

出國報告（出國類別：考察）

赴馬來西亞參加  
「亞太經濟合作（APEC）區域朝向低碳  
社會轉型太陽光電系統之經濟效益與生  
命週期分析研討會」

服務機關：經濟部能源局

姓名職稱：顏為緒 技正

派赴國家：馬來西亞

出國期間：107年10月16日至10月18日

報告日期：107年11月12日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：赴馬來西亞參加「亞太經濟合作（APEC）區域朝向低碳社會轉型  
太陽光電系統之經濟效益與生命週期分析研討會」

頁數12含附件：是否

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

顏為緒/經濟部能源局/能源技術組/技正/（02）27757649

出國類別：1考察 2進修 3研究 4實習 5其他

出國期間：107年10月16日至18日

報告期間：107年11月12日

出國地區：吉隆坡 (Kuala Lumpur)

分類號/關鍵詞：太陽光電、經濟（solar photovoltaic, economic）

內容摘要：

此次出國主要目的為參加於馬來西亞吉隆坡舉辦的「亞太經濟合作（APEC）區域朝向低碳社會轉型太陽光電系統之經濟效益與生命週期分析研討會」，藉由本次參與研討會簡報我國太陽光電政策與發展，有助於與各經濟體交進行實務交流，並進一步瞭解各經濟體如何應用與推展太陽光電、評估成本效益及制定相關制度配套，將可協助提升我國太陽光電發展。

我國為能兼顧能源安全、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，於114年達成非核家園目標，同時規劃114年再生能源發電量占比達20%。為了達到這個目標，規劃太陽光電裝置容量為20,000MW、風力發電（含離岸）6,700MW、地熱能200MW、能質能813MW、水力2,150MW、燃料電池60MW。其中太陽光電的裝置容量最大，除了透過「再生能源發展條例」授權訂定的躉售費率提供設置誘因之外，也透過各項政府推動專案來加速設置，例如已完成的「太陽光電2年推動計畫」（105年7月

起至107年6月止)、規劃並執行中的107年至109年3項推動計畫「綠能屋頂全民參與推動計畫」、「產業園區擴大設置太陽光電推動計畫」、「地面型太陽光電推動專案」。

本次出國目的為參加研討會，除簡報我國太陽光電政策與發展外，亦了解各國在再生能源的推動策略、發展現況、面臨挑戰及未來因應方式，做為我國未來研擬政策之參考。並於研討會期間參訪馬來西亞行政新都布城（太子城）的綠建築（Diamond Building），及位於麻六甲的第2大太陽光電廠（Kompleks Hijau Solar Plant），瞭解馬來西亞在綠建築節能與太陽光電廠之發展範例。

## 目 次

一、內容摘要 .....	5
(一) 出國目的 .....	5
(二) 行程紀要 .....	6
二、研討會活動紀要 .....	7
(一) 研討會內容紀要 .....	7
(二) 參觀8MW 太陽光電廠 .....	12
三、研討會心得及建議 .....	12

# 一、內容摘要

## (一) 出國目的

此次出國主要目的為參加於馬來西亞吉隆坡舉辦的「亞太經濟合作 (APEC) 區域朝向低碳社會轉型太陽光電系統之經濟效益與生命週期分析研討會」，藉由本次參與研討會簡報我國太陽光電政策與發展，有助於與各經濟體交進行實務交流，並進一步瞭解各經濟體如何應用與推展太陽光電、評估成本效益及制定相關制度配套，將可協助提升我國太陽光電發展。

我國為能兼顧能源安全、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，於114年達成非核家園目標，同時規劃114年再生能源發電量占比達20%。為了達到這個目標，規劃太陽光電裝置容量為20,000MW、風力發電（含離岸）6,700MW、地熱能200MW、能質能813MW、水力2,150MW、燃料電池60MW。其中太陽光電的裝置容量最大，除了透過「再生能源發展條例」授權訂定的躉售費率提供設置誘因之外，也透過各項政府推動專案來加速設置，例如已完成的「太陽光電2年推動計畫」（105年7月起至107年6月止）、規劃並執行中的107年至109年3項推動計畫「綠能屋頂全民參與推動計畫」、「產業園區擴大設置太陽光電推動計畫」、「地面型太陽光電推動專案」。

本次出國目的為參加研討會，除簡報我國太陽光電政策與發展外，亦了解各國在再生能源的推動策略、發展現況、面臨挑戰及未來因應方式，做為我國未來研擬政策之參考。並於研討會期間參訪馬來西亞行政新都布城（太子城）的綠建築（Diamond Building），及位於麻六甲的第2大太陽光電廠（Kompleks Hijau Solar Plant），瞭解馬來西亞在綠建築節能與太陽光電廠之發展範例。

## (二) 行程紀要

本次出國之行程規劃如下：

日期	工作概要
107/10/15	啟程：台北(TPE)-馬來西亞吉隆坡(LP) 09:30-14:15 長榮航空(BR227)
107/10/16-18	參加「亞太經濟合作（APEC）區域朝向低碳社會轉型太陽光電系統之經濟效益與生命週期分析研討會」，並參訪馬來西亞行政新都布城（太子城）的綠建築（Diamond Building），及位於麻六甲的第2大太陽光電廠（Kompleks Hijau Solar Plant）
107/10/19	回程：馬來西亞吉隆坡(LP)- 台北(TPE) 12:50-17:40 長榮航空(BR218)

## 二、研討會活動紀要

### (一) 研討會內容紀要

本研討會共9國25人參加，除我國之外，尚有菲律賓、馬來西亞、印尼、泰國、越南、美國、智利、墨西哥等，如圖1所示。其主要目的在展示各國在再生能源的推動策略、發展現況、面臨挑戰及未來因應方式。



Date: 16<sup>th</sup> -18<sup>th</sup> October 2018  
Venue: Tamu Hotel & Suites, Kuala Lumpur, Malaysia

圖1、參加研討會各國成員

本次研討會分3個階段，第1階段講師簡報、第2階段為小組討論、第3階段各國經驗分享，分別摘錄重點如下：

- 1、統計至104年，全球太陽光電裝置容量累計為487GW，104年就增加了50GW，顯示全球裝置容量正大幅成長。馬來西亞位處赤道，日照條件佳，適合設置太陽光電，自101年起至107年止，已累計設置381MW，最大單一電廠容量為30MW，如圖2。同時馬國也投入太陽光電模組的研發、製造與效能提供研究，並訂下以下目標及方向：
  - (1) 114年再生能源供應20%發電量。
  - (2) 以太陽光電為政策及發展主流，凝聚民眾意識，擴大商業市場。

- (3) 提升矽晶產業鏈價值，擴大太陽光電產業目標。
- (4) 提供更加的太陽光電性能解決方案。



圖2、馬來西亞最大太陽光電廠裝置容量30MW

- 2、說明太陽光電設置於屋頂時所適用的不同安裝及固定方式，包含鐵皮屋頂、磁磚屋頂、平面屋頂及建築整合型（BIPV）等，以及安裝太陽光電所常面臨的問題，包含：
  - (1) 屋頂太過老舊，無法配合躉售電能20年。
  - (2) 太陽光電安裝角度如果沒有順著屋頂的洩水坡度，其設備及線材會造成局部積水，進而提高屋頂漏水的機率。
  - (3) 屋頂結構不佳，無法支撐太陽光電模組的中亮，安裝及後續維護時容易造成破壞，提高漏水的機率。
- 3、太陽光電營運維護所需面臨的問題，例如落塵造成效能降低、重要零組件的鏽蝕、電力零件或線材燒毀、電池產生熱斑而失效等，必須透過在設計階段及安裝階段審慎考量，才能降低後續運轉出現問題機率。
  - (1) 設計階段：同步考量技術與經濟因素，遵守國內外或當地法規或標準規範，同時要考量設置案場的環境特色，才能設計出符合當地環



境的系統。

- (2) 安裝階段：安裝前取得政府機關的許可及現場各項工具、人力、檢查表、經費、材料供應等安排，安裝時要確實遵守法規及標準的安全規範，安裝後詳盡的系統檢查、運轉測試及文件報告。

4、說明印尼海邊2MW太陽光電場經濟效益分析，如圖3：

- (1) 投資部分：電廠投資興建花費約1億327萬元(以1美元兌換30元台幣計算)自有資金占27.4%，融資貸款72.6%。
- (2) 收入部分：每年發電270.5萬度（容量因素30.9%），躉售費率6.9元/度，每年電費收入約1,863萬元。
- (3) 運轉維護及稅金部分：每年約243萬元。
- (4) 內部IRR約11.45%，估計6.74年回收。因印尼的太陽光電並不普及，設置成本仍高，但經濟算IRR約11.45%高於折現率6%，電廠仍具可行性。



Solar Panel



Controlling Room

圖3、印尼2MW太陽光電廠

- 5、馬來西亞也有太陽光電競標制度，106至107年完工競標容量為371MW，108至109年完工競標容量為557MW，相關案件都已經陸續進行簽約及施工階段。另外也分析再生能源比例對馬來半島電網的影響，其認為在小於30%時對系統都尚未有顯著的技術影響，30%至40%間就開始有電力頻率穩定及調度的問題，尤其是到達43%時，在電力需求較少的日子時，大量的太陽光電電力將會對電力頻率及電壓穩定性造成影響。

- 6、美國107年太陽光電裝置容量為58.3GW，足夠提供1100萬美国家庭使用，未來5年的裝置容量預估會以雙倍甚至是3倍數量成長。為了大幅降低太陽光電成本至6美分/kw，期望在109年時就能不透過補貼與其他能源競爭價格，目前透過幾個方式達成：
  - (1) 投資2,700萬美元用於改善太陽能電池技術與製造。
  - (2) 簡化太陽光電相關設置流程，以降低安裝成本。
  - (3) 政府、業界、學界與研究實驗室應密切合作，提高技術能量。
- 7、我國也說明了為了達成114年非核家園的目標，並考量能源安全、綠色經濟、環境永續與社會公平，訂定114年再生能源發電占比20%的目標，其中最具積極性的是太陽光電裝置容量20,000MW、風力發電（含離岸）6,700MW，透過各種法規及政策來推動：
  - (1) 「再生能源發展條例」授權訂定的合理躉售費率提供設置誘因，另有用電大戶設置再生能源的義務規定。
  - (2) 各項政府推動專案來加速設置，例如已完成的「太陽光電2年推動計畫」（105年7月起至107年6月止）、規劃並執行中的107年至109年3項推動計畫「綠能屋頂全民參與推動計畫」、「產業園區擴大設置太陽光電推動計畫」、「地面型太陽光電推動專案」。
  - (3) 台電公司有併聯跟躉購再生能源的義務，並大幅放寬併網相關規定，加速再生能源熱區的電網建置，營造友善併聯環境。
  - (4) PV-ESCO的推動模式成功大幅提高設置容量，同時鼓勵銀行提供專案融資貸款，預計會有1.2兆的資金需求，活絡工業部門與金融部門的互動市場。
- 8、泰國的電力發展計畫，再生能源發電占比分別為103年8%、115年10%~20%、125年15%~20%，大約19,600MW，其中太陽光電目標量為6,000MW。國內也有許多浮力式太陽光電結合風力發電系統的研究，同時配合儲能系統以穩定供電。
- 9、東盟各國均有設定再生能源目標，也透過躉購費率及各項政策與措施進

行推動，如圖4。

ASEAN Countries	RE Target	FIT	Net Metering	Competitive bidding	Tax Incentives	Soft loan	Capital Subsidy	Tradable RECs
Brunei Darussalam	✓							
Cambodia	✓			✓*	✓			
Indonesia	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Lao PDR	✓				✓			
Malaysia	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Myanmar	✓				✓			
The Philippines	✓	✓	✓		✓			✓
Singapore	✓		✓	✓	✓			
Thailand	✓	✓		✓	✓	✓	✓	
Vietnam Pilot project	✓	✓			✓			

Source: ACE RE Policy Report and USAID Clean Power Asia Renewable Incentives Report

圖4、東盟各國再生能源目標及推動措施

- 10、 越南的水力發電量占全國發電量占比約40%，政府從106年開始躉購太陽光電電能，目前設置量雖僅約3.5MW，但已有120個專案正在規劃中，其中109年為5,000MW，109年後再新增3,000MW，目標能在109年發電量占0.5%、119年占6%、139年占20%。

## (二) 參觀8MW 太陽光電廠

參訪位於馬來西亞麻六甲的第2大太陽光電廠（Kompleks Hijau Solar Plant），如圖5。電廠占地17.7公頃，裝置容量8MW，由29,092片太陽光電模組組成，投資金額約6.3億元。此電廠目前有很多挑戰必須解決，例如發電量每年平均下降9.2%、模組熱斑、變流器損壞、保險賠償金額下降等，才能評估後續建置更大的電廠。



圖5、馬來西亞第2大太陽光電廠裝置容量8MW

### 三、研討會心得及建議

世界各國為了能源永續發展，都會訂定未來年度的再生能源目標量，進而帶動再生能源的大量發展，成為未來能源的新趨勢。本次研討會主要的議題為太陽光電，但各國仍然會提到其他類別的再生能源發展，例如風力發電、水力發電、生質能發電、廢棄物發電及地熱發電等。每個國家的再生能源稟賦不同、地理環境及天然資源也不同、產業發展條件也有差別，適合發展的再生能源類別也會有所差異，例如菲律賓跟印尼都有豐富的地熱資源，越南跟泰國都有良好的水力資源，有些國家蘊藏豐富的化石能源且價格低廉，也影響到再生能源目標的訂定與推動的策略。

我國缺乏化石燃料等天然資源，但卻擁有良好的日照條件與極佳的風場資源，最適合設置太陽光電與風力發電，同時配合我國在太陽光電的產業政策，可以有良好的推動環境與效果。因此，雖然我國地狹人稠，土地資源珍貴，訂定的再生能源目標仍不亞於部分東南亞的國家，顯示我國發展再生能源的決心與潛力，在既定的政策、法規及的推動措施下，一定能達成114年再生能源發電量占比20%的目標。