家型科技計畫—永續能源技術與策略發展應用計畫成果報告」，2017 年。
4. 科技部，「第二期能源國家型科技計畫離岸風力及海洋能源主軸中心之推動及管理計畫 (IV) 成果報告」，2017 年。
5. 科技部，「第二期能源國家型科技計畫能源科技策略小組之推動及管理計畫 (IV) 成果報告」，2017 年。
6. 科技部，「第二期能源國家型科技計畫節能主軸中心之推動及管理計畫 (IV) 成果報告」，2017 年。
7. 科技部，「第二期能源國家型科技計畫減碳淨煤主軸中心之推動及管理計畫 (IV) 成果報告」，2017 年。
8. 科技部，「第二期能源國家型科技計畫替代能源主軸中心之推動及管理計畫 (IV) 成果報告」，2017 年。
9. 科技部，「第二期能源國家型科技計畫智慧電網主軸中心之推動及管理計畫 (IV) 成果報告」，2017 年。
10. 科技部，「能源技術移轉與國際合作小組之推動及管理計畫 (III)」，2018 年。
11. 科技部，「能源技術國際合作、認證研究與專利 / 技術產業化鏈結」，2018 年。
12. 科技部，「氣候變遷調適科技整合研究計畫 (TaiCCAT) - 氣候變遷之調適科技治理：決策支援系統之建置及其應用 (III)」，2015 年。
13. 台達電子文教基金會，2017-2020 年「建築微氣候資料庫」專案介紹。<http://www.delta-foundation.org.tw/Project/29>