

出國報告(出國類別：其他(參加國際會議))

赴美參加 2009 國際太陽能展示研討會 心得報告

服務機關：國防部軍備局中山科學研究院

姓名職稱：李大青 中校技正

派赴國家：美國

報告日期：民國九十八年十一月卅日

出國時間：民國九十八年十月廿五日至十月卅一日

國防部軍備局中山科學研究院出國報告建議事項處理表

報告名稱	赴美參加 2009 國際太陽能展示研討會心得報告		
出國單位	第五研究所 固態元件組	出國人員級職/姓名	中校技正 / 李大青
公差地點	美國	出/返國日期	<u>98.10.25</u> / <u>98.10.31</u>
建議事項	<p>本院配合行政院政策發展再生能源技術，雖推廣成效仍有待努力，這是由於本院起步皆比其他單位晚至少三年以上，因此在技術領先以及技術移轉成效上自然需要假以時日迎頭趕上，但是本院同仁可利用本院優勢，因為本院以系統整合、系統思考自豪，而再生能源系統更是以系統思考角度出發，如何將現有各項技術整合成爲各個產品，再將各個產品整合成爲發電系統，提供業界 total solution，這是本院在發展再生能源時可以思考的方向；亦即是除了專業單位持續精進元件效率或是部份關鍵的技術發展之外，其實亦應有一群技術同仁，開始針對電力需求、電力規劃、再生能源應用等進行規劃設計，以不同的應用情境，例如緊急電源、偏遠或離島地區電源、野戰部隊電源，甚至作戰時營區電源管理都是可納入思考的範疇，畢竟這些與國防、軍事、安全等重大任務在工研院及核研所並不會主動思考、尋求解決之道。而本院在發展再生能源計畫時，一直苦無機會有實際應用場所，如能結合本院原本就已經熟悉的領域以及客戶群，推動相關技術的深耕，應該比讓本院同仁在產業界與其他法人機構相互較競有助益多了。</p> <p>因此若本院軍通計畫室能扮演整合者角色，邀集目前執行相關再生能源計畫的主持人與各分項計畫負責人，針對產品或技術可應用的範疇與能量、技術現況等持續了解，並釐清可應用場地、範圍、限制等因子，思考如何補強弱勢之處，再率隊拜訪可能或潛在客戶，針對客戶不同需求而發展客製化之系統，一來以系統工程整</p>		

	<p>合招牌自然對本院有所信賴，二來在推廣時不致落入單打獨鬥，各個產品陷入無法全面解決難題的困境。</p> <p>系統整合並無法單靠各個所中心獨立運作，必須由本院一級單位全力提供整合平台，各技術或產品再附加其上，使行銷、技術、管理三者各司其職，發揮所長；而目前明顯是技術同仁兼職行銷與管理，不但損耗戰力，對技術同仁也會造成適應不良。也許以系統整合角度出發初期會有協調、溝通等問題，但是一旦各專長人員各司其職，發揮的成效會 $1+1>2$。</p>
處理意見	<p>由軍通計畫室組成專職小組負責推動再生能源系統整合，各所中心參與能源計畫或再生能源關鍵技術則擔任技術專業，而行銷及管理統由軍通計畫室擔任。不定期向軍種、國安部門、消防署等單位推銷及建議再生能源的優點，並鼓勵上述相關單位投入開發與應用。業界推廣方面，則以本院開發之系統作為推廣技術，邀集相關產業界共同開發此利基市場。</p>

國外公差人員出國報告主官（管）審查意見表

此行推派李員參加今年於美國舉辦之 2009 年國際太陽能展示研討會，透過參觀各國廠商之參展展品與展示之最新商品技術，並與各國專家討論，收集量產、量測及分析技術，對於未來規劃太陽元件製程及模組系統的影響，同時對於其他計畫相關之技術資料，皆獲得寶貴的經驗，並對後續計畫提供賡續發展參考。

除此之外，目前在國內市場已經有許多的研究機構相繼投入不同領域太陽電池發電系統研究，例如 III-V 族化合物半導體太陽能電池、聚光模組以及追日系統等，而此些技術更是新世代能源計畫相當重要的一環。此次所收集的專家資訊，不論是學界、研究機構或廠商等，對本計畫的執行有莫大的助益，未來有機會可在雙方的同意下，進行互訪，除增加國際交流擴大視野外，也同時增進產業互動，厚植國力。



出國報告審核表

出國報告名稱：赴美參加 2009 國際太陽能展示研討會心得報告		
出國人姓名（2 人以上，以 1 人為代表）	職稱	服務單位
李大青	中校技正	國防部軍備局中山科學研究院
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 參加國際會議 _____（例如國際會議、國際比賽、業務接洽等）	
出國期間：98 年 10 月 25 日至 98 年 10 月 31 日		報告繳交日期：98 年 11 月 30 日
計畫主辦機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input type="checkbox"/> 2.格式完整 <input checked="" type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input type="checkbox"/> 4.內容充實完備 <input type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 7.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他_____	
審核人	出國人員	初審
		機關首長或其授權人員

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

報 告 資 料 頁			
1.報告編號： CSIPW-98Z-H0008	2.出國類別： 其他(參加國際 會議)	3.完成日期： 98.11.30	4.總頁數： 27
5.報告名稱：赴美參加 2009 國際太陽能展示研討會心得報告			
6.核准 文號	人令文號 部令文號	98.10.02，國人管理字第 0980013624 號 98.09.24，國備科產字第 0980013269 號	
7.經 費		新台幣：73,899 元	
8.出(返)國日期		98.10.25 至 98.10.31	
9.公差地點		美國加州安納罕	
10.公差機構		太陽電力協會，Solar Electric Power Association(SEPA)	
11.附 記			

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：赴美參加 2009 國際太陽能展示研討會心得報告

頁數 27 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

國防部軍備局中山科學研究院/李大青/357082

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

李大青/國防部軍備局中山科學研究院/第五研究所/中校技正/357082

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他(參加國際會議)

出國期間：

出國地區：

98 年 10 月 25 日至 98 年 10 月 31 日 美國

報告日期：

98 年 11 月 26 日

分類號/目

關鍵詞：

太陽能晶片、CIGS 太陽電池、聚光型發電系統

內容摘要：(二百至三百字)

本報告內容以綜整此次參觀 2009 國際太陽能展示研討會及開會內容，主題從目前全球矽晶太陽能發展趨勢開始，對於各國廠商參展展品的技術趨勢，以及對市場的看法、美國國家能源政策的宣告，乃至各國政府對太陽光電的補助政策等範圍進行分析；另外收集其他太陽能晶片、模組以及系統等所需的量測設備，如太陽光模擬器(solar simulator)、量測軟體、電力網(electric grid)等技術資料、文件及相關資訊；參訪開會同時美國勞工部部長及太陽電力協會(SEPA)執行長對目前能源政策的議題亦發表看法。由此次參訪心得，對照本院發展半導體技術以及能源技術推廣的近況作一分析，作為後續建案以及本院發展太陽光電技術的參考。

目 次

壹、目的.....	(10)
貳、過程.....	(11)
參、心得.....	(25)
肆、建議事項.....	(26)

赴美參加 2009 國際太陽能展示研討會心得報告

壹、目的

本院執行經濟部科技專案「新世代能源材料關鍵技術開發」四年計劃(95-98 年)係配合經濟部能源重點開發施政計劃所規劃實施，按法人科專分工，其中以氮化物半導體太陽能電池為計畫發展主軸之一。本院計劃主要內容包括屬於綠色環保材料氮化物之太陽能技術與系統所需要之關鍵新材料研究。

過去能源多偏重於石化、煤礦燃料，且傳統燃料發電方式容易造成二氧化碳汙染排放，近年由於地球暖化與石化燃料價格高漲問題已受到各國重視，目前世界主要國家已積極推動新能源政策。而我國能源進口比例高達 98%，且大部分仰賴煤炭及石油等石化燃料，去年石油價格大幅飆升，曾經達到每桶 120-130 美元之譜，雖歷經金融海嘯，但今年確已又接近每桶 80 美元；加上京都議定書的生效，石化燃料受到大幅影響，行政院特別設置「能源政策及科技發展指導小組」，通盤檢討包括二氧化碳、再生能源利用以及節能措施等政策。也由於能源對民生有極大影響，又是推動國家發展和經濟活動的基本動力，以再生能源取代國內現有能源，是目前能源政策最為關鍵的部分，我國為提高自主能源及潔淨能源比例，明訂 2010 年再生能源發電裝置容量目標為佔總裝置容量目標 10%，並制定與推動一系列財稅激勵、示範補助、電價優惠、技術開發與推廣措施。我國再生能源政策除擴大供應與使用為目標外，亦以扶植國內新興能源產業發展為另一重點政策，目前擇定太陽光電、風力與生質能等產業，為策略性新能源產業，作為未來持續努力的項目，其中又以太陽光電最有全球競爭力，預估 2015 年可以達到 4000 億新台幣，與節能的白光照明 LED 產業合併，光電半導體產業是最有機會下一個兆元產業，對台灣產業之重要性不可言喻。

太陽 PV 發電系統為低污染、高效率、無噪音之綠色產品。根據 IEK 最新估計，全球太陽光電設置總量，將會由 2005 年的 3,780 百萬瓦，快速增加到 2010 年的 13,000

百萬瓦，產業市值也將由 90 億美元增加到 300 億美元。我國對於太陽光電系統之短期發展策略，以建制傳統矽晶太陽能晶片以及開發高效率薄型矽晶太陽電池技術為主，加速發展高效率矽薄膜太陽電池，並積極布局化合物薄膜太陽電池，建立模組驗證實驗室，推動國際認證制度。國內目前太陽光電產業技術以矽晶太陽電池為主之主要生產廠商計有茂迪等十餘家，但近年來太陽能相關技術日趨成熟，再加上國際原油飆漲與各國鼓勵研發等因素發酵，太陽能電池需求持續暢旺之下，矽材料短缺的問題遲遲無解，現貨價市場從 2006 年下半就一路飆漲到現在每公斤 310~330 美元的價格，受限於矽材不足與市場需求，2006 年開始，由各國廠商投入的積極度來看，下階段將以化合物半導體與非晶矽薄膜太陽能電池為產業新目標。

在中長程發展策略上，則朝新概念太陽電池技術開發，目前以高聚光(HCPV)與高分子太陽電池技術為主軸。太陽能光電業的成長也墜入惡性循環而嚴重受限。由於現階段上游多晶矽缺料問題，已成為阻礙產業發展的最大關鍵。

2009 國際太陽能展示會(Solar Power International 2009)。主辦單位於 2009 年 10 月 26-29 日於美國安納罕會議中心舉辦此次國際性太陽電池展示研討會，是以美國政府、學者以及產業界共同舉辦太陽電池政策、市場以及未來動向最新發展動態，討論全球太陽電池發展現況。主要包括下列議題：

- 1.美國再生能源政策對就業市場、國家財政以及環境影響評估等議題。
- 2.最新技術的趨勢，包括 CIGS 太陽電池、高聚光型太陽發電系統以及量測、製造等設備。
- 3.矽材料太陽電池技術：包括單晶、微晶、非晶、奈米矽等太陽電池技術發展。
- 4.太陽電池模組與發電系統元件：包括材料選用準則，架設系統架構材料以及結構設計等等。
- 5.太陽熱能發電系統。

貳、過程

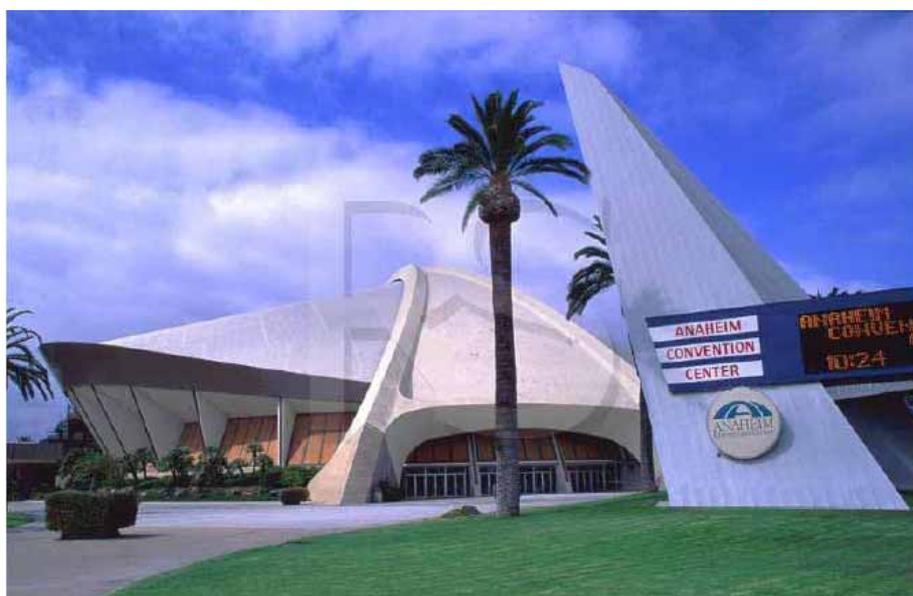
2009 國際太陽能展示研討會於美國安納罕國際會議中心舉行，日期自 10 月 26 日至 10 月 29 日止，在四天的研討會中，共有十餘位受邀政府官員、學者報告美國政府

政策以及影響層面等趨勢，另外亦有七十餘場研討會，會議議題涵蓋政策研討、技術趨勢、市場走向、金融、執行及實現議題等多個面向。除此之外，參展廠商亦不想在此次盛會中缺席，共計有 BP solar、Sharp、Sanyo、LDK solar、Uni-Solar Q-Cell 等百餘家廠商參展，因此除了可得知美政府對能源政策最新態度，亦可對全球大廠對市場趨勢的敏感進行分析。以下就針對此次研討會中，對太陽能的趨勢以及現況逐一報告：

一、 大會資訊

今年(2009 年)國際太陽能展示研討會主辦單位於 10 月 26-29 日於美國安納罕國際會議中心舉辦此次國際性太陽電池展示研討會，安納罕位於美國洛杉磯，是洛杉磯的休閒、觀光都市，國際會議中心周邊即是迪士尼樂園、職棒天使隊主場，長灘(long beach)風景區，風景秀麗而且離市區不遠，如圖一。

大會除了主要的國際會議廳外，另外備有十餘間可容納百人之研討室，國際會議廳可以容納千人，同一時間最多有 10 場演講同時舉行。今年的展覽規模較 2008 年大了一倍，計有 900 家參展廠商，展出面積達 25 萬平方尺，大會估計將有 25,000 以上參觀者，如圖二。本次展覽使用 HALL B、C、D 三個展區，三個展區打通相連。B 區主要為材料及設備供應商、系統整合及安裝廠商、太陽能服務提供廠商等；C 區為部分光伏元件及模組供應商；D 區主要為部分光伏元件及模組供應商、太陽熱能發電(CSP)、聚光型太陽能發電(CPV)、太陽電池與模組、國家主題館及公協會組織。



圖一 洛杉磯安納罕國際會議中心



圖二 會場入口

演講場次主講人大多由政府官員、企業 CEO 以及學界德高望重之重要人士擔綱，並非一般學術發表性質，因此可以藉由演講者的角度觀察世界趨勢等高角度的觀點。另外主辦單位除研討會之外，亦邀請國際大廠展示最先進的產品與技術，包括全球前 3 大公司 Sharp、Q-CELL、Kyocera 等，不同於其它展示會，會場上特別提供一台灣館，以展示國內的太陽能製造實力，包括益通、瀚昱、八陽等十餘家公司參展，讓研討會參加者可利用時間，了解市場新產品動態，並作為下訂單及交易場合。

二、 研討會議題

此次研討會所討論的議題涵蓋層面相當廣，包括政策、技術、市場、金融及執行推廣面向等；在政策議題中，邀請美國勞工部部長秘書長 Solis 女士演講，在她的演講中提到，未來將針對"綠領"包括退伍軍人、工人、面臨風險小孩等提供 200%的教育訓練、就業等機會，並對環境保護、健康、衛生保健、提高生活品質等提供更多保障。會中還邀請畢生致力於環境保護的 Ed Begley, Jr.暢談環境變遷的影響已經逐漸改變人類的生活方式，會中不乏強調暖化對地球環境的影響，他亦憂心忡忡的期望在場各位能加速綠能開發，善守企業對社會責任。邀請 Robert Kennedy, Jr.針對綠色經濟議題發表看法，他認為建立綠色經濟是一個越來越有希望解決的多重挑戰，這些挑戰來自於環境給予的時間不多、人們對使用能源的習慣不變、政府對能源幾近匱

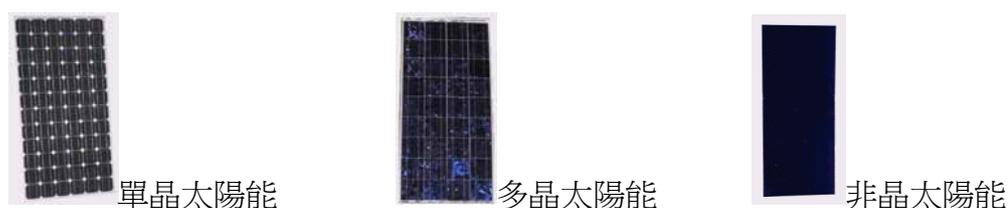
乏的漠視以及企業發展綠能技術的遲緩。對經濟振興而言能源獨立是關鍵點，一個先進、精心規劃的能源政策有助於增強各國的競爭力，同時又能降低能源成本。

技術議題中，聚光型太陽發電系統(Concentration Photovoltaics, CPV)首次在研討會中所佔的比例超過單晶矽太陽能電池，且在研討會第二場即安排介紹 CPV，其他像薄膜太陽電池(Thin Film Solar cell)，併網技術、轉換器、可靠度等都是列入研討會發表的對象。在金融及市場面是一體兩面的情況，投資大眾及銀行業者無不關心市場的走向，而業者一直強調未來市場的成長性，雖然受限於目前金融風暴的影響，但是往前瞻來看，再生能源是一股不可逆的趨勢，一但能源價格一再飆漲、全球環境變遷的因素一日存在，不但綠能經濟不會萎縮反而會逆勢成長。最後一個議題是推廣及落實面則是針對成本、價格，討論如何以低價策略搶進能源大餅，以及說服社會大眾在自家屋頂架設太陽能屋頂的優點，另外太陽能系統對環境的影響亦是此議題的重點，這是吾人在發展太陽光電技術時所不曾想到的問題，在此研討會中亦提到相關論點。

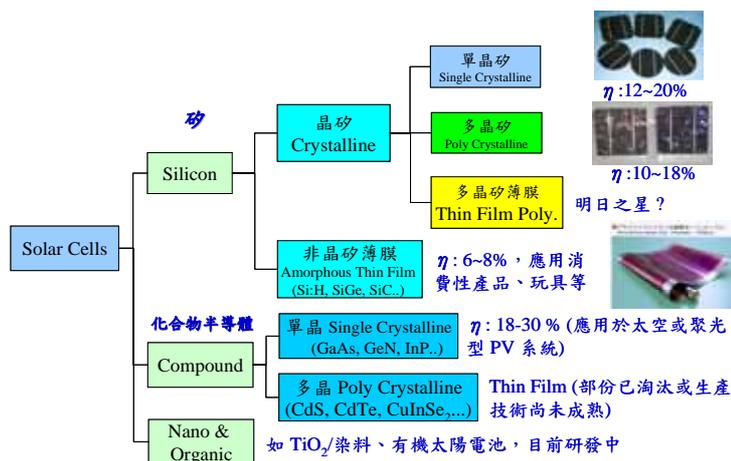
綠建築規劃或概念在此次參展會場中，相當罕見的並未引起多大的創新技術，許多廠商圍繞在多晶、單晶矽如何以排列方式造成更多的透光區域技術，或是使用矽薄膜太陽電池所完成的玻璃帷幕太陽能模組，因此推論應是相關的技術應用並未普及，觀望廠商或是擁有先進技術廠商不願意技術提早曝光而退居幕後，但是綠建築概念應是一個長遠的目標。

三、 太陽電池種類

目前太陽能電池的種類約略可分為：主要有單晶矽、多晶矽、三五族化合物半導體、奈米及有機化合物體等，如圖三、四所示。目前，太陽能電池效率及用途，如圖五所示。其中單晶矽與多晶矽太陽能電池優點是較為便宜，但是轉換效率不高，無法當主要的發電來源。三五族太陽能電池的光電轉換效率雖高，但是相當昂貴，常用於國防用途。所以利用光學以提高太陽能電池的轉換效率，為一重要的課題。



圖三 單晶太陽能、多晶太陽能及非晶太陽能。



圖四 太陽能電池種類



太陽能綠色建築



屋頂型太陽能發電系統

圖五 太陽能模組應用實例。

綠色能源話題是與日遽增，目前台灣已有多家產業界開始著重於太陽能電池方面之研究，然而矽材方面的短缺和矽物料上漲相對地面臨了相當大的問題。所以其他種類的太陽能電池的重要性相對提升，尤其在高效率(三五族化合物半導體)研究更顯的重要性，而本計劃將針對此問題擬定開發高效率的太陽能電池模組。主要設計：太陽能電池配合一菲涅爾透鏡(透鏡)以達到聚光之效果，也就是所謂的聚光型太陽能電池。一般聚焦透鏡需一定厚度，然而菲涅爾透鏡卻是一個平面薄透鏡，經設計菲涅爾透鏡聚光於太陽能電池上方，即可有效地達到更高的集光效率，增加太陽能電池效率，可降低太陽能電池價位，若換個角度這也是環保節能的一種方式，如圖六。

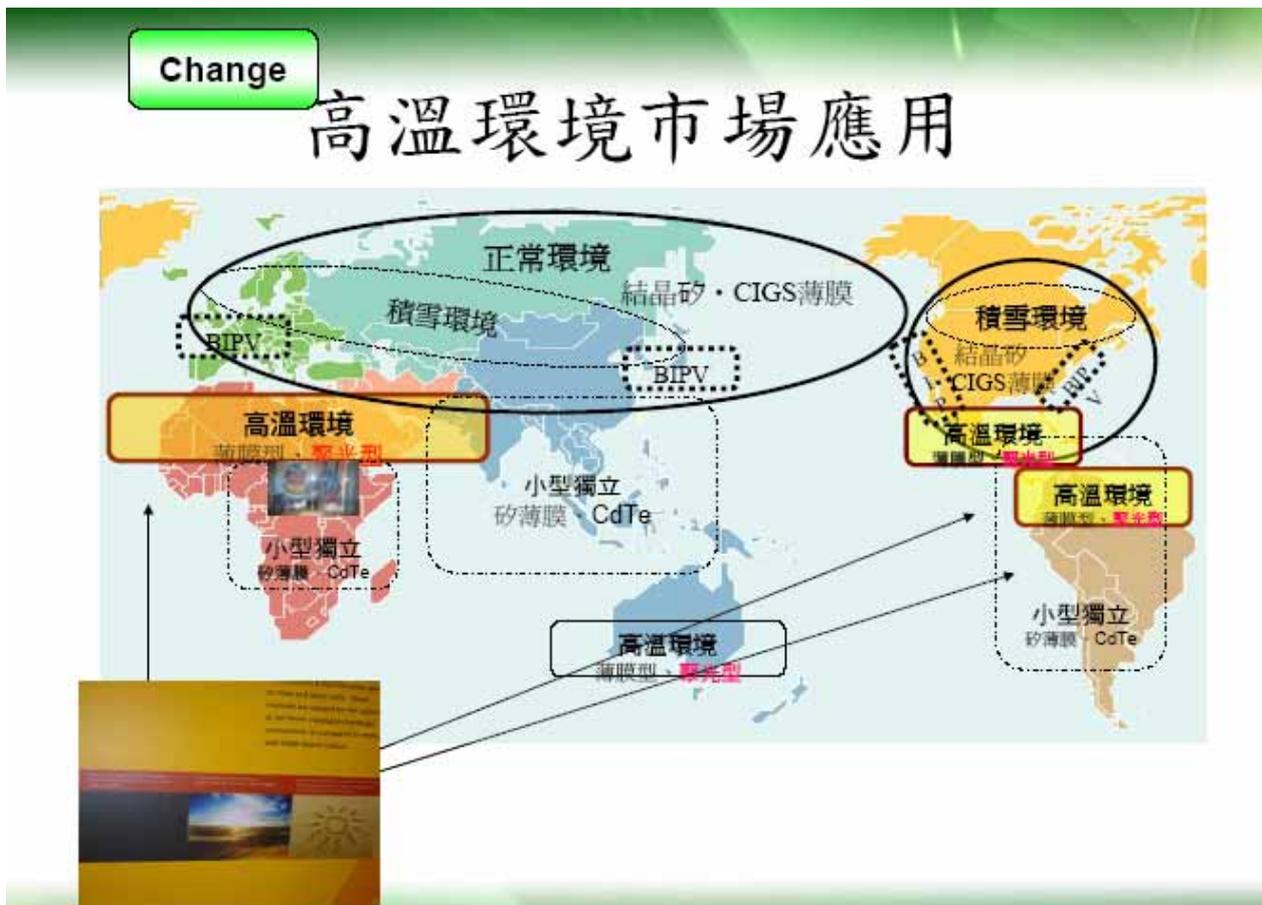


圖六 聚光型太陽能發電系統

四、博覽會廠商參展趨勢

此次展示研討會除了討論議題之外，其中另一項重頭戲即是博覽會，此次博覽會有超過 1000 家廠商來自 30 餘國參展，展示的內容包括光伏電池、組件和系統、BOS 包括逆變器、監控系統及儲電電池、太陽能服務供應商、太陽能熱水器、熱電元件、出版刊物等等。在光伏電池和組件方面以太陽能系統服務商所佔比例最高，因為製造光伏元件的資金相當高，一般中小企業並無雄厚資本與大企業競爭，加上取得認證、客戶信任等都需要長時間的歷練方能有足夠的中下游市場，因此門檻相當不易跨越，進而轉戰以中下游如模組、系統等。國外廠商除矽晶太陽電池之外，亦有許多廠商展現其特有的創新技術，開發不同應用甚至意想不到的技術作為該公司主要的產品。

此次展覽所呈現的，在產品技術方面，是高轉換效率與新興技術當道，各家廠商無不對於自己的晶片或模組，紛紛以最高效率著稱，一方面打著擁有最新製程改良技術的旗幟，一方面以壓低成本優勢吸引廠商下訂單。在市場行銷方面則是，分散市場、區隔市場，由於不同材料的太陽電池元件，其吸收光轉換成電能的效率不盡相同，且吸收率亦不同，因此每一種產品所訴求的市場並不同，如圖七，因此在不同國家因為日照時間、形式與強度不同，可適用的太陽能材料必須選擇非一體適用。

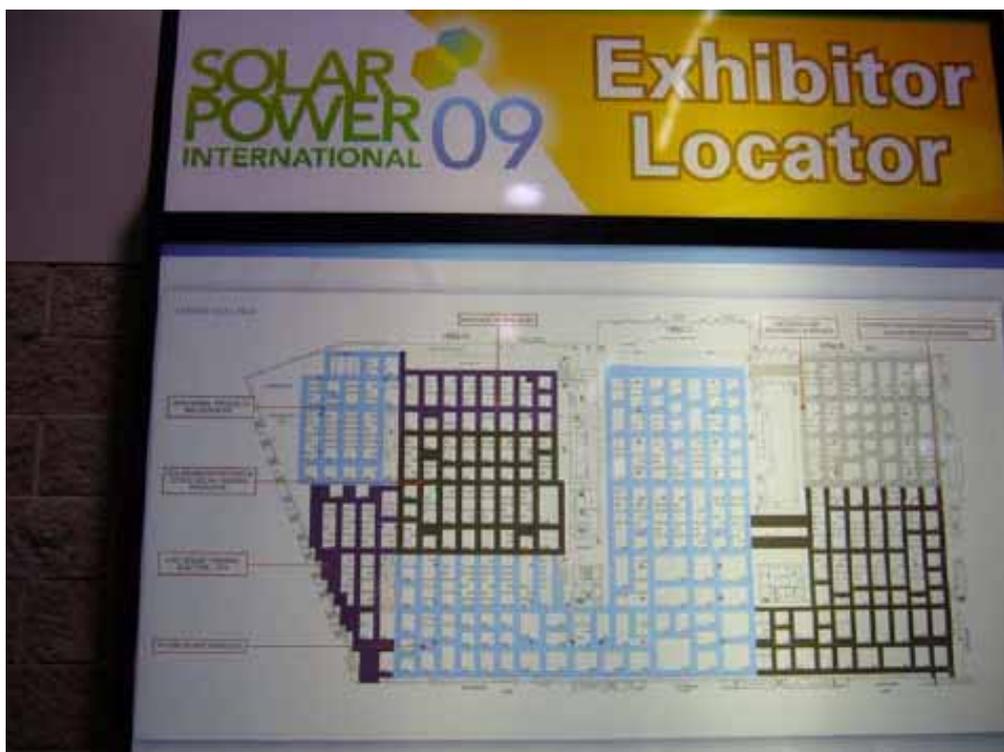


圖七 全球太陽能發電系統類型分布圖

在應用發展方面，越大的公司其市場規模以及生產製造規模越大，相對的其對市場左右系統標準自然有其獨特之處，這對國內模組廠商而言這並不是好消息，受到大廠牽制，小廠可生存空間自然壓縮，若無法與大廠合作，勢必會影響市場的佔有率。

在產品價值方面，所想引領的趨勢為"Less use, more electricity"以及" $\$/W \rightarrow \$/kWh$ "(所謂 $\$/W$ 係表示建置每瓦發電量所需成本；而 $\$/kWh$ 則是建置每度電所花費成本)，尤其是後者更是 HCPV 高聚光型太陽發電系統的訴求，雖然建置成本高於矽晶太陽電池，但是以整體發電時間與效率作為分母，則所得到的成本，遠比矽晶太陽電池為低，這也是目前環保團體的要求，即使太陽電池發電符合環保，但製作所使用的資源卻也是從大自然中提取，這一來一回之間到底節能多少仍是個問號。

會場中主走道上看出各國大廠齊聚，包括美國本土的 SUNPOWER、日本夏普 (SHARP)、中國英禮、TRINA、台灣茂迪(MOTEC)及韓國現代(HYUNDAI)等。展場規劃如圖八。



圖八 展場規劃照片

美國本土的 SUNPOWER、日本 SHARP 呼應大會主題，主打太陽能發電於電力市場的應用產品。中國 YINGLI、TRINA、台灣 NEWPOWER 仍以元件供應為主，但希望於美國市場建立品牌知名度。韓國 HYUNDAI 則藉垂直整合的優勢，以品牌知名度打入美國系統市場。

美國本土的廠商強調"MADE IN USA"並以獨特的製造技術取勝，鎖定在高效率單晶矽太陽電池。歐系廠商有鑑於美國市場未來發展的潛力，也陸續於在地投資設廠生產，模組產品以強調產品設計及對環境影響低和亞洲製造商作區隔。

3. CPV 展出介紹

聚光型太陽能發電(CPV)領域發現美國有三家新廠商，一家為加拿大模組廠商 Morgan solar，如圖九，另兩家廠商推銷追蹤系統，如圖十。

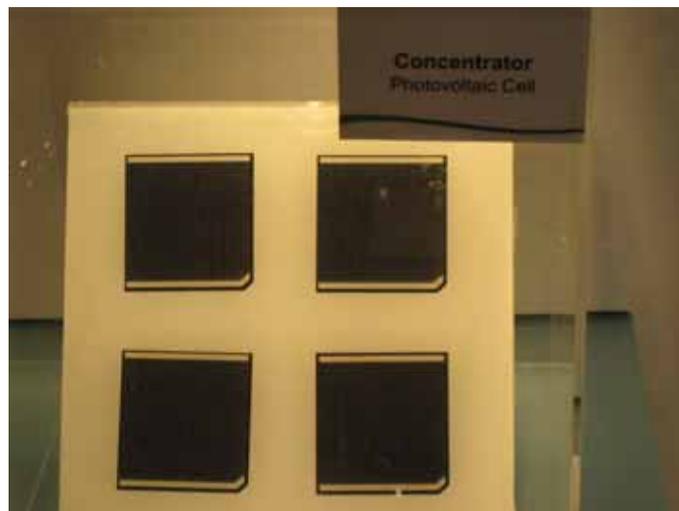


圖九 Morgan Solar corp.



圖十 聚光型追日系統

而除了以 III-V 族化合物半導體所製作的聚光型太陽能晶片之外，亦有廠商 (Abound Solar) 以 IV 族單晶矽製作成聚光型太陽電池發電系統，企圖與 III-V 族一較高下，如圖十一。聚光追日系統中，追日系統成本占總成本約三分之一，其中鋼材以及土地取得皆是重大的投資成本，傳統追日系統為落地高架型，在強風、高樓等場地受限的場合並不適用，因此有廠商以百葉窗概念開發追日系統，亦即將百葉窗架構平躺，而每一葉面即為聚光模組，透過軸向齒輪及伺服馬達統一驅動單軸向之聚光模組，如此便可縮小整體體積，如圖十二。



圖十一 矽晶聚光型太陽電池



圖十二 百葉窗式聚光追日系統

4. 薄膜太陽電池

CIGS 太陽電池在此次的展示博覽會中並未引起特別大的注意，主要是因為 CIGS 大廠並未全部參加，然而在參展廠商中，有一家利用圓管將 CIGS 材料塗佈至內管中，再使用外管將 CIGS 內管封裝，內層填充透明填充物(應是 UVA)，因此整體為玻璃管狀 CIGS 太陽電池，如圖十三。

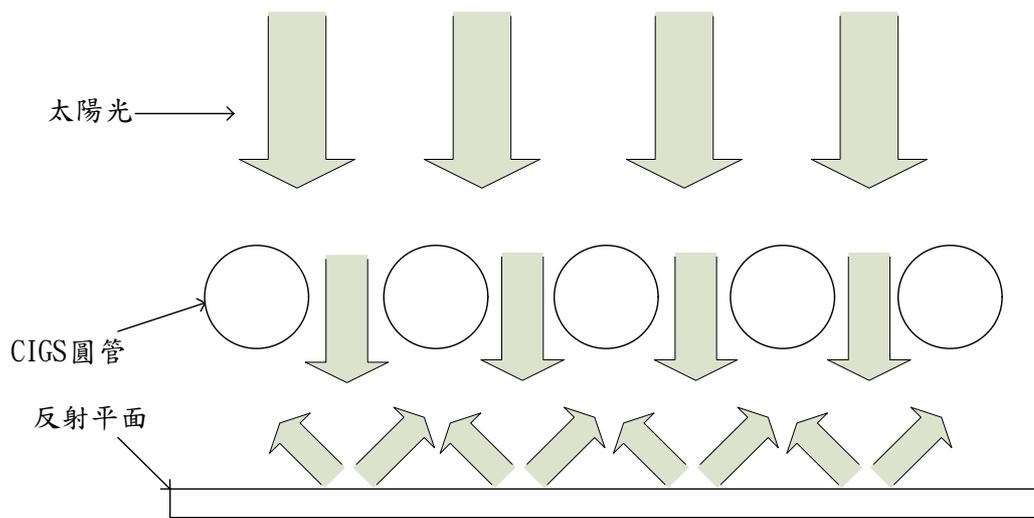


圖十三 管狀 CIGS 太陽電池

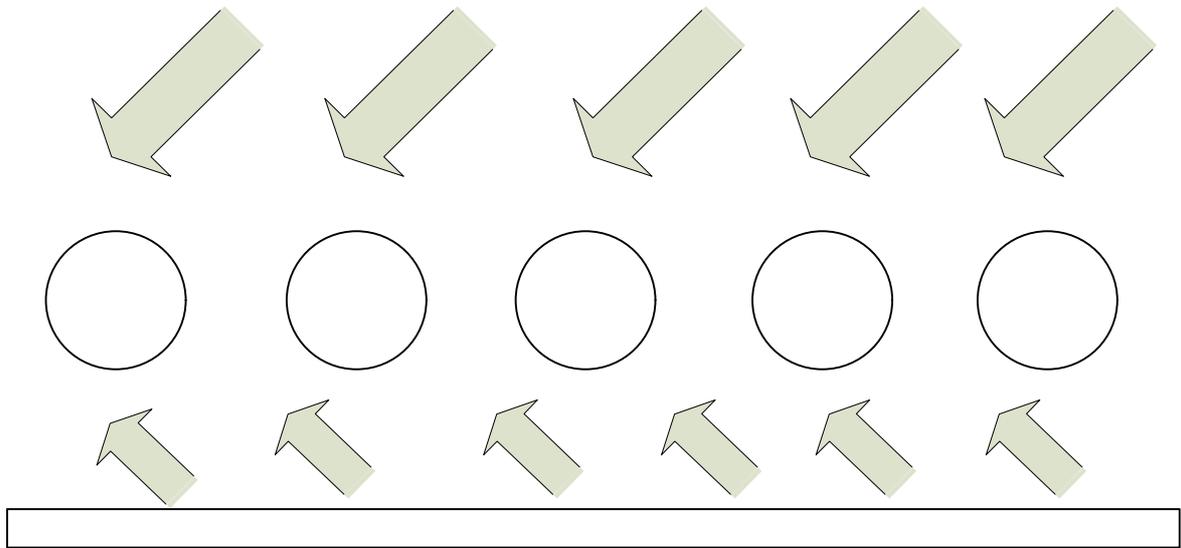
由於其風阻特別小，有別於傳統玻璃平板式風阻大，因此其安裝所需的固定支架便比傳統太陽電池模組節省許多材料，成本低 1/2，且安裝所節省的時間更只有 1/3，是相當引人注意的一種新技術，如圖十四。至於如何將 CIGS 塗佈於內管中，展示人員不便透漏，但由其展示帶中可略窺一二，應該是以濺鍍法沉積 CIGS，基板則為圓管，藉由旋轉圓管達到均勻薄膜沉積。另外因為為減少風阻，圓管與圓管之間的空隙相當大，廠商亦考慮到為提高太陽光的利用率，在模組底部以白色反照式平板將為利用的太陽光漫射至圓管太陽電池的背面，同時吸收，因此無論太陽光何種角度，都可做最大吸收，如圖十五。



圖十四 比傳統太陽模組更輕巧的安裝支架

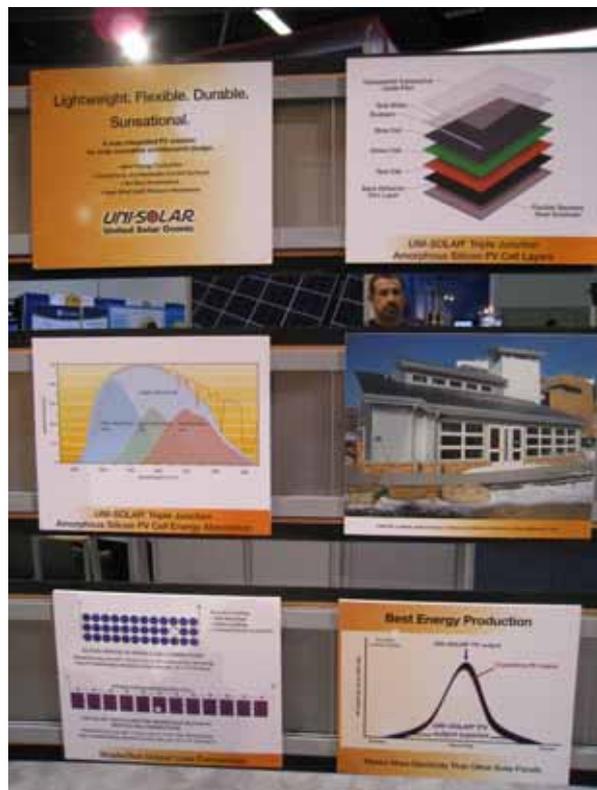


圖十五(a) 日光垂直照射示意圖

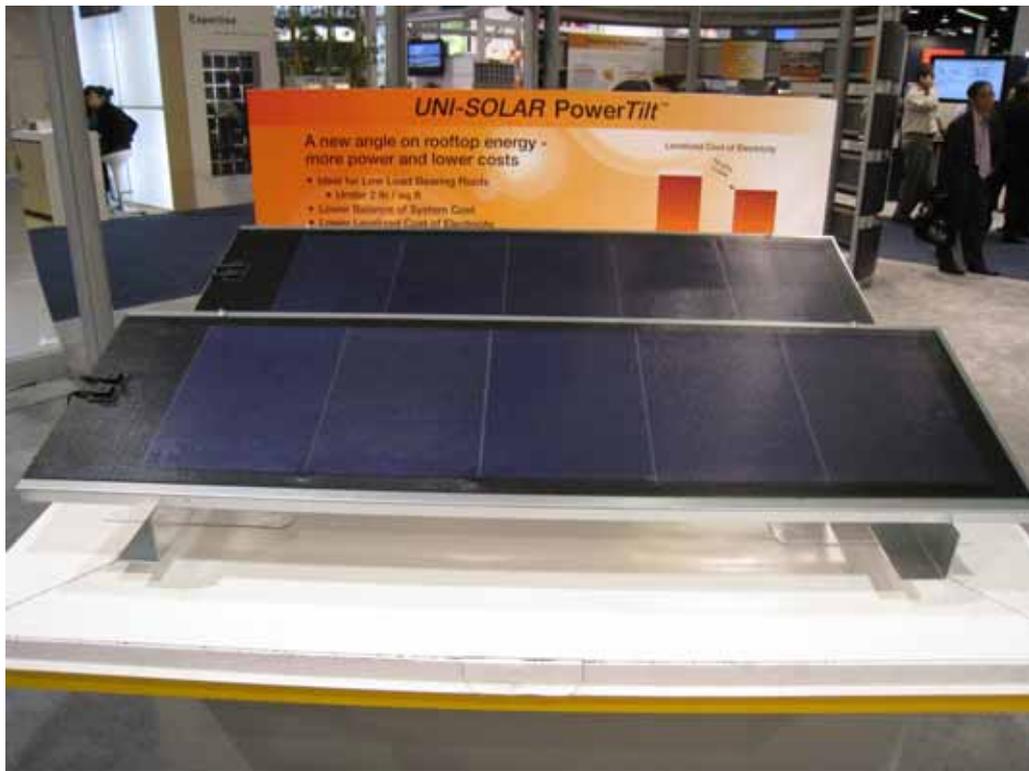


圖十五(b) 日光斜向照射示意圖

薄膜太陽能電池另有非晶矽材料，但是單一層非晶矽薄膜其轉換效率約僅有 7-9%，遠低於 CIGS 薄膜太陽電池，因此業界參考 III-V 族太陽電池以多接面方式製作，如圖十六。未來預期其轉換效率可達到 15% 以上，如圖十七。



圖十六 非晶矽多接面太陽電池參展海報



圖十七 多接面非晶矽太陽電池

5. 國家主題館展出介紹

國家主題館拜訪了西班牙、義大利及韓國三個主題館。其中，韓國館本次由韓國貿易投資促進會帶領八家韓國廠商參展，如圖十八；陣容相當整齊且所展示的商品雖都是矽晶太陽電池模組，但是品質與成本都與我國不相上下，是值得注意的趨勢。



圖十八 韓國國家主題館

6. 活動日程表

10/25 18:20 搭乘長榮班機赴洛杉磯，夜宿機上。

10/26 白天熟悉展場會館，註冊外，並參加一場 SEIA environment, health and safety committee meeting。晚間參加 SEPA 舉辦之歡迎酒會。

10/27 參加研討會三場，包括 innovation concentrating solar power technology, concentrating photovoltaics(CPV), 及 solar electric grid integration and operation.。

10/28 參加研討會一場：the thin film debate，其餘空檔時間參觀博覽會，主要拜會聚光型發電系統廠商。

10/29 參加研討會一場：long term photovoltaics system reliability。其餘空檔時間參觀博覽會，主要參觀國家主題展示館、太陽光電量測設備區以及 CIGS 廠商。晚間搭乘 10/30 13:20 長榮班機返國。

參、心得

此次研討會是全球有關太陽能展示中前三大博覽會，對於全球，尤其是美國的能源動向及趨勢可深入瞭解，加上美國目前是全球個人能源消耗第一名國家，且在沒有議定書的限制下，其動向更引人注目。以下針對此次出國提出幾點心得：

一、鼓勵參與國際研討會

本院不論是執行國防研發任務、或執行經濟部科專計畫，對於世界研發趨勢以及走向必須有相當敏銳的嗅覺，而非僅是閉門造車，參與國際研討會便是走出象牙塔的一項重要步驟，而選擇參與研討會是重要的開始，因為職參與科專「新世代能源計畫」已臻四年，對於未來必須能了解走向才能對技術趨勢有最新了解，建案才能更貼切產業需求。所以此次出國地點由德國改至美國，主要是因為美國在再生能源的需求以及技術皆領先全球，而美國及其他國家的合作更是了解各國最快的捷徑，包括配合廠商的產線、完整的上下游供應鍊，以及暢通的行銷管道等，都是促成一個技術或產業所必要的周邊支援。因此當本計畫需要一個詳盡的技術研發及趨勢時，改為參加美國展示研討會的確可以增加計畫的深度及廣度。

對於參加此研討會的各國專家學者及廠商，在材料、元件及系統的廣泛探討，以及深入的程度不禁令人敬佩，雖然本組亦是從事相關研究以及甚至將技術移轉給

廠商，但是仍對外國研究的廣度以及所研究的方法總是能推陳出新，讓自己的創意能夠應用於研究題材上，這應是我們所應學習的。也因為如果有創新突破的點子，姑且不論是產品或是技術，對於技術的提升是有相當大助益。而我們該思考的，在這種環境下，對於研究人員的工作態度及創新想法是否能盡情發揮，亦或是有一套管理機制決定產品技術走向，這是值得本院思考的地方。由於本院不同於一般的行政單位、生產單位以及勤務單位，研發的過程中原本就充滿了風險與不確定性，因此沒有一個彈性的制度，如何能讓研究人員有充裕的時間思考以及應變？若不能思考，則所得到的成果將極其有限，無疑是劃地自限。

二、重視再生能源重要性

雖然我國在環境暖化的威脅下逐漸重視再生能源的發展，但是相較於各國對於再生能源的起步及發展，仍有可以再改進之處，例如我國對於太陽能系統廠商的支持不如對太陽晶片廠商的鼓勵，雖然我國是半導體產業大國，但畢竟晶片的製造生產亦是耗能產業，矽太陽晶片的製造需要 2.5 年的能源 payback，此為值得思考的一點，另外矽晶片是供應全球，對國內並無太多挹注，所以僅對生產毛額有貢獻，對國內環境保護並無助益。而系統廠商處境更難堪，在無國內市場可作為其技術應用情況下，如何與國外廠商動輒數萬瓦的安裝經驗，且持續精進技術的開發相比？這在國內的再生能源產業發展中並未有太多討論，主要是國內的日照環境並不適合安裝太陽能發電系統，因此也就沒有引起多大的回響，但是對國內廠商卻是一大隱憂，看著國外廠商對系統技術一再改良，不免憂心國內廠商如何與國外競爭。

三、後續作為

本院在肩負開發國防科技與軍民通用技術的重責大任下，必須滿足三軍武器研發需求，以及另一方面協助輔導廠商進行技術升級或是共同開發創新技術，在滿足顧客需求的本質上是相通，但做法卻大不相同；業界要求開發期程快、成本低，且市場需求大的技術，所以本計劃一直努力於市場需求、開發成本等與業界概念的銜接。因此本次參加國際展示研討會，觀摩國外廠商所展示展品及大力促銷的產品、技術，便可略知外來的市場走勢，例如模組廠的攤位規模以及新產品技術，系統廠新的動力系統架構，職認為將往建築物建材的開發或結合建築物是往後這幾年的重點之一。另外以多軸度機械手臂運送及檢測晶片已是相當成熟技術，近幾年可能會取代大部分勞力，對於降低成本以及就業市場將會引發不小震撼。而本單位在後續執行科專計畫時，將會將此次參訪後的感想納入與業界討論、整合單位現有能量並規劃本計劃作為及擴大成效上，包括修訂及加速計劃目標執行，以便更貼切市場需

求，戮力推動產業聯盟，擴大市場應用端與影響力、增加專利分析及申請，以確保技術無侵權及保障自身技術等作為，以將參訪效益最大化。

肆、建議事項

本院配合行政院政策發展再生能源技術，雖成效不若工研院及核研所在相關技術與廠商互動頻繁、推廣已具績效，這是由於本院起步皆比此二單位晚至少三年以上，因此在技術領先以及技術移轉成效上自然無法與之相比，但是本院同仁無需氣餒，因為本院以系統整合、系統思考自豪，而再生能源系統更是以系統思考角度出發，如何將現有各項技術整合成爲各個產品，再將各個產品整合成爲發電系統，提供業界 total solution，這是本院在發展再生能源時可以思考的方向，亦即是除了部分單位持續精進元件效率或是部份關鍵的技術發展之外，其實亦應有一組技術同仁，開始針對電力需求、電力規劃、再生能源應用等進行規劃設計，以不同的應用情境，例如緊急電源、偏遠或離島地區電源、野戰部隊電源，甚至作戰時營區電源管理都是可納入思考的範疇，畢竟這些與國防、軍事、安全等重大任務在工研院及核研所並不會主動思考、尋求解決之道。而本院再發展再生能源計畫時，一直苦無機會有實際應用場所，如能結合本院原本就已經熟悉的領域以及客戶群，推動相關技術的深耕，應該比讓本院同仁在產業界與其他法人機構相互較勁有助益多了。

因此若本院軍通計畫室能扮演整合者角色，邀集目前執行相關再生能源計畫的主持人與各分項計畫負責人，針對產品或技術可應用的範疇與能量、技術現況等持續了解，並釐清可應用場地、範圍、限制等因子，思考如何補強弱勢之處，再率隊拜訪可能或潛在客戶，針對客戶不同需求而發展客製化之系統，一來以系統工程整合招牌自然對本院有所信賴，二來在推廣時不致落入單打獨鬥，各個產品陷入無法全面解決難題的困境。

系統整合並無法單靠各個所中心獨立運作，必須由本院一級單位全力提供整合平台，各技術或產品再附加其上，使行銷、技術、管理三者各司其職，發揮所長；而目前明顯是技術同仁兼職行銷與管理，不但損耗戰力，對技術同仁也會造成適應不良。也許以系統整合角度出發初期會有協調、溝通等問題，但是一旦各專長人員各司其職，縮發揮的成效會 $1+1>2$ 。