

E 化成果展示，以及動手做實驗觀摩、創意教學教材競賽複審、教師教學教案發展經驗分享與國際經驗交流論壇等一系列活動之舉辦，引導民眾瞭解奈米科技人才培育計畫之發展與成果，並激發社會大眾追求奈米相關知識與興趣。為普及奈米科技教育，奈米人培計畫持續於屏東縣、彰化縣、宜蘭縣等偏鄉地區進行奈米科普演講、動手做活動及奈米科技推廣營隊活動，使奈米科技教育推廣至偏遠地區，未來希望能遍及更多偏遠地區學生。此外，在計畫團隊持續的努力之下，將由五南出版社發行編撰多時的教師教學手冊；計畫中許多教材教案開發成實驗包、光碟及相關圖書，深具經濟價值，並朝向商品化的目標前進，相信未來在相關單位在經費及技術上給予協助後，能共同創造更大的經濟效益。另針對奈米科技知識教育撰寫專書及著作共計 4 本，其中《食品奈米科技－基礎與應用》、《奈米科技叢書 II－奈米科技教學及研究創新》已於 100 年出版販售。目的為輔助中小學的奈米科技教育及促進一般民眾對奈米科技的認識。

三、潛在影響與展望

過去二十年來許多振奮人心的發現都來自於單一與複合材料奈米結構的物理特性等相關材料基礎研究，如將智慧型材料與奈米技術結合，使其具更好的感測或反應、驅動等功能。材料基礎之奈米電子、奈米光子、生物電子、電分子和光生電壓等相關研究，都是未來高科技產業技術發展的趨勢。研究奈米結構、材料與介面的特殊物理性質是奈米科技研發的活水源頭，唯有在這方面的研究不斷地創新，才

可能將這些奈米科學的成果發展成奈米技術，享受這些奈米產品的果實。將奈米科技的特性轉成實際應用進而產生經濟效益，是當前許多國家重視開發奈米技術的主要因素。奈米國家型科技計畫執行至今，不論在學術研究及專利創新方面皆有豐碩的研究成果，然而，目前奈米科技技術上尚未能真正大量應用於產業，第 2 期的工作重點就在於如何延續並落實第 1 期的成果，達到產業化的目標。為此，奈米國家型科技計畫自 100 年起陸續調整計畫徵求方向，包括停止徵求前瞻性研究計畫，增加學研合作計畫及產學合作計畫的額度，徵求業界科專計畫等，積極促進學術與研究機構的技術成果與產業界的創新應用構想結合，加速奈米科技產業化的腳步。

第六節 能源國家型科技計畫

一、計畫概況

能源國家型科技計畫（98~102 年）是國科會所推動的第 10 個國家型計畫，乃依據行政院能源政策及科技發展指導小組各次會議決議，和 96 年 11 月召開之全國產業科技會議所擬定之 15 項能源科技發展主軸，及 96 年 12 月行政院科技會報第 23 次會議之決議通過推動「能源國家型科技計畫」（National Science and Technology Program-Energy, NSTPE）所定。

計畫的任務目標以（一）提升能源自主與安全、（二）減少溫室氣體排放、（三）開創能源產業、（四）提升能源使用效率、（五）改變能源使用結構等 5 個面向為基礎。依據行政院對能源國家型計

畫之指示，注重再生能源之研究與應用，積極發展替代能源，並投入具特色且具商業價值之研究，期使我國能從能源短缺國家變成替代能源技術之輸出國，亦逐步調整與節能減碳政策相結合。積極發展無碳再生能源，有效運用再生能源開發潛力，並以 2025 年佔全國總發電裝置容量 15% 為目標來呈現。規劃團隊依據：（一）根據「能源政策綱領」、（二）瞄準「能源政策目標」、（三）提出「研究內容與具體方案」等 3 項邏輯，將此計畫分為（一）能源科技策略、（二）能源技術、（三）節能減碳與（四）人才培育等 4 分項，並選定於 2050 年所產生的減碳效果佔全國排碳量 5% 以上的單一技術，於 99 年 10 月起先推動 4 項主軸研究計畫，包括：（一）淨煤主軸計畫、（二）智慧電網主軸計畫、（三）核能技術主軸計畫、（四）離岸風力主軸計畫，並將各部會署有關計畫分項後納入國家型計畫，亦配合計畫推動產學

合作及國際合作。能源計畫辦公室網站提供相關資訊，網址 <http://nstpe.ntu.edu.tw>。其組織運作架構如圖 3-1-6-1 所示。

本計畫的推動部會包括了國科會、行政院原子能委員會、經濟部技術處、經濟部能源局、經濟部工業局、教育部、交通部運輸研究所、內政部建築研究所、行政院農業委員會、經濟部中央地質調查所以及經濟部標準檢驗局。99 年執行計畫數達 222 個，執行單位有工研院、核研所、中山科學研究院、臺灣大學、地質調查所、清華大學、成功大學、成大基金會、交通大學、中山大學、臺灣大電力研究試驗中心、臺灣海洋大學、中央大學、臺灣科技大學、元智大學、國家實驗研究院、長庚大學、逢甲大學、臺南大學、中興大學、明道大學、亞洲大學、中央研究院、大同大學、聯合大學、政治大學、交通運輸研究所、林業試驗所、屏東科技大學、義守大學、勤益科技大學、臺北科技大學、宜

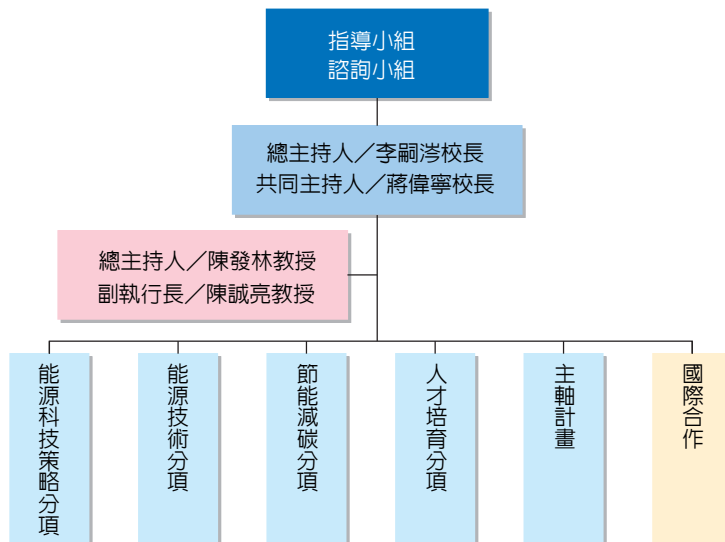


圖 3-1-6-1 能源國家型科技計畫組織運作架構

資料來源：能源國家型科技計畫辦公室。

蘭大學、高雄第一科技大學、內政部建築研究所、中原大學、原能會核研所、交通部運輸研究所、工業局、臺灣電子檢驗中心、財團法人臺灣經濟研究院、中華經濟研究院能源與環境研究中心、雲林科技大學、經濟部標準檢驗局、財團法人臺灣綠色生產力基金會、財團法人金屬工業研究發展中心、行政院國家科學委員會科學教育處、教育部顧問室、教育部環境保護小組、社團法人臺灣環境管理協會等單位。

本計畫的技術發展概況如下所示：

- (一) 太陽能：太陽熱能、有機太陽能電池、半導體太陽電池、高聚光太陽能發電系統。
- (二) 風力發電：包括了風能評估技術、風力機關鍵技術、測試與認證平臺、測試與認證平臺、陸／海域風力機研發。
- (三) 生質能源技術開發：包括生質酒精（乙醇）、生質柴油、沼氣、裂解油、生質丁醇、氫氣。
- (四) 海洋能源技術：海流能、波浪能、潮汐能、溫差發電。
- (五) 氫能系統技術發展：儲氫技術、產氫技術、運送技術、氫能載具（燃料電池、氫內燃機）。
- (六) 核能工程：包括核電廠效能提升、新機組關鍵技術、第4代核電廠技術。
- (七) 地質能源技術：開發為化石能源、地熱、天然氣水合物。
- (八) 儲能技術：鋰電池、超級電容、電動車具等技術發展。
- (九) 淨煤、捕碳與儲碳：建立淨煤與二氧化碳捕獲封存（CCS）及再利

用技術。

- (十) 冷凍空調：提升冷凍空調系統節能及創新技術研發。
- (十一) 建築節能：提升建築能源管理及加強節能材料與再生建材利用技術研發。
- (十二) 交通運輸：健全綠色運輸系統及提升運輸系統能源使用效率。
- (十三) 工業節能：調整產業結構及開發製程節能技術。
- (十四) 照明與電器：建立高效率先進光源系統與電器技術及節能管理技術。
- (十五) 智慧電網與讀表：以先進資訊、通訊與電力電子技術建構全臺智慧型電網，創造一個優質、高效率、服務導向及環保之電力網路，並利用現有電表與網路技術，完成高壓與低壓用戶的電力資通訊網路基礎建設並全面運轉。

99至100年度能源國家型科技計畫投入經費與人力如圖3-1-6-2。

二、重要成果

（一）能源科技策略分項

能源科技策略分項係以前瞻角度擘劃我國未來能源科技發展政策，引領能源科技發展方向，並具體指導我國能源科技發展重點項目。該項之重要成果包括「提出臺灣未來具發展潛力之重點技術」以及「建構節能產業發展策略」。

1. 提出臺灣未來具發展潛力之重點技術

建構知識架構魚骨圖，以科技演化模

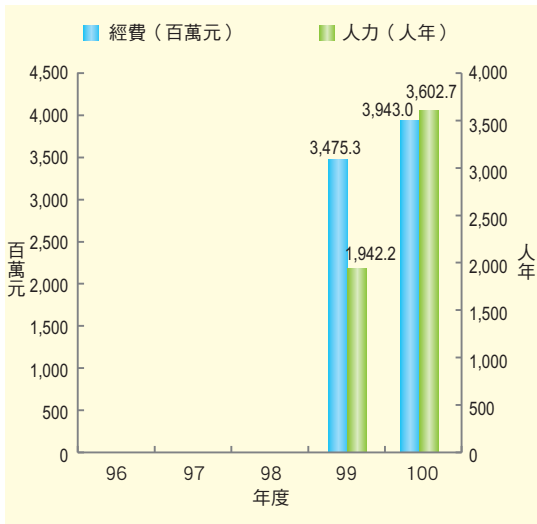


圖 3-1-6-2 能源國家型科技計畫投入經費與人力

資料來源：能源國家型科技計畫辦公室。
註：經費為預算數。

型，分析智慧電網與讀表領域相關域相關之高被引科教研論文與技術專利搭配偵測與特徵擷取演算法，並透過專家解讀與專業

比對方式，將各個前沿主題演化軌跡分析結果，對應至知識架構魚骨圖之相關領域技術項目，獲得全球具潛力之前瞻研究與臺灣未來具發展潛力之重點技術。

臺灣未來具發展潛力之重點技術，可由臺灣技術前沿於全球之定位來加以闡明（如圖 3-1-6-3），結果以廣域監測系統與電子交易系統 2 個子領域為利基技術熱點，前者前沿演化軌跡之比對為全球引領臺灣在廣域監測系統中發展了電力消耗自動監控系統，其為廣域監測系統之系統組件，後者前沿演化軌跡之比對為全球驅動臺灣於電子交易系統中發展了用戶端導向之即時訊息交換技術，其為電子交易系統之系統組件。另外，臺灣特別發展了主動式濾波相關之技術專利，用以改善電力諧波所引起的電力劣化問題。

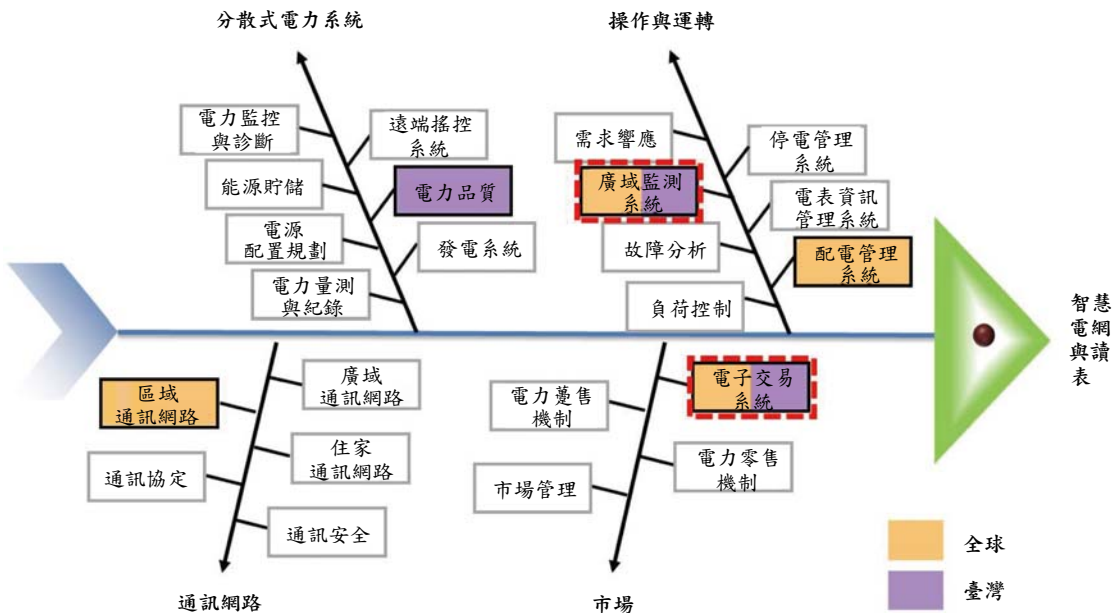


圖 3-1-6-3 臺灣與全球智慧電網與讀表技術前沿比對圖

資料來源：Sonoma Innovation, 2009; NIST, 2009; IEEE, 2011。

2. 建構節能產業發展策略

提出一個節能產業發展策略模式，篩選出適當節能產業，達到我國節能減碳的目標。節能減碳產業篩選方式，由分析節能指標建立篩選機制，分析具有節能減碳與國際競爭力之節能產業，篩選出目標產業或載具產業之發展關鍵要因，建構出節能產業的發展策略，進而提出節能產業發展政策的建議。

透過系統動態學模型建構，對國內LED燈使用量進行節能、減碳量之模擬計算，此計算結果顯示，我國在推動使用LED燈時，可能產生的減碳量如表3-1-6-1所示。

假設政府提供每只LED燈100元的購買補助，可以提高民眾安裝LED燈的意願。模擬第10年的LED燈累積使用量可達到7,266萬組；比不提供購買補助情境時的累積使用量多出1,266萬組。民眾是以13W LED燈取代傳統60W白熾燈，則在累積使用量為7,266萬組時，累積減碳量可達到2,094萬噸。這是較佳的減碳效益結果，若民眾是以13W LED燈取代現有的27W省電燈，則在累積使用量為6,000萬組時，累積減碳量為458萬噸。這是基礎的減碳效益結果。

(二) 能源技術分項

能源技術分項以能源自主與安全以及開創能源產業為目標，強調能源之技術發展。該項於100年度之重要成果包括太陽電池技術與製程之開發、生質能源技術開發、風力發電技術發展以及儲能技術提升。

1. 太陽電池技術與製程之開發

太陽電池技術與製程之開發包括矽晶太陽電池、矽薄膜太陽電池以及銅銦鎵硒(CIGS)薄膜太陽電池。

- (1) 矽晶太陽電池：12.5 × 12.5 cm² 大面積之背電極太陽電池效率達18.3%，背接觸電池模組封裝技術效率達16.7%；提升HIT太陽電池效率達19.3%。
- (2) 矽薄膜太陽電池：堆疊型矽薄膜太陽電池效率達13.58%；大面積不透光矽薄膜太陽電池模組效率達10.25%。
- (3) CIGS薄膜太陽電池：未經後硒化與抗反射層的一階段式四元CIGS濺鍍製程，元件面積6 × 6 cm²，效率達12.24%；以氧化物漿料整合軟性基板並導入In₂S₃無鎘緩衝層，獲美國再生能源實驗室(NREL)認證效率11.5%，超越美國指標廠商ISET之

表3-1-6-1 國內LED燈使用量進行節能、減碳量之模擬計算

| 模擬結果比較 | LED燈年銷售量(組) | | LED燈累積使用量(組) | | 累積減碳量(噸) | |
|-----------------------|-------------|---------|--------------|---------|----------|---------|
| | 第5年 | 第10年 | 第5年 | 第10年 | 第5年 | 第10年 |
| LED燈購買補助 60 W led | 832 萬 | 1,370 萬 | 2,400 萬 | 7,266 萬 | 314 萬 | 2,094 萬 |
| LED燈購買不補助 27 W led | 650 萬 | 1,225 萬 | 1,600 萬 | 6,000 萬 | 55 萬 | 458 萬 |

資料來源：逢甲大學許瓊文研究團隊。

9.6% (ISET 採有鑄製程)。完成建立基準太陽電池校正技術，成為財團法人全國認證基金會 ISO/IEC 17025 認證實驗室。輔導國產材料廠商健全太陽光電模組產業供應鏈，並協助促成「長晶爐國產化研發聯盟」及「CIGS 產業聯盟」，推動設備大廠德國Manz公司在臺成立研發中心。

2. 生質能源技術開發

主要技術開發為建立畜殖廢棄物沼氣發電系統與微藻減碳及產製藻油生質柴油，流程如下所述：(1) 設置沼氣收集管路，提升沼氣輸送及收集效果 50% 以上。(2) 建造 2 座生物除硫反應器，每日各處理 300 立方米之沼氣量 (3,000 頭豬規模)。(3) 發電最高熱效能為 27%，沼氣流量 200 L/min 時，每一立方米沼氣約可發 1.9 度的電力，3,000 頭豬每日發電共 1,140 度。(4) 臺糖月眉畜殖場完成微藻養殖系統與除硫沼氣聯結模組之建構，總微藻培養體

積約為 1,200 L，並將可耐受 80% 以上甲烷之微藻突變株，實際運用於畜殖場除硫沼氣養殖，CO₂ 的移除效率可維持 50%，微藻生質能產率約為 150 g/m³/day。結合生物廢棄物與微藻發電技術如圖 3-1-6-4 所示。

3. 風力發電技術發展

風力發電子項之技術發展包括智慧型齒輪箱與智慧型發電機、關鍵鑄件開發以及發電機之研發。

- (1) 智慧型齒輪箱與智慧型發電機：提出一創新風力發電之激磁式同步發電機系統架構，圖 3-1-6-5 為創新穩速傳動機構之齒輪箱建構外觀與內部示意圖。在此創新架構中，利用雙輸入軸及一輸出軸之創新穩速傳動機構，整合風能及伺服馬達控制功率等兩個輸入能量，使其輸出軸帶動激磁式同步發電機來達到發電之目的。本系統中控制伺服馬達之轉速及相位，來達到激磁式同步發

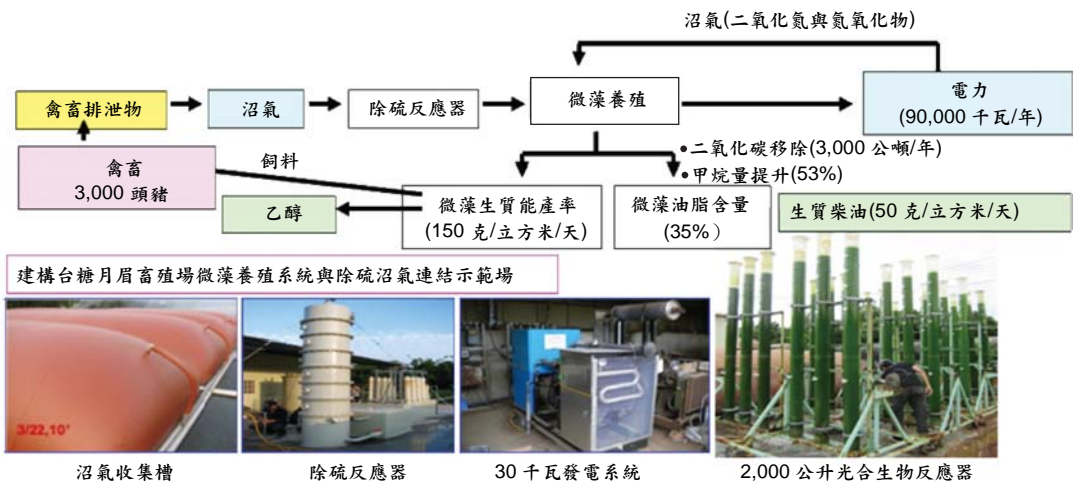


圖 3-1-6-4 結合生物廢棄物與微藻發電技術－臺糖月眉畜殖場示範圖

資料來源：國立交通大學曾慶平研究團隊。

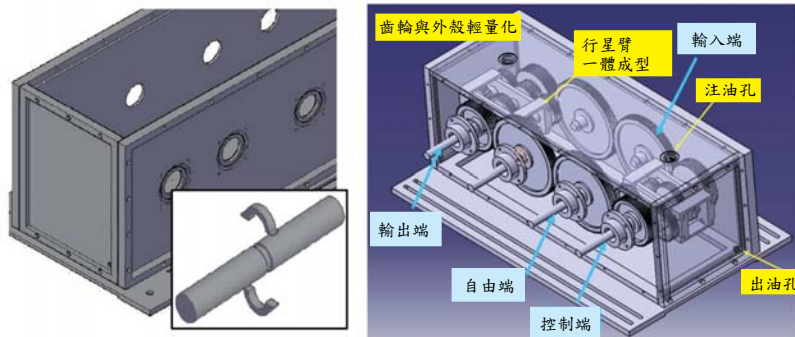


圖 3-1-6-5 創新穩速傳動機構之齒輪箱建構外觀（左）；創新穩速傳動機構之齒輪箱建構內部示意圖（右）。

資料來源：國立中山大學研究團隊。

電機輸出電源與市電的頻率及相位同步的目標，並由最大功率追蹤激磁控制迴路，來控制激磁式同步發電機激磁電流，以達到穩壓、風能最大輸出及伺服馬達最小功率消耗等目標。

- (2) 關鍵鑄件開發：建立大型風力機之關鍵鑄件之合金設計、熔解及處理技術，可以符合各種不同工程規格之要求。此外，亦建立輪轂（hub）、機座（main frame）及軸承環（bearing ring）之凝固模擬及澆冒口系統設計技術。
- (3) 發電機之研發：建立完整的電磁鋼片鐵損資料庫，包含 50 系列電磁鋼及高品級 35 系列電磁鋼，可作為發電機／電動機之設計依據；並已建立大型風力機永磁同步發電機及永磁直驅發電機的設計能力。

4. 儲能技術提升

儲能技術子項之重要成果為整體高安全及長壽命大型動力鋰電池發展以及輔導國內電池廠技術能力提升。

- (1) 整體高安全及長壽命大型動力鋰電池發展：40Ah 電池能量密度達 121 Wh/kg，功率密度 1,354 W/kg，內阻 0.6 mOhm，連續放電能力可達 8C 且可連續放電 87% 電容量。室溫循環壽命在 1C 電流及 80% DOD 放電深度達 750 次。在安全性方面，電池已通過 UN38.3 及 IEC62260-2 測試規範之機械衝擊、振動、擠壓、針刺、過充、外部短路及高溫耐久等安全／可靠性測試。並且 40 Ah 動力電池活化充電後於 10 mm/s 的 3 mm O.D. 探針之穿刺僅產生大量煙霧並無任何爆炸燃燒的現象。圖 3-1-6-6 為 40 Ah 電池安全測試。

- (2) 輔導國內電池廠技術能力提升

目前有量與能元公司已完成 STOBA inside 動力電池試量產，其中有量 STOBA inside 動力鋰電池出貨量已達 30 萬 Ah 以上，而能元 18650 電池持續進行 QAT（小量試產測試）。此外兩家廠商也提供 STOBA inside 電池模組給 CP-eVan 郵務車，現已完成 9,600 公里路跑，預計未來需達 12,000 公

40Ah 電池安全測試

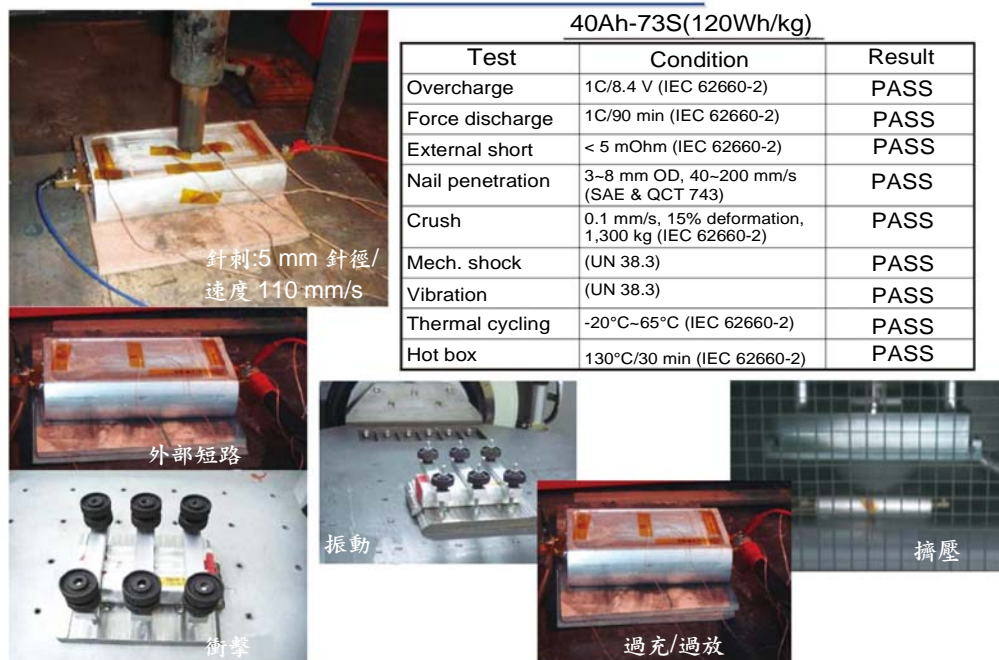


圖 3-1-6-6 40 Ah 電池安全測試

資料來源：工研院材化所蘇宗榮研究團隊。

里路跑，並且 STOBA inside EV 也導入高鐵接駁及第 2 代身障（電動輔助）自行車中。

（三）節能減碳分項

節能減碳實為一體兩面，本分項著重於提升技術，強化能源使用品質，同時

降低能源損耗，直接與間接達成節能減碳的目標。該項主要成果包括建立臺灣智慧電網研發能量、照明技術開發、冷凍空調創新技術研發以及提升運輸系統能源使用效率。

1. 建立臺灣智慧電網研發能量

智慧電網與讀表子項以智慧電網各項技術之發展為核心，分別探討微電網規劃、設計、技術範圍及產業發展，以及同

步相量量測、配電自動化、電能管理等各面向進行研究。在科技創新成果方面，智慧型微電網示範系統之規劃中分別完成超級電容及鋰電池儲能系統、單相三線式 220 V/110 V 變頻器等技術；在利用同步相量量測之智慧型即時電壓穩定度監控系統下，結合臺電公司 PMU 量測系統整合，實際設計各別訊號之聯絡線介面，完成系統輔助電壓穩定度監控系統；整合配電自動化計畫亦完成智慧型節能控制裝置開發和配電變壓器電壓大小等創新技術；臺灣電網廣域動態量測計畫中以新型 PMU 利用嵌入式系統與 FPGA 結合的架構，簡化相關數位電路設計，更有效縮小電路板面積；考量分散式發電與負載管理計畫開發可應用於

微電網分散式電源實功與虛功功率協調控制策略；而在智慧型節能網路之系統關鍵技術開發則應用智慧電表技術、冰水系統控制、住商能源管理技術及燃燒資訊感測等技術，有效協助廠商建立能源管理系統；在微電網技術規範及產業計畫建立臺灣微電網關鍵技術與廠商資料庫，提升國內微電網關鍵技術與廠商之透明度，增進臺灣微電網發展。

2. 照明技術開發

照明與電器子項重要成果為發光二極體（LED）研發、白光 LED 封裝結構以及驅動電路開發。

- (1) 發光二極體研發：主要突破包含白光 LED 效率開發達 156 lm/W；橘光發光材料效率達 97 lm/W，為目前銻金屬錯合物材料中效率最高之元件；藍色磷光主發光體材料，搭配「雙層式發光層」系統，使白光有機發光二極體（OLED）光源在 1,000 cd/m² 的亮度下達 92 lm/W 水準，接近歐洲 OLLA 研究機構 100 年度之技術指標。另外開發低熔點固／液擴散接合材料搭配低溫雷射固晶技術為世界首創，不但解決傳統 Au-Sn 合金固晶技術問題，更突破本國封裝產業的重要技術障礙。
- (2) 白光 LED 封裝結構：開發出具世界記錄之超低空間色偏，空間色偏 $\leq \pm 40 \text{ K}$ （暖白） $\pm 100 \text{ K}$ （冷白）。另亦開發出具均向性之高導熱基板，熱傳導率高達 657 W/m·K，遠比純銅高，且熱膨脹係數只有 8 ppm/K，重量輕，建立本國超高功率 LED 發

展的基礎。

- (3) 驅動電路開發：開發高效率電源電路設計與電路結構，控制簡單、低壓（48 V）輸出，效率 92.11%、功因 0.996，超越美國 DOE 2020 年的技術指標。燈具方面，開發智慧型輕鋼架 OA 燈具，薄型化電源供應器，燈具效率達 75%，厚度僅有 2 公分，重量僅有 2.5 公斤，是國際上類似產品中最輕薄的，大幅提升本國燈具產品之附加價值。

3. 冷凍空調創新技術研發

冷凍空調子項重要成果為大型離心式空調主機在 100 年度之技術里程達世界先進水準，主要指標為：

- (1) 變頻驅動技術綜合能源效率 IPLV 達 9.1，超越國際標竿（benchmark）之 8.8；先進馬達直驅加容調機構 IPLV 達 9.7，超過美國 ASHRAE 90.1-2010 標準。
- (2) 建構自有變頻離心機技術及關鍵元件自製，突破點包括永磁馬達轉子高速動平衡校正、定子與轉子的冷卻與溫度即時監控、精密加工及高轉速永磁馬達轉定子的設計，變頻器效率皆維持在 98% 以上。
- (3) 技轉商品已有連續運轉突破 6,000 小時紀錄，充份驗證技術可靠度及國際競爭力，累積外銷達 60 臺。
- (4) 開發最寬廣運轉範圍（9~100%），採雙頭葉輪流力結構，使用 IGV、擴壓導葉等合計 5 項容調機構，配合智慧化控制策略全年可節電 15~25%。前瞻技術發展包括 30~100 RT 級無油

磁浮軸承原型機測試，以全域運轉控制策略等初步達成 $IPLV = 8.3$ ，磁浮軸承應用達到世界先進水準，並透過與日本 MUTECS 公司合作，提升精密製造與工藝水平。

4. 提升運輸系統能源使用效率

交通運輸子項分別透過 (1) Avoid，由運研所發展之「智慧型運輸系統」，結合工研院、觀光局、經濟部、公路總局等單位，發展之 i3 Travel，從「資訊整合」與「主動服務」概念，提供即時的適地性 (Location-Based Service, LBS) 交通及旅遊資訊與優質的無縫公共運輸，並且日月潭低碳觀光行動方案已經展開，而智慧型運輸系統也已在國道客運轉運、公路汽車客運管理上發展。(2) Shift，則是希望能配合配合全世界推動到 2025 年公共交通比例能加倍成長，由運研所之「先進公共運輸系統整體研究發展」，由 DRTS 雲端派遣系統，提供民眾更方便的搭乘公共客運選擇，並且已於桃園縣復興鄉實際運作，估計光此鄉運作每年相較於傳統公路運輸可節省達二百萬元，民眾等車及步行時間節省效益每年達一千萬元。(3) Change，分別由屏東科技大學、工研院、中科院、車輛中心、金屬中心針對電動車及電動機車進行研發，目前臺灣第 1 個由智慧電動車輛運行路線已於高鐵新竹站至工研院院區間運行，並針對公路客運可能發生狀況設計先進安全感知與控制技術，使大眾運輸更為安全，期望由三方面計畫，能用低碳、新能源及清潔能源技術，提升能源效率、減少汙染排放。

(四) 人才培育分項

人才培育分項以節能減碳為主軸，強

調透過教育以提升全民之節能減碳素養，以及推動節能減碳教育，並加強人才培育。該分項之重要成果包括建立資源中心、深化高中小學 K-12 能源教育、教具專利申請以及推動產學合作。

1. 建立資源中心

以串聯合作方式整合區域資源，建立建築節能、綠色動力能源、儲能、碳中和技術、節能技術、太陽光電、海洋能源、風能及生質能等 9 所資源中心 (共 56 所大專校院) 來豐富能源教育之內涵，以增強大學教育階段學生之節能減碳素養。

2. 深化 K-12 (幼稚園到高中) 能源教育

在課程設計及落實方面，包括在大專校院中開設能源及節能減碳通識及專業課程，並鼓勵各校及系所依據其專長與特色建置能源專業與創新技術課程，培育專才，同時培訓 K-12 種子教師，將能源教育融入中小學與高中職的課程。

透過加強科學教育基礎研究，具體形成教材有 364 件，適用對象自幼稚園至一般民眾。此外，更建置計畫數位平臺及各中心網站，發佈最新消息、彙整教案教材、以及提供相關研習資訊，成為區域能源科技教育的推廣基礎，配合舉辦講座、研習會、能源營隊等活動，促進國人對能源知識學習的習慣性，提升國民能源素養。

3. 教具專利申請

100 年度申請之專利「太陽能模型車教具」，已有出版社與計畫團隊接洽，可望成為國小自然科教學之教材教具。其他已獲得國內專利者包括「車用顯示之電源監控裝置」、「太陽能型聚光板」、「一種高光電能量效率之薄膜型太陽能電池材

料及其元件」、「校園碳足跡之管理方法與雲端碳錢銀行及碳錢卡發行系統」。申請中之國際專利則有「Surface tension measuring device and method thereof」、「Apparatus and Method for Measuring Viscosity」等。

4. 推動產學合作

另亦致力於推動產學合作，與富田電機股份有限公司合作「電動車輛 40 kW 平臺系統整合研究」及與欣技科技股份有限公司合作「車輛產業資訊電子化平臺」。與永佳設計公司之合作案則是預計將「光驅動無線感測網路」產品投入全家便利商店、政府機關與臺中低碳城市等三大場所，預估將可促進 12~30% 的節能成效。

(五) 主軸專案計畫

主軸專案計畫提出四項重點技術投入，目的為提升實質減碳量，重要成果為建立淨煤與二氧化碳捕獲封存及再利用技術、智慧電網與先進讀表技術提升以及核能電廠安全分析與監測技術開發。

1. 建立淨煤與二氧化碳捕獲封存及再利用技術

淨煤、捕碳與儲碳主軸技術發展如下：(1) 完成我國燃煤及天然氣價格趨勢預測，顯示我國天然氣採購價格約為燃煤價格之 3 倍；(2) 完成我國與國際二氧化碳價格趨勢預測圖，2015 及 2030 時分別為每噸二氧化碳為 10 及 20 美元，2050 年時約介於 42 至 80 美元。(3) 完成一系列不同經營情境下我國發電成本分析，圖 3-1-6-7 結果指出，在目前約每噸 75 美元的迴避成本下，以「燃煤 + 碳交易」最具成本優

勢；但若要求每度電二氧化碳排放低於 500 公克，則我國以「燃煤 + CCS」將優於燃氣發電；約至 2040 年時二氧化碳價格預期將高於迴避成本，屆時「燃煤 + CCS」將比燃氣發電更具優勢。

2. 智慧電網與先進讀表技術提升

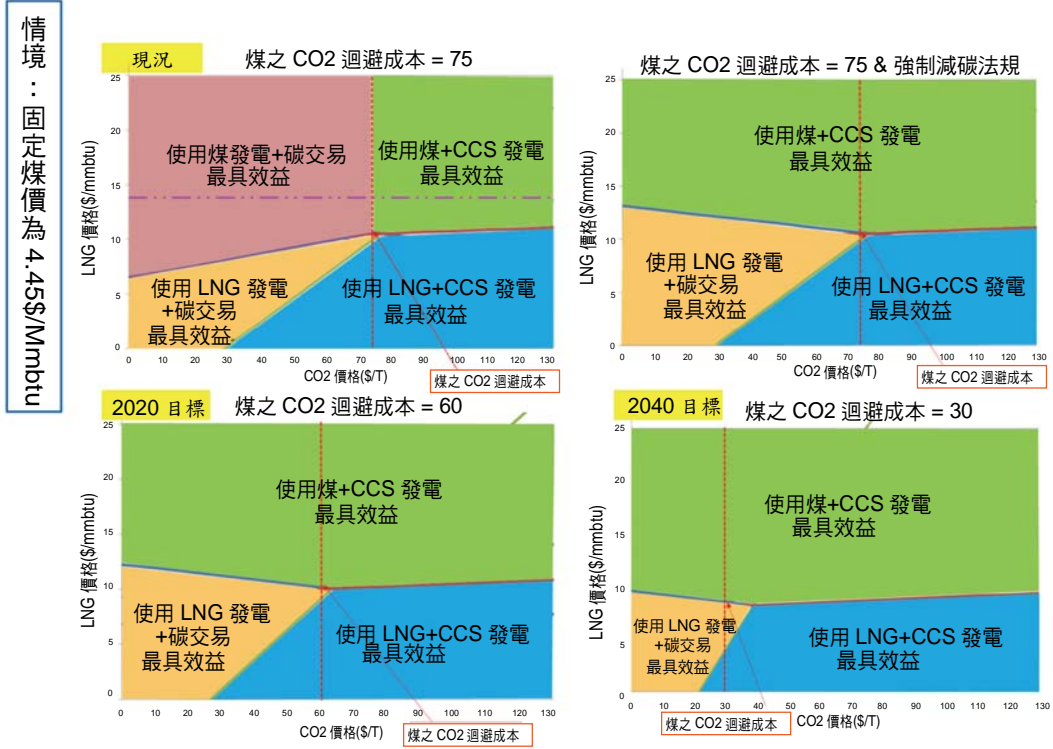
智慧電網各先導型計畫目前已分別在核能研究所、中正大學、中央大學、臺電綜合研究所、成功大學完成 5 處測試場域 (test bed)，且已有 35 家廠商投入先期技轉金參與各測試場域之發展，總金額達 3,627 萬元。交直流微電網先導型計畫已經建立測試平臺，目前作各子計畫開發軟體之測試。先進讀表 (AMI) 先導型計畫技術發展迅速，已完成測試場域之高低壓電表與混合式通訊佈建。先進配電自動化除已完成在臺電樹林綜合研究所之測試場域規劃，且與合作廠商互動良好，對國內機電產業技術提升有助益。智慧家庭 (建築) 電能管理先導型計畫實際成果為已完成蒐集先進國家時間電價費率制度與家庭能源管理系統 (HEMS) 通訊規範之相關資料，以及已完成規劃智慧建築 EMS 系統。

另一方面，智慧電網主軸專案計畫亦協同臺灣經濟研究院第一研究所共同成立臺灣智慧型電網產業協會，除整合臺灣重電業與智慧電網相關產業之力量共同發展智慧電網相關技術外，亦推動智慧電網標準與規範之制定及各項國際合作，目前臺灣重電與智慧電網相關之研究單位與廠商均加入本協會，並積極參與各項活動。

3. 核能電廠安全分析與監測技術開發

管路薄化監測技術結合有限元素分析與實際矩陣型電壓降掃描測量法，對薄化

隨技術進步減碳成本下降及碳價上升，燃煤+CCS 發電將更具效益



資料來源：臺灣經濟研究院左峻德研究團隊。

缺陷定位，其面積及深度的判斷已可達到一定的精準度。藉由有限元素分析與實驗量測所得之電壓降結果顯示，兩者之結果非常一致，表示應用有限元素法進行管路薄化分析可達到良好的準確度。

掃描式「平行式四點探針（four-points parallel probe）」技術改善了文獻上所使用之共線式四點探針（four-points collinear probe）於感測器佈點數量的龐大需求，且搭配將電源進出點與電壓量測點互換模式，對於逆推薄化區域之節點數較共線式提升了 4 倍，可大幅提升了預測薄化形狀與位置之解析度。此技術在局部區域輸入

電流進行電壓分佈測量，電流分佈較為均勻，壁厚計算準確相對提高。不論薄化缺陷的形狀以何種方式呈現，平行式四點探針技術皆可提供準確的預測結果。

三、潛在影響與展望

能源科技策略研究分項成功推動節能減碳技術、設備與產品相關產業發展，帶動我國經濟成長，在環境方面提供技術性評估方法資訊，供臺灣能源政策環評與能源基礎設施之建置，套用實際資料進行數值演算後，對國內能源政策優劣進行評估。在整體的表現上已能符合原擬計畫目

標，且不論學術、經濟、環境方面等等，都累積出相當的成果，足以作為後續推動計畫的基礎。

能源技術分項確信若能適切將其規劃發展相信將可有效提升再生能源在國內總發電量的佔有比，提高國內相關產業參與比並能協助其於國際價值鏈尋找立足之定位。另外，透過計畫執行，希望能培養一般民眾節能減碳之習慣，將節能減碳行動落實於日常生活、培育具節能減碳相關專業技術之產業人才與科技創新之研發人才。以節能減碳思維實際進行製程節能與效能開發工作、藉由計畫育成跨領域、具前瞻思及國際觀之頂尖專業人才的專業能力。透過國際合作與交流，共同引領國家能源相關產業之發展，以使能與國際接軌、提升國家競爭力。更期望藉由能源計畫，將能源危機與衝擊轉化成契機與動力，以新能源技術為新經濟產業，提升能源產業產值，加強綠能與經濟發展的結合，強化國家社會之競爭力，建造符合國際發展趨勢的低碳社會。

節能減碳分項透過本計畫協助國內產業界建立自主研發能力，掌握智財權，提升產業技術水準及帶動經濟發展，依類型不同，分成各個層面執行：（一）開發臺灣智慧電網：未來將配合臺灣電力公司，持續發展智慧電網相關重要技術，加速臺灣整體智慧電網結構之完整性。（二）提升照明技術與促進產業發展：推動照明示範計畫及認證制度，帶動產業發展。（三）升冷凍空調技術：提高效能，建立我國冷凍空調的自主。（四）強化大眾運輸與電動車產業發展：由節能減碳交通運具以及道路的交通管理措施中進行，直接減少二

氧化碳的排放和能源使用量的降低。（五）開發淨煤關鍵技術：未來可降低環境污染源，並搭配CCS技術，有效減少二氧化碳的排放。藉由項下各子項及主軸計畫，執行技術提升與產業推動，期能使國內節能減碳技術領先全球，促進相關產業的發展，同時亦能促使產業落實政府節能減碳的政策，並善盡社會的環保責任。

人培分項之計畫未來將持續整合與推廣各計畫研究成果，注重教材的成效及創新性，並強調嚴謹的評估機制，鼓勵學校融入現行實務教學課程中。同時擴大各相關部會間合作，厚植科技競爭力與師資增能，並加強技術規範建立與產品應用教育，增進產學合作，提升國民能源科技素養能跟上社會環境的快速變化。

